Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland
Minister van I&M
Rijkswaterstaat West Nederland Zuid / District Noord
T.a.v. dhr. P. van Alphen
Postbus 556
3000 AN ROTTERDAM

DATUM 1 mei 2014
ONZE REFERENTIE 000.007.40 0242669
BEHANDELD DOOR Wenda van Dijk
TELEFOON DIRECT 026 373 29 75
E-MAIL Wenda.van.Dijk@tennet.eu

BETREFT Aanvraag Wbr vergunning Randstad 380kV Noordring (Bleiswijk-Vijfhuizen) - kruising A4 Hoogmade

Geachte heer van Alphen,

Hierbij ontvangt u een aanvraag om vergunning in het kader van artikel 2 lid 1 Wet beheer rijkswaterstaatwerken ten behoeve van de realisatie van de hoogspanningsverbinding Randstad 380 kV Noordring (Bleiswijk-Vijfhuizen). Om de realisatie van de hoogspanningsverbinding mogelijk te maken, zijn de volgende activiteiten en objecten voorzien bij de rijksweg A4 bij Leiderdorp (knooppunt Hoogmade):

- bouw tracédeel Randstad 380kV Bleiswijk-Vijfhuizen (mast 145-148) kruisend met de A4;
- verwijdering tracédeel 150kV Leiden-Zoetermeer (mast 73-75) kruisend met A4;
- bouw tijdelijke noodmast M74 en tijdelijke 150kV verbinding (mast M74-73);
- aanleg ondergrondse 150kV kabelverbinding kruisend met A4.

Ten aanzien van uw besluit op deze aanvraag ingevolge artikel 2.1 en 2.2 de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht is op grond van artikel 20c 2 Elektriciteitswet door de minister bepaald dat omwille van stroomlijning en versnelling de rijkscoördinatieregeling uit de Wet op de ruimtelijke ordening van toepassing is (artikel 3.35). Hierbij is de Minister van Economische Zaken de aangewezen minister voor de coördinatie. In verband daarmee heeft de minister van Economische Zaken mij gevraagd het volgende op te nemen in deze aanvraag:

1. Ingevolge de rijkscoördinatieregeling dient u een kopie van onderhavige aanvraag te verzenden aan de Minister van Economische Zaken. TenneT zal er echter voor zorgen dat de minister van Economische Zaken een exemplaar van deze aanvraag ontvangt. U hoeft dus geen exemplaar door te sturen.
2. In reactie op deze kopie van de aanvraag zal de minister u per brief melden wanneer van u verwacht wordt een ontwerp besluit gereed te hebben.
3. Wij verzoeken u om het ontwerpbesluit en later ook het definitieve besluit aan de minister van Economische Zaken te verzenden. Deze zal het besluit aan TenneT verzenden.

De volgende bijlagen maken onderdeel uit van deze aanvraag:

GE1001DD.UN1008

0. Aanvraagformulier (digitaal ingevuld)
1. Tracékaart Randstad 380kV (Bleiswijk-Zuidelijke Ringvaart)
2. Situatietekening met kadastrale aanduiding
3. Lengteprofiel
4. Situatietekening inclusief bouwwegen, werkterreinen en opstelplaats jukken
5. Constructietekening wintrackmasten W2S400+5 (mast 145), W2H400+10 (mast 146, 147) en W2H400+5 (mast 148)
6. Statische berekeningen wintrackmasten W2S400+5 (mast 145), W2H400+10 (mast 146, 147) en W2S400+5 (mast 148)
7. Constructietekeningen fundatie wintrackmasten type A (mast 145) en type C (mast 146-148)
8. Constructieberekening fundatie wintrackmasten type A (mast 145) en type C (mast 146-148)
9. Gegevens tijdelijke mast en tijdelijke lijn M74
10. Jukkenplan nieuwbouw 380kV
11. Jukkenplan amoveren 150kV
    Ontwerpnota omleiding mast M74
12. Boorplan HDD boring 150kV kabel
13. Tekeningen HDD boring 150kV kabel
14. EMC rapportage

Wij vertrouwen erop u hiermee voldoende geïnformeerd te hebben. In geval van inhoudelijke vragen of onduidelijkheden verzoeken wij u op korte termijn contact met ons op te nemen (zie aanhef brief voor contactgegevens). Voor procedurele vragen verzoeken wij u contact op te nemen met dhr. M.C. Bernardina van Bureau Energieprojecten, telefoon 070 379 6530.

Hoogachtend,
TenneT TSO B.V.

Haar, Jaap ter
Clustermanager Randstad 380 kV

Overzicht bijlagen

#	Bijlage	Kenmerk	Datum
0	Aanvraagformulier		
1	Tracékaart Randstad 380 kV Noordring	VKT 5.0	12-02-2014
2	Situatietekening met kadastrale aanduiding	VKT 5.0	30-4-2014
3	Lengteprofiel	30813059-50-13 VKT 5.0	03-02-2014
4	Situatietekening inclusief bouwwegen, werkterreinen en opstelplaats (mobiele) jukken	R3N-TEK-0005 rev9 R3N-TEK-0006 rev9	24-4-2014 24-4-2014
5	a. Constructietekening masttype W2S400+5 (mast 145) b. Constructietekening masttype W2H400+10 (mast 146 en 147) c. Constructietekening masttype W2H400+5 (mast 148)	MS20120025/10 MS-0004/08 MS20120025/06	30-1-2014 12-2-2012 14-8-2012
6	a. Statische ontwerpberekening masttype W2S400+5 (mast 145) b. Statische ontwerpberekening masttype W2H400+10 (mast 146 en 147) c. Statische ontwerpberekening masttype W2H400+5 (mast 148)	Revisie 02 Revisie 03 Revisie 04	21-2-2014 7-2-2014 7-2-2014
7	a. Constructietekeningen fundatie masten type A b. Constructietekeningen fundatie masten type C	R3N-TEK-0019 rev02 R3N-TEK-0021 rev02	4-10-2013 4-10-2013
8	a. Constructieberekeningen fundatie Wintrack masten type A b. Constructieberekeningen fundatie Wintrack masten type C c. Bepaling belasting mastfundaties	R3N-OWR-0003 rev02 R3N-OWR-0005 rev02 R3N-OWR-0033 rev01	2-10-2013 2-10-2013 6-8-2013
9	a. Ontwerpberekening tijdelijke mast 74, 150kV lijn Zoetermeer-Leiden b. Ontwerp omleiding M74 c. Schematische weergave bescherming A4 tijdens omleiden, amoveren en trekken nieuwe lijn	R3N-OWR-0036 rev02 R3N-OWR-0051 rev02	25-4-2014 25-04-2014
10	Jukkenplan nieuwbouw 380 kV	R3N-OWR-0037 rev06	24-4-2014
11	Jukkenplan amoveren 150 kV	R3N-OWR-0013 rev05	4-4-2014
12	Boorplan HDD 0.1 A4/HSL/Does	R3N-OWR-0020 rev03	11-11-2013
13	Kabeltrace ondergronds HDD-0.1A – Locatie A4/HSL/ Does Kabeltrace ondergronds HDD-0.1B – Locatie A4/HSL/ Does	R3N-TEK-0047 rev03 R3N-TEK-0074 rev03	29-10-2013 29-10-2013
14	EMC-rapportage	TE121000-R23 AM	13-2-2014

Inhoudsopgave

0	Aanvraagformulier
Bijlage 1	Tracékaart Randstad 380 kV VKT 5.0
Bijlage 2	Situatietekening met kadastrale aanduiding VKT 5.0
Bijlage 3	Lengteprofiel 30813059-50-13 VKT 5.0
Bijlage 4	Situatietekening inclusief bouwwegen, werkterreinen opstelplaats (mobiele) jukken R3N-TEK-0005 rev9 R3N-TEK-0006 rev9
Bijlage 5	a. Constructietekening masttype W2S400+5 (mast 145) MS20120025/1 0 b. Constructietekening masttype W2H400+10 (mast 146 en 147) MS-0004/08 c. Constructietekening masttype W2H400+5 (mast 148) MS20120025/06
Bijlage 6	a. Statische ontwerpberekening masttype W2S400+5 (mast 145) Revisie 02 b. Statische ontwerpberekening masttype W2H400+1 0 (mast 146 en 147) Revisie 03 c. Statische ontwerpberekening masttype W2H400+5 (mast 148) Revisie 04
Bijlage 7	a. Constructietekeningen fundatie masten type A R3N-TEK-0019 rev02 b. Constructietekeningen fundatie masten type C R3N-TEK-0021 rev02

Bijlage 8	a. Constructieberekeningen fundatie Wintrack masten type A R3N-OWR-0003 rev02
	b. Constructieberekeningen fundatie Wintrack masten type C R3N-OWR-0005 rev02
	c. Bepaling belasting mastfundaties R3N-OWR-0033 rev01
Bijlage 9	a. Ontwerpberekening tijdelijke mast M74, 150kV lijn Zoetermeer-Leiden R3N-OWR-0036 rev02
	b. Ontwerp omleiding M74 R3N-OWR-0051 rev02
	c. Schematische weergave bescherming A4 tijdens omleiden, amoveren en trekken nieuwe lijn
Bijlage 10	Jukkenplan nieuwbouw 380 kV R3N-OWR-0037 rev06
Bijlage 11	Jukkenplan amoveren 150 kV R3N-OWR-0013 rev05
Bijlage 12	Boorplan HDD 0.1 A4/HSL/Does R3N-OWR-0020 rev03
Bijlage 13	a. Kabeltracé ondergronds HDD-0.1 A- Locatie A4/HSL/ Does R3N-TEK-0047 rev03
	b. Kabeltracé ondergronds HDD-0.1 B- Locatie A4/HSL/ Does R3N-TEK-0074 rev03
Bijlage 14	EMC-rapportage TE121000-R23 AM

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Aanvraag Wbr beschikking

Ten behoeve van

Aanvrager is:	Bedrijf
Vraagt u de vergunning voor uzelf aan?	Ja

Gegevens Aanvrager

Bedrijfsnaam	TenneT TSO B.V.			
Voorletter(s) * / Voornaam	W.M.	Wenda	Mevr.	
Achternaam contactpersoon	Dijk		Tussenvoegsel	van
KVK / BIN	09155985			
Adres	Utrechtseweg		Nummer	310 Toevoeging
Postcode * / Plaats	6800 AS	Arnhem	Land	Nederland
Postbusnummer	718			
Postcode / Plaats	6800 AS	Arnhem	Land	Nederland
E-mail	wenda.van.dijk@tennet.eu			
Telefoonnummer	026 3732975		Faxnummer	

Doel waarvoor de aanvraag geldt

Selecteer het doel waarvoor deze aanvraag geldt.
Kabels / leidingen / wegkruisingen (incl. mantelbuizen)

Tevens eigenaar / eigendom

Zijn de percelen waar u werkzaamheden wilt uitvoeren eigendom van de aanvrager?	Nee
Zijn de percelen eigendom van De Staat (zoals Rijkswaterstaat of RVOB (Rijksvastgoed- en Ontwikkelingsbedrijf))?	Ja

Waarom? (doel / belang)

Wat wilt u gaan doen / maken en waarvoor dient het? (maximaal 8 regels gebruiken)

Hoogspanningsverbinding Randstad 380kV Noordring (Bleiswijk-Vijfhuizen), welke ter plaatse van verkeersknooppunt Hoogmade bij Leiderdorp zal kruisen met de A4 (mastnummers 147-148-149).

Wat zijn de specifieke afmetingen van het werk? (maximaal 7 regels gebruiken)

Zie bijlage 3 (Lengteprofiel hoogspanningsverbinding)

Betreft het aangevraagde werk een uitbreiding / wijziging van een bestaande situatie?	Nee
Is er reeds eerder een Wbr vergunning verstrekt?	Nee

Hoe? (uitvoeringswijze)

Hoe zullen de werkzaamheden worden uitgevoerd? (maximaal 7 regels gebruiken)

- Heiwerkzaamheden tbv aanbrengen fundamenten
- plaatsen hoogspanningsmasten op fundamenten
- aanbrengen geleiders tussen masten, via beschermingsconstructies over A4

Waar? Locatiegegevens / kadastrale gegevens / situatie tekening

Adresgegevens van de locatie	Verkeersknooppunt Hoogmade nabij Leiderdorp, zie bijlage 2
Gemeente	Kaag en Braassem
Postcode	
Naam rivier / kanaal / rijksweg / zee (wering) / dijk / meer	A44
Naam loswal / kade / steiger	
Kilometrering	
Zijde : N / Z / O / W / Li / Re	zie bijlage 2
Kadastrale gegevens bekend bij gemeente . . . , sectie . . . , nummer . . .	zie bijlage 2
X-coördinaat	zie bijlage 4
Y-coördinaat	zie bijlage 4

Wanneer + periode (instandhouding)

Wat is de gewenste aanvangsdatum van de werkzaamheden? 01-08-2015

Is het resultaat van de werkzaamheden van tijdelijke of permanente aard? Permanent

Kostprijs / raming van de werkzaamheden (leges)

Wat is de kostprijs of raming van de kosten (exclusief BTW) van het aangevraagde werk?

> EUR 2400,-

Bijlagen

Tracégegevens (route - positielijst - diepteligging)	1356555_bijlage_2_situatiekaart_met_kadastrale_aanduiding.pdf
Bijlage(n) gestuurde boring / persing conform richtlijn boortechniek versie januari 2004	1356556_bijlage_3_lengteprofiel.pdf
Situatietekening (algemeen)	1356557_bijlage_2_situatiekaart_met_kadastrale_aanduiding.pdf
Kadastrale gegevens (algemeen)	1356558_bijlage_2_situatiekaart_met_kadastrale_aanduiding.pdf
Specificatie van gewenste wijzigingen en bijbehorende vergunning(en) (datum en nummer)	

☑ Ik verklaar hierbij deze **aanvraag** naar waarheid te hebben ingevuld.

Bijlage 1

Tracékaart Randstad 380 kV Noordring

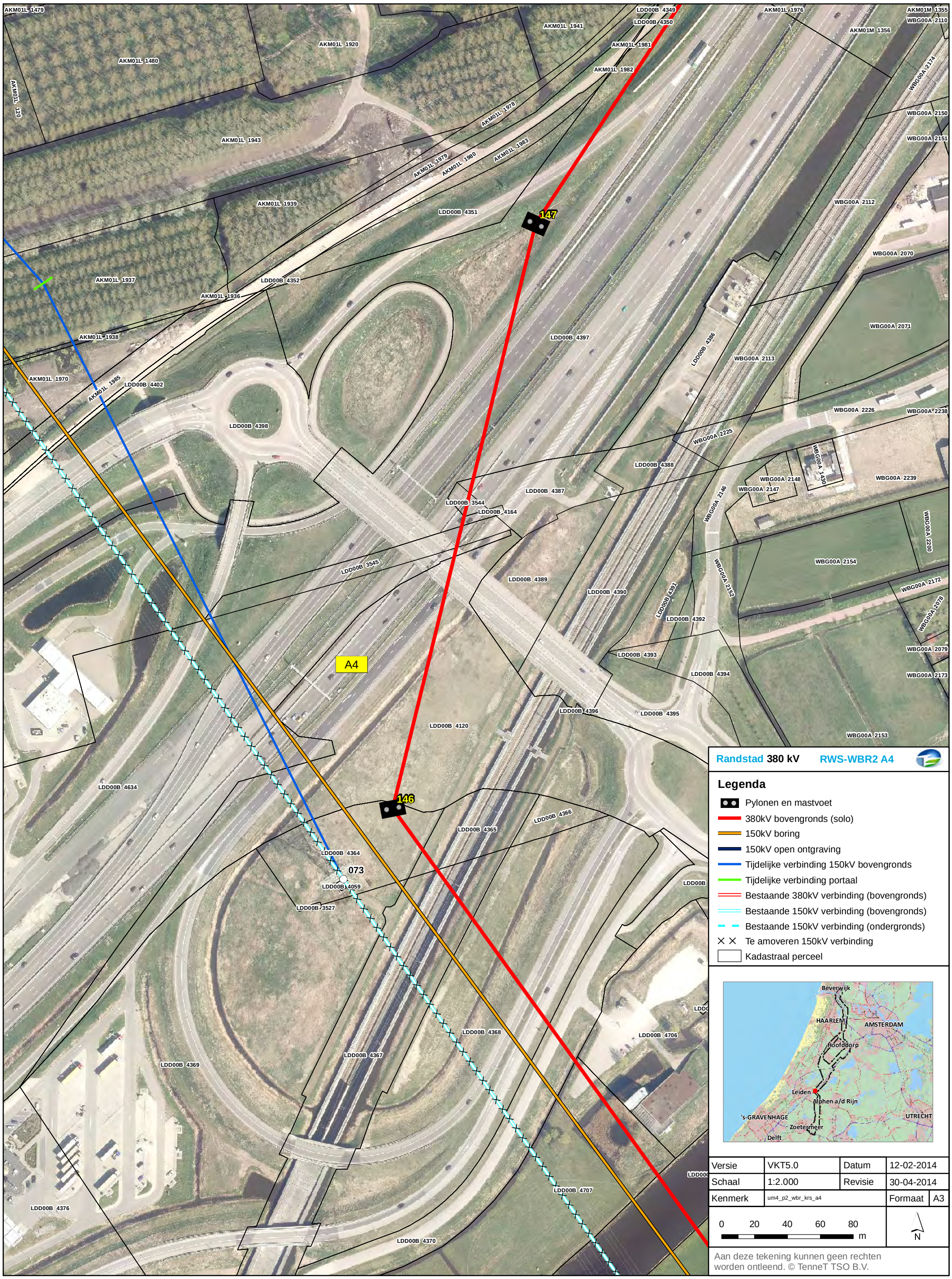
Randstad 380 kV

Noordring VKT 5.0 Bleiswijk - Zuidelijke ringvaart

Bijlage 2

Situatietekening met kadastrale aanduiding

Randstad 380 kV RWS-WBR2 A4



Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

Bijlage 3

Lengteprofiel Randstad 380 kV Noordring

Legenda

Feature Code	Feature code Description	Symbool	Req Vert Clear 0kV (m)	Req Horiz Clear 0kV (m)	Req Vert Clear 150kV (m)	Req Horiz Clear 150kV (m)	Req Vert Clear 380kV (m)	Req Horiz Clear 380kV (m)	EXTRA TenneT	Norm Verticaal	Norm Horizontaal	Marge vlgs PVE TenneT
	Del:		0.72	0.72	2.1	2.1	3.10	3.10				
	1/2 Bundel:		0.125	0.125	0.00	0.00	0.25	0.25				
1	Onbebouwd/Landbouwgebied		7.95	2.85	9.2	4.1	10.45	5.35	1.50	5.60	2.00	
2	Industrieel gebied		8.35	3.35	9.6	4.6	10.85	5.85		7.00	2.00	0.50
3	Vegetatie		2.35	2.85	3.6	4.1	4.85	5.35	1.50		2.00	
4	Daken (helling > 15gr)		3.35	3.35	4.6	4.6	5.85	5.85		2.00	2.00	0.50
5	Daken (helling < 15gr)		5.35	3.35	6.6	4.6	7.85	5.85		4.00	2.00	0.50
6	Wegen		7.95	3.35	9.2	4.6	10.45	5.85		6.60	2.00	0.50
7	Land- en argrarischewegen		8.95	2.85	10.2	4.1	11.45	5.35	1.50	6.60	2.00	
8	Snelwegen en autowegen		10.35	3.35	11.6	4.6	12.85	5.85		9.00	2.00	0.50
9	Spoorlijnen zonder tractie		8.35	3.35	9.6	4.6	10.85	5.85		7.00	2.00	0.50
10	Spoorlijnen met tractie		11.65	3.35	12.9	4.6	14.15	5.85		10.30	2.00	0.50
11	Waterwegen VDH 15 meter	15	16.35	3.35	17.6	4.6	18.85	5.85	15.00		2.00	0.50
12	Waterwegen VDH 20 meter	20	21.35	3.35	22.6	4.6	23.85	5.85	20.00		2.00	0.50
13	Waterwegen VDH 25 meter	25	26.35	3.35	27.6	4.6	28.85	5.85	25.00		2.00	0.50
14	Waterwegen VDH 30 meter	30	31.35	3.35	32.6	4.6	33.85	5.85	30.00		2.00	0.50
15	Water	W	6.95	3.35	8.2	4.6	9.45	5.85		5.60	2.00	0.50
16	Lantaarnpalen, vlaggenmasten, borden e.d.		3.35	3.35	4.6	4.6	5.85	5.85		2.00	2.00	0.50

= Compensatie geleider
= Bliksemdraad
= OPGW
= 150kV
= 380kV
= 13.9 meter i.v.m. 5kV/m W2, 300m masten
= 14.2 meter i.v.m. 5kV/m W2, 350m masten
= 14.4 meter i.v.m. 5kV/m W2, 400m masten
= 14.4 meter i.v.m. 5kV/m W4, 400m masten
= Minimale vrije ruimte voor 45kV (onbebouwd)
= Verschijnen waar extra ruimte nodig is bovenop de minimale vrije ruimte

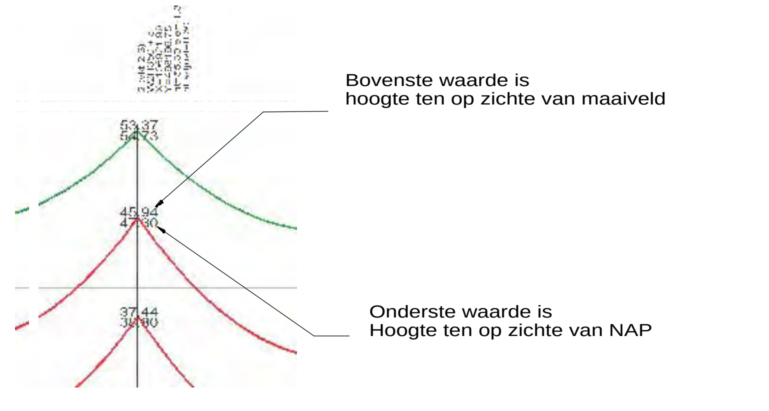
Project: Randstad 380kv Noord Engineering

Hoogspanningslijn:150-380kv Bleiswijk - Vijfhuizen

Calculaties volgens:
- NEN - EN 50341-1 en NEN - EN 50341-1-3 (NNA)
- TenneT specificaties
Wind zone: Zone 2
Vr = 22.5 m/s0
Zo(m) = 0.2
Ct bij beijsde geleider = 1.2
Ijs regio = B

Voor fasen geldt 1.8*v(d)
Voor overige geleiders geldt 5*v(d)

LEGENDA onderleggers
Aansluitingen en bestaande HS-lijnen
Waterleidingen
Kabels en leidingen
Perceelgrenzen
Waterkeringen en beschermzones



5.0	Update VKT 5.0 mastlocatie 124, 107 en check lichtmasten 146 - 147 conform RFC 15	24/10/2013	MLC	EKA	AW
5.0	Update VKT 5.0 mastlocatie 193 en mastvoeten	09/09/2013	MLC	EKA	CS
5.0	Wintrack Masten update	03/02/2014	MLC	EKA	AW
5.0	Update VKT 5.0 mastlocatie 124 conform RFC 16	29/10/2013	MLC	EKA	AW
WIJZ	OMSCHRIJVING	DATUM	OPGST.	BEOORD.	GGK.
		7-2-2014	GRB	EGB	CS

KEMA DNV

380 kV / 150 kV Bleiswijk - Vijfhuizen
Trace en lengte profiel mast 150 (VKT5.0) tot 139 (VKT5.0)

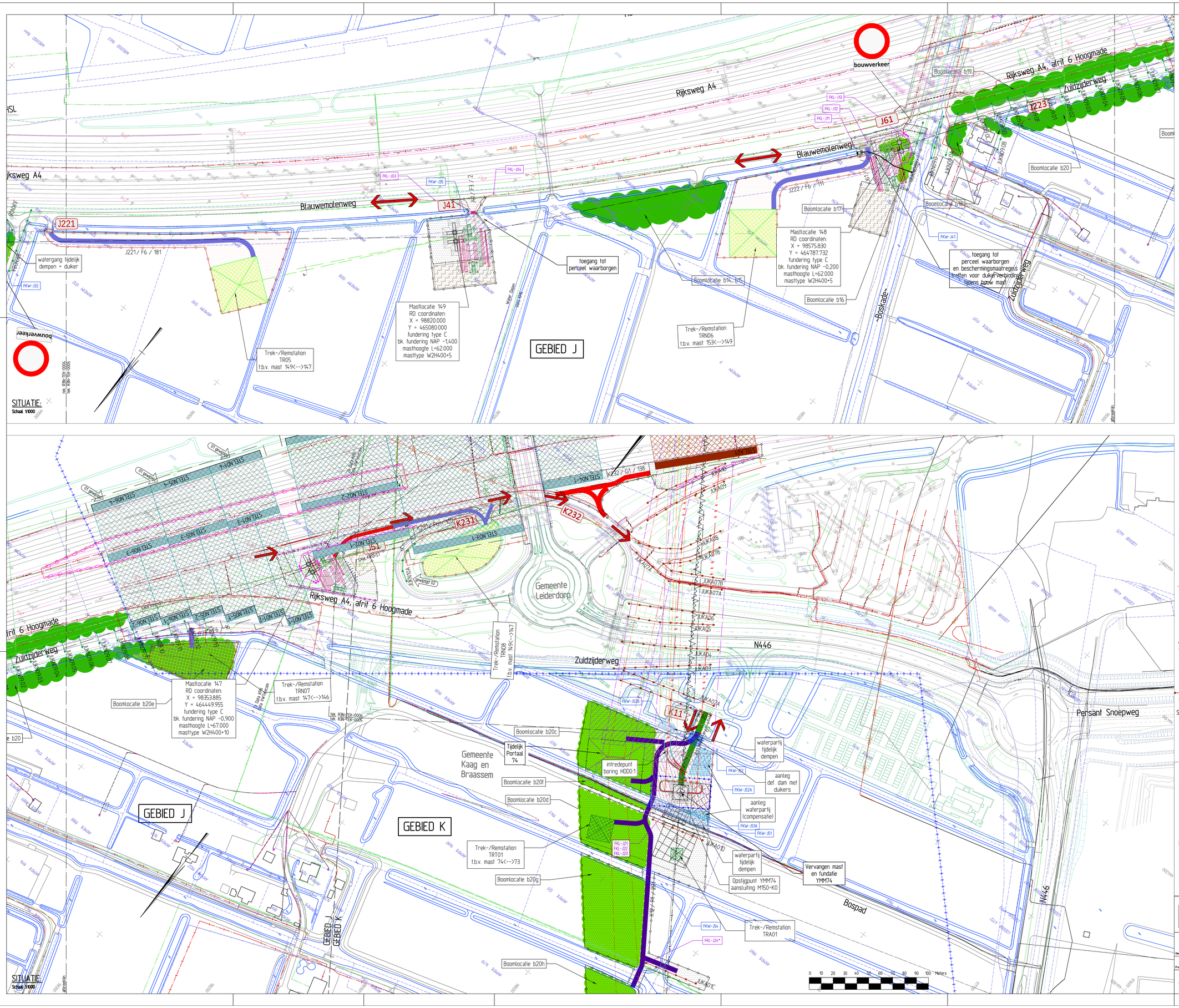
Scale	Format	TEK.NR.	Blad	Wijz
30.0 m Horiz. Scale / 3.0 m Vert. Scale	A2+	30813059-50-13 VKT 5.0 (03-02-2014)	7 van 11	5.0

DNV KEMA Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvkema.com

© 2014

Bijlage 4a

Situatietekening mast 149-147



VERKLARING - ALGEMEEN

- Bestaande topografie
- Waterlijn
- Kadastrale grens en sectie/perceelnummer (uit bestand Kadper_Bis_Zuid_Ringvaart_1905.DWG (Tennet))
- Afbreeklijn
- As-lijn
- Gemeentegrens (2010)

VERKLARING - KLIC

- Gasleiding
- Gasleiding gasunie
- Gasleiding hd
- Gasleiding ld
- Waterleiding
- Warmtenet
- Koudenet
- Chemie
- Brandstof transportleiding
- Riolering transportleiding
- Hemelwater transportleiding
- Vuilwater transportleiding
- Drainage
- Persleiding
- Vacuumleiding
- Duiker
- Straatkolk
- Trottoirkolk
- Hwa put
- Vwa put
- Drainage put
- Persleiding rioolput
- Persleiding pomput
- Gemaal
- Mantelbuis
- Glasvezel
- Cai
- Dafa
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Vri (verkeersregelinstallatie)
- Ov (openbare verlichting)
- Proral overig
- Kabelkoker
- Kabeltrace vervallen
- Gestuurde boring derden
- Zinker
- Lichtmast

VERKLARING - LEIDINGWERK:

- Aanbrengen kabel 150 kV
- Aanbrengen kabel 380 kV
- Aanbrengen las mof
- Aanbrengen ondergrondse aardingsput verbonding met aardingskabels naar mof
- Aanbrengen bovengronds combi trace (150 kV + 380 kV)
- Aanbrengen bovengronds trace 380 kV
- Gevarenzone bestaand bovengronds kabeltrace
- Beschikbare ruimte om kabels te installeren
- Te verwijderen bovengronse trace 150 kV
- Verwijderen kabel 150 kV
- Verwijderen kabel 150 kV (hergebruik)
- Bestaande, te handhaven kabel 150 kV
- Aanbrengen gestuurde boring 150 kV
- Aanbrengen gestuurde boring 380 kV
- Aanbrengen gestuurde boring 380 kV
- Verleggen mantelbuis met glasvezelkabel
- Drilluchtingsput met straatput bij uiteinde mantelbuis boring 380kV

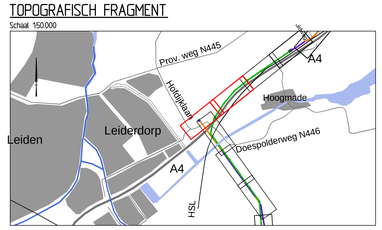
VERKLARING - CIVIEL:

K75 /F5 /374 Nummer bouwweg (K75) / type bouwweg (F5) / lengte in meters (374)

- Bouwweg type F1, riplaten lengterichting op maaiveld
- Bouwweg type F2, riplaten lengterichting zandbed en doek
- Bouwweg type F3, riplaten dwarsrichting zandbed en doek
- Bouwweg type F4, riplaten lengterichting op houtsnippers en doek
- Bouwweg type F5, riplaten dwarsrichting op houtsnippers en doek
- Bouwweg type G1, funderingslaag, doek, zandbed, doek
- Bouwweg type G2, funderingslaag en doek op bestaande verharding
- Permanente toegangsweg type H1, klinkerverharding, straatlaag, funderingslaag en zandbed
- Indicatie voertuigbeweging, masttransport op werkterreien (bochtstralen tot R=20m)
- Tijdelijke verharding middels riplaten
- Indicatieve werkgrens
- wegafzetting (barrier)
- retourbemalingsbuizen van bron naar retourbemalingspuiten)
- Indicatie benodigd werkterrein
- Reservering kabel-haspel-opstelplaats
- Reservering grondopslag uit ontgravingen
- Tijdelijke verharding bouwterrein van zand met riplalen
- Tijdelijk of permanent dempen van watergang
- Bouwhek
- indicatieve ontgravingslijn voor aanleg fundering
- fundeningsconstructie
- hulpraden tijdelijk mastportaal
- Zone opstelplaats kraan ca. 12x20m
- Zone montageplaats portaal ca. 30x30m
- Grens onderhoudsgebied opstiggunt
- Zone retourbemalingsput ca. 10x10m
- Werkruimte t.b.v. montage & trekken mantelbuizen in boringen)
- Zone kraan amoveren mast opstelruimte ca. 12x20m
- Zone afbraak mastkop ca. 15x35m
- Zone afbraak mastlichaam ca. 30x30m
- Reservering voor keterterrein
- FKL-K07 Aanduiding kabel/leidingkruising met bouwwegen en/of leidingtrace
- FKL-L11* Aanduiding meerdere kabel/leidingkruisingen met bouwweg en/of leidingtrace
- FKW-K11 Aanduiding kruising watergang met bouwweg en/of leidingtrace
- Trek-/Trekstation voor te amoveren bovengrondse hoogspanningsverbinding
- Trek- /Remstation voor tijdelijk bovengrondse hoogspanningsverbinding
- Ligging buitenste bovengrondse kabel tijdelijke hoogspanningslijnen
- J41 Openbare wegaansluiting (met nr.)
- Routering bouwverkeer
- Gebied met te verwijderen bossage en/of bomen, ivm. bouwwerkzaamheden
- Gebied met te verwijderen bossage en/of bomen, ivm zakelijk recht bovengrondse hoogspanningsverbindingen
- JUKN01 Juk voor aanbrengen van bovengrondse hoogspanningsverbinding ter afscherming van obstakels. (door derden)
- Afscherming obstakels voor aanbrengen hoogspanningsverbinding d.m.v. een net en stellage (door derden)
- Afscherming obstakels voor amoveren hoogspanningsverbinding d.m.v. een net en stellage.
- Afscherming obstakels voor amoveren hoogspanningsverbinding d.m.v. een net en kraanopstelling
- JUKA04 Juk voor amoveren van bovengrondse hoogspanningsverbinding ter afscherming van obstakels.
- STELN02 Stelling (bxbxh 40x5x11m) t.b.v. aanbrengen van een net over obstakels (door derden)
- Bouwweg type F6, verharding t.b.v. trek-/remstations
- trekrichting
- Trek- /Remstation voor nieuwe bovengrondse hoogspanningsverbinding
- Indicatie benodigd werkterrein voor de aanleg van Trek-/Remstations voor nieuwe bovengrondse hoogspanningsverbinding

TOPOGRAFISCH FRAGMENT

Schaal 1:50.000



Combining Knowledge and Experience

bam | COFELY FABRICOM

Randstad 380kV Noordring

		Centraal	Ontgrepen door
		P. de Jager	E.Duwel
Geschrijving	9 zie wijzigingsopijlen	24-4-2014	RGJ Caspers
	8 zie wijzigingsopijlen	4-4-2014	RGJ Caspers
	7 zie wijzigingsopijlen	5-2-2014	RGJ Caspers
	Rev. Wijziging	Datum	Naam
	Schaal 1:1000	Formaat A0	
	Naam R.G.J. Caspers	Datum 19-7-2013	

Definitief Ontwerp
Algemeen
Overzichtstekening, blad 5 van 20 (mast 149-147)

Project: Randstad 380kV Noordring

TENNET Taking power further

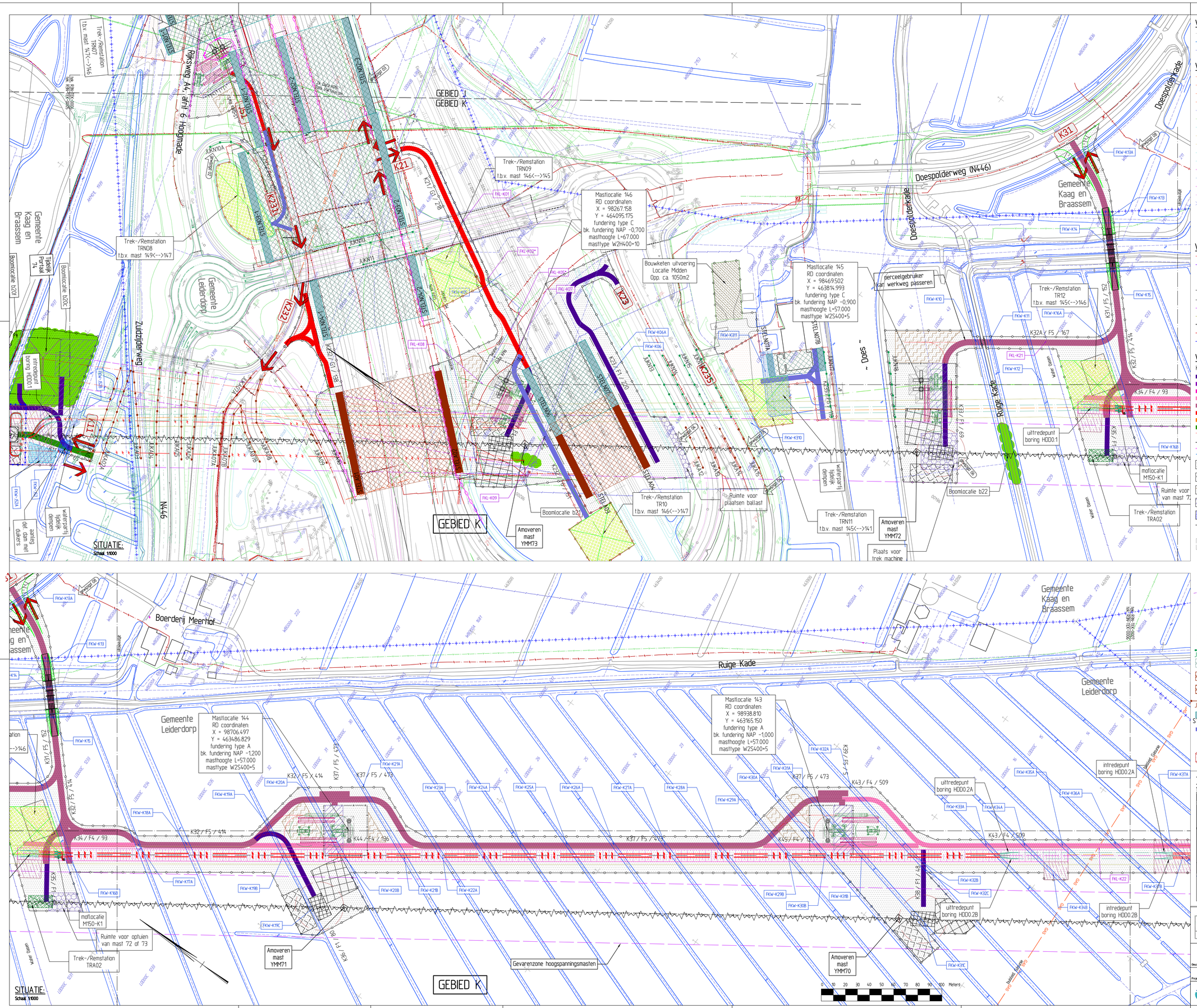
Tekeningnummer: R3N-TEK-0005 blad 001

Autocad-filename:

Spyker

Bijlage 4b

Situatietekening mast 147-143



VERKLARING - ALGEMEEN

- Bestaande topografie
- Waterlijn
- Kadastrale grens en sectie/perceelnummer ul bestand Kadpercl_Bis_Zuid_Ringvaart_1905.DWG (Tennet)
- Afbreeklijn
- As-lijn
- Gemeentegrens (2010)

VERKLARING - KLIC

- Gasleiding
- Gasleiding gasunie
- Gasleiding hd
- Gasleiding ld
- Waterleiding
- Warmtenet
- Koudenet
- Chemie
- Brandstof transportleiding
- Riolering transportleiding
- Hemelwater transportleiding
- Vuilwater transportleiding
- Drainage
- Persleiding
- Vacuumleiding
- Duiker
- Straatkolk
- Trottoirkolk
- Hwa put
- Vwa put
- Drainage put
- Persleiding riooldput
- Persleiding pomptput
- Gemaal
- Mantelbuis
- Glasvezel
- Cai
- Dafa
- Hoogspanning
- Middenspanning
- Laagspanning
- Vri (verkeersregelinstallatie)
- Ov (openbare verlichting)
- Proral overig
- Kabelkoker
- Kabeltrace vervallen
- Gestuurde boring derden
- Zinker
- Lichtmast

VERKLARING - LEIDINGWERK:

- Aanbrengen kabel 150 kV
- Aanbrengen kabel 380 kV
- Aanbrengen las mof
- Aanbrengen ondergrondse aardingsput verbonding met aardingskabels naar mof
- Aanbrengen bovengronds combi trace (150 kV + 380 kV)
- Aanbrengen bovengronds trace 380 kV
- Gevarenzone bestaand bovengronds kabeltrace
- Beschikbare ruimte om kabels te installeren
- Te verwijderen bovengrondse trace 150 kV
- Verwijderen kabel 150 kV
- Verwijderen kabel 150 kV (hergebruik)
- Bestaande, te handhaven kabel 150 kV
- Aanbrengen gestuurde boring 150 kV
- Aanbrengen gestuurde boring 380 kV
- Aanbrengen gestuurde boring 380 kV
- Verleggen mantelbuis met glasvezelkabel
- Drilluchtingsput met straatput bij uiteinde mantelbuis boring 380kV

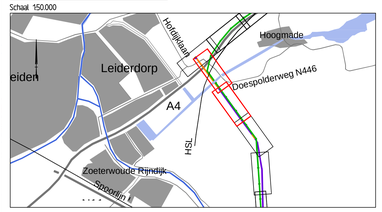
VERKLARING - CIVIEL:

K75 /F5 /374 — Nummer bouwweg (K75) / type bouwweg (F5) / lengte in meters (374)

- Bouwweg type F1, riplaten lengterichting op maaiveld
- Bouwweg type F2, riplaten lengterichting zandbed en doek
- Bouwweg type F3, riplaten dwarsrichting zandbed en doek
- Bouwweg type F4, riplaten lengterichting op houtsnippers en doek
- Bouwweg type F5, riplaten dwarsrichting op houtsnippers en doek
- Bouwweg type G1, funderingslaag, doek, zandbed, doek
- Bouwweg type G2, funderingslaag en doek op bestaande verharding
- Permanente toegangsweg type H1, klinkerverharding, straatlaag, funderingslaag en zandbed
- Indicatie voertuigbeweging, masttransport op werkterreinen (bochtstralen tot R=20m)
- Tijdelijke verharding middels riplaten
- Indicatieve werkgrens
- Grens onderhoudsgebied opstijgpunt
- wegafzetting (barrier)
- retourbemalingsbuizen van bron naar retourbemalingsputten
- Zone retourbemalingsput ca. 10x10m
- Indicatie benodigd werkterrein
- Werkruimte t.b.v. montage & trekken mantelbuizen in boringen
- Reservering kabel-haspel-opstelplaats
- Zone kraan amoveren mast opstelruimte ca. 12x20m
- Reservering grondopslag ul ontgravingen
- Zone afbraak mastkop ca. 15x35m
- Tijdelijke verharding bouwterrein van zand met riplaten
- Zone afbraak mastlichaam ca. 30x30m
- Tijdelijk of permanent dempen van watergang
- Reservering voor keterterreinen
- Bouwhek
- Aanduiding kabel/leidingkruising met bouwwegen en/of leidingtrace (FKL-K07)
- indicatieve ontgravingslijn voor aanleg fundering
- Aanduiding meerdere kabel/leidingkruisingen met bouwweg en/of leidingtrace (FKL-L11*)
- Aanduiding kruising watergang met bouwweg en/of leidingtrace (FKW-K11)
- funderingsconstructie
- tuidraden tijdelijk mastportaal
- Rem-/Trekstation voor te amoveren bovengrondse hoogspanningsverbinding
- Zone opstelplaats kraan ca. 12x20m
- Trek- /Remstation voor tijdelijk bovengrondse hoogspanningsverbinding
- Zone montagelaats portaal ca. 30x30m
- Ligging buitenste bovengrondse kabel tijdelijke hoogspanningslijnen
- J41 — Openbare wegaansluiting (met nr.)
- Routering bouwverkeer
- Gebied met te verwijderen bossage en/of bomen, ivm bouwwerkzaamheden
- Gebied met te verwijderen bossage en/of bomen, ivm zakelijk recht bovengrondse hoogspanningsverbindingen
- JUKN01 — Juk voor aanbrengen van bovengrondse hoogspanningsverbinding ter afscherming van obstakels. (door derden)
- Afscherming obstakels voor aanbrengen hoogspanningsverbinding d.m.v. een net en stellage. (door derden)
- Afscherming obstakels voor amoveren hoogspanningsverbinding d.m.v. een net en stellage.
- Afscherming obstakels voor amoveren hoogspanningsverbinding d.m.v. een net en kraanopstelling
- JUKA04 — Juk voor amoveren van bovengrondse hoogspanningsverbinding ter afscherming van obstakels.
- STELN02 — Stelling (bxbxh 40x5x11m) t.b.v. aanbrengen van een net over obstakels. (door derden)
- Bouwweg type F6, verharding t.b.v. trek-/remstations trekrichting
- Trek- /Remstation voor nieuwe bovengrondse hoogspanningsverbinding
- Indicatie benodigd werkterrein voor de aanleg van Trek-/Remstations voor nieuwe bovengrondse hoogspanningsverbinding

TOPOGRAFISCH FRAGMENT

Schaal 1:50.000



Combining Knowledge and Experience

bam COFELY FABRICOM

Randstad 380kV Noordring

		P. de Jager	E.Duwel
		Controleur	Vrijgegeven door
9	zie wijzigingsopslen	24-4-2014	RGJ.Caspers
8	zie wijzigingsopslen	4-4-2014	RGJ.Caspers
7	zie wijzigingsopslen	5-2-2014	RGJ.Caspers
Rev.	Wijziging	Datum	Naam

Omschrijving: Definitief Ontwerp
Algemeen
Overzichtstekening, blad 7 van 20 (mast 147-143)

Schaal: 1:1000 | Formaat: A0

Project: Randstad 380kV Noordring | Naam: R.G.J. Caspers | Datum: 19-7-2013

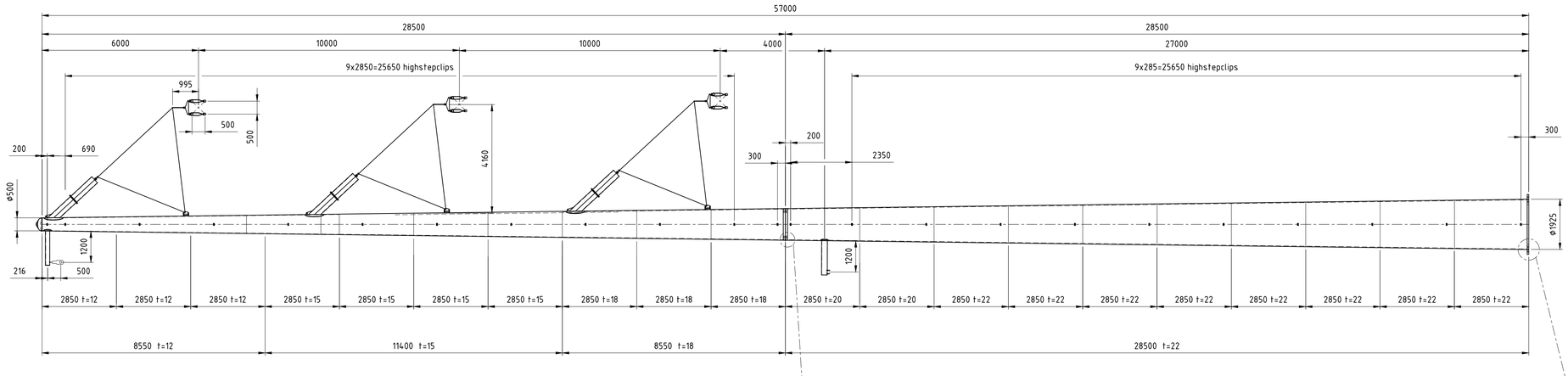
Tekeningnummer: R3N-TEK-0006 blad 001

AutoCAD-filename: | Sjschr:

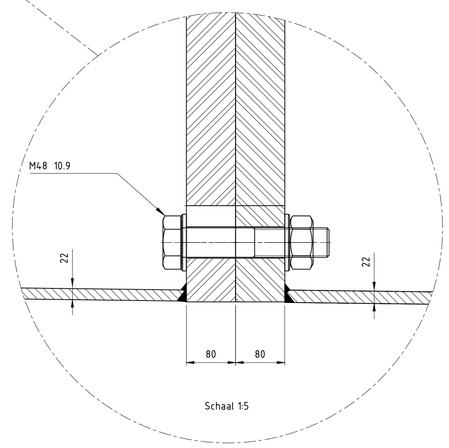
Tennet — Taking power further

Bijlage 5a

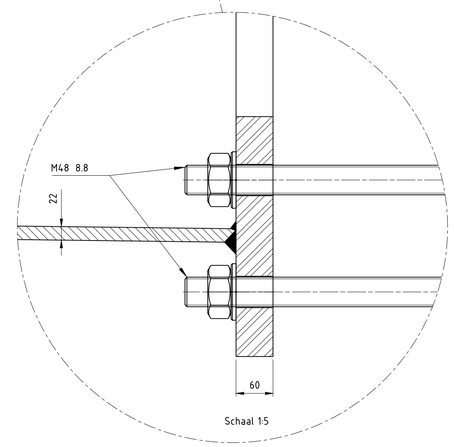
Masttekening W2S400+5



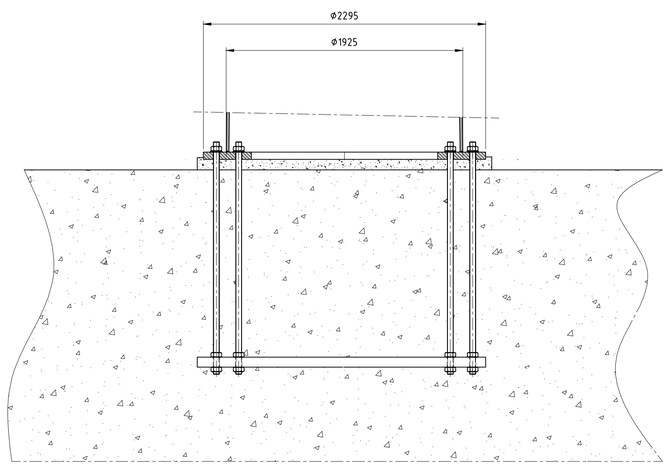
Schaal 1:100



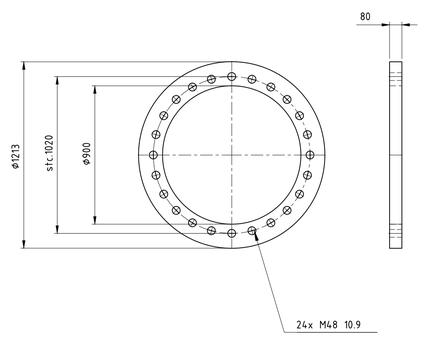
Schaal 1:5



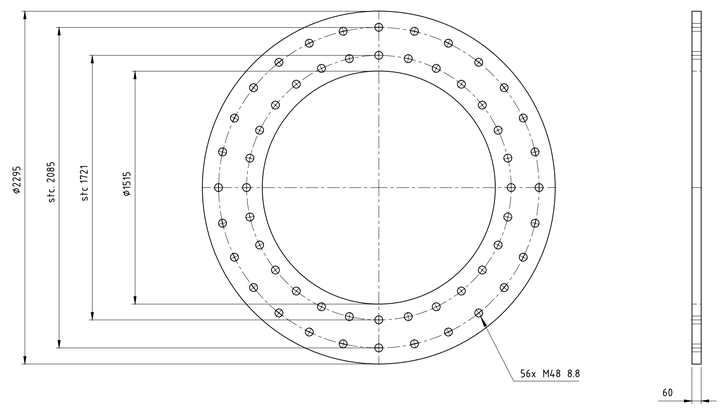
Schaal 1:5



Schaal 1:20



Schaal 1:20



Schaal 1:20

Toleranties volgens C DIN8570
Dit geeft: (maten in mm)

DIN 8570	klasse C
<30	+/-1
30-120	+/-3
120-315	+/-4
315-1000	+/-6
1000-2000	+/-8
2000-4000	+/-11
4000-8000	+/-14
8000-12000	+/-18
12000-16000	+/-21
16000-20000	+/-24
>20000	+/-27

-Onrondheid aan segment einden <0.2%
-Onrondheid bij overige secties
(niet aan de segment einden) <0.5%
-Tolerantie in hoogte richting <0.05%

Ankers kwaliteit 8.8
Verbindingsbouten kwaliteit 10.9
Lasnorm: DIN 15614-1
Zie voor lasdetails tek. 07.81.940-01A/01B/02 t/m 07
Kleur mast: RAL 9018
Kleur uithouders, appendages : RAL 7021

Materiaal: S355J2G3 ≤ 15mm
S355K2G3 > 15mm

Aantal mastdelen: 2
Gewicht mastdeel 2: 24993kg
Gewicht mastdeel 1: 9506kg
Totaal gewicht W2S400+5: 34499kg

Benaming: Mast type W2S400+5

Uitg	Datum	Get	Gec	Schaal: 1:100
1	14-08-2012	WvL		Maateenheid: mm
2	03-09-2012	WvL		Materiaal:
3	30-01-14	WvL		Finish:

Plaats: NVT
Adres: NVT
Opstelpunt nr: NVT

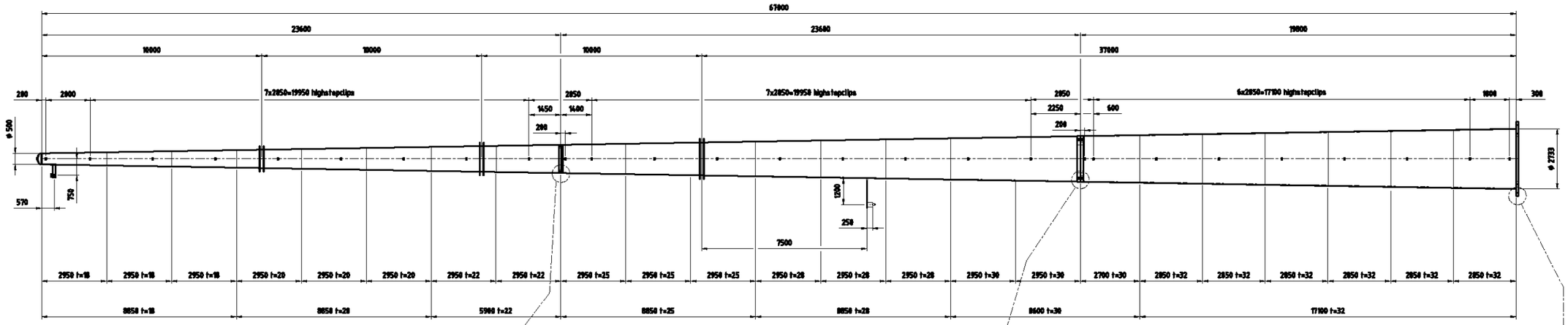
VolkerWessels Telecom
Projectie
Tek.nr.: MS20120025/10
A1

VolkerWessels Telecom Netwerk Solutions, Kanaal Zuid 286 Lieren
Postbus 676, 7300AR Apeldoorn Tel: +31 (0)88 186 02 00

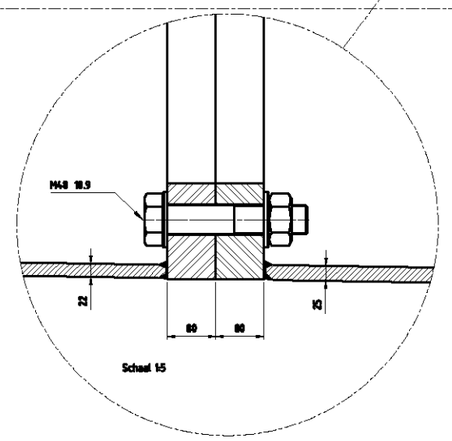
auteursrechten VolkerWessels Telecom Netwerk Solutions, nadruk verboden

Bijlage 5b

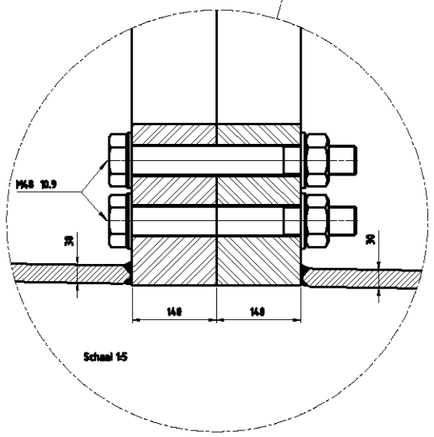
Masttekening W2H400+10



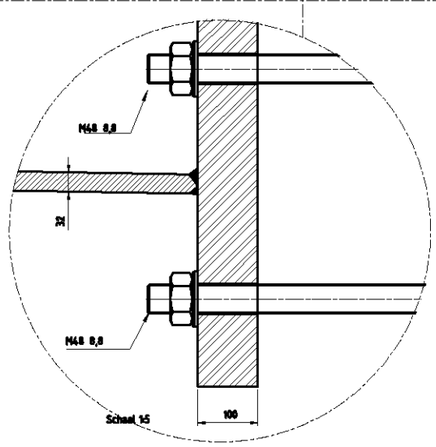
Schaal 1:100



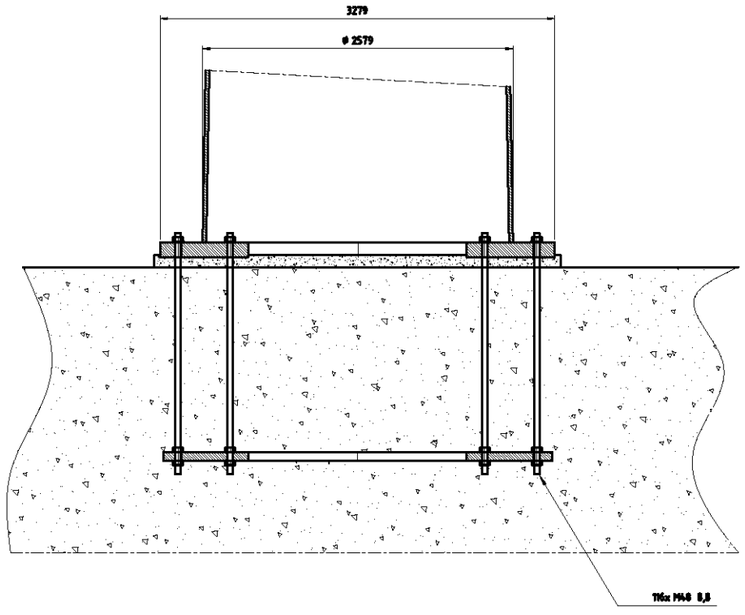
Schaal 1:5



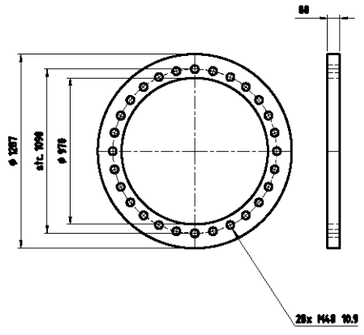
Schaal 1:5



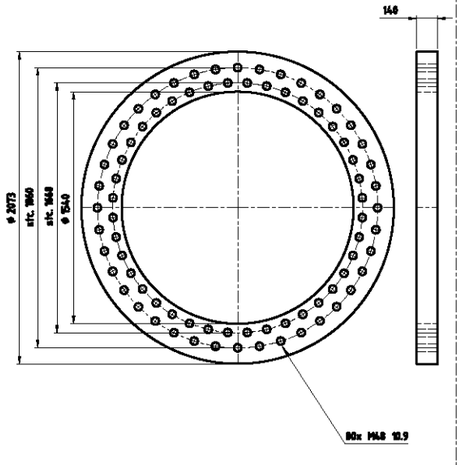
Schaal 1:5



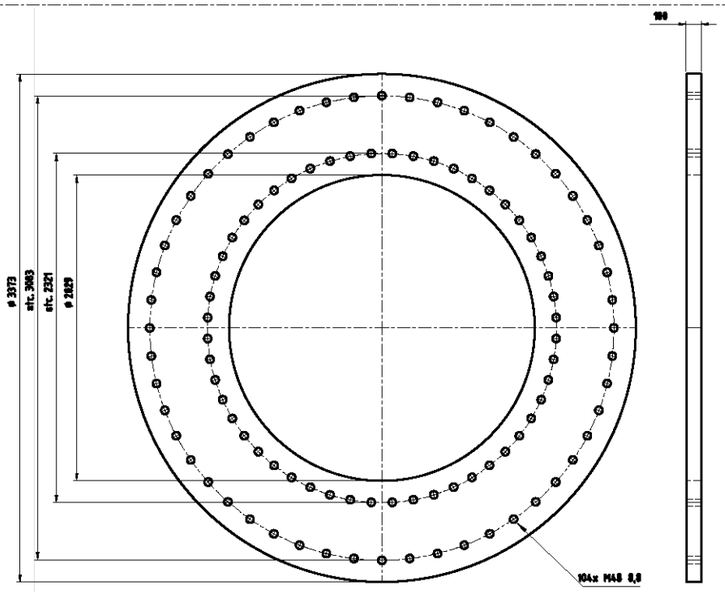
Schaal 1:25



Schaal 1:20



Schaal 1:20



Schaal 1:20

Toleranties volgens C DIN8570
DIN geeft: (meten in mm)

DIN 8570	klasse C
<30	+/-1
30-120	+/-3
120-315	+/-4
315-1000	+/-6
1000-2000	+/-8
2000-4000	+/-11
4000-8000	+/-14
8000-12000	+/-18
12000-16000	+/-21
16000-20000	+/-24
>20000	+/-27

-Overendheid aan segment sinden <0.2%
-Overendheid bij overige sections
(niet aan de segment sinden) <0.5%
-Tolerantie in hoogte richting <0.05%

Anders kwaliteit 8.8
Verbindingsbouten kwaliteit 10.9
Lasnorm: DIN 15614-1
Zie voor laszdetails tek. 07.81940-01A/01B/02 t/m 07
Kleur mast: RAL 9010
Kleur uitkoudura, appendages : RAL 7021

Materiaal: S355J2G3 ≤ 15mm
S355K2G3 > 15mm

Aantal mastdelen: 2
Gewicht mastdeel 2: kg
Gewicht mastdeel 1: kg
Totaal gewicht W2E350+5: kg

Benaming: Mast type W2H400+10

Uitg	Datum	Gst	Gec	Schaal: 1:100 1:25 1:20 1:5	Plaatsen
1	27-11-2012	WVL		Maatbeschrijving: mm	Adres:
2	12-12-2012	WVL		Materiaal: S 235 JR	Opstelpunt nr:
				Finish: Thermisch verzinken	

VolkerWessels Telecom

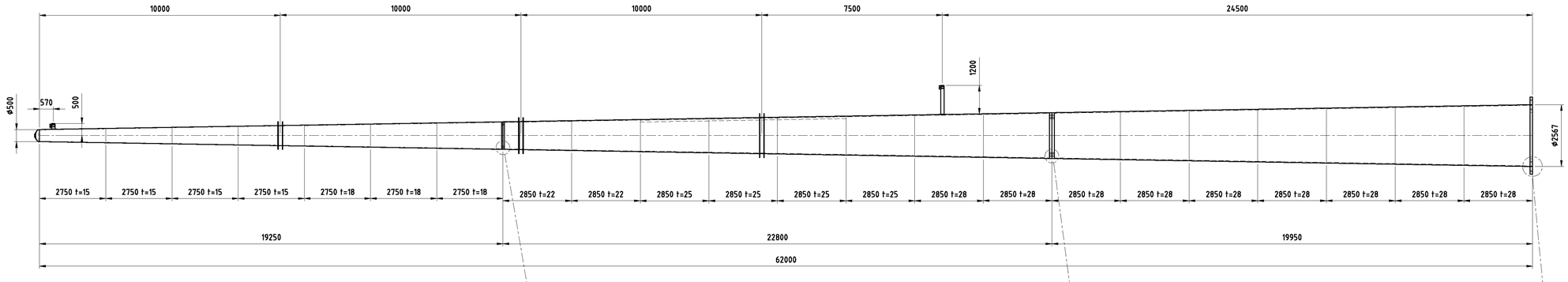
Tek.nr.: MS-0004/08 A1

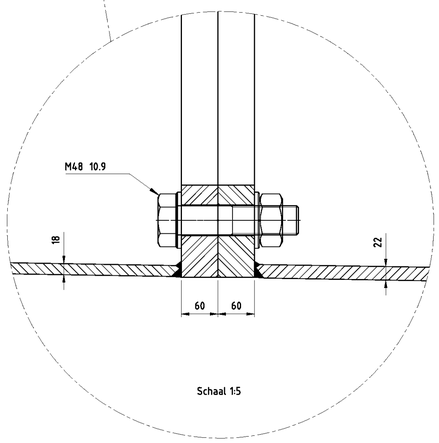
VolkerWessels Telecom Network Solutions, Kanaal Zuid 286 Lisren
Postbus 678, 7300AR Apeldoorn, Tel: +31(0)88 106 02 00

auteursrechten VolkerWessels Telecom Network Solutions, zonder verbodenen

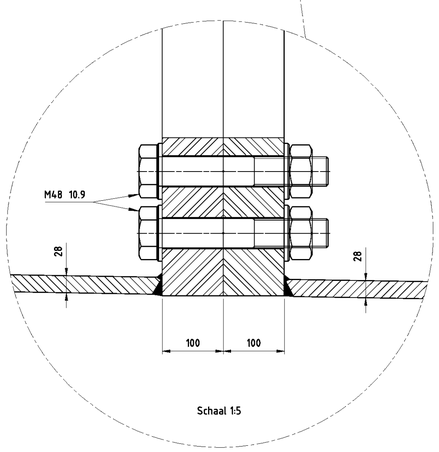
Bijlage 5c

Masttekening W2H400+5

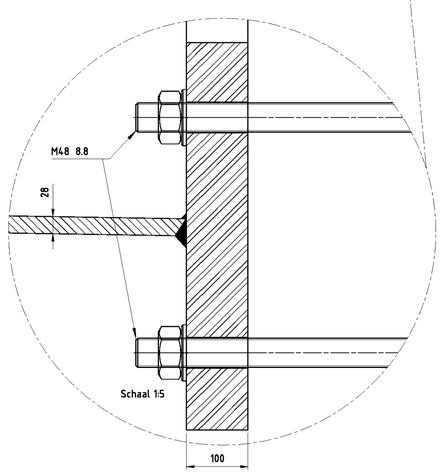




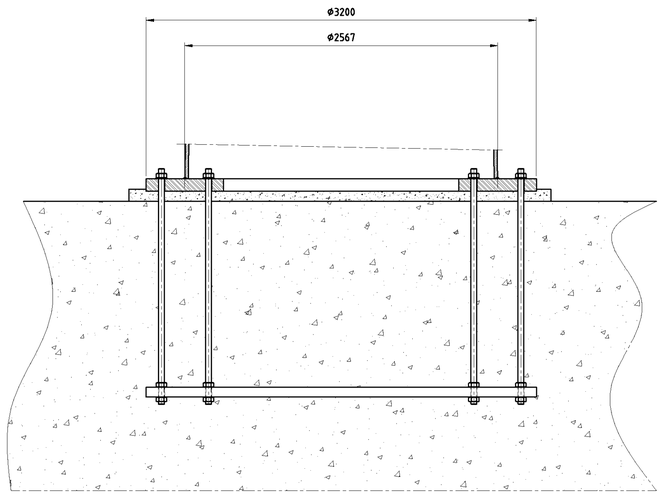
Schaal 1:5



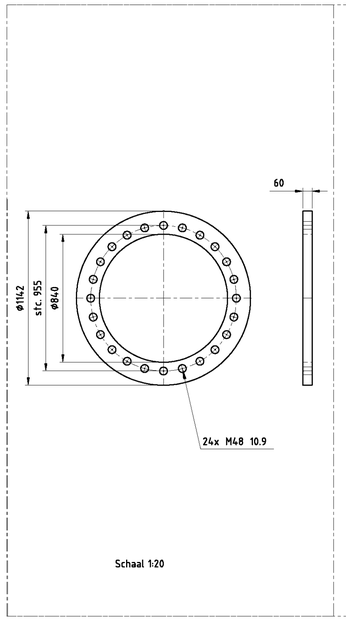
Schaal 1:5



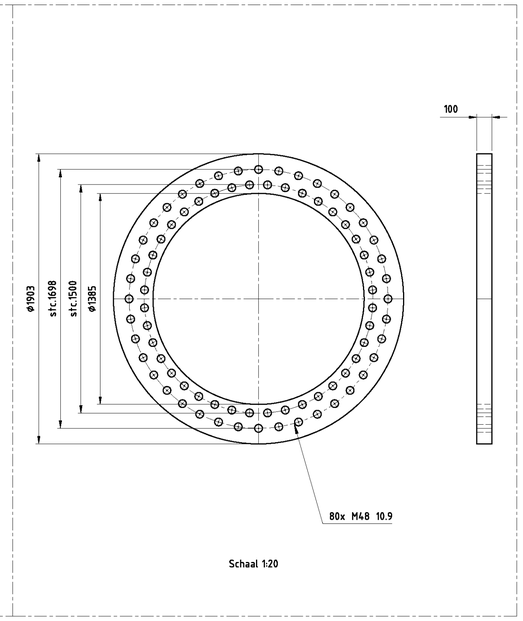
Schaal 1:5



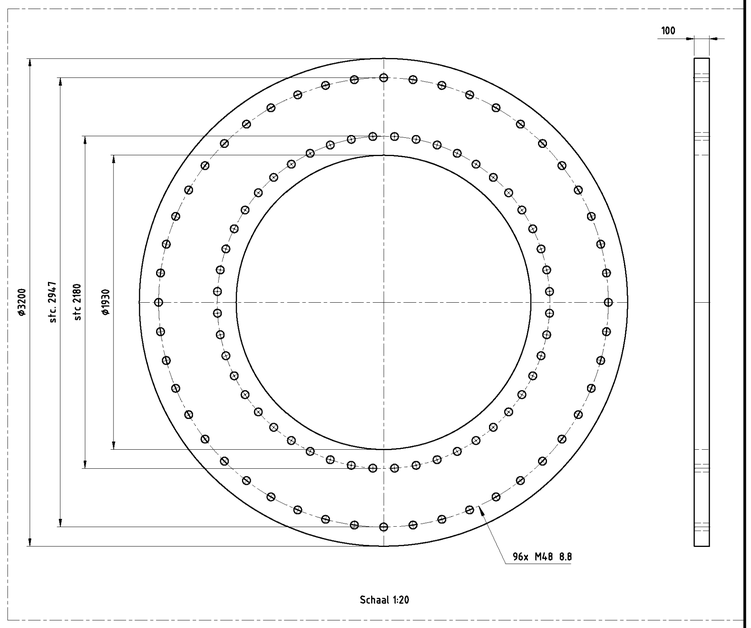
Schaal 1:25



Schaal 1:20



Schaal 1:20



Schaal 1:20

Toleranties volgens C DIN8570
Dit geeft: (maten in mm)

DIN 8570	klasse C
<30	+/-1
30-120	+/-3
120-315	+/-4
315-1000	+/-6
1000-2000	+/-8
2000-4000	+/-11
4000-8000	+/-14
8000-12000	+/-18
12000-16000	+/-21
16000-20000	+/-24
>20000	+/-27

-Onrondheid aan segment einden <0.2%
-Onrondheid bij overige secties
(niet aan de segment einden) <0.5%
-Tolerantie in hoogte richting <0.05%

Ankers kwaliteit 8.8
Verbindingsbouten kwaliteit 10.9
Lasnorm: DIN 15614-1
Zie voor lasdetails tek. 07.81.940-01A/01B/02 t/m 07
Kleur mast: RAL 9018
Kleur uithouders, appendages : RAL 7021

Materiaal: S355J2G3 ≤ 15mm
S355K2G3 > 15mm

Aantal mastdelen: 3
Gewicht mastdeel 2: kg
Gewicht mastdeel 1: kg
Totaal gewicht W2E350+5: kg

Benaming: Mast type W2H400+5

Uitg	Datum	Get	Gec	Schaal: 1:100	Plaats: NVT
1	14-08-2012	WvL		Maateenheid: mm	Adres: NVT
				Materiaal:	Opstelpunt nr: NVT
				Finish:	

VolkerWessels Telecom
Projectie
Tek.nr.: MS20120025/06 A1

VolkerWessels Telecom Netwerk Solutions, Kanaal Zuid 286 Lieren
Postbus 676, 7300AR Apeldoorn Tel: +31 (0)88 186 02 00

auteursrechten VolkerWessels Telecom Netwerk Solutions, nadruk verboden

Bijlage 6a

Constructietekening en berekening

Ontwerpberekening W2S400+5

Postbus 676
7300 AR Apeldoorn
Tel: 088 - 1860200

Statische ontwerpberekening

Masttype "W2S400(+5)"

Tracé – Beverwijk - Vijfhuizen

en

Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk

Revisie	Datum	Samensteller	Gecontroleerd
00	30 - 07 - 12	ing. Miko Hakhverdian	
01-detailberekening toegevoegd	22 - 03 - 13	ing. Miko Hakhverdian	
02-mast met nieuwe V-brace	21 - 02 - 14	ing. Miko Hakhverdian	21-2-14

Inhoudsopgave.

	blz.
1.0 Uitgangspunten berekening	4
1.1 Inleiding	4
1.2 Toegepaste normen	4
1.3 Randvoorwaarden	4
1.4 Constructie onderdelen	4
1.5 Toegepaste materiaal	5
1.6 Belastingen	6
2.0 Berekening masttype “W2S400(+5)”	7
2.1 Overzicht mast	8
2.2 Mast gegevens	9
2.3 Computerschema	11
3.0 Berekening Belastingen	12
3.1 Berekening stuwdruk	12
3.2 Berekening eigenfrequentie mast	14
3.3 Berekening bouwwerkfactor C_sC_d	16
3.4 Bepaling krachtcoëfficiënt C_f	17
3.5 Gewicht en horizontale belasting geleiders	18
3.6 Gewicht en windbelasting mastlichaam	19
3.7 Berekende belastingen	20
4.0 Resultaat berekeningen	23
4.1 Berekening verplaatsingen in SLS- toestand (belasting gevallen)	23
4.2 Maximale verplaatsingen in SLS- toestand	29
4.3 Toetsing maximale verplaatsingen	30
4.4 Berekening Krachten in ULS- toestand (belasting gevallen)	31
4.5 Maximale Krachten in ULS- toestand	37
4.6 Toetsing doorsnede	38
5.0 Berekening ankers, bouten en flensverbindingen	41
6.0 Controleberekening vortex shedding	44
7.0 Fundatie belastingen	52
8.0 Betonspanning onder voetplaat en instortring	53
9.0 Detailberekening	55
9.1 Berekening V-brace - 380 kV	55

	blz.
9.1.1 Berekening uithouder V-brace - 380 kV	55
9.1.2 Controle capaciteit van de aansluiting - uithouder V-brace aan mast	62
9.1.3 Berekening clips 14,5	65
9.1.4 Berekening clips 15 – druk isolator	67
9.1.5 Berekening deling van de steunarm	69
9.2 Berekening draagarm bliksemdraad	70
9.2.1 Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast	72
9.2.2 Berekening clip bliksemdraad (clip 5.4)	73
9.3 Berekening draagarm "Passieve Loop geleider"	75
9.3.1 Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast	80
9.3.2 Berekening clip "Passieve Loop geleider"	81
9.4 Berekening Clip 17 - t.b.v. installatie geleiders (op 0,5m hoogte)	83
9.4.1 Controle capaciteit van de aansluiting	85
9.5 Berekening clip hulprail - clip 8	86
9.5.1 Controle capaciteit van de aansluiting	88
9.6 Ondersteuning hijsbalk op de top van de mast	90
9.7 Berekening Clips voor 4,5m hijsbalk	93
9.7.1 Hijsbalk op 55,75/53,25 m	93
9.7.1.1 Berekening clip	94
9.7.1.2 Controle capaciteit van de aansluiting	98
9.7.2 Hijsbalk op 51,33/46,83 en 41,33/36,83 m	99
9.7.2.1 Berekening clip positie 9	99
9.7.2.2 Controle capaciteit van de aansluiting	102
9.8 Berekening clips voor 1,5m hijsbalk	104
9.8.1 Berekening clip positie 9.3 en 16.3 – onderste clip	108
9.8.2 Controle capaciteit van de aansluiting	110
9.8.3 Berekening clip positie 16.3 – bovenste clip	111
9.8.4 Controle capaciteit van de aansluiting	115
9.9 Berekening versterking deur	118

Bijlage: KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 V10.0 - bijlage Q en Q2

1.0 - Uitgangspunten berekening.

1.1 - Inleiding.

In dit rapport wordt in opdracht van TenneT de statische ontwerpberekening van het masttype W2S400(+5) van het project "R380 Wintrack hoogspanningslijn" Noordring , tracé Beverwijk – Vijfhuizen & Vijfhuizen – Bleiswijk gepresenteerd.

1.2 – Toegepaste normen.

De berekening is gebaseerd op de volgende normen:

- NEN-EN 50341-1 – Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 1: Algemene eisen – Gemeenschappelijke specificaties, uitgave november 2001.
- NEN-EN 50341-3 – Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 3: Verzameling van nationale normatieve aspecten, uitgave november 2001 en correctieblad mei 2006.
- NEN-EN 1990 - Grondslagen van het constructief ontwerp, uitgave december 2007 (+NB).
- NEN-EN 1991 – Algemene belastingen, uitgave december 2007 (+NB)
- NEN-EN 1991-1-4 - Algemene belastingen – Windbelasting, uitgave december 2007.
- NEN-EN 1993-1-1 - Ontwerp en berekenen van staalconstructies, uitgave december 2007(+NB).
- NEN-EN 1993-1-8 - Ontwerp en berekenen van verbindingen, uitgave december 2007 (+NB).
- NEN-EN 1993-3-1 – Torens, maten en schoorstenen, uitgave juli 2007.
- NEN 2063 – Op vermoeiing belaste constructies- Het berekenen van gelaste verbindingen in ongelegeerd en zwakgelegeerd staal t/m S355.

De belastingopgave is volgens KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 V10.0 "Design Loads for Wintrack II – R380 BEV-VHZ & VHZ-BEV" 18 november 2013.
Voor het masttype W2S400(+5) zijn de bijlage Q (berekening maststerkte) en bijlage Q2 (berekening verplaatsingen) van het KEMA rapport van toepassing.

De afmeting van de nieuwe V-brace is conform tekening SEFAG 180 480-099 Rev 03, d.d. 27-11-2013 en tekening KEMA 74104749-40-005, V-brace study R380N, d.d. 14-01-2014.

1.3 – Randvoorwaarden.

Volgens Eurocode 3, deel 3-1 wordt de constructie ingedeeld in ontwerp levensduurklasse 3, gevolgklasse CC3 en referentieperiode 50 jaar. Mast bevindt zich in het gebied (windgebied II – onbebouwd) dat de terreincategorie II is van toepassing.

In de bruikbaarheidsgrenstoestand (SLS- toestand) dient voldaan te worden aan de volgende randvoorwaarden:

- De maximale horizontale uitbuiging mag niet groter zijn dan 5,5% van de hoogte van de mast.

- De relatieve verplaatsing van mast mag niet groter zijn dan 1% van de hoogte van de mast.

1.4 – Constructieonderdelen.

A - Mast constructie.

De mast is een buismast met een totale hoogte van 57,0 meter. De basis diameter van de mast is 1,925 meter en verloopt conisch tot de top van de mast naar een diameter van 0,5 meter. De mast is opgebouwd uit twee segmenten van 28,5 meter. Deze segmenten worden door middel van een binnenflensaansluiting aan elkaar verbonden.
De mast is voorzien van een klimvoorziening aan de binnenkant van de mast.

B - Fundatie.

De berekening van de fundatie en draagkracht van de grond valt buiten deze berekening. Aan de hand van locatiegegevens en grondmechanisch onderzoek dient de fundatie van de mast alsnog te worden berekend.

1.5 – Toegepaste materialen.

A - Mastconstructie.

De materiaalkwaliteit is S355 ($f_{y;d}$ = 355 N/mm^2, $f_{t;d}$ = 510 N/mm^2), tenzij anders vermeld.

B - Bouten en moeren.

De toegepaste bouten zijn kwaliteit 10.9. De ankers zijn kwaliteit 8.8.
Alle bouten en moeren zijn thermisch verzinkt, ISO-passend en gerolde draad.

C - Lassen in de primaire constructie.

Alle lassen zijn voorbewerkte ½ V las met een tegen las, klasse K35 of een voorbewerkte X las klasse K45. De lasdetails worden door de fabrikant opgegeven.

1.6 - Belastingen.

A – Geleiders (bliksemdraad, fasedraden en passieve lijn) en isolatoren,

De belastingopgave is volgens KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 V10.0 “Design Loads for Wintrack II – R380 BEV-VHZ & VHZ-BEV” 18 november 2013.
Voor het masttype W2S400(+5) zijn de bijlage Q (berekening maststerkte) en bijlage Q2 (berekening verplaatsingen) van het KEMA rapport van toepassing.

In de bovengenoemde bijlagen zijn de krachten inclusief de belastingfactoren volgens NEN-EN 50341-3-15 paragraaf 4.2, tabel 4.2.11/NL.1 voor de ULS- toestand (Ultimate limit state) en tabel 4.2.11/NL.4 voor de SLS-toestand (Serviceability limit state) aangegeven.

B – Mastlichaam

Het gewicht van de mast is een centrisch en gelijkmatig verdeelde belasting. Deze wordt gecombineerd met het gewicht van de geleiders en isolatoren. De belastingfactoren voor het eigengewicht zijn volgens NEN-EN 50341-3-15 en NEN-EN 1993-3-1, γ_g = 1,2 voor de ULS-toestand en γ_g = 1,0 voor de SLS- toestand.

De windbelasting van het mastlichaam is een horizontaal verdeelde belasting over de hele hoogte. Gezien het feit dat het windoppervlak van het mastlichaam in alle richtingen gelijk is, wordt deze eenmaal berekend en gecombineerd met de belasting van de geleiders in de verschillende windrichtingen. De belastingfactoren voor de windbelasting van het mastlichaam zijn volgens NEN-EN 1993-3-1, γ_q = 1,6 voor de ULS- toestand en γ_q = 1,0 voor de SLS-toestand.

2.0 - Berekening masttype "W2S400(+5)"

Berekening

W2S400+5

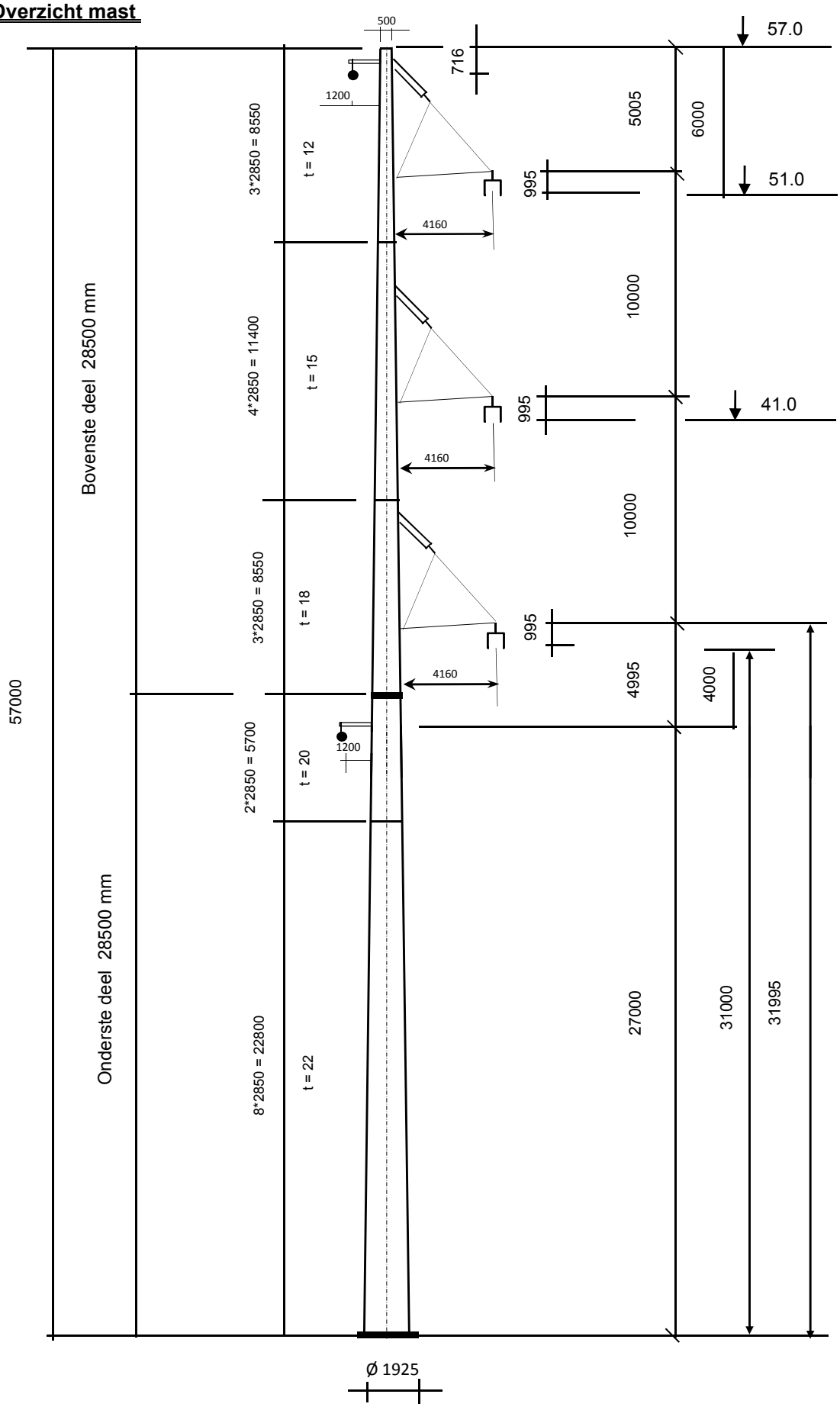
57,0 m - 1925 - 500

Tracé Beverwijk - Vijfhuizen

en

Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk

2.1 - Overzicht mast



2.2 - Mast gegevens

Buismast type W2S400(+5)

Voet van de mast op :	0,00	meter

Wind gebied : II - onbebouwd

aantal staven	27

gem. breedte (m)	1,213

staaf nummer	staaf lengte mm	voet-breedte mm	top-breedte mm	diago-nalen	aantal knopen	aantal staven	gem. hoogte m
1	700	518	500	n.v.t.	2	1	56,65
2	2150	571	518	n.v.t.	2	1	55,23
3	2155	625	571	n.v.t.	2	1	53,07
4	695	643	625	n.v.t.	2	1	51,65
5	1425	678	643	n.v.t.	2	1	50,59
6	1425	714	678	n.v.t.	2	1	49,16
7	1425	749	714	n.v.t.	2	1	47,74
8	1425	785	749	n.v.t.	2	1	46,31
9	2850	856	785	n.v.t.	2	1	44,18
10	755	875	856	n.v.t.	2	1	42,37
11	2095	928	875	n.v.t.	2	1	40,95
12	2850	999	928	n.v.t.	2	1	38,48
13	2850	1070	999	n.v.t.	2	1	35,63
14	2205	1125	1070	n.v.t.	2	1	33,10
15	645	1141	1125	n.v.t.	2	1	31,67
16	2850	1213	1141	n.v.t.	2	1	29,93
17	1500	1250	1213	n.v.t.	2	1	27,75
18	1350	1284	1250	n.v.t.	2	1	26,33
19	2850	1355	1284	n.v.t.	2	1	24,23
20	2850	1426	1355	n.v.t.	2	1	21,38
21	2850	1498	1426	n.v.t.	2	1	18,53
22	2850	1569	1498	n.v.t.	2	1	15,68
23	2850	1640	1569	n.v.t.	2	1	12,83
24	2850	1711	1640	n.v.t.	2	1	9,98
25	2850	1783	1711	n.v.t.	2	1	7,13
26	2850	1854	1783	n.v.t.	2	1	4,28
27	2850	1925	1854	n.v.t.	2	1	1,43
	57000				28	27	

Profielgegevens

profielgegevens buisprofiel - Staal kwaliteit : S 355							
staaf	D_{gem} (mm)	t (mm)	A (mm^2)	m(kg/m)	I (mm^4)	i (mm)	W_b (mm^3)
1	509	12,0	18727	147,01	5,78E+08	175,68	2,27E+06
2	544	12,0	20070	157,55	7,11E+08	188,27	2,61E+06
3	598	12,0	22099	173,48	9,50E+08	207,29	3,17E+06
4	634	12,0	23442	184,02	1,13E+09	219,88	3,58E+06
5	660	12,0	24441	191,86	1,28E+09	229,25	3,89E+06
6	696	12,0	25784	202,40	1,51E+09	241,85	4,33E+06
7	732	15,0	33767	265,07	2,17E+09	253,40	5,93E+06
8	767	15,0	35446	278,25	2,51E+09	265,99	6,54E+06
9	821	15,0	37964	298,02	3,08E+09	284,88	7,51E+06
10	866	15,0	40088	314,69	3,63E+09	300,81	8,38E+06
11	901	15,0	41766	327,87	4,10E+09	313,40	9,10E+06
12	963	15,0	44679	350,73	5,02E+09	335,25	1,04E+07
13	1034	18,0	57475	451,18	7,42E+09	359,40	1,44E+07
14	1098	18,0	61048	479,23	8,90E+09	381,74	1,62E+07
15	1133	18,0	63062	495,04	9,81E+09	394,33	1,73E+07
16	1177	18,0	65533	514,43	1,10E+10	409,77	1,87E+07
17	1231	20,0	76105	597,42	1,40E+10	428,30	2,27E+07
18	1267	20,0	78343	615,00	1,52E+10	440,89	2,40E+07
19	1319	20,0	81642	640,89	1,72E+10	459,45	2,61E+07
20	1391	22,0	94593	742,55	2,22E+10	483,94	3,19E+07
21	1462	22,0	99517	781,21	2,58E+10	509,13	3,53E+07
22	1533	22,0	104441	819,87	2,98E+10	534,32	3,89E+07
23	1604	22,0	109366	858,52	3,42E+10	559,51	4,27E+07
24	1676	22,0	114290	897,18	3,91E+10	584,70	4,66E+07
25	1747	22,0	119215	935,84	4,43E+10	609,89	5,08E+07
26	1818	22,0	124139	974,49	5,01E+10	635,07	5,51E+07
27	1889	22,0	129064	1013,15	5,63E+10	660,26	5,96E+07

Elasticiteitsmodulus E-	N/mm^2	210000
Vloeigrens f_y	N/mm^2	355
Volumieke massa	kg/m^3	7850

2.3 - Computerschema

knoop nummer	knoop cord. "Z" - in mm	staaf i -- j	benaming staven	L_{staaf} mm	A_{eff} mm^2	I_x of I_y mm^4
1	57000	1 -- 2	1	700	1,87E+04	5,78E+08
2	56300	2 -- 3	2	2150	2,01E+04	7,11E+08
3	54150	3 -- 4	3	2155	2,21E+04	9,50E+08
4	51995	4 -- 5	4	695	2,34E+04	1,13E+09
5	51300	5 -- 6	5	1425	2,44E+04	1,28E+09
6	49875	6 -- 7	6	1425	2,58E+04	1,51E+09
7	48450	7 -- 8	7	1425	3,38E+04	2,17E+09
8	47025	8 -- 9	8	1425	3,54E+04	2,51E+09
9	45600	9 -- 10	9	2850	3,80E+04	3,08E+09
10	42750	10 -- 11	10	755	4,01E+04	3,63E+09
11	41995	11 -- 12	11	2095	4,18E+04	4,10E+09
12	39900	12 -- 13	12	2850	4,47E+04	5,02E+09
13	37050	13 -- 14	13	2850	5,75E+04	7,42E+09
14	34200	14 -- 15	14	2205	6,10E+04	8,90E+09
15	31995	15 -- 16	15	645	6,31E+04	9,81E+09
16	31350	16 -- 17	16	2850	6,55E+04	1,10E+10
17	28500	17 -- 18	17	1500	7,61E+04	1,40E+10
18	27000	18 -- 19	18	1350	7,83E+04	1,52E+10
19	25650	19 -- 20	19	2850	8,16E+04	1,72E+10
20	22800	20 -- 21	20	2850	9,46E+04	2,22E+10
21	19950	21 -- 22	21	2850	9,95E+04	2,58E+10
22	17100	22 -- 23	22	2850	1,04E+05	2,98E+10
23	14250	23 -- 24	23	2850	1,09E+05	3,42E+10
24	11400	24 -- 25	24	2850	1,14E+05	3,91E+10
25	8550	25 -- 26	25	2850	1,19E+05	4,43E+10
26	5700	26 -- 27	26	2850	1,24E+05	5,01E+10
27	2850	27 -- 28	27	2850	1,29E+05	5,63E+10
28	0				0,00E+00	0,00E+00

3.0 - Berekening belastingen

3,1 - Berekening stuwdruk

Algemene gegevens:

Wind gebied : II - onbebouwd

Basiswindsnelheid $V_{b,0}$ = 27 m/s

Terreincategorie : II - Onbebouwd gebied

Richtingsfactor C_{dir} = 1,0

Seizoensfactor C_{season} = 1,0

Orografiefactor $C_o(z)$ = 1,0

Veiligheidsklaae 2

Volumieke massa van lucht; ρ = 1,25 kg/m^3

z_0 = 0,200 m

z_{min} = 4,0 m

Gemiddelde windsnelheid $V_m(z) = (V_{b,0} * C_{dir} * C_{season}) * c_r(z)$

$c_r(z) = k_r * \ln\{ z / z_0\}$ voor $z_{min} \leq z \leq z_{max}$

$c_r(z) = c_r (z_{min})$ voor $z \leq z_{min}$

$k_r = 0{,}19 \ln\{ z_0 / z_{0,II}\}^{0{,}07}$ $z_{0;II}$ = 0,05 m

Extreme stuwdruk $q_p(z) = (1 + 7*I_v(z)) * ½ * \rho * V_m^2(z)$

$I_v(z) = k_I / \{ c_o(z) * \ln(z / z_0) \}$ voor $z_{min} \leq z \leq z_{max}$; k_I = 1,0

$I_v(z) = I_v (z_{min})$ voor $z \leq z_{min}$

Sectie	hoogte z m	kr	$c_r(z)$	$V_m(z)$ m/s	$I_v(z)$	$q_p(z)$ N/m^2
1	56,65	0,21	1,18	31,92	0,18	1426
2	55,23	0,21	1,18	31,77	0,18	1417
3	53,07	0,21	1,17	31,55	0,18	1402
4	51,65	0,21	1,16	31,39	0,18	1392
5	50,59	0,21	1,16	31,28	0,18	1385
6	49,16	0,21	1,15	31,12	0,18	1375
7	47,74	0,21	1,15	30,95	0,18	1364
8	46,31	0,21	1,14	30,78	0,18	1353
9	44,18	0,21	1,13	30,51	0,19	1336
10	42,37	0,21	1,12	30,28	0,19	1322
11	40,95	0,21	1,11	30,08	0,19	1310
12	38,48	0,21	1,10	29,73	0,19	1288
13	35,63	0,21	1,09	29,30	0,19	1261
14	33,10	0,21	1,07	28,88	0,20	1235
15	31,67	0,21	1,06	28,63	0,20	1220
16	29,93	0,21	1,05	28,31	0,20	1201
17	27,75	0,21	1,03	27,88	0,20	1176
18	26,33	0,21	1,02	27,59	0,20	1158
19	24,23	0,21	1,00	27,12	0,21	1130
20	21,38	0,21	0,98	26,41	0,21	1089
21	18,53	0,21	0,95	25,60	0,22	1043
22	15,68	0,21	0,91	24,65	0,23	990
23	12,83	0,21	0,87	23,52	0,24	927
24	9,98	0,21	0,82	22,10	0,26	852
25	7,13	0,21	0,75	20,20	0,28	754
26	4,28	0,21	0,64	17,31	0,33	615
27	1,43	0,21	0,63	16,93	0,33	598

3.2 - Berekening eigenfrequentie mast en meewerkende massa

Verplaatsing van de mast t.g.v e.g mast en toplast

knoop nummer	staaf nummer	gewicht mast N	gewicht flenzen+ ge-leiders-N	dwarskr. kN	moment kNm	hoekver.φ rad.	verpl. δ mm
1	1 -- 2	1134	400	0,40	0,00	4,24E-02	1385,0
2	2 -- 3	3710	3710	5,24	0,68	4,24E-02	1355,3
3	3 -- 4	4062		8,95	15,94	4,23E-02	1264,2
4	4 -- 5	1383	28404	41,42	39,61	4,20E-02	1173,3
5	5 -- 6	2948		42,80	68,88	4,18E-02	1144,2
6	6 -- 7	3098		45,75	131,97	4,13E-02	1084,9
7	7 -- 8	3991		48,85	199,37	4,06E-02	1026,5
8	8 -- 9	4179		52,84	271,83	3,98E-02	969,1
9	9 -- 10	8921		57,02	350,10	3,90E-02	912,9
10	10 -- 11	2489		65,94	525,32	3,71E-02	804,3
11	11 -- 12	7183	28404	96,83	576,04	3,65E-02	776,6
12	12 -- 13	10423		104,02	786,43	3,49E-02	701,7
13	13 -- 14	13286		114,44	1097,73	3,23E-02	605,7
14	14 -- 15	10898		127,72	1442,81	3,00E-02	516,6
15	15 -- 16	3290	28404	167,03	1736,46	2,82E-02	452,4
16	16 -- 17	15089		170,32	1845,25	2,76E-02	434,4
17	17 -- 18	9186	6512	191,92	2352,15	2,50E-02	359,3
18	18 -- 19	8505	7694	208,80	2646,92	2,37E-02	322,8
19	19 -- 20	18693		217,30	2934,54	2,26E-02	291,5
20	20 -- 21	21590		236,00	3580,49	2,00E-02	230,8
21	21 -- 22	22692		257,59	4283,84	1,76E-02	177,1
22	22 -- 23	23794		280,28	5050,30	1,51E-02	130,4
23	23 -- 24	24895		304,07	5882,99	1,26E-02	90,7
24	24 -- 25	25997		328,97	6785,07	1,01E-02	58,2
25	25 -- 26	27099		354,96	7759,68	7,61E-03	32,8
26	26 -- 27	28201		382,06	8809,94	5,08E-03	14,6
27	27 -- 28	29302		410,26	9939,00	2,54E-03	3,7
28			10993	450,56	11150,01	0,00E+00	0,0

Voor de berekening van de eigenfrequentie is de Rayleigh-Ritz methode toegepast.
Bij benadering kan eigenfrequentie bepaald worden door alle massa's m_i van het dynamische model dezelfde versnelling g in de richting van de beweging te geven en vervolgen eigen-trillingsvorm te berekenen onder invloed van krachten $F_i = m_i * g$

De eigenfrequentie van de eerste trillingsvorm kan berekend worden door:

$$n_{1,x} = 1 / 2\pi * \{ g * \Sigma m_i * \delta_i / \Sigma m_i * \delta_i^2 \}^{0,5}$$

m_i : de geconcentreerde massa in kg.

δ_i : de verplaatsing van het punt (i) in meter

g = 9,81 m/s^2 - versnelling van de zwaartekracht

knoop nummer	staaf nummer	gewicht mast N	gewicht flenzen+ ge-leiders-kg	verpl. δ m	$g\Sigma m_i.\delta_i$	$\Sigma m_i.\delta_i^2$
1	1 -- 2	113,4	40,0	1,385	2067,74	289,618
2	2 -- 3	371,0	371,0	1,355	9699,18	1317,847
3	3 -- 4	406,2		1,264	4856,05	603,292
4	4 -- 5	138,3	2840,4	1,173	34265,56	4095,918
5	5 -- 6	294,8		1,144	3222,88	366,150
6	6 -- 7	309,8		1,085	3208,31	345,250
7	7 -- 8	399,1		1,026	3906,63	397,358
8	8 -- 9	417,9		0,969	3857,76	370,066
9	9 -- 10	892,1		0,913	7514,50	657,728
10	10 -- 11	248,9		0,804	1930,17	155,525
11	11 -- 12	718,3	2840,4	0,777	26846,33	2105,259
12	12 -- 13	1042,3		0,702	6683,85	445,355
13	13 -- 14	1328,6		0,606	7313,71	418,353
14	14 -- 15	1089,8		0,517	5179,88	255,840
15	15 -- 16	329,0	2840,4	0,452	14037,52	646,078
16	16 -- 17	1508,9		0,434	5874,84	237,683
17	17 -- 18	918,6	651,2	0,359	5369,12	190,941
18	18 -- 19	850,5	769,4	0,323	4998,75	160,386
19	19 -- 20	1869,3		0,292	4788,71	127,474
20	20 -- 21	2159,0		0,231	4319,53	89,800
21	21 -- 22	2269,2		0,177	3422,84	53,649
22	22 -- 23	2379,4		0,130	2580,74	29,086
23	23 -- 24	2489,5		0,091	1818,23	13,799
24	24 -- 25	2599,7		0,058	1159,96	5,378
25	25 -- 26	2709,9		0,033	630,31	1,523
26	26 -- 27	2820,1		0,015	253,38	0,237
27	27 -- 28	2930,2		0,004	53,05	0,010
28			1099,3	0,000	0,00	0,000
				Som	169860	13380

$$n_{1,x} = 1 / 2\pi * \{ g * \Sigma m_i * \delta_i / \Sigma m_i * \delta_i^2 \}^{0,5}$$

$n_{1,x}$	=	0,57	Hz

Meewerkende massa

$m_{i;e}$ is de equivalente massa m_e per lengte eenheid, in kg/m, gewogen naar de trillingsvorm :

$$m_e = \frac{\int_0^l m(s) * \phi^2_i(s)\, ds}{\int_0^l \phi^2_i(s)\, ds}$$

staaf nummer	massa m kg/m	ϕ_i	s m	ϕ_i^2 * (s)	ϕ_i^2 *(s)*m	ϕ_i * (s)
1 -- 2	749	0,989	0,700	0,69	513,22	0,69
2 -- 3	173	0,946	2,150	1,92	331,77	2,03
3 -- 4	1507	0,880	2,155	1,67	2514,00	1,90
4 -- 5	199	0,837	0,695	0,49	96,82	0,58
5 -- 6	207	0,805	1,425	0,92	190,89	1,15
6 -- 7	217	0,762	1,425	0,83	179,99	1,09
7 -- 8	280	0,720	1,425	0,74	207,16	1,03
8 -- 9	293	0,679	1,425	0,66	192,93	0,97
9 -- 10	313	0,620	2,850	1,10	342,90	1,77
10 -- 11	4092	0,571	0,755	0,25	1006,30	0,43
11 -- 12	343	0,534	2,095	0,60	204,57	1,12
12 -- 13	366	0,472	2,850	0,63	232,18	1,35
13 -- 14	466	0,405	2,850	0,47	218,10	1,15
14 -- 15	1782	0,350	2,205	0,27	481,02	0,77
15 -- 16	510	0,320	0,645	0,07	33,72	0,21
16 -- 17	758	0,287	2,850	0,23	177,39	0,82
17 -- 18	1125	0,246	1,500	0,09	102,36	0,37
18 -- 19	630	0,222	1,350	0,07	41,83	0,30
19 -- 20	656	0,189	2,850	0,10	66,46	0,54
20 -- 21	758	0,147	2,850	0,06	46,82	0,42
21 -- 22	796	0,111	2,850	0,04	27,97	0,32
22 -- 23	835	0,080	2,850	0,02	15,16	0,23
23 -- 24	874	0,054	2,850	0,01	7,19	0,15
24 -- 25	912	0,033	2,850	0,00	2,80	0,09
25 -- 26	951	0,017	2,850	0,00	0,79	0,05
26 -- 27	989	0,007	2,850	0,00	0,12	0,02
27 -- 28	1414	0,001	2,850	0,00	0,01	0,00
		Σ	57,00	11,91	7234,46	19,53

m_e = 7234,5 / 11,9 = 607,5 kg/m

3.3 - Berekening bouwwerkfactor c_sc_d

Eurocode 1- 4 : 6.3.1 - Procedure volgens bijlage C

$c_sc_d = 1 + 2 * k_p * I_v(z_s) * (B^2 + R^2)^{0,5} / (1 + 7 * I_v(z_s))$

$n = n_{1,x}$ =	0,57	Hz
b =	1,21	m
h =	57,00	m
$z_s = h_0 + 0,6 * h$ =	34,20	m
$\alpha = 0,67 + 0,05 * \ln(z_0)$ =	0,59	
De referentiehoogte z_t =	200	m
De referentielengteschaal L_t =	300	m
$L(z) = L_t * (z / z_t)^{\alpha}$ =	105,91	

$B^2 = 1 / \{1+1,5*[(b/L(z_s))^2 + (h/L(z_s))^2 + (b*h / L(z_s).L(z_s))^2]^{0,5}\}$

B^2 =	0,55	
δ_s =	0,012	(buismast)
$\delta_a = c_f * \rho * b * v_m(z_s)/ (2*n_1*m_e)$ =	0,077	
δ_d =	0	nvt, geen dempinstallatie
$\delta = \delta_s + \delta_a + \delta_d$ =	0,089	
$v_m(z_s)$ =	29,06	m/s
$v_m(z)$ =	31,95	m/s
$I_v(z_s)$ =	0,19	

$S_L(z,n) = 6,8 * f_L(z,n) / \{1+10,2*f_L(z,n)\}^{5/3}$ = 0,09

$f_L(z,n) = n * L(z) / v_m(z)$ =	1,88	
$c_y = c_z$ =	11,5	
$\phi_y = c_y * b * n / V_m(z_s)$	0,27	
$\phi_z = c_y * h * n / V_m(z_s)$	12,79	
G_y =	0,5	
G_z =	0,28	

$K_s(n) = 1 / \{ 1 + [(G_y.\phi_y)_2 + G_z.\phi_z)^2 + (2.G_y.\phi_y.G_z.\phi_z/\pi)^2]^{0,5} \}$

$K_s(n)$ =	0,22	
R^2 =	1,04	
T =	600	s
$v = n_{1,x} * (R^2/(B^2+R^2))^{0,5}$ =	0,46	Hz

$k_p = \{2*\ln(v*T)\}^{0,5} + 0,6 / \{ (2*\ln(v*T))^{0,5}\}$ = 3,53

c_sc_d = 1,16

3.4 - Bepaling krachtcoëfficiënt C_f

$C_f = C_{f,0} * \psi_\lambda$ doorsnede : Cirkelvormige doorsnede

$R_e = b * v(z_e) / \nu$; $v(z_e) = \{ 2 * q_p / \rho \}^{0,5}$

b is de diameter

ν is de kinematische viscositeit van de lucht $\nu = 15*10^{-6}$ m^2/s

$C_{f,0} = 1,2 + [(0,18 * \log(10*k/b)) / (1 + 0,4*\log(R_e / 10^6))]$

k = 0,20 (gegalvaniseerd staal)

ψ_λ confom EN-1991-1-4 - 7,13

member number	$v(z_e)$ m/s	R_e	$C_{f,0}$	ψ_λ	C_f
1	47,8	1,62E+06	0,80	0,83	0,66
2	47,6	1,73E+06	0,80	0,83	0,66
3	47,4	1,89E+06	0,80	0,83	0,66
4	47,2	1,99E+06	0,80	0,83	0,66
5	47,1	2,07E+06	0,80	0,83	0,66
6	46,9	2,18E+06	0,80	0,83	0,66
7	46,7	2,28E+06	0,80	0,83	0,66
8	46,5	2,38E+06	0,80	0,83	0,66
9	46,2	2,53E+06	0,79	0,83	0,66
10	46,0	2,65E+06	0,79	0,83	0,66
11	45,8	2,75E+06	0,79	0,83	0,66
12	45,4	2,91E+06	0,79	0,83	0,66
13	44,9	3,10E+06	0,79	0,83	0,66
14	44,5	3,25E+06	0,79	0,83	0,66
15	44,2	3,34E+06	0,79	0,83	0,65
16	43,8	3,44E+06	0,79	0,83	0,65
17	43,4	3,56E+06	0,79	0,83	0,65
18	43,0	3,64E+06	0,79	0,83	0,65
19	42,5	3,74E+06	0,79	0,83	0,65
20	41,7	3,87E+06	0,79	0,83	0,65
21	40,8	3,98E+06	0,78	0,83	0,65
22	39,8	4,07E+06	0,78	0,83	0,65
23	38,5	4,12E+06	0,78	0,83	0,65
24	36,9	4,12E+06	0,78	0,83	0,64
25	34,7	4,05E+06	0,77	0,83	0,64
26	31,4	3,80E+06	0,77	0,83	0,64
27	30,9	3,90E+06	0,77	0,83	0,64

3.5 - Gewicht, windoppervlak en windlast per staaf .

Gewicht (verticale belasting) bliksem en fase draden

	opstel hoogte m	aantal	gewicht / ophanging N	gewicht bevestiging N	totaal gewicht N
Bliksem	56,300	1	Vlg. KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-00138 V10.0 (18 - 11 - 2013) Appendix - Q en Q2		
1e traverse - 380C1F1	51,995	1			
2e traverse - 380C1F2	41,995	1			
3e traverse - 380C1F3	31,995	1			
Passieve run	27,000	1			
				Σ Gew (kg)	0

Excentriciteit ophanging t.o.v hart mast

	opstel hoogte m	excet. in m
Bliksem	56,300	1,459
1e traverse - 380C1F1	51,995	4,473
2e traverse - 380C1F2	41,995	4,598
3e traverse - 380C1F3	31,995	4,723
Passieve run	27,000	1,825

Windlast (horizontale belasting) bliksem en fase draden

	opstel hoogte m	aantal	F_{hor} ophanging N	F_{hor} bevestiging N	totaal $F_{hor.}$ N
Bliksem	56,300	1	Vlg. KEMA rapport		
1e traverse - 380C1F1	51,995	1			
2e traverse - 380C1F2	41,995	1			
3e traverse - 380C1F3	31,995	1			
Passieve run	27,000	1			

3.6 - Gewicht en windbelasting van het mastlichaam

$F_{wind} = q_p(z) * C_s C_d * A$

staaf nummer	gewicht staven in N.	gewicht kab/ladder in N.	totaal gewicht in N.	windopp. staven in m².	windopp. ladder in m².	windlast in N	windlast in kN/m'.
1	1029	105	1134	0,236	0,084	529	0,755
2	3387	323	3710	0,776	0,258	1695	0,789
3	3738	323	4062	0,853	0,259	1805	0,838
4	1279	104	1383	0,291	0,083	604	0,869
5	2734	214	2948	0,622	0,171	1271	0,892
6	2884	214	3098	0,655	0,171	1314	0,922
7	3777	214	3991	0,688	0,171	1356	0,952
8	3965	214	4179	0,721	0,171	1397	0,981
9	8494	428	8921	1,540	0,342	2913	1,022
10	2376	113	2489	0,430	0,091	797	1,055
11	6869	314	7183	1,242	0,251	2264	1,081
12	9996	428	10423	1,803	0,342	3198	1,122
13	12859	428	13286	1,934	0,342	3322	1,166
14	10567	331	10898	1,586	0,265	2647	1,200
15	3193	97	3290	0,479	0,077	786	1,218
16	14661	428	15089	2,194	0,342	3527	1,237
17	8961	225	9186	1,207	0,180	1887	1,258
18	8302	203	8505	1,117	0,162	1714	1,270
19	18265	428	18693	2,452	0,342	3656	1,283
20	21163	428	21590	2,580	0,342	3684	1,293
21	22264	428	22692	2,707	0,342	3681	1,292
22	23366	428	23794	2,833	0,342	3638	1,276
23	24468	428	24895	2,957	0,342	3542	1,243
24	25570	428	25997	3,077	0,342	3372	1,183
25	26671	428	27099	3,193	0,342	3088	1,083
26	27773	428	28201	3,296	0,342	2592	0,909
27	28875	428	29302	3,421	0,342	2605	0,914
	327487	8550	336037	inkl. C_t	inkl. C_t	$\Sigma F_{mast =}$	62885

Gewicht ladder = 15 kg / m'
Windoppervlak ladder = 0,12 m^2 / m'

3.7 - Berekende belastingen

1 - Eigen gewichten (Ultimate limit state)

knoop nummer	staaf i--j	eg mast inc. Ladder in N/m'	eg draden BG - 1a in N	eg draden BG - 1b in N	eg draden BG - 3 in N	eg draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	1944	480	480	480	480
2	2 -- 3	2071	4452	4450	18488	5956
3	3 -- 4	2262				
4	4 -- 5	2388	34090	34072	58752	40106
5	5 -- 6	2482				
6	6 -- 7	2609				
7	7 -- 8	3361				
8	8 -- 9	3519				
9	9 -- 10	3756				
10	10 -- 11	3956				
11	11 -- 12	4114	34090	34072	58752	40106
12	12 -- 13	4389				
13	13 -- 14	5594				
14	14 -- 15	5931				
15	15 -- 16	6120	34090	34072	58752	40106
16	16 -- 17	6353				
17	17 -- 18	7349	7815	7815	7815	7815
18	18 -- 19	7560	9234	9230	37352	12244
19	19 -- 20	7871				
20	20 -- 21	9091				
21	21 -- 22	9555				
22	22 -- 23	10018				
23	23 -- 24	10482				
24	24 -- 25	10946				
25	25 -- 26	11410				
26	26 -- 27	11874				
27	27 -- 28	12338				
28			13192	13192	13192	13192

KEMA rapport - bijlage Q - windhoek 90 graden

eg flenzen+ringen * γ_g (γ_g = 1,2)

eg mast * γ_g (γ_g = 1,2)

Berekende gewichten voor voetplaat, flenzen en ringen

Voetplaat : rond 2295 / 1515 , t = 60 mm ; G = 1099 kg
Flenzen op 28,5m : 2 * rond 1213 / 900 , t = 80 mm ; G = 651 kg
Topplaat / Hijsplaat + kap : rond 500 / 300 , t = 30 mm ; G = 40 kg

2 - Horizontale belasting (Serviceability limit state)

knoop nummer	staaf i--j	wind belasting mast in N/m'	hor. Bel. draden BG - 1a in N	hor. Bel. draden BG - 1b in N	hor. Bel. draden BG - 3 in N	hor. Bel. draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	755				
2	2 -- 3	789	10176	3240	12168	3354
3	3 -- 4	838				
4	4 -- 5	869	60112	21836	42312	21468
5	5 -- 6	892				
6	6 -- 7	922				
7	7 -- 8	952				
8	8 -- 9	981				
9	9 -- 10	1022				
10	10 -- 11	1055				
11	11 -- 12	1081	55920	21088	40160	20732
12	12 -- 13	1122				
13	13 -- 14	1166				
14	14 -- 15	1200				
15	15 -- 16	1218	50600	20146	37446	19802
16	16 -- 17	1237				
17	17 -- 18	1258				
18	18 -- 19	1270	14532	5508	19008	5780
19	19 -- 20	1283				
20	20 -- 21	1293				
21	21 -- 22	1292				
22	22 -- 23	1276				
23	23 -- 24	1243				
24	24 -- 25	1183				
25	25 -- 26	1083				
26	26 -- 27	909				
27	27 -- 28	914				
28						

KEMA rapport - bijlage Q2 - windhoek 90 graden

wind mast * γ_q (γ_q = 1,0)

3 - Horizontale belasting (Ultimate limit state)

knoop nummer	staaf i--j	wind belasting mast in N/m'	hor. Bel. draden BG - 1a in N	hor. Bel. draden BG - 1b in N	hor. Bel. draden BG - 3 in N	hor. Bel. draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	1208				
2	2 -- 3	1262	14796	4302	17356	4514
3	3 -- 4	1340				
4	4 -- 5	1391	86756	28240	58878	28266
5	5 -- 6	1427				
6	6 -- 7	1476				
7	7 -- 8	1523				
8	8 -- 9	1569				
9	9 -- 10	1635				
10	10 -- 11	1689				
11	11 -- 12	1729	80508	27106	55648	27152
12	12 -- 13	1795				
13	13 -- 14	1865				
14	14 -- 15	1920				
15	15 -- 16	1949	72560	25676	51566	25746
16	16 -- 17	1980				
17	17 -- 18	2013				
18	18 -- 19	2032	20912	7092	26732	7588
19	19 -- 20	2053				
20	20 -- 21	2068				
21	21 -- 22	2067				
22	22 -- 23	2042				
23	23 -- 24	1988				
24	24 -- 25	1893				
25	25 -- 26	1733				
26	26 -- 27	1455				
27	27 -- 28	1463				
28						

KEMA rapport - bijlage Q - windhoek 90 graden

wind mast * γ_q (γ_q = 1,6)

4.0 - Resultaat berekeningen

4.1 - Berekenen verplaatsingen in SLS-toestand (Servieability limit state)

A - Wind belasting mastlichaam (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2	529		0	0,00E+00	7,03E-03	227
2	2 -- 3	1695		529	2,10E+05	7,03E-03	222
3	3 -- 4	1805		2224	3,30E+06	7,01E-03	207
4	4 -- 5	604		4029	1,06E+07	6,94E-03	192
5	5 -- 6	1271		4633	1,39E+07	6,91E-03	187
6	6 -- 7	1314		5904	2,18E+07	6,81E-03	177
7	7 -- 8	1356		7218	3,16E+07	6,70E-03	168
8	8 -- 9	1397		8575	4,33E+07	6,58E-03	158
9	9 -- 10	2913		9972	5,71E+07	6,44E-03	149
10	10 -- 11	797		12885	9,08E+07	6,12E-03	131
11	11 -- 12	2264		13682	1,01E+08	6,03E-03	126
12	12 -- 13	3198		15946	1,34E+08	5,75E-03	114
13	13 -- 14	3322		19144	1,85E+08	5,32E-03	98
14	14 -- 15	2647		22466	2,46E+08	4,93E-03	84
15	15 -- 16	786		25112	3,01E+08	4,61E-03	73
16	16 -- 17	3527		25898	3,18E+08	4,51E-03	70
17	17 -- 18	1887		29425	3,99E+08	4,07E-03	58
18	18 -- 19	1714		31312	4,45E+08	3,86E-03	52
19	19 -- 20	3656		33026	4,90E+08	3,66E-03	47
20	20 -- 21	3684		36682	5,92E+08	3,23E-03	37
21	21 -- 22	3681		40367	7,03E+08	2,84E-03	28
22	22 -- 23	3638		44048	8,26E+08	2,44E-03	21
23	23 -- 24	3542		47685	9,58E+08	2,03E-03	15
24	24 -- 25	3372		51227	1,10E+09	1,63E-03	9
25	25 -- 26	3088		54600	1,25E+09	1,22E-03	5
26	26 -- 27	2592		57687	1,41E+09	8,09E-04	2
27	27 -- 28	2605		60279	1,58E+09	4,03E-04	1
28				62885	1,76E+09	0,00E+00	0

B - Horizontale belasting - belastinggeval 1a (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	4,62E-02	1375
2	2 -- 3		10176	10176	1,65E+05	4,62E-02	1342
3	3 -- 4			10176	2,29E+07	4,60E-02	1243
4	4 -- 5		60112	70288	4,88E+07	4,57E-02	1144
5	5 -- 6			70288	9,90E+07	4,54E-02	1113
6	6 -- 7			70288	2,02E+08	4,47E-02	1048
7	7 -- 8			70288	3,05E+08	4,35E-02	985
8	8 -- 9			70288	4,08E+08	4,24E-02	924
9	9 -- 10			70288	5,12E+08	4,12E-02	865
10	10 -- 11			70288	7,20E+08	3,85E-02	751
11	11 -- 12		55920	126208	7,75E+08	3,77E-02	722
12	12 -- 13			126208	1,05E+09	3,55E-02	645
13	13 -- 14			126208	1,42E+09	3,22E-02	548
14	14 -- 15			126208	1,79E+09	2,93E-02	461
15	15 -- 16		50600	176808	2,08E+09	2,70E-02	399
16	16 -- 17			176808	2,19E+09	2,63E-02	381
17	17 -- 18			176808	2,71E+09	2,33E-02	310
18	18 -- 19		14532	191340	2,98E+09	2,19E-02	276
19	19 -- 20			191340	3,25E+09	2,06E-02	248
20	20 -- 21			191340	3,81E+09	1,78E-02	193
21	21 -- 22			191340	4,36E+09	1,53E-02	146
22	22 -- 23			191340	4,92E+09	1,29E-02	106
23	23 -- 24			191340	5,47E+09	1,05E-02	72
24	24 -- 25			191340	6,03E+09	8,21E-03	46
25	25 -- 26			191340	6,58E+09	6,02E-03	25
26	26 -- 27			191340	7,13E+09	3,93E-03	11
27	27 -- 28			191340	7,68E+09	1,92E-03	3
28	28 -- 29			191340	8,23E+09	0,00E+00	0

C - Horizontale belasting - belastinggeval 1b (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	1,68E-02	504
2	2 -- 3		3240	3240	5,98E+04	1,68E-02	492
3	3 -- 4			3240	7,34E+06	1,67E-02	456
4	4 -- 5		21836	25076	1,58E+07	1,66E-02	420
5	5 -- 6			25076	3,37E+07	1,65E-02	409
6	6 -- 7			25076	7,04E+07	1,63E-02	385
7	7 -- 8			25076	1,07E+08	1,59E-02	362
8	8 -- 9			25076	1,44E+08	1,55E-02	340
9	9 -- 10			25076	1,81E+08	1,50E-02	318
10	10 -- 11			25076	2,55E+08	1,41E-02	277
11	11 -- 12		21088	46164	2,75E+08	1,38E-02	266
12	12 -- 13			46164	3,75E+08	1,30E-02	238
13	13 -- 14			46164	5,10E+08	1,18E-02	203
14	14 -- 15			46164	6,46E+08	1,08E-02	170
15	15 -- 16		20146	66310	7,51E+08	9,96E-03	148
16	16 -- 17			66310	7,95E+08	9,71E-03	141
17	17 -- 18			66310	9,89E+08	8,62E-03	115
18	18 -- 19		5508	71818	1,09E+09	8,08E-03	102
19	19 -- 20			71818	1,19E+09	7,60E-03	92
20	20 -- 21			71818	1,40E+09	6,59E-03	72
21	21 -- 22			71818	1,61E+09	5,67E-03	54
22	22 -- 23			71818	1,82E+09	4,77E-03	39
23	23 -- 24			71818	2,03E+09	3,89E-03	27
24	24 -- 25			71818	2,23E+09	3,05E-03	17
25	25 -- 26			71818	2,44E+09	2,24E-03	9
26	26 -- 27			71818	2,65E+09	1,46E-03	4
27	27 -- 28			71818	2,85E+09	7,13E-04	1
28				71818	3,06E+09	0,00E+00	0

D - Horizontale belasting - belastinggeval 3 (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	3,64E-02	1068
2	2 -- 3		12168	12168	1,30E+05	3,64E-02	1043
3	3 -- 4			12168	2,70E+07	3,62E-02	965
4	4 -- 5		42312	54480	5,63E+07	3,58E-02	887
5	5 -- 6			54480	9,52E+07	3,56E-02	862
6	6 -- 7			54480	1,75E+08	3,49E-02	812
7	7 -- 8			54480	2,55E+08	3,39E-02	763
8	8 -- 9			54480	3,35E+08	3,30E-02	715
9	9 -- 10			54480	4,15E+08	3,20E-02	669
10	10 -- 11			54480	5,76E+08	2,98E-02	581
11	11 -- 12		40160	94640	6,19E+08	2,92E-02	559
12	12 -- 13			94640	8,24E+08	2,75E-02	499
13	13 -- 14			94640	1,10E+09	2,49E-02	425
14	14 -- 15			94640	1,38E+09	2,26E-02	357
15	15 -- 16		37446	132086	1,60E+09	2,08E-02	309
16	16 -- 17			132086	1,68E+09	2,03E-02	296
17	17 -- 18			132086	2,07E+09	1,80E-02	241
18	18 -- 19		19008	151094	2,27E+09	1,69E-02	215
19	19 -- 20			151094	2,48E+09	1,59E-02	192
20	20 -- 21			151094	2,92E+09	1,38E-02	150
21	21 -- 22			151094	3,36E+09	1,19E-02	113
22	22 -- 23			151094	3,80E+09	9,98E-03	82
23	23 -- 24			151094	4,24E+09	8,15E-03	56
24	24 -- 25			151094	4,68E+09	6,39E-03	36
25	25 -- 26			151094	5,11E+09	4,69E-03	20
26	26 -- 27			151094	5,55E+09	3,06E-03	9
27	27 -- 28			151094	5,98E+09	1,49E-03	2
28				151094	6,41E+09	0,00E+00	0

E - Horizontale belasting - belastinggeval 4 (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	1,66E-02	499
2	2 -- 3		3354	3354	5,92E+04	1,66E-02	487
3	3 -- 4			3354	7,58E+06	1,66E-02	451
4	4 -- 5		21468	24822	1,62E+07	1,64E-02	416
5	5 -- 6			24822	3,40E+07	1,64E-02	404
6	6 -- 7			24822	7,04E+07	1,61E-02	381
7	7 -- 8			24822	1,07E+08	1,57E-02	358
8	8 -- 9			24822	1,43E+08	1,53E-02	336
9	9 -- 10			24822	1,80E+08	1,49E-02	315
10	10 -- 11			24822	2,53E+08	1,39E-02	274
11	11 -- 12		20732	45554	2,73E+08	1,37E-02	263
12	12 -- 13			45554	3,71E+08	1,29E-02	236
13	13 -- 14			45554	5,05E+08	1,17E-02	200
14	14 -- 15			45554	6,39E+08	1,07E-02	169
15	15 -- 16		19802	65356	7,43E+08	9,84E-03	146
16	16 -- 17			65356	7,86E+08	9,60E-03	140
17	17 -- 18			65356	9,77E+08	8,52E-03	114
18	18 -- 19		5780	71136	1,08E+09	7,99E-03	101
19	19 -- 20			71136	1,18E+09	7,52E-03	91
20	20 -- 21			71136	1,38E+09	6,51E-03	71
21	21 -- 22			71136	1,59E+09	5,60E-03	54
22	22 -- 23			71136	1,80E+09	4,71E-03	39
23	23 -- 24			71136	2,00E+09	3,85E-03	27
24	24 -- 25			71136	2,21E+09	3,02E-03	17
25	25 -- 26			71136	2,41E+09	2,21E-03	9
26	26 -- 27			71136	2,62E+09	1,44E-03	4
27	27 -- 28			71136	2,82E+09	7,05E-04	1
28				71136	3,03E+09	0,00E+00	0

F - Excentriciteit moment t.g.v. eigengewicht draden

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2				0,00E+00	7,25E-03	153
2	2 -- 3				-5,41E+06	7,25E-03	147
3	3 -- 4				-5,41E+06	7,33E-03	132
4	4 -- 5				1,22E+08	7,39E-03	116
5	5 -- 6				1,22E+08	7,03E-03	111
6	6 -- 7				1,22E+08	6,39E-03	101
7	7 -- 8				1,22E+08	5,84E-03	93
8	8 -- 9				1,22E+08	5,46E-03	85
9	9 -- 10				1,22E+08	5,13E-03	77
10	10 -- 11				1,22E+08	4,59E-03	63
11	11 -- 12				2,52E+08	4,47E-03	60
12	12 -- 13				2,52E+08	3,86E-03	51
13	13 -- 14				2,52E+08	3,18E-03	41
14	14 -- 15				2,52E+08	2,72E-03	33
15	15 -- 16				3,86E+08	2,42E-03	27
16	16 -- 17				3,86E+08	2,30E-03	25
17	17 -- 18				3,86E+08	1,82E-03	20
18	18 -- 19				3,72E+08	1,63E-03	17
19	19 -- 20				3,72E+08	1,47E-03	15
20	20 -- 21				3,72E+08	1,17E-03	11
21	21 -- 22				3,72E+08	9,47E-04	8
22	22 -- 23				3,72E+08	7,51E-04	6
23	23 -- 24				3,72E+08	5,82E-04	4
24	24 -- 25				3,72E+08	4,34E-04	2
25	25 -- 26				3,72E+08	3,05E-04	1
26	26 -- 27				3,72E+08	1,91E-04	1
27	27 -- 28				3,72E+08	8,98E-05	0
28					3,72E+08	0,00E+00	0

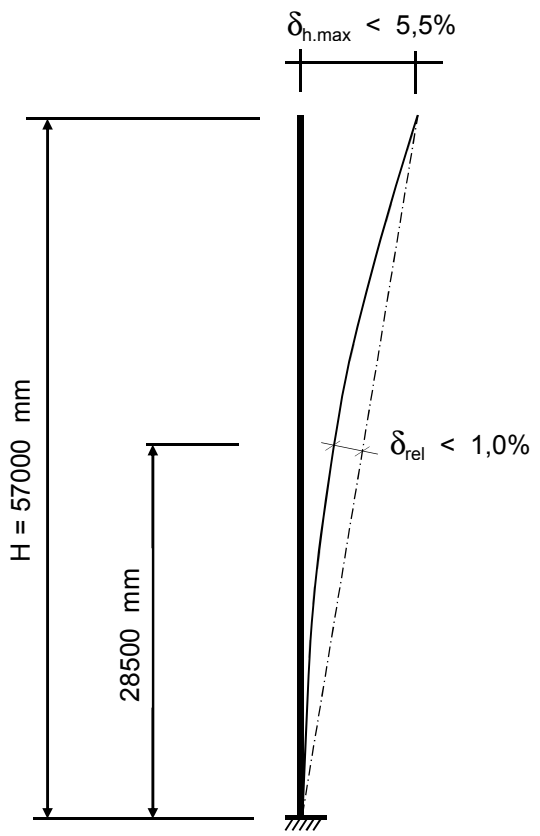
4.2 - Maximale horizontale verplaatsingen in SLS-toestand

Maatgevende combinatie - Serviceability limit state:

Eigengewicht conductors, insulators	G_k =	1,00
Windbelasting mastlichaam	Q_{wk} =	1,00
Belasting geval 1a	Q_{wk} =	1,00
Belasting geval 1b	Q_{wk} =	0,00
Belasting geval 3	Q_{ik} =	0,00
Belasting geval 4	Q_{pk} =	0,00

knoop nummer	staaf i--j	hoekver. φ radian	verpl. δ_{hor} mm
1	1 -- 2	6,0E-02	1754
2	2 -- 3	6,0E-02	1712
3	3 -- 4	6,0E-02	1582
4	4 -- 5	6,0E-02	1452
5	5 -- 6	5,9E-02	1411
6	6 -- 7	5,8E-02	1327
7	7 -- 8	5,6E-02	1246
8	8 -- 9	5,4E-02	1167
9	9 -- 10	5,3E-02	1091
10	10 -- 11	4,9E-02	945
11	11 -- 12	4,8E-02	908
12	12 -- 13	4,5E-02	810
13	13 -- 14	4,1E-02	688
14	14 -- 15	3,7E-02	577
15	15 -- 16	3,4E-02	499
16	16 -- 17	3,3E-02	477
17	17 -- 18	2,9E-02	388
18	18 -- 19	2,7E-02	345
19	19 -- 20	2,6E-02	310
20	20 -- 21	2,2E-02	241
21	21 -- 22	1,9E-02	182
22	22 -- 23	1,6E-02	132
23	23 -- 24	1,3E-02	91
24	24 -- 25	1,0E-02	57
25	25 -- 26	7,5E-03	32
26	26 -- 27	4,9E-03	14
27	27 -- 28	2,4E-03	3
28	28 -- 29	0,0E+00	0

4.3 - Toetsing maximale horizontale verplaatsingen



Controle verplaatsingen

δ_h =	1754	mm ---->	δ_h *100	/	57000
Percentage uitbuig. =	3,08	%	voldoet , max verpl. < 5,5 %		

max. relatieve verplaatsing mast, t.p.v knoop x :

δ_{rel} = [{δ_{hor} * (hoogte knoop x) / (totale hoogte)} - $\delta_{knoop\ x}$] * Cosα

Knoop	17	; Hoogte =	28500	mm
$\delta_{knoop\ x}$ =	388	mm		
α =	1,76	graden		
δ_{rel} =	489	mm ---->	δ_h *100	/ 57000
Percentage uitbuig. =	0,86	%	voldoet , max verpl. < 1 %	

De maximale verplaatsing voldoet aan stijfheidseisen volgen NEN -EN 50341-3 (november 2001) .

4.4 - Berekening krachten in ULS-toestand - (Ultimate limit state)

A - Wind belasting mastlichaam

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	normaalkr. N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2	793	480	0	0,00E+00	1,09E-02	354
2	2 -- 3	2543	6293	846	2,96E+05	1,09E-02	346
3	3 -- 4	2707	10745	3558	5,03E+06	1,09E-02	322
4	4 -- 5	906	49709	6446	1,58E+07	1,08E-02	299
5	5 -- 6	1907	51368	7413	2,06E+07	1,07E-02	292
6	6 -- 7	1972	54906	9447	3,26E+07	1,06E-02	277
7	7 -- 8	2035	58623	11550	4,76E+07	1,04E-02	262
8	8 -- 9	2096	63413	13720	6,56E+07	1,02E-02	247
9	9 -- 10	4369	68427	15955	8,67E+07	1,00E-02	232
10	10 -- 11	1195	79132	20616	1,39E+08	9,52E-03	205
11	11 -- 12	3396	116209	21891	1,55E+08	9,38E-03	197
12	12 -- 13	4797	124829	25513	2,05E+08	8,94E-03	178
13	13 -- 14	4983	137337	30630	2,85E+08	8,28E-03	154
14	14 -- 15	3970	153280	35945	3,79E+08	7,68E-03	131
15	15 -- 16	1178	200448	40180	4,63E+08	7,18E-03	114
16	16 -- 17	5290	204395	41437	4,90E+08	7,03E-03	110
17	17 -- 18	2831	230316	47079	6,16E+08	6,35E-03	91
18	18 -- 19	2571	250574	50099	6,89E+08	6,02E-03	81
19	19 -- 20	5484	260780	52842	7,58E+08	5,72E-03	73
20	20 -- 21	5527	283212	58692	9,17E+08	5,06E-03	58
21	21 -- 22	5522	309120	64587	1,09E+09	4,44E-03	45
22	22 -- 23	5457	336350	70476	1,29E+09	3,82E-03	33
23	23 -- 24	5313	364903	76297	1,49E+09	3,18E-03	23
24	24 -- 25	5058	394777	81964	1,72E+09	2,55E-03	15
25	25 -- 26	4632	425974	87359	1,96E+09	1,91E-03	8
26	26 -- 27	3888	458492	92300	2,22E+09	1,27E-03	4
27	27 -- 28	3908	492333	96447	2,49E+09	6,33E-04	1
28			540688	100616	2,77E+09	0,00E+00	0

B - Horizontale belasting - belastinggeval 1a

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	6,48E-02	1930
2	2 -- 3		14796	14796	0,00E+00	6,48E-02	1885
3	3 -- 4			14796	3,18E+07	6,45E-02	1745
4	4 -- 5		86756	101552	6,37E+07	6,40E-02	1607
5	5 -- 6			101552	1,34E+08	6,37E-02	1563
6	6 -- 7			101552	2,79E+08	6,26E-02	1472
7	7 -- 8			101552	4,24E+08	6,10E-02	1384
8	8 -- 9			101552	5,68E+08	5,95E-02	1298
9	9 -- 10			101552	7,13E+08	5,78E-02	1215
10	10 -- 11			101552	1,00E+09	5,40E-02	1055
11	11 -- 12		80508	182060	1,08E+09	5,30E-02	1015
12	12 -- 13			182060	1,46E+09	4,99E-02	907
13	13 -- 14			182060	1,98E+09	4,52E-02	771
14	14 -- 15			182060	2,50E+09	4,11E-02	648
15	15 -- 16		72560	254620	2,90E+09	3,79E-02	561
16	16 -- 17			254620	3,06E+09	3,70E-02	536
17	17 -- 18			254620	3,79E+09	3,28E-02	437
18	18 -- 19		20912	275532	4,17E+09	3,07E-02	389
19	19 -- 20			275532	4,54E+09	2,89E-02	349
20	20 -- 21			275532	5,33E+09	2,50E-02	272
21	21 -- 22			275532	6,11E+09	2,15E-02	205
22	22 -- 23			275532	6,90E+09	1,81E-02	149
23	23 -- 24			275532	7,68E+09	1,48E-02	102
24	24 -- 25			275532	8,47E+09	1,16E-02	64
25	25 -- 26			275532	9,26E+09	8,49E-03	36
26	26 -- 27			275532	1,00E+10	5,53E-03	16
27	27 -- 28			275532	1,08E+10	2,71E-03	4
28				275532	1,16E+10	0,00E+00	0

C - Horizontale belasting - belastinggeval 1b

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	2,11E-02	634
2	2 -- 3		4302	4302	0,00E+00	2,11E-02	619
3	3 -- 4			4302	9,25E+06	2,10E-02	574
4	4 -- 5		28240	32542	1,85E+07	2,09E-02	528
5	5 -- 6			32542	4,11E+07	2,08E-02	514
6	6 -- 7			32542	8,75E+07	2,04E-02	485
7	7 -- 8			32542	1,34E+08	1,99E-02	456
8	8 -- 9			32542	1,80E+08	1,94E-02	428
9	9 -- 10			32542	2,27E+08	1,89E-02	400
10	10 -- 11			32542	3,19E+08	1,77E-02	348
11	11 -- 12		27106	59648	3,44E+08	1,74E-02	335
12	12 -- 13			59648	4,69E+08	1,64E-02	300
13	13 -- 14			59648	6,39E+08	1,49E-02	255
14	14 -- 15			59648	8,09E+08	1,35E-02	214
15	15 -- 16		25676	85324	9,40E+08	1,25E-02	186
16	16 -- 17			85324	9,95E+08	1,22E-02	178
17	17 -- 18			85324	1,24E+09	1,08E-02	145
18	18 -- 19		7092	92416	1,37E+09	1,02E-02	129
19	19 -- 20			92416	1,49E+09	9,57E-03	116
20	20 -- 21			92416	1,75E+09	8,29E-03	90
21	21 -- 22			92416	2,02E+09	7,13E-03	68
22	22 -- 23			92416	2,28E+09	6,00E-03	49
23	23 -- 24			92416	2,54E+09	4,90E-03	34
24	24 -- 25			92416	2,81E+09	3,84E-03	21
25	25 -- 26			92416	3,07E+09	2,82E-03	12
26	26 -- 27			92416	3,34E+09	1,84E-03	5
27	27 -- 28			92416	3,60E+09	9,00E-04	1
28				92416	3,86E+09	0,00E+00	0

D - Horizontale belasting - belastinggeval 3

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	4,94E-02	1451
2	2 -- 3		17356	17356	0,00E+00	4,94E-02	1416
3	3 -- 4			17356	3,73E+07	4,92E-02	1310
4	4 -- 5		58878	76234	7,47E+07	4,86E-02	1204
5	5 -- 6			76234	1,28E+08	4,83E-02	1171
6	6 -- 7			76234	2,36E+08	4,73E-02	1103
7	7 -- 8			76234	3,45E+08	4,60E-02	1036
8	8 -- 9			76234	4,54E+08	4,47E-02	971
9	9 -- 10			76234	5,62E+08	4,34E-02	909
10	10 -- 11			76234	7,80E+08	4,04E-02	789
11	11 -- 12		55648	131882	8,37E+08	3,96E-02	759
12	12 -- 13			131882	1,11E+09	3,72E-02	678
13	13 -- 14			131882	1,49E+09	3,37E-02	577
14	14 -- 15			131882	1,87E+09	3,07E-02	485
15	15 -- 16		51566	183448	2,16E+09	2,83E-02	420
16	16 -- 17			183448	2,27E+09	2,76E-02	402
17	17 -- 18			183448	2,80E+09	2,45E-02	327
18	18 -- 19		26732	210180	3,07E+09	2,30E-02	292
19	19 -- 20			210180	3,36E+09	2,16E-02	262
20	20 -- 21			210180	3,95E+09	1,87E-02	204
21	21 -- 22			210180	4,55E+09	1,61E-02	154
22	22 -- 23			210180	5,15E+09	1,36E-02	112
23	23 -- 24			210180	5,75E+09	1,11E-02	77
24	24 -- 25			210180	6,35E+09	8,69E-03	48
25	25 -- 26			210180	6,95E+09	6,38E-03	27
26	26 -- 27			210180	7,55E+09	4,17E-03	12
27	27 -- 28			210180	8,15E+09	2,04E-03	3
28				210180	8,75E+09	0,00E+00	0

E - Horizontale belasting - belastinggeval 4

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	2,13E-02	638
2	2 -- 3		4514	4514	0,00E+00	2,13E-02	623
3	3 -- 4			4514	9,71E+06	2,12E-02	578
4	4 -- 5		28266	32780	1,94E+07	2,10E-02	532
5	5 -- 6			32780	4,22E+07	2,09E-02	518
6	6 -- 7			32780	8,89E+07	2,06E-02	488
7	7 -- 8			32780	1,36E+08	2,01E-02	459
8	8 -- 9			32780	1,82E+08	1,96E-02	431
9	9 -- 10			32780	2,29E+08	1,90E-02	403
10	10 -- 11			32780	3,22E+08	1,78E-02	351
11	11 -- 12		27152	59932	3,47E+08	1,75E-02	337
12	12 -- 13			59932	4,73E+08	1,65E-02	302
13	13 -- 14			59932	6,44E+08	1,50E-02	257
14	14 -- 15			59932	8,14E+08	1,36E-02	216
15	15 -- 16		25746	85678	9,47E+08	1,26E-02	187
16	16 -- 17			85678	1,00E+09	1,23E-02	179
17	17 -- 18			85678	1,25E+09	1,09E-02	146
18	18 -- 19		7588	93266	1,37E+09	1,02E-02	130
19	19 -- 20			93266	1,50E+09	9,63E-03	117
20	20 -- 21			93266	1,77E+09	8,35E-03	91
21	21 -- 22			93266	2,03E+09	7,19E-03	69
22	22 -- 23			93266	2,30E+09	6,05E-03	50
23	23 -- 24			93266	2,56E+09	4,94E-03	34
24	24 -- 25			93266	2,83E+09	3,87E-03	22
25	25 -- 26			93266	3,10E+09	2,84E-03	12
26	26 -- 27			93266	3,36E+09	1,85E-03	5
27	27 -- 28			93266	3,63E+09	9,07E-04	1
28				93266	3,89E+09	0,00E+00	0

F - Excentriciteit moment t.g.v. eigengewicht draden

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2				0,00E+00	8,70E-03	183
2	2 -- 3				-6,49E+06	8,70E-03	177
3	3 -- 4				-6,49E+06	8,79E-03	158
4	4 -- 5				1,46E+08	8,86E-03	139
5	5 -- 6				1,46E+08	8,44E-03	133
6	6 -- 7				1,46E+08	7,67E-03	122
7	7 -- 8				1,46E+08	7,01E-03	111
8	8 -- 9				1,46E+08	6,55E-03	102
9	9 -- 10				1,46E+08	6,16E-03	92
10	10 -- 11				1,46E+08	5,51E-03	76
11	11 -- 12				3,03E+08	5,37E-03	72
12	12 -- 13				3,03E+08	4,63E-03	61
13	13 -- 14				3,03E+08	3,82E-03	49
14	14 -- 15				3,03E+08	3,26E-03	39
15	15 -- 16				4,64E+08	2,91E-03	32
16	16 -- 17				4,64E+08	2,76E-03	30
17	17 -- 18				4,64E+08	2,19E-03	23
18	18 -- 19				4,47E+08	1,95E-03	20
19	19 -- 20				4,47E+08	1,76E-03	18
20	20 -- 21				4,47E+08	1,41E-03	13
21	21 -- 22				4,47E+08	1,14E-03	10
22	22 -- 23				4,47E+08	9,01E-04	7
23	23 -- 24				4,47E+08	6,98E-04	4
24	24 -- 25				4,47E+08	5,21E-04	3
25	25 -- 26				4,47E+08	3,66E-04	1
26	26 -- 27				4,47E+08	2,29E-04	1
27	27 -- 28				4,47E+08	1,08E-04	0
28					4,47E+08	0,00E+00	0

4.5 - Maximale krachten in ULS-toestand

		)*	)**
Eigengewicht conductors, insulators	G_k =	1,20	1,20
Eigengewicht mast	G_k =	1,20	1,20
Windbelasting mastlichaam	Q_{wk} =	1,60	0,45
Belasting geval 1a	Q_{wk} =	1,50	0,00
Belasting geval 1b	Q_{wk} =	0,00	0,00
Belasting geval 3	Q_{ik} =	0,00	1,50
Belasting geval 4	Q_{pk} =	0,00	0,00

knoop nummer	staaf i--j	normaal kr. kN	dwars kr. kN	moment kNm
1	1 -- 2	0,48	0,00	0,00
2	2 -- 3	6,29	17,59	26,89
3	3 -- 4	10,74	18,36	30,35
4	4 -- 5	49,71	108,00	314,97
5	5 -- 6	51,37	108,96	369,30
6	6 -- 7	54,91	111,00	481,32
7	7 -- 8	58,62	113,10	617,27
8	8 -- 9	63,41	115,27	779,99
9	9 -- 10	68,43	117,51	945,84
10	10 -- 11	79,13	122,17	1287,38
11	11 -- 12	116,21	203,95	1536,83
12	12 -- 13	124,83	207,57	1967,90
13	13 -- 14	137,34	212,69	2566,77
14	14 -- 15	153,28	218,01	3180,51
15	15 -- 16	200,45	294,80	3826,88
16	16 -- 17	204,40	296,06	4017,43
17	17 -- 18	230,32	301,70	4869,23
18	18 -- 19	250,57	325,63	5307,19
19	19 -- 20	260,78	328,37	5748,65
20	20 -- 21	283,21	334,22	6692,85
21	21 -- 22	309,12	340,12	7653,79
22	22 -- 23	336,35	346,01	8631,52
23	23 -- 24	364,90	351,83	9625,93
24	24 -- 25	394,78	357,50	10636,72
25	25 -- 26	425,97	362,89	11663,27
26	26 -- 27	458,49	367,83	12704,55
27	27 -- 28	492,33	371,98	13758,78
28		540,69	376,15	14824,86

)* - Maatgevende belastingcombinatie voor staven 8 t/m 27
)** - Maatgevende belastingcombinatie voor staven 1 t/m 7

4.6 - Toetsing van de doorsnede

Elasticiteitsmodulus E-	N/mm^2	210000	
Vloeigrens f_y	N/mm^2	355	Voor wanddikte t < 40
Vloeigrens f_y	N/mm^2	335	Voor wanddikte t >= 40

A- Controle buigspanning

Toetsingregel :

$$N_{Ed} / N_{Rd} + M_{y,Ed} / M_{y,Rd} <= 1$$

waarin: $M_{y,Ed} = M_{1;y,Ed} + \Sigma N_{Ed,i} * \delta_{rel.i}$

$M_{1;y,Ed}$ = buigende moment uit komputer

$N_{Ed,i}$ = normaal kracht uit komputer uitvoer ter plaatse knoop i

$\delta_{rel,i}$ = maximale horizontale verplaatsing t.p.v. knoop i = $\delta_{i,max} - \delta_{j,max}$

$M_{y;el,Rd} = W_{y;el} * f_y$; $N_{Rd} = A * f_y$

staaf nummer	profiel $D_{voet} - D_{top}$ mm	moment $M_{1;y,Ed}$ kNm	drukkracht $N_{c,Rd}$ kN	rel.verpl. $\delta_{rel.}$ mm	$M_{y,Ed}$ in kNm	$M_{y;el,Rd}$ in kNm	toetsings-regel
1	500 / 748	26,89	6,29	42	27,2	835,6	0,03
2	500 / 748	30,35	10,74	130	32,0	1024,9	0,03
3	500 / 748	314,97	49,71	130	323,1	1234,1	0,27
4	500 / 748	369,30	51,37	41	379,5	1305,7	0,30
5	500 / 748	481,32	54,91	84	496,1	1458,8	0,35
6	500 / 748	617,27	58,62	81	636,9	1620,4	0,40
7	749 / 999	779,99	63,41	79	804,6	2211,3	0,37
8	749 / 999	945,84	68,43	76	975,7	2433,2	0,41
9	749 / 999	1287,38	79,13	146	1328,7	2908,9	0,46
10	749 / 999	1536,83	116,21	37	1582,4	3042,0	0,53
11	749 / 999	1967,90	124,83	98	2025,7	3427,0	0,60
12	749 / 999	2566,77	137,34	123	2641,4	3987,6	0,67
13	999 / 1213	3180,51	153,28	111	3272,2	5462,4	0,61
14	999 / 1213	3826,88	200,45	78	3934,2	6054,7	0,66
15	999 / 1213	4017,43	204,40	22	4129,2	6233,8	0,67
16	999 / 1213	4869,23	230,32	89	5001,5	7056,1	0,72
17	1213/ 1355	5307,19	250,57	42	5450,1	8303,6	0,67
18	1213/ 1355	5748,65	260,78	36	5900,9	8769,2	0,68
19	1213/ 1355	6692,85	283,21	68	6864,5	9793,8	0,71
20	1355/ 1925	7653,79	309,12	59	7843,6	11912,0	0,67
21	1355/ 1925	8631,52	336,35	50	8838,2	13161,0	0,68
22	1355/ 1925	9625,93	364,90	42	9847,8	14472,2	0,69
23	1355/ 1925	10636,72	394,78	33	10871,8	15845,8	0,70
24	1355/ 1925	11663,27	425,97	25	11909,2	17281,6	0,70
25	1355/ 1925	12704,55	458,49	18	12958,6	18779,6	0,70
26	1355/ 1925	13758,78	492,33	10	14018,0	20340,0	0,70
27	1355/ 1925	14824,86	540,69	3	15086,0	21962,6	0,70

B- Controle plooistabiliteit

Toetsing regel :volgens NEN -EN 50341-3 (NEN 1060).

$$(\sigma_{N;Ed} / \sigma_{N;plooi}) + (\sigma_{MEd} / \sigma_{M;plooi}) <= 1$$

Plooispanning t.g.v normaalkracht

Indien $d / t < 90 * a^2_y$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = f_y$; $a_y = (f_{ref} / f_y)^{0,5}$; $f_{ref} = 235\ N/mm^2$

Indien $90 * a^2_y < d / t < 315\ a^2_y$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = 0,3 * f_{y;d} + 14805 / (d/t)$

Plooispanning t.g.v moment

Indien $d / t < 157,5 * a^2_y$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = f_{y;d}$

Indien $157,5 * a^2_y < d / t < 315\ a^2_y$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = 0,6 * f_{y;d} + 14805 / (d/t)$

d mm	t mm	d/t	a_y	$\sigma_{N;plooi;d}$ N/mm^2	$\sigma_{M;plooi;d}$ N/mm^2
518	12,0	43,13	0,81	355	355
571	12,0	47,60	0,81	355	355
625	12,0	52,09	0,81	355	355
643	12,0	53,54	0,81	355	355
678	12,0	56,51	0,81	355	355
714	12,0	59,48	0,81	355	355
749	15,0	49,96	0,81	355	355
785	15,0	52,33	0,81	355	355
856	15,0	57,08	0,81	355	355
875	15,0	58,34	0,81	355	355
928	15,0	61,83	0,81	346	355
999	15,0	66,58	0,81	329	355
1070	18,0	59,44	0,81	355	355
1125	18,0	62,51	0,81	343	355
1141	18,0	63,40	0,81	340	355
1213	18,0	67,36	0,81	326	355
1250	20,0	62,50	0,81	343	355
1284	20,0	64,19	0,81	337	355
1355	20,0	67,75	0,81	325	355
1426	22,0	64,83	0,81	335	355
1498	22,0	68,07	0,81	324	355
1569	22,0	71,31	0,81	314	355
1640	22,0	74,55	0,81	305	355
1711	22,0	77,78	0,81	297	355
1783	22,0	81,02	0,81	289	355
1854	22,0	84,26	0,81	282	355
1925	22,0	87,50	0,81	276	355

staaf nummer	profiel D_{voet} - D_{top}	σ_{MEd} N/mm^2	σ_{NEd} N/mm^2	$\sigma_{M;plooi;d}$ N/mm^2	$\sigma_{N;plooi;d}$ N/mm^2	toetsings-regel
1	500 / 748	11,95	0,34	355	355	0,03
2	500 / 748	12,25	0,54	355	355	0,04
3	500 / 748	101,76	2,25	355	355	0,29
4	500 / 748	106,12	2,19	355	355	0,31
5	500 / 748	127,52	2,25	355	355	0,37
6	500 / 748	146,95	2,27	355	355	0,42
7	749 / 999	135,73	1,88	355	355	0,39
8	749 / 999	149,23	1,93	355	355	0,43
9	749 / 999	176,95	2,08	355	355	0,50
10	749 / 999	188,83	2,90	355	355	0,54
11	749 / 999	222,53	2,99	355	346	0,64
12	749 / 999	253,30	3,07	355	329	0,72
13	999 / 1213	227,96	2,67	355	355	0,65
14	999 / 1213	242,70	3,28	355	343	0,69
15	999 / 1213	238,59	3,24	355	340	0,68
16	999 / 1213	267,46	3,51	355	326	0,76
17	1213/ 1355	240,33	3,29	355	343	0,69
18	1213/ 1355	245,44	3,33	355	337	0,70
19	1213/ 1355	262,75	3,47	355	325	0,75
20	1355/ 1925	246,18	3,27	355	335	0,70
21	1355/ 1925	250,43	3,38	355	324	0,72
22	1355/ 1925	253,17	3,49	355	314	0,72
23	1355/ 1925	254,73	3,61	355	305	0,73
24	1355/ 1925	255,36	3,73	355	297	0,73
25	1355/ 1925	255,25	3,85	355	289	0,73
26	1355/ 1925	254,52	3,97	355	282	0,73
27	1355/ 1925	253,29	4,19	355	276	0,73

5.0 - Berekening ankers, bouten en flensverbindingen

uitgangspunt: gerolde draad

bouten	A_s in mm²	f_{ub} in N/mm²	$F_{t,Rd}$ in kN	$F_{v,Rd}$ in kN
M 48 - 8,8	1473	800	848,45	565,63
M 48 - 10,9	1473	1000	1060,56	589,20
M 45 - 8,8	1306	800	752,26	501,50
M 45 - 10,9	1306	1000	940,32	522,40
M 42 - 8.8	1121	800	645,64	430,43
M 42 - 10,9	1121	1000	807,05	448,36
M 39 - 8.8	976	800	562,04	374,70
M 39 - 10,9	976	1000	702,55	390,31
M 39 - 12,9	976	1200	843,07	468,37
M 36 - 8.8	817	800	470,59	313,73
M 36 - 10,9	817	1000	588,24	326,80
M 33 - 8.8	694	800	399,49	266,33
M 33 - 10,9	694	1000	499,36	277,42
M 30 - 8.8	561	800	322,90	215,27
M 30 - 10,9	561	1000	403,62	224,24

Max. trekkracht in de ankers en boutverbindingen :

$$F_{Ed} = M_{y,Ed} * a \ / \ I_p \ - \ N_{Ed} \ / \ n$$

Waarin :

$M_{y,Ed}$ = max. moment t.p.v aansluiting t.g.v rekenbelasting

N_{Ed} = max. normaal kracht t.p.v aansluiting t.g.v rekenbelasting

a = max. afstand bout tot zwaartepunt boutenpatroon = diameter stc. / 2

n = aantal bouten en $I_p = \Sigma (I_x^2 + I_y^2) = (n / 2) * (d_{stc.} / 2)^2$

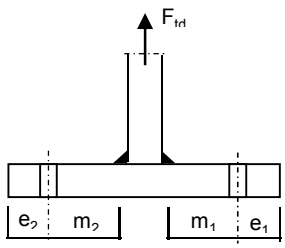
Flensverbinding met één boutrij : $I_p = (n / 2) * (d_{stc.} / 2)^2$

Flensverbinding met twee boutrij : $I_p = (n / 4) * [(d_{stc1.} / 2)^2 + (d_{stc2.} / 2)^2]$

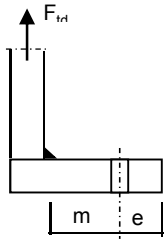
Flensverbinding met twee boutrij symmetrisch (voetplaat) :

$$I_p = (n / 2) * (d_{stc.gemiddeld.} / 2)^2$$

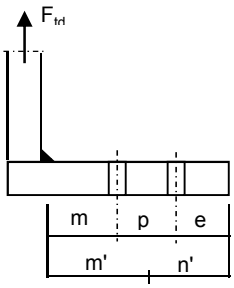
Flenzen en voetplaat:



1 -Voetplaat



2 -Flens met 1 rij bouten



3 -Flens met 2 rij bouten

1 - Voetplaat :

$m = \max.(m_1;m_2)$
$e = \max.(e_1;e_2)$
$n = \min.(1,25*m;e)$

Bezwijkvorm 1 : $F_{t,Rd} = 4 * M_{pl} / m$
Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Rd} = (2 * M_{pl} + n * 2 * F_{t;u;d}) / (m + n)$
Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Rd} = 2 * F_{t;u;d}$

2 - Flens met 1 rij bouten :

m, n en e zoals bij voetplaat

Bezwijkvorm 1 : $F_{t,Rd} = 2 * M_{pl} / m$
Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Rd} = (M_{pl} + n * F_{t;u;d}) / (m + n)$
Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Rd} = F_{t;u;d}$

3 - Flens met 2 rij bouten :

$m' = m + p / 2$
$n' = n + p / 3$
$n = \min.(1,25*m;e)$

Bezwijkvorm 1 : $F_{tEd} = M_{pl} * (1+n'/n) / m'$
Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Ed} = (M_{pl} + n' * F_{t;u;d}) / (m' + n')$
Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Ed} = 2 * F_{t;u;d}$

$M_{pl} = (1/4) * L_{eff} * t_{fl}^2 * f_y$

$L_{eff} = \min(p ; 4*m + 1,25*e ; 2*\pi*m)$

Bouten en ankers

st.c in mm	aantal bouten	$F_{t,Ed}$ kN	$F_{v,Ed}$ kN	knoop nummer	aanwezig bout	$F_{t,Rd}$ kN	toetsing-regel
Ankers							
st.c buitenkant		2085,00					
st.c binnenkant		1721,00					
1903	56	546,79	6,72	28	M 48 - 8,8	848,4	0,64
flenzen op 28,5 m hoogte.							
st.c buitenkant		1020,00					
1020,00	24	786,03	12,57	17	M 48 - 10,9	1060,6	0,74

Dikte voetplaat en flenzen - conform NEN - EN 1993-1-8,

Stc1	Stc2 mm	m mm	e mm	n mm	m' mm	n' mm	l_{ef} mm
voetplaat							
2085,00	1721,00	73,2	103,0	91,5			193,1
2085,00	1721,00	73,2	105,0	91,5			233,9
flenzen op 28,5 m hoogte.							
1020,00	1020,0	69,5	60,0	60,0			133,5
1020,00	1020,0	71,5	60,0	60,0			133,5

flens dikte mm	$M_{pl;d}$ Nmm	bezwijk-vorm 1	bezwijk-vorm 2	bezwijk-vorm 3	maatgev. $F_{t,Rd}$	$F_{t,Ed}$ kN	toetsing-regel
voetplaat							
60	5,82E+07	3180,82	1649,57	1696,90	1649,57	1093,58	0,66
60	7,05E+07	3853,58	1799,07	1696,90	1696,90	1093,58	0,64
flenzen op 28,5 m hoogte.							
80	7,16E+07	2060,57	1044,32	1060,56	1044,32	786,03	0,75
80	7,16E+07	2002,90	1028,43	1060,56	1028,43	786,03	0,76
	Krachten in kN						

Lassen

A - Flenzen

Alle lassen: voorbewerkt 1/2 V- las met een tegenlas (K35 , lasdetail 301 van NEN 2063).

B - Buizen

Alle lassen: voorbewerkt X- las
Bij gelijke wanddikte (K50 , lasdetail 102 van NEN 2063).
Bij dikte overgang asymmetrisch (K45 , lasdetail 112 van NEN 2063).

Bouten

Alle bouten: Voorspanning 70% van de trekkracht met betrekking tot de capaciteit van de bout in de uiterste grenstoestand

6.0 - Controle berekening vortex shedding

Belasting loodrecht op windrichting (respons door wervelvorming) - Eurocode 1

De respons is bepaald volgens Eurocode 1, Deel 1 - 4 ,bijlage E

De kritische windsnelheid $v_{crit,1} = b * n_{i,y} / St$

b is de referentiebreedte van de doorsnede waarbij resonantie met de wervelvorming optreedt voor cirkelvormige cilinders is de referentiebreedte de uitwendige diameter.

St is de Strouhal getal conform E.1.3.2 ; voor cirkelcilinders St = 0,18

buis	$n_{1,y}$ Hz	$d_{buis;gem}$ m	St	$v_{krit,1}$ m/s
500 / 1925	0,57	1,213	0,18	3,82

Scrutongetal Sc

De Scrutongetal Sc word bepaald met:

$$Sc = 2 * \delta_s * m_{i;e} / \rho * b^2$$

ρ is de dichtheid van lucht: $\rho = 1,25$ kg/m^3

b is de referentiebreedte van de doorsnede waarbij resonantie met de wervelvorming optreedt

$$b = d_{w;gem}$$

δ_s is het logaritmische decrement van de constructieve demping

$$\delta_s = 0,030$$

Opmerking:
In Eurocode 1, Tabel F.2 is geen waarde gegeven voor de constructieve demping voor een hoogspanningsmast met een enkel buisprofiel. In de tabel wordt alleen de benaderde waarde van de constructieve demping van een stalen schoorsteen (met of zonder isolatie) aangegeven. In de NEN 1060 (Bovengrondse hoogspanningslijnen – voorloper van NEN-EN 50341) art. 9.2.6.5 wordt het logaritmisch decrement beschreven als $\delta = 2.\pi.D$. D is de dempingsmaat bij responsie loodrecht op de windrichting en is gelijk aan 0.005. Dit resulteert $\delta = 2.\pi.0.005 = 0.0314$. Deze formule is ook aangegeven in de DIN 4133 (Schornsteine aus Stahl) en als benaderde waarde van de constructieve demping van een stalen schoorsteen met 2 of 3 koppelingen is 0.025 en 0.03 aangegeven.
Daarom wordt in deze berekening voor de constructieve demping 0.03 aangehouden.

$m_{i;e}$ is de equivalente massa m_e per lengte eenheid, in kg/m, gewogen naar de trillingsvorm :

$$m_e = \frac{\int_0^l m(s) * \phi^2_i(s)\, ds}{\int_0^l \phi^2_i(s)\, ds}$$

Zie berekening eigenfrequentie

knoop nummer	verpl. δ mm	$\phi_{i;1}$	staaf nummer	ϕ_i	gewicht mast kg	gewicht flenzen+ geleiders-kg	massa m kg/m
1	1385	1,000		1,000			
2	1355	0,979	1 -- 2	0,989	113	411	749,2
3	1264	0,913	2 -- 3	0,946	371		172,6
4	1173	0,847	3 -- 4	0,880	406	2840	1506,5
5	1144	0,826	4 -- 5	0,837	138		199,0
6	1085	0,783	5 -- 6	0,805	295		206,9
7	1026	0,741	6 -- 7	0,762	310		217,4
8	969	0,700	7 -- 8	0,720	399		280,1
9	913	0,659	8 -- 9	0,679	418		293,3
10	804	0,581	9 -- 10	0,620	892		313,0
11	777	0,561	10 -- 11	0,571	249	2840	4091,8
12	702	0,507	11 -- 12	0,534	718		342,9
13	606	0,437	12 -- 13	0,472	1042		365,7
14	517	0,373	13 -- 14	0,405	1329		466,2
15	452	0,327	14 -- 15	0,350	1090	2840	1782,4
16	434	0,314	15 -- 16	0,320	329		510,0
17	359	0,259	16 -- 17	0,287	1509	651	757,9
18	323	0,233	17 -- 18	0,246	919	769	1125,4
19	292	0,210	18 -- 19	0,222	850		630,0
20	231	0,167	19 -- 20	0,189	1869		655,9
21	177	0,128	20 -- 21	0,147	2159		757,6
22	130	0,094	21 -- 22	0,111	2269		796,2
23	91	0,066	22 -- 23	0,080	2379		834,9
24	58	0,042	23 -- 24	0,054	2490		873,5
25	33	0,024	24 -- 25	0,033	2600		912,2
26	15	0,011	25 -- 26	0,017	2710		950,8
27	4	0,003	26 -- 27	0,007	2820		989,5
28	0	0,000	27 -- 28	0,001	2930	1099	1413,9

staaf nummer	massa m kg/m	ϕ_i	s m	ϕ_i^2 * (s)	ϕ_i^2 *(s)*m	ϕ_i * (s)
1 -- 2	749	0,989	0,700	0,69	513,22	0,69
2 -- 3	173	0,946	2,150	1,92	331,77	2,03
3 -- 4	1507	0,880	2,155	1,67	2514,00	1,90
4 -- 5	199	0,837	0,695	0,49	96,82	0,58
5 -- 6	207	0,805	1,425	0,92	190,89	1,15
6 -- 7	217	0,762	1,425	0,83	179,99	1,09
7 -- 8	280	0,720	1,425	0,74	207,16	1,03
8 -- 9	293	0,679	1,425	0,66	192,93	0,97
9 -- 10	313	0,620	2,850	1,10	342,90	1,77
10 -- 11	4092	0,571	0,755	0,25	1006,30	0,43
11 -- 12	343	0,534	2,095	0,60	204,57	1,12
12 -- 13	366	0,472	2,850	0,63	232,18	1,35
13 -- 14	466	0,405	2,850	0,47	218,10	1,15
14 -- 15	1782	0,350	2,205	0,27	481,02	0,77
15 -- 16	510	0,320	0,645	0,07	33,72	0,21
16 -- 17	758	0,287	2,850	0,23	177,39	0,82
17 -- 18	1125	0,246	1,500	0,09	102,36	0,37
18 -- 19	630	0,222	1,350	0,07	41,83	0,30
19 -- 20	656	0,189	2,850	0,10	66,46	0,54
20 -- 21	758	0,147	2,850	0,06	46,82	0,42
21 -- 22	796	0,111	2,850	0,04	27,97	0,32
22 -- 23	835	0,080	2,850	0,02	15,16	0,23
23 -- 24	874	0,054	2,850	0,01	7,19	0,15
24 -- 25	912	0,033	2,850	0,00	2,80	0,09
25 -- 26	951	0,017	2,850	0,00	0,79	0,05
26 -- 27	989	0,007	2,850	0,00	0,12	0,02
27 -- 28	1414	0,001	2,850	0,00	0,01	0,00
		Σ	57,00	11,91	7234,46	19,53

m_e = 7234,5 / 11,9 = 607,5 kg/m

$Sc = 2 * \delta_s * m_{i;e} / \rho * b^2$

buis	$m_{1;e}$ kg/m	δ_s	ρ kg/m^3	b = d_w in m	Sc
500 / 1925	607,5	0,030	1,25	1,213	19,8

Berekening van verplaatsingen

de grootste $y_{f;max}$ verplaatsing kan berekend worden met:

$$y_{F;max} / b = (1/St^2) * (1/Sc) * K * K_w * C_{lat}$$

St is de Strouhal getal = 0,18

Sc is de Scrutongetal = 19,8

K is trillingsvormfactor en is gelijk aan

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{m} \int_{\ell_i} |\phi_i(s)|\, ds}{4.\pi.\sum_{i=1}^{n} \int_{\ell_i} \phi^2_i(s)\, ds}$$

Voor i = 1 (eerste trillingsvorm) is m = n = 1

K = 19,53 / (4 * π * 11,91) = 0,131 (tabel E.5)

C_{lat} is de laterale krachtcoëfficiënt gegeven in E.1.5/2.5

C_{lat} : $R_e (V_{crit}) < 3*10^5$; $C_{lat} = 0,7$

$5*10^5 < R_e (V_{crit}) < 5*10^6$; $C_{lat} = 0,2$

$R_e (V_{crit}) > 7*10^7$; $C_{lat} = 0,3$

$R_e (V_{crit}) = b * v(crit) / \nu$;
ν is de kinematische viscositeit van de lucht $\nu = 15*10^{-6}$ m^2/s

$R_e (V_{crit})$ = 1,213 * 3,82 / $15*10^{-6}$ = 3,1E+05

C_{lat} = 0,67

K_w is de effectieve correlatiefactor gegeven in E.1.5.2.4

$$K_w = \frac{\sum_{i=1}^{m} \int_{L_j} |\phi_i(s)|\, ds}{\sum_{i=1}^{n} \int_{\ell_i} |\phi_i(s)|\, ds} \leq 0,6$$

Voor i = 1 (eerste trillingsvorm) is m = n = 1

Lj / b = 6
Lj = 7,28 m - (effectieve correlatielengte)

K_w = 6,46 / 19,53 = 0,33

$y_{F;max}$ / b = 30,86 * 0,050 * 0,131 * 0,33 * 0,6717782 = 0,045

$y_{F;max}$ = 1,213 * 0,045 = 0,055 m

$\Delta\sigma_{dyn} = 2 * C_{rd} * y_{F;max}$

De factor C_{rd} volgt uit de spanning door een opgelegde verplaatsing volgens de eerste eigentrilling.

Opgelegde verplaatsing van 1000 mm

knoop nummer	staaf i--j	q_{last} N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	verpl. mm
1	1 -- 2		69869	69869	0,00E+00	4,7E-02	1000
2	2 -- 3			69869	4,89E+07	4,7E-02	967
3	3 -- 4			69869	1,99E+08	4,5E-02	868
4	4 -- 5			69869	3,50E+08	4,2E-02	774
5	5 -- 6			69869	3,98E+08	4,1E-02	745
6	6 -- 7			69869	4,98E+08	3,9E-02	688
7	7 -- 8			69869	5,97E+08	3,6E-02	635
8	8 -- 9			69869	6,97E+08	3,4E-02	584
9	9 -- 10			69869	7,97E+08	3,2E-02	537
10	10 -- 11			69869	9,96E+08	2,8E-02	451
11	11 -- 12			69869	1,05E+09	2,7E-02	430
12	12 -- 13			69869	1,19E+09	2,4E-02	376
13	13 -- 14			69869	1,39E+09	2,1E-02	311
14	14 -- 15			69869	1,59E+09	1,8E-02	255
15	15 -- 16			69869	1,75E+09	1,6E-02	217
16	16 -- 17			69869	1,79E+09	1,6E-02	207
17	17 -- 18			69869	1,99E+09	1,3E-02	165
18	18 -- 19			69869	2,10E+09	1,2E-02	146
19	19 -- 20			69869	2,19E+09	1,1E-02	130
20	20 -- 21			69869	2,39E+09	9,6E-03	100
21	21 -- 22			69869	2,59E+09	8,1E-03	75
22	22 -- 23			69869	2,79E+09	6,7E-03	53
23	23 -- 24			69869	2,99E+09	5,4E-03	36
24	24 -- 25			69869	3,19E+09	4,1E-03	23
25	25 -- 26			69869	3,39E+09	3,0E-03	13
26	26 -- 27			69869	3,58E+09	1,9E-03	5
27	27 -- 28			69869	3,78E+09	9,4E-04	1
28	28 -- 29			69869	3,98E+09	0,0E+00	0

Wissel spanning

$$\Delta\sigma_{dyn} = 2 * C_{rd} * y_{F;max}$$

staaf nummer	profiel D (mm)	profiel t (mm)	$W_{y;el}$ mm^3	$\sigma_{buiging}$ (C_{rd}) N/mm^2	$y_{F;max}$ m	$\Delta\sigma_{dyn}$ MPa
1	518	12,0	2353797	21	0,0548	2,3
2	571	12,0	2887106	69	0,0548	7,6
3	625	12,0	3476303	101	0,0548	11,0
4	643	12,0	3677990	108	0,0548	11,9
5	678	12,0	4109316	121	0,0548	13,3
6	714	12,0	4564563	131	0,0548	14,3
7	749	15,0	6228977	112	0,0548	12,3
8	785	15,0	6854068	116	0,0548	12,7
9	856	15,0	8193960	122	0,0548	13,3
10	875	15,0	8568954	122	0,0548	13,4
11	928	15,0	9653464	124	0,0548	13,6
12	999	15,0	11232581	124	0,0548	13,6
13	1070	18,0	15386965	104	0,0548	11,3
14	1125	18,0	17055575	102	0,0548	11,2
15	1141	18,0	17559914	102	0,0548	11,2
16	1213	18,0	19876399	100	0,0548	11,0
17	1250	20,0	23390527	90	0,0548	9,8
18	1284	20,0	24701975	89	0,0548	9,7
19	1355	20,0	27588103	87	0,0548	9,5
20	1426	22,0	33554965	77	0,0548	8,4
21	1498	22,0	37073186	75	0,0548	8,2
22	1569	22,0	40766840	73	0,0548	8,0
23	1640	22,0	44635926	71	0,0548	7,8
24	1711	22,0	48680445	70	0,0548	7,6
25	1783	22,0	52900396	68	0,0548	7,4
26	1854	22,0	57295781	66	0,0548	7,2
27	1925	22,0	61866598	64	0,0548	7,0

Bepaling van het aantal spanningscycli

Het aantal spanningswisseling N veroorzaakt door trilling door wervelvorming wordt berekend met:

$$N = 2 * T * n_{i;y} * \varepsilon_o * [V_{crit} / V_o]^2 * \exp[-(V_{crit} / V_o)^2] >= 10^4$$

$n_y = n_{1;y} =$ 0,57 Hz eigenfrequentie van trillingsvorm loodrecht op wind

T is levensduur in seconden = $3,2 * 10^7$ maal de vervachte levensduur in jaren

$V_{crit,1} =$ 3,82 m/s De kritische windsnelheid

ε_o is bandbreedtefactor = 0,3

V_o is wortel(2) maal de modus van de Weibull waarschijnlijkheidsverdeling van de windsnelheid in m/s
V_o = 20% van de karakteristieke gemiddelde windsnelheid op hoogte waar wervelvorming plaatsvind

$z_s =$ 53,3625 m - hoogte waar wervelvorming plaatsvindt = $L_{mast} - L_j / 2$

Wedgebied II - onbebouwd

Basiswindsnelheid $V_{b,0} =$ 27 m/s

Terreincategorie : II - Onbebouwd gebied

Richtingsfactor $C_{dir} =$ 1,0
Seizoensfactor $C_{season} =$ 1,0
Orografiefactor $C_o(z) =$ 1,0

$z_0 =$ 0,200 m

Gemiddelde windsnelheid $V_m(z) = (V_{b,0} * C_{dir} * C_{season}) * c_r(z)$

$c_r(z) = k_r * \ln\{ z / z_0\}$ voor $z_{min} \leq z \leq z_{max}$
$c_r(z) = c_r (z_{min})$ voor $z \leq z_{min}$

$k_r = 0,19 \ln\{ z_0 / z_{0,II}\}^{0,07}$ $z_{0;II} = 0,05$ m

$k_r = 0,19 \ln\{ 0,200 / 0,05\}^{0,07} =$ 0,21

$c_r(z) = 0,21 * \ln\{ 28,5 / 0,200\} =$ 1,17

$V_m(z) =$ 31,6 m/s

$V_o =$ 31,6 * 20 / 100 = 6,32 m/s

$$N = 2 * 50 * 3,2.10^7 * 0,3 * 0,57 * [3,82 / 6,32]^2 * \exp[-(3,82 / 6,32)^2] = 1,38E+08$$

Vermoeiingsschade t.g.v. dwarstrilling

De vermoeiingsschade vindt plaats door het belastingspectrum te toetsen aan de bij het detail behorende $\Delta\sigma$-N lijn conform NEN 2063.

$\Delta\sigma < 0{,}55\,\Delta\sigma_k$ ------> $N = \infty$

$0{,}55\,\Delta\sigma_k < \Delta\sigma < \Delta\sigma_k$ ------> $N.\Delta\sigma^5 = N_k.\Delta\sigma^5_k$

$\Delta\sigma > \Delta\sigma_k$ ------> $N.\Delta\sigma^3 = N_k.\Delta\sigma^3_k$

$N_k = 10^7$

$\Delta\sigma_i$ is het i^e spanningsniveau

$\Delta\sigma_k$ is het spanningsinterval behorende bij 10^7 wisselingen op de $\Delta\sigma_i$-N lijn.

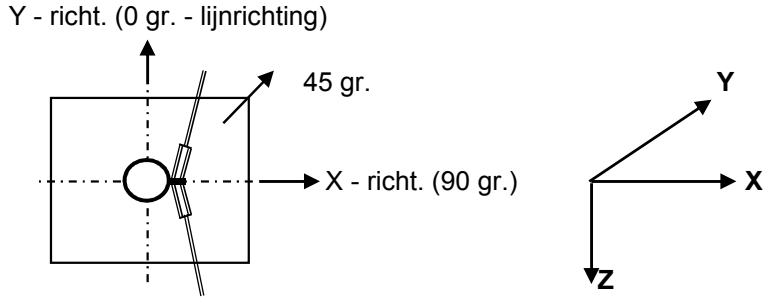
$\gamma * \Delta\sigma = 1{,}2 * \Delta\sigma$

$\Delta\sigma k =$	45	MPa	Voorbewerkt X- las (K45 , lasdetail 112 van NEN 2063).
$\Delta\sigma k =$	35	MPa	Voorbewerkt 1/2V- las (K35 , lasdetail 301 van NEN 2063).

Plaats van trilling		$\gamma * \Delta\sigma =$	$\Delta\sigma_k$	$0{,}55\,\Delta\sigma_k$	N - wissel.	N	D
Knoop		in MPa	in MPa	in MPa	$\Delta\sigma_i$-N lijn	aantal span.wissl.	beschadiging < 1
3	Lasnaad	9,06	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
		13,22					
5	Lasnaad	14,23	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
		15,92					
7	Lasnaad	17,20	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
		14,70					
9	Lasnaad	15,27	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
10	Lasnaad	15,97	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
		16,08					
12	Lasnaad	16,26	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
13	Lasnaad	16,31	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
14	Lasnaad	13,60	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
15	Lasnaad	13,46	45	24,75	1,000E+10		
17	flenzen	13,16	35	19,25	1,000E+10	1,38E+08	0,01
19	Lasnaad	11,65	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
20	Lasnaad	11,38	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
21	Lasnaad	10,14	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
22	Lasnaad	9,88	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
23	Lasnaad	9,63	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
24	Lasnaad	9,38	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
25	Lasnaad	9,14	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
26	Lasnaad	8,90	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
27	Lasnaad	8,68	45	24,75	1,000E+10	1,38E+08	0,01
28	voetplaat	8,46	35	19,25	1,000E+10	1,38E+08	0,01

7.0 - Fundatie belastingen

Fundatie belastingen in ULS-toestand - (Ultimate limit state)



Belasting geval / comb	X - reactie kN	Y - reactie kN	Z - reactie kN	M_x - reactie kNm	M_y - reactie kNm	M_z - reactie kNm
Windrich. 90 graden						
1 - EG mast			425			
2 - Windbelasting mast	101				2767	
3 - Belasting geval 1a	276		116		12058	
4 - Belasting geval 1b	92		116		4308	
5 - Belasting geval 3	210		232		9462	
6 - Belasting geval 4	93		139		4415	
Combinatie 1 : BG1 * 1,2 + BG2 * 1,6 + BG3 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	376		**541**		**14825**	
Combinatie 2 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG4 * (1,2 eg, 0,3 windbel.)						
	111		541		4827	
Combinatie 3 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,45 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	238		657		10240	
Combinatie 4 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	112		563		4934	

Samenvatting Fundatiebelastingen

	B.C. 1 - SLS γ_{eg}=1.0 , γ_q=1.0		B.C. 2 - ULS γ_{eg}=1.2 , γ_q=1.6		B.C. 3 - ULS γ_{eg}=0.9 , γ_q=1.6	
Voetmoment	10160	kNm	14825	kNm	14825	kNm
Dwarskracht	254	kN	376	kN	376	kN
Verticale kracht	451	kN	541	kN	406	kN

8,0 - Betonspanning onder voetplaat en instortring

st.c in mm	aantal ankers	$F_{t,Ed}$ kN	$F_{v,Ed}$ kN	knoop nummer	aanwezig anker	$F_{t,Rd}$ kN	Percentage belasting
Ankers krachten in ULS-toestand							
st.c buitenkant		2085,00					
st.c binnenkant		1721,00					
1903	56	546,79	6,72	28	M 48 - 8,8	848,45	0,64
Voorspanning ankers in SLS-toestand (100%)							
st.c buitenkant		2085,00					
st.c binnenkant		1721,00					
1903	56	373,30	4,54	28	M 48 - 8,8	848,45	0,44

Maximale trekkracht in de anker :

$F_{t,Ed}$ = 546,8 kN

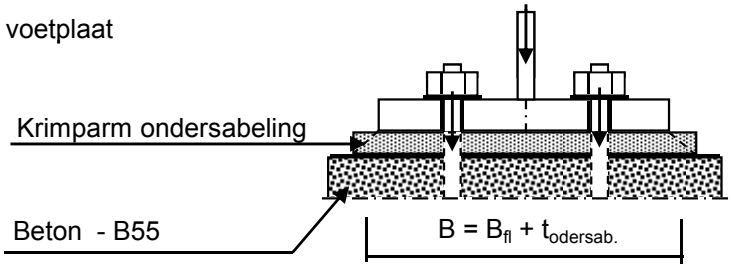
Maximale voorspanning in de anker :

$F_{t,Ed}$ = 373,3 kN

Maximale drukkrackt :

$F_{c,Ed}$ = 566,1 + 1,00 * 373,3 = 939,4 kN

A - drukspanning onder voetplaat



Toetsing :

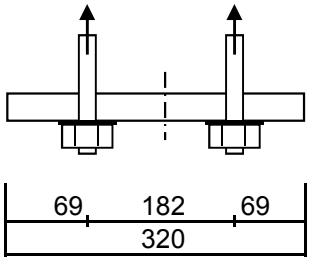
$\sigma_b < 0,7 * f_{cd} = 0,7 * 45 / 1,5 = 21,0$ N/mm^2

B_{fl} =	390,0	mm	D =	1903	mm
$t_{ondersab.}$ =	40,0	mm	n =	56	
B =	430,0	mm			

A_{voetpl} = 430 * 2*π*D / n = 91812 mm^2

$\sigma_{b;voet} = 2 * F_{c,Ed} / A =$ 20,5 N/mm^2 < 21,0 -- Voldoet

B - drukspanning onder instortring



D = 1903 mm
n = 56

$A_{stortring}$ = 320 * $2*\pi*D / n$ = 68325 mm^2

$\sigma_{b;stortr.} = 2 * F_{c,Ed} / A$ = 16,0 N/mm^2 < 21,0 -- Voldoet

Dikte instortring

$L_{uitkr.}$ = 69 mm
L_{veld} = 182 mm

t = 30 mm
$f_{y;d}$ = 355 N/mm^2

$M_{Ed;st}$ = 38101 Nmm/mm' ; $V_{z;Ed;st}$ = 1457 N/mm'

of $M_{Ed;veld}$ = 28170 Nmm/mm' ; $V_{z;Ed;st}$ = 0 N/mm'

$M_{Ed;max}$ = 38101 Nmm/mm' ; $V_{z;Ed;st}$ = 1457 N/mm'

$M_{Rd} = (1/4) *1,0 * t^2 * f_y$ = 79875 Nmm/mm'
$V_{Rd} = 1,0 * t * f_y / 3^{0,5}$ = 6149 N/mm'

M_{Ed} / M_{Rd} = 38101 / 79875,0 = 0,48 < 1,0 -- Voldoet
σ_b = 169,3 N/mm^2

V_{Ed} / V_{Rd} = 1457 / 6149 = 0,24 < 1,0 -- Voldoet
τ_z = 48,6 N/mm^2

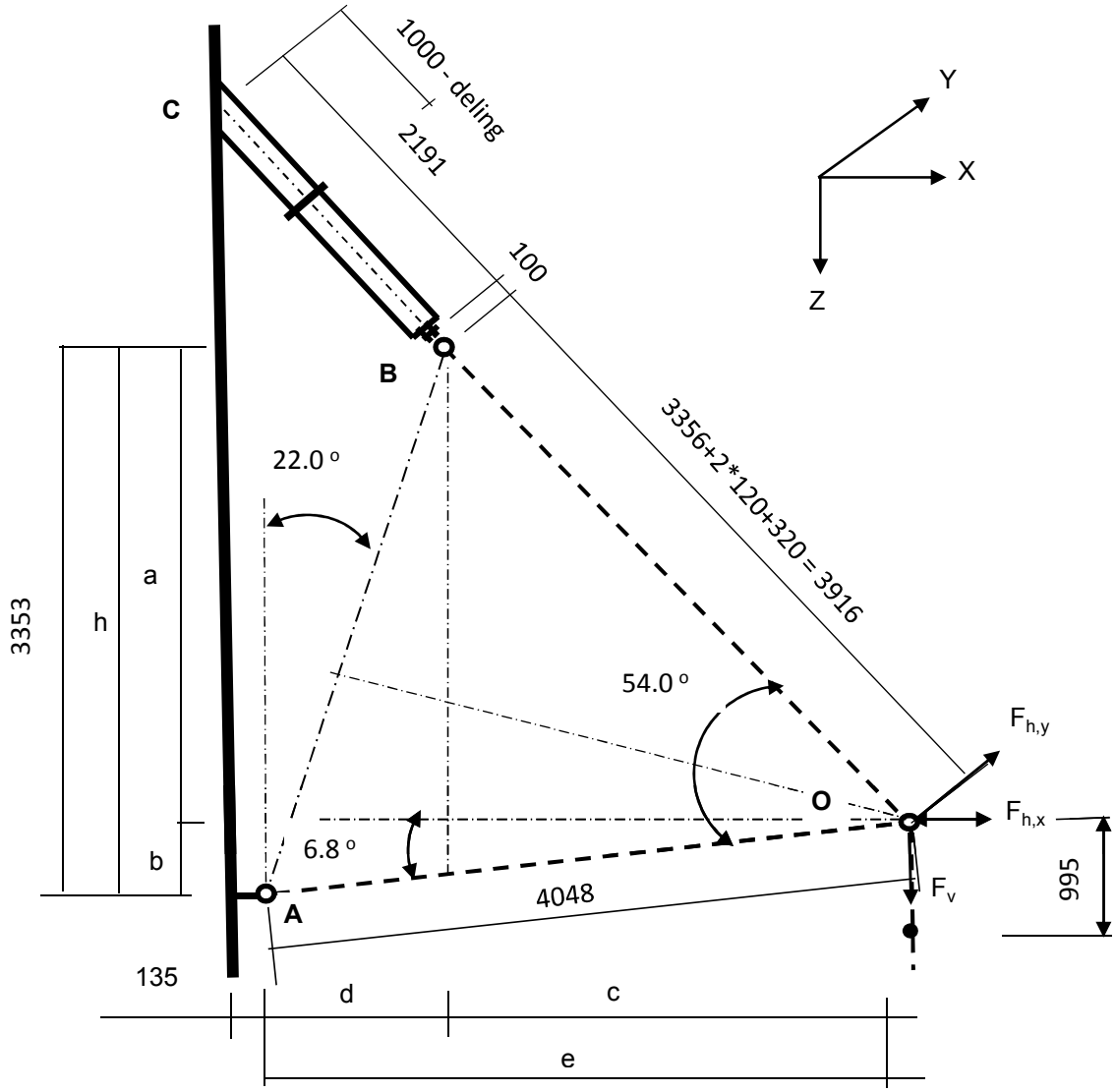
vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (169,3^2 + 3*48,6^2)^{0,5}$
σ_{vlg} = 189 N/mm^2 < 355 MPa -- Voldoet

9.0 - Detailberekeningen

9.1 - Berekening V-brace - 380 kV

9.1.1 - Berekening uithouder V-brace - 380 kV



Belastingen : Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 V10,0 - Appendix Q
Afmeting en hoeken van de V-brace : Conform tekening SEFAG 180 480-099 en tekening KEMA 74104749-40-005 (14-01-2014)

A - Belastinggeval wind / ijs

	AHEAD			BACK		
	$F_{h,x}$	$F_{h,y}$	F_v	$F_{h,x}$	$F_{h,y}$	F_v
	N	N	N	N	N	N
BG 1a - (+wind (90 gr))	43378	264457	17059	43378	-264457	17059
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	29439	267163	29382	29439	-267163	29382
BG 1a - (+wind (45 gr))	22543	183132	17049	25846	-195119	17051
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	18822	244963	29377	20489	-247581	29378

$F_{h,x}$ = Transverse kracht
$F_{h,y}$ = Longitudinale kracht
F_v = Verticale kracht

	F_v (N)		$F_{h,x}$ (N)	$F_{h,y}$ (N)
BG 1a - (wind (90 gr))	34118	±	86756	0
BG 3 - (wind (90) + ijs)	58764	±	58878	0
BG 1a - (wind (45 gr))	34100	±	48389	-11987
BG 3 - (wind (45) + ijs)	58755	±	39311	-2618

a =	2873	mm	b =	479	mm
h =	3353	mm	c =	2661	mm
d =	1359	mm	e =	4020	mm

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

	$R_{X,A,Ed}$ kN	$R_{y,A,Ed}$ kN	$R_{z,A,Ed}$ kN	$R_{X,B,Ed}$ kN	$R_{y,B,Ed}$ kN	$R_{z,B,Ed}$ kN
BG 1a - (+wind (90 gr))	49,7	0,00	-5,9	37,1	0,00	40,0
BG 1a - (-wind (90 gr))	-106,6	0,00	12,7	19,8	0,00	21,4
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	4,0	0,00	-0,5	54,9	0,00	59,2
BG 3 - (-wind (90) + ijs)	-102,0	0,00	12,2	43,2	0,00	46,6
BG 1a - (+wind (45 gr))	15,1	-10,27	-1,8	33,2	-1,71	35,9
BG 1a - (-wind (45 gr))	-72,0	-10,27	8,6	23,6	-1,71	25,5
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	-13,6	-2,24	1,6	52,9	-0,37	57,1
BG 3 - (-wind (45) + ijs)	-84,4	-2,24	10,1	45,1	-0,37	48,7

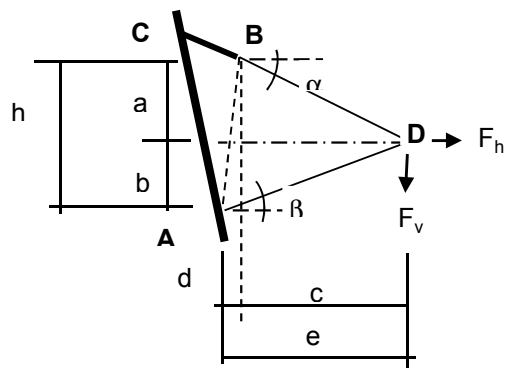
Ter plaatse van aansluiting buis aan mast (punt C)

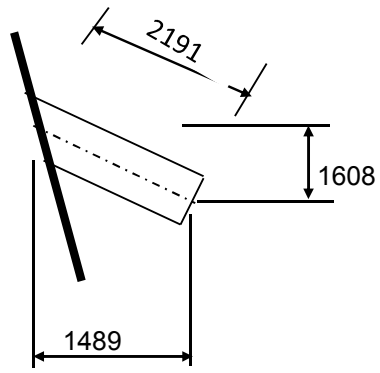
	$R_{x,C,Ed}$ kN	$R_{y,C,Ed}$ kN	$R_{z,C}$,Ed kN	$M_{y;C,Ed}$ kNm	$M_{z,C,Ed}$ kNm
BG 1a - (+wind (90 gr))	37,08	0,00	40,04	0,00	0,00
BG 1a - (-wind (90 gr))	19,82	0,00	21,41	0,00	0,00
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	54,86	0,00	59,24	0,00	0,00
BG 3 - (-wind (90) + ijs)	43,15	0,00	46,60	0,00	0,00
BG 1a - (+wind (45 gr))	33,25	-1,71	35,91	0,00	-2,55
BG 1a - (-wind (45 gr))	23,63	-1,71	25,51	0,00	-2,55
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	52,91	-0,37	57,13	0,00	-0,56
BG 3 - (-wind (45) + ijs)	45,09	-0,37	48,69	0,00	-0,56

B - Belastinggeval bundelbreuk

	F_v (N)	F_h (N))*
BG 1a / 1,2	28432	60000

)* - Zie rapoportage Kema 18 maart 2011



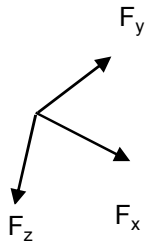


a =	1663	mm	b =	1954	mm
h =	3617	mm	c =	3719	mm
d =	0	mm	e =	3719	mm

Belasting geval bundelbreuk

$F_{h,Ed}$ =	60,00	kN	$F_{v,Ed}$ =	28,43	kN	
$R_{H,A,Ed}$ =	-1,64	kN		$R_{V,A,Ed}$ =	-0,86	kN
$R_{H,B,Ed}$ =	61,64	kN		$R_{V,B,Ed}$ =	27,57	kN

Ter plaatse van aansluiting isolator aan de steunarm (punt B)



$F_{y,Ed}$ = $R_{H,B,Ed}$ =

$F_{z,Ed}$ = $R_{V,B,Ed}$ * Cos16,3° * Cos47,2° - $R_{V,B,Ed}$ * Sin16,3° * Sin47,2° =

$F_{x,Ed}$ = $R_{V,B,Ed}$ * Cos16,3° * Sin47,2° - $R_{V,B,Ed}$ * Sin16,3° * Cos47,2° =

$F_{y,Ed}$ =	61,64	kN
$F_{z,Ed}$ =	9,76	kN
$F_{x,Ed}$ =	25,78	kN

Lokaal assenstelsel

Ter plaatse van aansluiting steunarm aan de mast (punt C)

N_{Ed}	$V_{y,Ed}$	$V_{z,Ed}$	$M_{x,Ed}$	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$
kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
25,78	61,64	9,76	91,76	21,39	135,05

Buis Ø323,9 * 12,5 - S355 ;

A =	12229	mm^2	N_{Ed} = A * f_y / 1,5 =	2894	kN
W_y = W_z =	9,17E+05	mm^3	$M_{y,Ed}$ = W_y * f_y / 1,5 =	217,0	kNm
W_x =	1,83E+06	mm^3	$M_{z,Ed}$ = W_z * f_y / 1,5 =	217,0	kNm
			$M_{x,Ed}$ = W_x * f_y / 1,5 *$3^{0,5}$ =	250,5	kNm
			V_{Rd} = 0,5*A* f_y / 1,5*$3^{0,5}$ =	835,5	kN

BG 3 - (+wind + ijs)

N_{Ed} = { $54,9^2$ + $59,2^2$ }^{0,5} = 80,74 kN

N_{Ed} / N_{Rd} = 80,74 / 2894 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 6,6 N/mm^2

BG 1a - (+wind (45 gr))

$M_{y,Ed}$ =	2,55	kNm ;	$\sigma_{b,y}$ =	2,8	N/mm^2
N_{Ed} =	48,94	kN ;	σ_N =	4,0	N/mm^2
			σ_{max} =	6,8	N/mm^2

Belasting geval bundelbreuk

N_{Ed} / N_{Rd} =	25,78	/	2894	=	0,01	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		2,1	N/mm^2
$M_{y,Ed}$ / $M_{y,Rd}$ =	21,39	/	217	=	0,10	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		23,3	N/mm^2
$M_{z,Ed}$ / $M_{z,Rd}$ =	135,05	/	217	=	0,62	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		147,3	N/mm^2
$M_{x,Ed}$ / $M_{x,Rd}$ =	91,76	/	251	=	0,37	< 1,0 -- Voldoet
			τ_w =		50,0	N/mm^2

$V_{y,Ed} / V_{y,Rd}$ = 61,64 / 835 = 0,07 < 1,0 -- Voldoet

τ_y = 10,1 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 9,76 / 835 = 0,01 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 1,6 N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max} = \{ 23,3^2 + 149,4^2 \}^{0,5} = 151,2$ N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z + 3*\tau^2_w)^{0,5}$

σ_{vlg} = 175 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

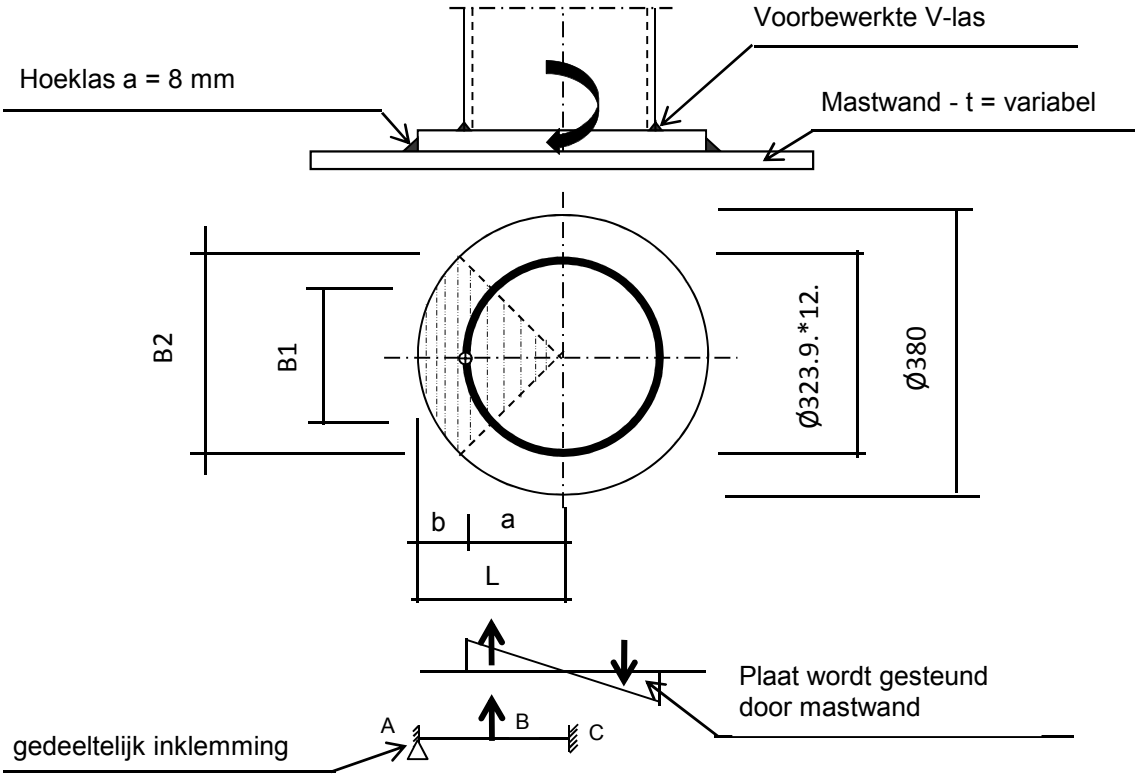
$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

Berekening versterkingsplaat V-brace



Plaat rond	380	*	25	- S355		
Buis Ø323,9 * 12,5 - S355 ;				A =	12229	mm^2
				W =	916735	mm^3
				I =	148465296	mm^4
				R =	162	mm

Hoeklas a= 8,0 mm

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Maatgevend belasting

$M_{Ed} = (M_{y,Ed}^2 + M_{z,Ed}^2)^{0,5}$

M_{Ed} = 136,7 kNm

$F_{Ed} = [((M_{Ed} * R_{buis} / I) * (1+\cos 45^o))/2] * (A_{buis} / 4)$

F_{Ed} = 389,2 kN

a = R_{buis} = 162,0

b = R_{pl} - a = 28,1

B1 =	229,0	mm	;	Boog B1 =	254	mm
B2 =	268,7	mm	;	Boog B2 =	298	mm

Percentage inklemming= a_{las} / t_{pl} = 32,0%

Percentage vrij oplegging = 68,0%

Volledig opleggingg:

$M_{A;Ed}$ = 0 — 0,00 kNm

$M_{B;Ed}$ = (F_{Ed} * b/2)*(2 - 3*b/L + b^3/L^3) = 8,52 kNm

$R_{A;Ed}$ = (F_{Ed} * a^2 / 2.L^3)* (b + 2.L) = 303,6 kN

Volledig inklemming:

$M_{A;Ed}$ = (F_{Ed} * b * a^2 / L^2) = 7,93 kNm

$M_{B;Ed}$ = (2 * F_{Ed} * a^2 * b^2 / L^3) = 2,34 kNm

$R_{A;Ed}$ = F_{Ed} * $(a / L)^2$ * (1 + 2* b / L) = 366,3 kN

Gedeeltelijk inklemming:

$M_{A;Ed}$ =	0,0	*	68,0%	+	7,9	*	32,0%	=	2,54	kNm
$M_{B;Ed}$ =	8,5	*	68,0%	+	2,3	*	32,0%	=	6,54	kNm
$R_{A;Ed}$ =	303,6	*	68,0%	+	366,3	*	32,0%	=	323,7	kN

$M_{A;Rd}$ = ((1/4) * t_{pl}^2 * Boog B2 * 355 / 1,5) / 10^{-6} = 11,04 kNm

$M_{B;Rd}$ = ((1/4) * t_{pl}^2 * Boog B1 * 355 / 1,5) / 10^{-6} = 9,41 kNm

$M_{A,Ed}$ / $M_{A,Rd}$ = 2,54 / 11,04 = 0,23 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,A}$ = 54,4 N/mm^2

$M_{B,Ed}$ / $M_{B,Rd}$ = 6,54 / 9,41 = 0,70 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,B}$ = 164,6 N/mm^2

Ter plaatse van buiten ring:

V_{Ed} = 323,7 kN

τ = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * Boog B2 = 43,4 N/mm^2

Ter plaatse van binnen ring :

τ = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * Boog B1 = 50,9 N/mm^2

$\sigma_{vlg,max}$ = $\{\sigma_b^2 + 3*\tau^2\}^{0,5}$ = 186,7 N/mm^2

< 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1{,}25$; $\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

Lassen hoeklas a = 8 mm rondom

Per mm las:

t.g.v buigspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_b * t / (1 * a * 2^{0,5}) =$ 120,3 N/mm^2

t.g.v schuifspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \pm \tau * t / (1 * a * 2^{0,5}) =$ 95,9 N/mm^2

$\sigma_{1,max} =$ 120,3 + 95,9 = 216,1 N/mm^2

$\tau_{1,max} =$ 120,3 - 95,9 = 24,4 N/mm^2

$\tau_2 = 0$

$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5} =$ 220,2 N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) =$ 220,2 / 302,2 = 0,73 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$ 216,1 / 244,8 = 0,88 < 1,0 -- Voldoet

9.1.2 - Controle capaciteit van de aansluiting - uithouder V-brace aan mast

A - Aansluiting op 56,549 m hoogte (380 kV op 51,0m)

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	511	12,0	18822	S355	355	2295451
Plaat	380,0		113411	S355	355	5387046

$M_{ip,1,Rd} = \{4,85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 32,2 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,74

$\gamma = d_0 / 2*t_0$ = 21,3

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 6,29 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 26,89 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,03 of n_p = -0,032

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,99

$M_{ip,1,Rd}$ = 400,1 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 541,7 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 21,39 / 400,1 = 0,05 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2,7 / (1 - 0,81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 163,1 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 135,05 / 163,1 = 0,83 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 736,4 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 135,05 / 163,1 = 0,83 < 1,0 -- Voldoet

B - Aansluiting op 46,5496 m hoogte (380 kV op 41m)

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	761	15,0	35167	S355	355	6434268
Plaat	380,0		113411	S355	355	5387046

$M_{ip,1,Rd} = \{4,85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 32,2 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,50

$\gamma = d_0 / 2*t_0$ = 25,4

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 65,92 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 834,81 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,37 of n_p = -0,360

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,85

$M_{ip,1,Rd}$ = 392,5 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 677,1 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 21,39 / 392,5 = 0,05 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2,7 / (1 - 0,81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 145,9 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 135,05 / 145,9 = 0,93 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 920,6 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 135,05 / 145,9 = 0,93 < 1,0 -- Voldoet

C - Aansluiting op 36,549 m hoogte (380 kV op 31,0m)

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1011	18,0	56168	S355	355	13703604
Plaat	380,0		113411	S355	355	5387046

$M_{ip,1,Rd} = \{4,85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 32,2 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,38

$\gamma = d_0 / 2*t_0$ = 28,1

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 145,31 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 2673,24 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,56 of n_p = -0,542

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,74

$M_{ip,1,Rd}$ = 390,8 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 812,5 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 21,39 / 390,8 = 0,05 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2,7 / (1 - 0,81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 157,0 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 135,05 / 157,0 = 0,86 < 1,0 -- Voldoet

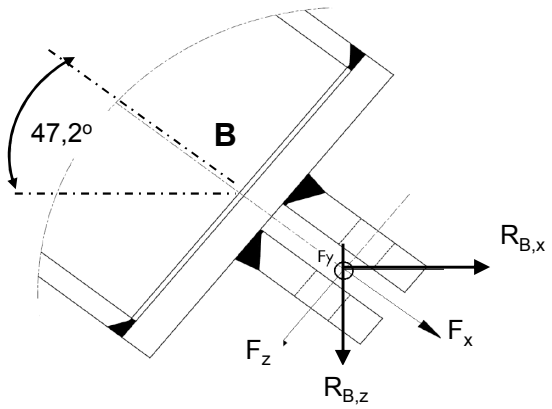
Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

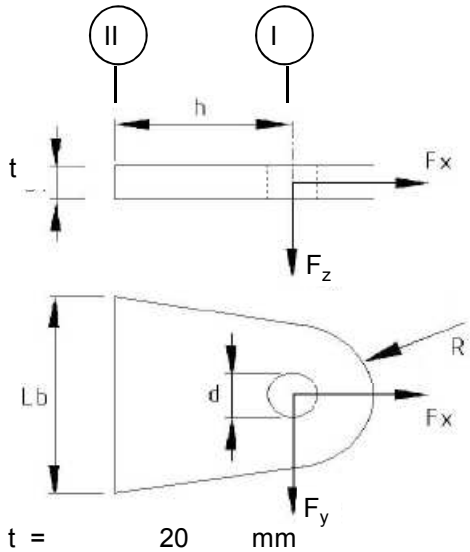
$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 1104,7 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 135,05 / 157,0 = 0,86 < 1,0 -- Voldoet

9.1.3 Berekening clips 14,5 - clips op einde buis Ø 323,9*12,5





R =	35	mm ;	t =	20	mm
Lb =	200	mm ;	d =	24	mm
h =	40	mm ;	Las =	voorbewerkt	mm

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

	$R_{X,B,Ed}$ kN	$R_{y,B,Ed}$ kN	$R_{z,B,Ed}$ kN	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (+wind (90 gr))	37,08	0,00	40,04	54,57	0,00	0,000
BG 1a - (-wind (90 gr))	19,82	0,00	21,41	29,18	0,00	0,000
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	54,86	0,00	59,24	80,74	0,00	0,000
BG 3 - (-wind (90) + ijs)	43,15	0,00	46,60	63,51	0,00	0,000
BG 1a - (+wind (45 gr))	33,25	-1,71	35,91	48,94	-1,71	0,000
BG 1a - (-wind (45 gr))	23,63	-1,71	25,51	34,77	-1,71	0,000
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	52,91	-0,37	57,13	77,87	-0,37	0,000
BG 3 - (-wind (45) + ijs)	45,09	-0,37	48,69	66,36	-0,37	0,000
BG bundelbreuk	0,00	61,64	27,57	25,78	61,64	9,762

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

$F_{Ed;max}$ = $0,5 * (F_{y,Ed}^2 + F_{x,Ed}^2)^{0,5}$ = 40,4 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 44 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	4000	mm^2	N_{Rd} = A * F_y =	947 kN
W_y =	1,33E+05	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_y * F_y =	31,6 kNm
W_z =	1,33E+04	mm^3	$M_{z,Rd}$ = W_z * F_y =	3,2 kNm
			V_{Rd} = A* F_y / $3^{0,5}$ =	546,6 kN

Maatgevend belastinggeval bundelbreuk.

Per clip:

N_{Ed} =	12,89	kN	$M_{z,Ed} = V_{z,Ed} * h$ =	0,390	kNm
$V_{z,Ed}$ =	9,76	kN	$M_{y,Ed} = V_{y,Ed} * h$ =	1,233	kNm
$V_{y,Ed}$ =	30,82	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	12,89	/	947	=	0,01	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		3,2	N/mm^2
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	1,23	/	32	=	0,04	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		9,2	N/mm^2
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	0,39	/	3,2	=	0,12	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		29,3	N/mm^2
$V_{y,Ed} / V_{y,Rd}$ =	9,76	/	547	=	0,02	< 1,0 -- Voldoet
			τ_y =		2,4	N/mm^2
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	30,82	/	547	=	0,06	< 1,0 -- Voldoet
			τ_z =		7,7	N/mm^2

$\sigma_{b,max}$ = 41,8 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 44 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

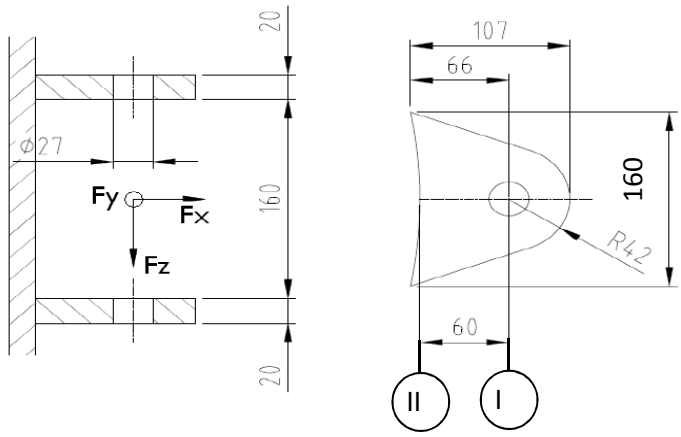
$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.1.4 - Berekening clips 15 - bevestigingspunt druk isolator



R =	42	mm	;	t =	20	mm
Lb =	160	mm	;	d =	27	mm
h =	60	mm	;	a las =	5	mm (hoeklas)

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

$F_{x,Ed}$ en $F_{y,Ed}$ worden gelijkmatig verdeeld over de bovenste en onderste clip.
$F_{z,Ed}$ wordt volledig opgenomen door de onderste clip.

	$R_{X,A,Ed}$ kN	$R_{y,A,Ed}$ kN	$R_{z,A,Ed}$ kN	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (+wind (90 gr))	49,68	0,00	-5,92	49,68	0,00	5,92
BG 1a - (-wind (90 gr))	-106,58	0,00	12,71	106,58	0,00	12,71
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	4,02	0,00	-0,48	4,02	0,00	0,48
BG 3 - (-wind (90) + ijs)	-102,03	0,00	12,17	102,03	0,00	12,17
BG 1a - (+wind (45 gr))	15,14	-10,27	-1,81	15,14	10,27	1,81
BG 1a - (-wind (45 gr))	-72,01	-10,27	8,59	72,01	10,27	8,59
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	-13,60	-2,24	1,62	13,60	2,24	1,62
BG 3 - (-wind (45) + ijs)	-84,40	-2,24	10,06	84,40	2,24	10,06
BG bundelbreuk	0,00	-1,64	-0,86	0,00	1,64	0,86

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

$F_{Ed;max}$ = $0,5 * (F_{y,Ed}^2 + F_{x,Ed}^2)^{0,5}$ = 53,3 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 47 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	3200	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	757 kN
W_y =	8,53E+04	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_y * f_y =	20,2 kNm
W_z =	1,07E+04	mm^3	$M_{z,Rd}$ = W_z * f_y =	2,5 kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	437,2 kN

Maatgevend belastinggeval BG 1a - (-wind 90 gr)

N_{Ed} =	53,29	kN	$M_{z,Ed} = V_{z,Ed} * h$ =	0,763	kNm
$V_{z,Ed}$ =	12,71	kN	$M_{y,Ed} = V_{y,Ed} * h$ =	0,000	kNm
$V_{y,Ed}$ =	0,00	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} = 53,29 / 757 = 0,07 < 1,0 -- Voldoet
σ_N = 16,7 N/mm^2

$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ = 0,76 / 2,5 = 0,30 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_{b,z}$ = 71,5 N/mm^2

$V_{y,Ed} / V_{y,Rd}$ = 12,71 / 437 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet
τ_y = 4,0 N/mm^2

$\sigma_{max} = \sigma_{b,z} + \sigma_N$ = 88,1 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 88 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{las} / (L_{las} * a * 2^{0,5})$ L_{las} = 160 mm
a = 5 mm

$F_{las} = N_{Ed} / 2 + M_{z,Ed} / (t + 2*a / 3)$

F_{las} = 26,6 + 32,7 = 59,3 kN

σ_1 = 52,4 N/mm^2
τ_1 = 52,4 N/mm^2
$\tau_2 = 0$
$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 104,9 N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$= 104,9 / 302,2 = 0,35 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ 52,4 / 244,8 = 0,21 < 1,0 -- Voldoet

9.1.5 - Berekening deling van de steunarm

Deling op één meter afstand van de mast

Afstand tot schanierpunt = 2191 - 1000 = 1191 mm

N_{Ed}	$V_{y,Ed}$	$V_{z,Ed}$	$M_{x,Ed}$	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$
kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
25,78	61,64	9,76	49,88	11,63	73,41

$M_{Ed} = (M_{y,Ed}^2 + M_{z,Ed}^2)^{0,5} =$ 74,3 kNm

$V_{Ed} = (V_{y,Ed}^2 + V_{z,Ed}^2)^{0,5} =$ 62,4 kN

Verbinding met 8 bouten M24 - 8,8 : $F_{t,Rd} =$ 203,3 kN
$F_{v,Rd} =$ 135,6 kN

diameter Stc : 390 mm
uitwendige diameter flens : 450 mm
flensdikte 20 mm
Materiaal - S 355 ; $f_y = 355 / \gamma_{m;extra}$ 237 N/mm^2

$F_{v,Ed} = V_{Ed} / n + 2 * M_{x,Ed} / n * d_{stc} =$ 39,8 kN

$F_{t,Ed} = M_{Ed} * a / I_p + N_{Ed} / n =$ 98,5 kN

$F_{t,Ed} / F_{t,Rd} =$ 98,51 / 203 = 0,48 < 1,0 -- Voldoet

$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} =$ 39,78 / 136 = 0,29 < 1,0 -- Voldoet

$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4.F_{t,Rd}$ = 0,64 < 1,0 -- Voldoet

Controle flens:

$t_{flens} =$ 20,00 mm
$L_{eff} = \min(p ; 4*m + 1,25*e ; 2*\pi*m) =$ 153,2 mm
m = 27,4 mm
n = 30,0 mm

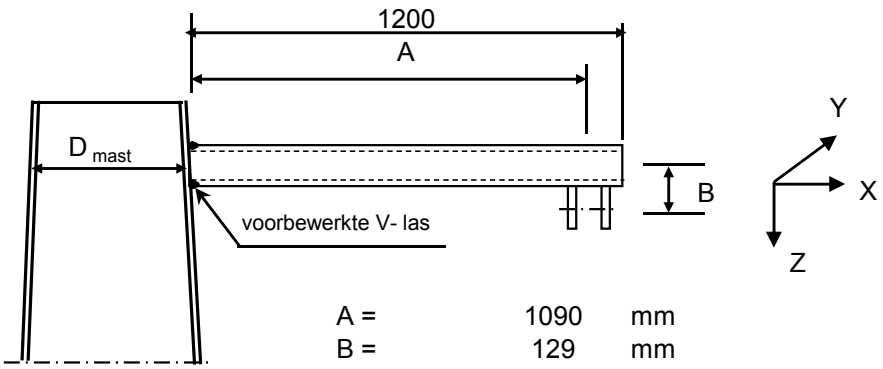
$M_{pl} = (1/4) * L_{eff} * t_{fl}^2 * f_y =$ 3624613 Nmm

Bezwijkvorm 1 : $F_{t,Rd} = 2 * M_{pl} / m =$ 264,6 kN
Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Rd} = (M_{pl} + n * F_{t,Rd,b}) / (m + n) =$ 169,4 kN
Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Rd} = F_{t,Rd,b} =$ 203,3 kN

$F_{t,Rd,min} =$ 169,4 kN

$F_{t,Ed} / F_{t,Rd,min} =$ 0,58 < 1,0 -- Voldoet

9.2 - Berekening draagarm bliksemdraad



A =	1090	mm
B =	129	mm
D_{mast} =	505	mm
t_{mast} =	12	mm
Hoogte:	56,784	m

Buisgegevens

Buis Ø168,3 * 8 - S355 ;

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

A =	4029	mm^2	$N_{Ed} = A * f_y$ =	953	kN
$W_y = W_z$ =	1,54E+05	mm^3	$M_{y,Ed} = W_y * f_y$ =	36,5	kNm
W_x =	3,08E+05	mm^3	$M_{z,Ed} = W_z * f_y$ =	36,5	kNm
			$M_{x,Ed} = W_x * f_y / 3^{0,5}$ =	42,1	kNm
			$V_{Rd} = 0,5*A* f_y / 3^{0,5}$ =	275,2	kN

Belastingen : Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 V10,0 - Appendix Q

	AHEAD			BACK		
	F_x	F_y	F_z	F_x	F_y	F_z
	N	N	N	N	N	N
BG 1a - (+wind (90 gr))	7398	42270	2228	7398	-42270	2228
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	8678	68065	9247	8678	-68065	9247
BG 1a - (+wind (45 gr))	3719	27068	2227	4308	-29443	2227
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	5332	62378	9245	5860	-63049	9245

F_x = Transverse kracht

F_y = Longitudinale kracht

F_z = Verticale kracht

	$F_{x,Ed}$	$F_{y,Ed}$	$F_{z,Ed}$	$M_{x,Ed}$	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
BG 1a - (+wind (90 gr))	14,796	0	4,456	0,00	6,77	0,00
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	17,356	0	18,494	0,00	22,40	0,00
BG 1a - (+wind (45 gr))	8,027	2,375	4,454	0,31	5,89	2,59
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	11,192	0,671	18,49	0,09	21,60	0,73

$M_{x,Ed} = F_{y,Ed} * B$

$M_{y,Ed} = F_{z,Ed} * A \pm F_{x,Ed} * B$; $M_{y,Ed,max} = F_{z,Ed} * A + F_{x,Ed} * B$

$M_{z,Ed} = F_{y,Ed} * A$

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - (wind 90 gr + ijs)

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 22,40 / 36 = 0,61 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 145,3 N/mm^2

N_{Ed} / N_{Rd} = 17,36 / 953 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 4,3 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 18,49 / 275 = 0,07 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 9,2 N/mm^2

Maximale spanning

σ_{max} = 145,3 + 4,3 = 149,6 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z + 3*\tau^2_w)^{0,5}$

σ_{vlg} = 150 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Buis 168,3*8 :

Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.2.1 - Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	505,4	12,0	18601	S355	355	2241249
1	168,3	8,0	4029	S355	355	154162

$M_{ip,1,Rd} = \{4,85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 90 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,33

$\gamma = d_0 / 2*t_0$ = 21,1

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 6,29 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 26,89 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,03 of n_p = -0,033

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,99

$M_{ip,1,Rd}$ = 42,1 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 46,4 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 22,40 / 42,1 = 0,53 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2,7 / (1 - 0,81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 21,0 kNm

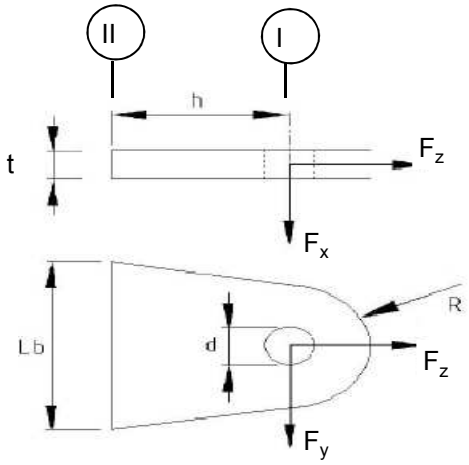
Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 46,4 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 2,59 / 21,0 = 0,12 < 1,0 -- Voldoet

9.2,2 - Berekening clip bliksemdraad (clip 5.4)



R =	42	mm	;	t =	20	mm
Lb =	120	mm	;	d =	27	mm
h =	78	mm	;	a las =	5	mm (hoeklas)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (+wind (90 gr))	14,80	0,00	4,46
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	17,36	0,00	18,49
BG 1a - (+wind (45 gr))	8,03	2,38	4,45
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	11,19	0,67	18,49

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $0,5 * (F_{y,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2)^{0,5}$ = 9,3 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 8 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	2400	mm^2	$N_{Rd} = A * f_y$ =	568 kN
W_x =	4,80E+04	mm^3	$M_{x,Rd} = W_x * f_y$ =	11,4 kNm
W_y =	8,00E+03	mm^3	$M_{y,Rd} = W_y * f_y$ =	1,9 kNm
			$V_{Rd} = A* f_y / 3^{0,5}$ =	327,9 kN

Maatgevend BG 3 - (wind 90 gr. + ijs)

N_{Ed} =	9,25	kN	$M_{y,Ed} = V_{x,Ed} * h$ =	0,677	kNm
$V_{x,Ed}$ =	8,68	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	9,25	/	568	=	0,02	< 1,0	-- Voldoet
			σ_N =		3,9	N/mm^2	
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	0,68	/	1,9	=	0,36	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		84,6	N/mm^2	
$V_{x,Ed} / V_{x,Rd}$ =	8,68	/	328	/	0,03	< 1,0	-- Voldoet
			τ_x =		3,6	N/mm^2	

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = ((\sigma_{b,y} + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 89 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{las} / (L_{las} * a * 2^{0,5})$ L_{las} = 120 mm

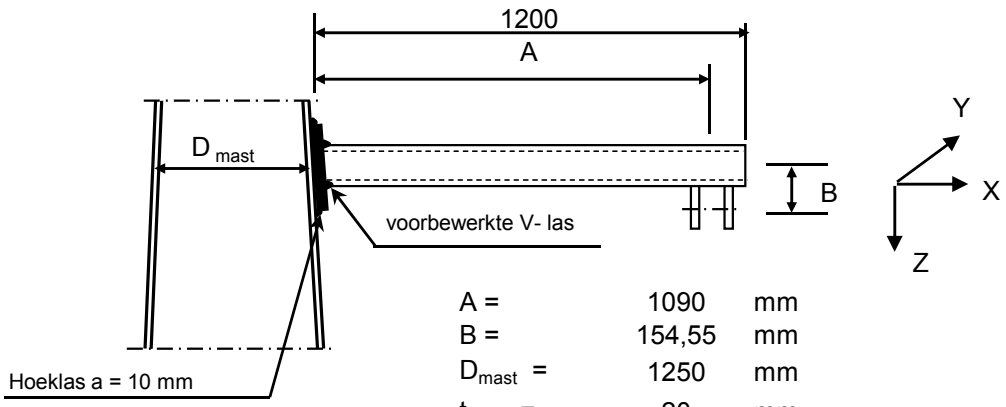
a = 5 mm

$F_{las} = N_{Ed} / 2 + M_{y,Ed} / (t + 2*a / 3)$

F_{las} = 4,6 + 29,0 = 33,6 kN

σ_1 =					39,6	N/mm^2	
τ_1 =					39,6	N/mm^2	
τ_2 = 0							
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$			=	79,3	N/mm^2	
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	79,3	/	302,2	=	0,26	< 1,0	-- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	39,6	/	244,8	=	0,16	< 1,0	-- Voldoet

9.3 - Berekening draagarm "Retourstroomgeleider"



A =	1090	mm
B =	154,55	mm
D_{mast} =	1250	mm
t_{mast} =	20	mm
Hoogte:	27	m

Buisgegevens

Buis Ø219,1 * 8 - S355 ;

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

A =	5306	mm^2	$N_{Ed} = A * f_y$ =	1256	kN
$W_y = W_z$ =	2,70E+05	mm^3	$M_{y,Ed} = W_y * f_y$ =	63,9	kNm
W_x =	5,40E+05	mm^3	$M_{z,Ed} = W_z * f_y$ =	63,9	kNm
			$M_{x,Ed} = W_x * f_y / 3^{0,5}$ =	73,8	kNm
			$V_{Rd} = 0,5*A* f_y / 3^{0,5}$ =	362,5	kN

Belastingen : Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 V10,0 - Appendix Q

	AHEAD			BACK		
	F_x	F_y	F_z	F_x	F_y	F_z
	N	N	N	N	N	N
BG 1a - (+wind (90 gr))	10456	67128	4620	10456	-67128	4620
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	13366	129367	18679	13366	-129367	18679
BG 1a - (+wind (45 gr))	5531	47908	4618	6308	-50647	4618
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	8939	123915	18677	9640	-124532	18677

F_x = Transverse kracht

F_y = Longitudinale kracht

F_z = Verticale kracht

	$F_{x,Ed}$	$F_{y,Ed}$	$F_{z,Ed}$	$M_{x,Ed}$	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
BG 1a - (+wind (90 gr))	20,912	0	9,24	0,00	13,30	0,00
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	26,732	0	37,358	0,00	44,85	0,00
BG 1a - (+wind (45 gr))	11,839	2,739	9,236	0,42	11,90	2,99
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	18,579	0,617	37,354	0,10	43,59	0,67

$M_{x,Ed} = F_{y,Ed} * B$

$M_{y,Ed} = F_{z,Ed} * A \pm F_{x,Ed} * B$; $M_{y,Ed,max} = F_{z,Ed} * A + F_{x,Ed} * B$;

$M_{z,Ed} = F_{y,Ed} * A$

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - (wind 90 gr + ijs)

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 44,85 / 64 = 0,70 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 166,0 N/mm^2

N_{Ed} / N_{Rd} = 26,73 / 1256 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 5,0 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 37,36 / 362 = 0,10 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 14,1 N/mm^2

Maximale spanning

σ_{max} = 166,0 + 5,0 = 171,1 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z + 3*\tau^2_w)^{0,5}$

σ_{vlg} = 173 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

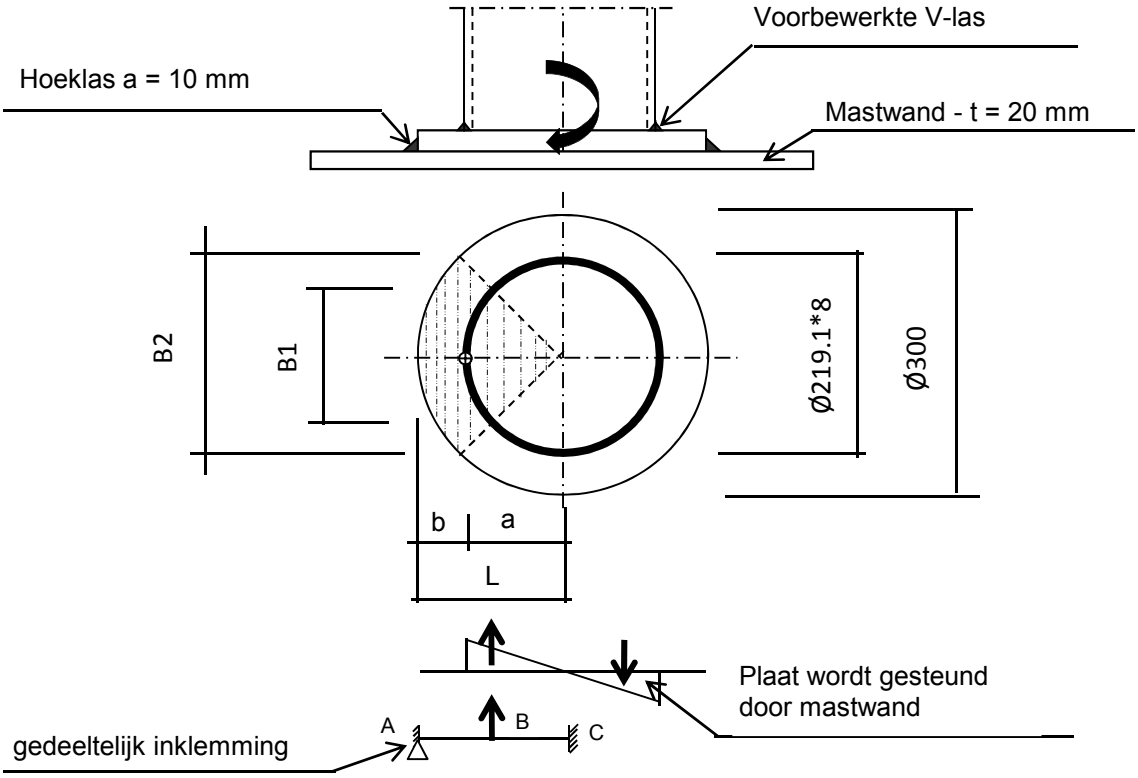
$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Buis 219,1*8 aan de versterkingsplaat
Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

Berekening versterkingsplaat



Plaat rond	300	*	20	- S355		
Buis Ø219,1 * 8 - S355 ;				A =	5306	mm^2
				W =	270163	mm^3
				I =	29596329	mm^4
				R =	110	mm

Hoeklas a= 10,0 mm

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Maatgevend belasting

M_{Ed} = 44,9 kNm

$F_{Ed} = [((M_{Ed} * R_{buis} / I) * (1+\cos 45^o))/2] * (A_{buis} / 4)$

F_{Ed} = 188,0 kN

a = R_{buis} = 109,6

b = R_{pl} - a = 40,5

B1 =	154,9	mm ;	Boog B1 =	172	mm
B2 =	212,1	mm ;	Boog B2 =	236	mm

Percentage inklemming = a_{las} / t_{pl} = 50,0%

Percentage vrij oplegging = 50,0%

Volledig opleggingg:

$M_{A;Ed}$ = 0 0,00 kNm

$M_{B;Ed}$ = (F_{Ed} * b/2)*(2 - 3*b/L + b^3/L^3) = 4,60 kNm

$R_{A;Ed}$ = (F_{Ed} * a^2 / 2.L^3)* (b + 2.L) = 113,8 kN

Volledig inklemming:

$M_{A;Ed}$ = (F_{Ed} * b * a^2 / L^2) = 4,06 kNm

$M_{B;Ed}$ = (2 * F_{Ed} * a^2 * b^2 / L^3) = 2,19 kNm

$R_{A;Ed}$ = F_{Ed} * $(a / L)^2$ * (1 + 2* b / L) = 154,3 kN

Gedeeltelijk inklemming:

$M_{A;Ed}$ =	0,0	*	50,0%	+	4,1	*	50,0%	=	2,03	kNm
$M_{B;Ed}$ =	4,6	*	50,0%	+	2,2	*	50,0%	=	3,39	kNm
$R_{A;Ed}$ =	113,8	*	50,0%	+	154,3	*	50,0%	=	134,0	kN

$M_{A;Rd}$ = ((1/4) * t_{pl}^2 * Boog B2 * 355 / 1,5) / 10^{-6} = 5,58 kNm

$M_{B;Rd}$ = ((1/4) * t_{pl}^2 * Boog B1 * 355 / 1,5) / 10^{-6} = 4,07 kNm

$M_{A,Ed}$ / $M_{A,Rd}$ = 2,03 / 5,58 = 0,36 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,A}$ = 86,1 N/mm^2

$M_{B,Ed}$ / $M_{B,Rd}$ = 3,39 / 4,07 = 0,83 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,B}$ = 197,3 N/mm^2

Ter plaatse van buiten ring:

V_{Ed} = 134,0 kN

τ = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * Boog B2 = 28,4 N/mm^2

Ter plaatse van binnen ring :

τ = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * Boog B1 = 38,9 N/mm^2

$\sigma_{vlg,max}$ = $\{\sigma_b^2 + 3*\tau^2\}^{0,5}$ = 208,5 N/mm^2

< 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M$ * wortel(3))

γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen hoeklas a = 10 mm rondom

Per mm las:

t.g.v buigspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_b * t / (1 * a * 2^{0,5})$ = 121,7 N/mm^2

t.g.v schuifspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \pm \tau * t / (1 * a * 2^{0,5})$ = 40,2 N/mm^2

$\sigma_{1,max}$ =	121,7	+	40,2	=		161,9	N/mm^2
$\tau_{1,max}$ =	121,7	-	40,2	=		81,5	N/mm^2
$\tau_2 = 0$							
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$			=		214,8	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=			214,8	/	302,2 =	0,71	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$			161,9	/	244,8 =	0,66	< 1,0 -- Voldoet

9.3.1 - Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1250,0	20,0	77283	S355	355	23390527
Plaat	300,0		70686	S355	355	2650719

$M_{ip,1,Rd} = \{4,85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 90 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,24

$\gamma = d_0 / 2*t_0$ = 31,3

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 250,57 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 5307,19 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,65 of n_p = -0,630

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,68

$M_{ip,1,Rd}$ = 125,6 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 246,0 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 44,85 / 125,6 = 0,36 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2,7 / (1 - 0,81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 64,7 kNm

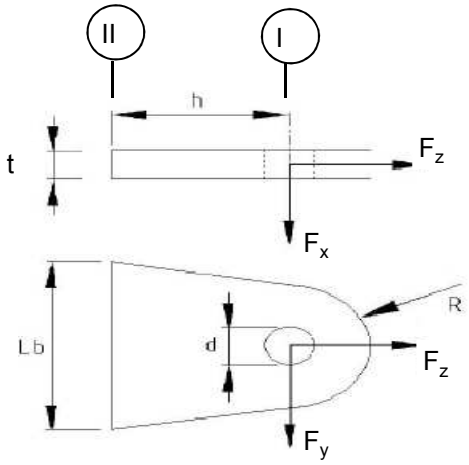
Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d_{21} / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 246,0 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 2,99 / 64,7 = 0,05 < 1,0 -- Voldoet

9.3.2 - Berekening clip draagarm Passieve Loop geleider (clip 5.4)



R =	42	mm	;	t =	20	mm
Lb =	120	mm	;	d =	27	mm
h =	62	mm	;	a las =	5	mm (hoeklas)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (+wind (90 gr))	20,91	0,00	9,24
BG 3 - (+wind (90) + ijs)	26,73	0,00	37,36
BG 1a - (+wind (45 gr))	11,84	2,74	9,24
BG 3 - (+wind (45) + ijs)	18,58	0,62	37,35

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $0,5 * (F_{y,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2)^{0,5}$ = 18,7 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 16 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	2400	mm^2	$N_{Rd} = A * f_y$ =	568 kN
W_x =	4,80E+04	mm^3	$M_{x,Rd} = W_x * f_y$ =	11,4 kNm
W_y =	8,00E+03	mm^3	$M_{y,Rd} = W_y * f_y$ =	1,9 kNm
			$V_{Rd} = A* f_y / 3^{0,5}$ =	327,9 kN

Maatgevend BG 3 - (wind 90 gr. + ijs)

N_{Ed} =	18,68	kN	$M_{y,Ed} = V_{z,Ed} * h$ =	0,829	kNm
$V_{z,Ed}$ =	13,37	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	18,68	/	568	=	0,03	< 1,0	-- Voldoet
			σ_N =		7,8	N/mm^2	
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	0,83	/	1,9	=	0,44	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		103,6	N/mm^2	
$V_{x,Ed} / V_{x,Rd}$ =	13,37	/	328	/	0,04	< 1,0	-- Voldoet
			τ_z =		5,6	N/mm^2	

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = ((\sigma_{b,y} + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2_x)^{0,5}$

σ_{vlg} = 112 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{las} / (L_{las} * a * 2^{0,5})$ L_{las} = 120 mm

a = 5 mm

$F_{las} = N_{Ed} / 2 + M_{y,Ed} / (t + 2*a / 3)$

F_{las} = 9,3 + 35,5 = 44,9 kN

σ_1 = 52,9 N/mm^2

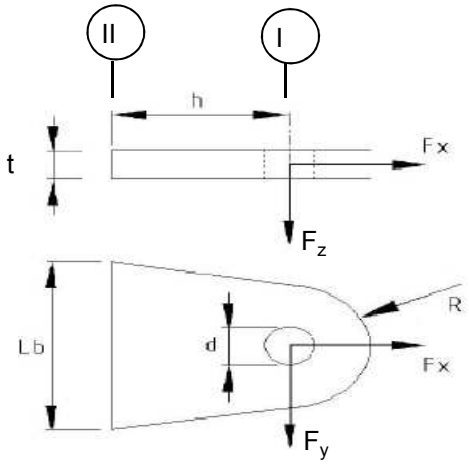
τ_1 = 52,9 N/mm^2

$\tau_2 = 0$

$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 105,7 N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	105,7	/	302,2	=	0,35	< 1,0	-- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	52,9	/	244,8	=	0,22	< 1,0	-- Voldoet

9.4 - Berekening Clip 17 - t.b.v installatie geleiders (op 0,5m hoogte)



R =	55	mm	;	t =	20	mm
Lb =	110	mm	;	d =	27	mm
h =	55	mm	;	las :	Voorbeverklte K-las	

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 60 kN	42,43	42,43	0,00
of	0,00	60,00	

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{y,Ed}^2 + F_{x,Ed}^2)^{0,5}$ = 60,0 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 36 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	2200	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	521	kN
W_y =	4,03E+04	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_y * f_y =	9,5	kNm
W_z =	7,33E+03	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_z * f_y =	1,7	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	300,6	kN

N_{Ed} =	42,43	kN	$M_{y,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =	2,333	kNm
$V_{y,Ed}$ =	42,43	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} = 42,43 / 521 = 0,08 < 1,0 -- Voldoet
σ_N = 19,3 N/mm^2

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 2,33 / 10 = 0,24 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_{b,y}$ = 57,9 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 42,43 / 301 = 0,14 < 1,0 -- Voldoet
τ_y = 19,3 N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 19,3 + 57,9 } = 77,1 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 84 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

N_{Ed} = 0,00 kN
$V_{y,Ed}$ = 60,00 kN

$M_{y,Ed} = V_{y,Ed} * h$ = 3,300 kNm

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 3,30 / 10 = 0,35 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_{b,y}$ = 81,8 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 60,00 / 301 = 0,20 < 1,0 -- Voldoet
τ_y = 27,3 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 94 N/mm^2 < 230 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Voorbewerkte K- las met volledige doorsnede doorlassen

9.4.1 - Controle capaciteit van de aansluiting

Plaats van de aansluiting ; 0,5m boven voetplaat

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1912,5	22,0	130662	S355	355	61052011
clip	110,0	20,0	2200	S355	355	40333

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,06 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,06

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 540,7 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 14824,9 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,70 of $n_p =$ -0,672

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,65

$N_{1,Rd} =$ 375,4 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 42,43 / 375,4 = 0,11 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 41,3 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 2,33 / 41,3 = 0,06 < 1,0 -- Voldoet

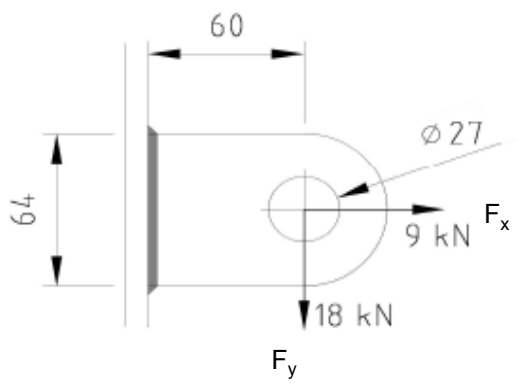
Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 42,43 kN ; $M_{1,Ed} =$ 2,333 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 1543 N/mm'
$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 6012 N/mm' ---> voldoet

9.5 - Berekening clip hulprail - clip 8



R =	32	mm	;	t =	20	mm
Lb =	64	mm	;	d =	27	mm
h =	60	mm	;	a las =	5	mm - hoeklas

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

$F_{x,Ed}$	$F_{y,Ed}$	$F_{z,Ed}$
kN	kN	kN
9,00	18,00	0,00

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{y,Ed}^2 + F_{y,Ed}^2)^{0,5}$ = 20,1 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 27 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	1280	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	303	kN
W_y =	1,37E+04	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_y * f_y =	3,2	kNm
W_z =	4,27E+03	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_z * f_y =	1,0	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	174,9	kN
N_{Ed} =	9,00	kN	$M_{y,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =	1,080	kNm
$V_{y,Ed}$ =	18,00	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	9,00	/	303	=	0,03	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		7,0	N/mm^2
$M_{y,Ed}$ / $M_{y,Rd}$ =	1,08	/	3	=	0,33	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		79,1	N/mm^2
$V_{z,Ed}$ / $V_{z,Rd}$ =	18,00	/	175	=	0,10	< 1,0 -- Voldoet
			τ_y =		14,1	N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 7,0 + 79,1 } = 86,1 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 90 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a = 5 mm t = 20 mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{max} * t / (2 * a)$

σ_1 = 121,8 N/mm^2

τ_1 = 121,8 N/mm^2

τ_2 = 0 28,1 N/mm^2

$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 248,4 N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$= 248,4 / 302,2 = 0,82 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ 121,8 / 244,8 = 0,50 < 1,0 -- Voldoet

9.5.1 - Controle capaciteit van de aansluiting

Clip op 29.987 meter hoogte - (diameter buis maximum)

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1175,3	18,0	65445	S355	355	18649855
clip	64,0	20,0	1280	S355	355	13653

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,05 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,05

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 217,4 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 4421,0 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,68 of $n_p =$ -0,658

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,66

$N_{1,Rd} =$ 256,2 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 9,00 / 256,2 = 0,04 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 16,4 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 1,08 / 16,4 = 0,07 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 9,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 1,080 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 1723 N/mm'
$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 4919 N/mm' ---> voldoet

Clip op 49,987 m hoogte -(wanddikte buis minimum / diameter maximum)

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	675,3	12,0	25007	S355	355	4074549
1	64,0	20,0	1280	S355	355	13653

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,09 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,09

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 53,1 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 512,4 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,36 of $n_p =$ -0,348

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,85

$N_{1,Rd} =$ 148,8 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 9,00 / 148,8 = 0,06 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 9,5 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 1,08 / 9,5 = 0,11 < 1,0 -- Voldoet

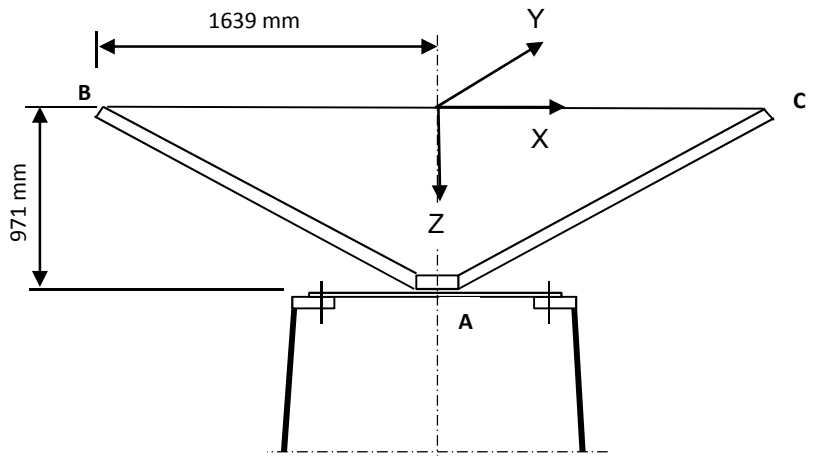
Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 9,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 1,080 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 1723 N/mm'
$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 3279 N/mm' ---> voldoet

9.6 - Ondersteuning hijsbalk op de top van de mast



Buis rond 500 * 12

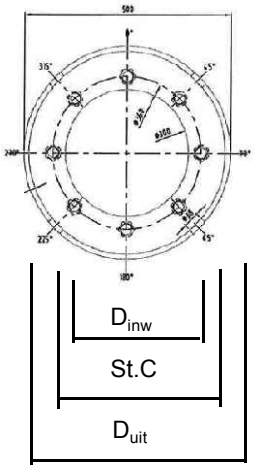
Afstand aangrijpingspunt tot as =	1639	mm
Hoogte aangrijpingspunt boven ring =	971	mm
Verticale belasting $F_{z,Ed}$ =	35	kN
Horizontale belasting $F_{x,Ed}$ = $F_{y,Ed}$ =	15	kN

	BG 1	BG 2	BG 3	BG 4
$F_{z;B,Ed}$	35	35	35	35
$F_{z;c,Ed}$	35	0	35	0
$F_{x;B,Ed}$	15	15	0	0
$F_{x;c,Ed}$	15	0	0	0
$F_{y;B,Ed}$	0	0	15	15
$F_{y;c,Ed}$	0	0	-15	0

Verticaal:	$R_{z;A}$ (kN)	70	35	70	35
Horizontaal:	$R_{x(y);A}$ (kN)	30	15	0	0
Moment:	$M_{y(x);A}$ (kNm)	29,13	71,93	0	57,365
Wringing:	$M_{z;A}$ (kNm)	0	0	49,17	24,585

Ringgegevens ;

D-uitwendig	500	mm
D-inwendig	300	mm
StC	360	mm
plaat dikte t =	30	mm
Staalkwaliteit S-355; f_y =	355	N/mm^2
Aantal bouten	8	
BoutenM24 - 8,8		



M24 -8,8 :	$F_{t,Rd}$ =	203,03	/ 1,5	=	135,4 kN
	$F_{v,Rd}$ =	135,36	/ 1,5	=	90,2 kN

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

controle bouten

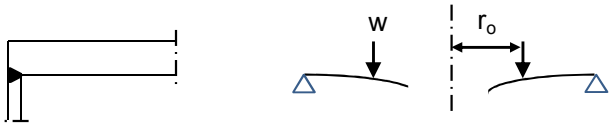
	BG 1	BG 2	BG 3	BG 4	
$F_{t,Ed}$ - kN	31,7	95,5	0,0	75,3	
$F_{v,Ed}$ - kN	3,8	1,9	34,1	17,1	
$F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$ =	0,23	0,71	0,00	0,56	< 1 ; voldoet
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$ =	0,04	0,02	0,38	0,19	< 1 ; voldoet
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 * F_{t,Rd}$ =	0,21	0,52	0,38	0,59	< 1 ; voldoet

Controle ring :

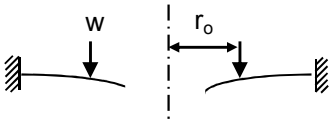
maatgevend belastinggeval : BG2.

Ten gevolge van verticale belasting ; F_z = 35 kN

Voor de formule zie: Roark's formulas for stress & strain - Tabel 11,2 - 1



Voor de formule zie: Roark's formulas for stress & strain - Tabel 11,2 - 1e



De ring wordt ondersteunt door buis met een las gelijk aan de dikte van de buis.

Verdeling van belasting:

Percentage inklemming (tabel 11,2-1e) = t_{buis} / t_{pl} = 40,0%

Percentage vrij oplegging = 60,0%

W =	35,0	kN			
$w_{(ro)}$ =	31	N/mm'	ν =	0,3	
a =	250	mm	E =	210000	N/mm^2
b =	150	mm	f_y =	237	N/mm^2
r_o =	180	mm			

$D = E.t^3 / 12.(1-\nu^2)$ = 519230769

$C_1 = 0,5.(1+\nu).((b/a).\ln(a/b)) + 0,25.((1-\nu).((a/b)-(b/a))$ = 0,3859

$C_4 = 0,5.[(1+\nu).(b/a).+ (1-\nu).(a/b)]$ = 0,9733

$C_7 = 0,5.(1-\nu^2).((a/b)-(b/a))$ = 0,4853

$L_3 = (r_o/4a).\{[(r_o/a)^2+1].\ln(a/r_o) + (r_o/a)^2 -1\}$ = 0,0031

$L_6 = (r_o/4a).[(r_o/a)^2 -1+ 2.\ln(a/r_o)]$ = 0,0316

$L_9 = (r_o/a).\{ 0,5*(1+\nu).\ln(a/r_o) +0,25*(1-\nu).[1 - (r_o/a)^2]\}-$ = 0,2144

$F_7 = 0,5.(1-\nu^2).((r/b)-(b/r))$; en voor $r = r_o$ = 0,1668

$\theta_b = w . a^2 . L_6 / D. C_4$ = 0,0001

M_{ra} =percentage inkl. * $w . a (L_9 - C_7 . L_6 / C_4)$ = 615 Nmm/mm'

$Q_a = w \cdot r_o / a$ = 22 N/mm'

Ten gevolge van moment ; $M_{y;Ed}$ = 71,93 kNm

$w = F_{bout,max} / (2 * \pi * r_o / n_{bout})$

$w = (4*M_{y,Ed}*1000 / (360 * 8)) / (2\pi * 180 / 8)$ = 707 N/mm'

M_{ra} =percentage inkl. * $w \cdot a (L_9 - C_7 \cdot L_6 / C_4)$ = 14040 Nmm/mm'

$M_{ra;max,Ed}$ = 14655 Nmm/mm'

$Q_a = w \cdot r_o / a$ = 509 N/mm'

Q_{amax} = 531

$M_{Rd} = (1/6) * 1 * t^2 * f_y$ = 35500 Nmm/mm'

M_{Ed} / M_{Rd} = 14655 / 35500 = 0,41 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 97,7 N/mm^2

$\tau_z = w_{tot} / t$ = 531 / 30 = 17,70 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 102 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanning in de buis

Buis Ø500 * 12 - S355 ;

A = 18397 mm^2 $N_{Ed} = A * f_y$ = 6531 kN

$W_y = W_z$ = 2,19E+06 mm^3 $M_{y,Ed} = W_y * f_y$ = 778,1 kNm

N_{Ed} = 35 kN

$M_{y,Ed}$ = 71,93 kNm

N_{Ed} / N_{Rd} = 35,00 / 6531 = 0,01 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 1,9 N/mm^2

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 71,93 / 778 = 0,09 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 32,8 N/mm^2

σ_{max} = 34,7 N/mm^2

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

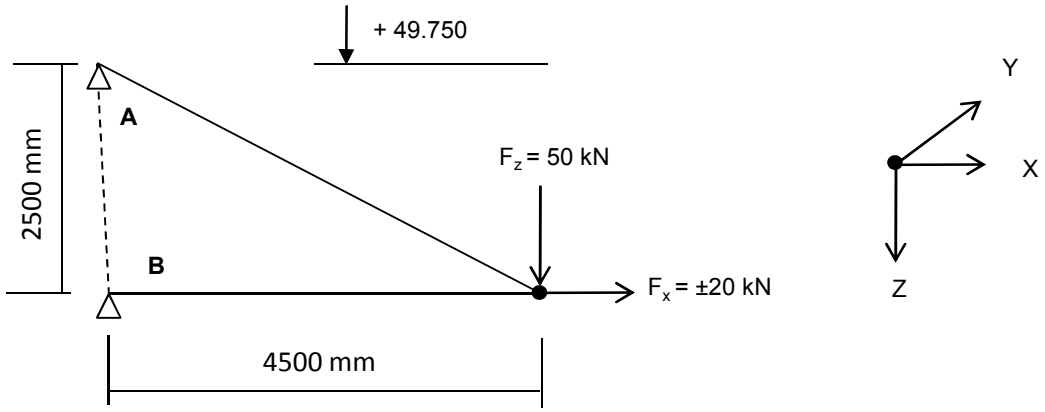
Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

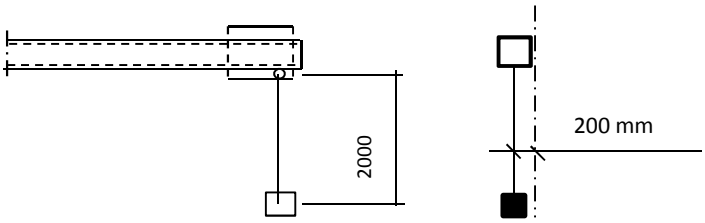
Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.7 - Berekening clips voor 4,5m hijsbalk

9.7.1 - Hijsbalk op 55,75 / 53,25



Excenticiteit van de verticale last is 200 mm



Ten gevolge van excentriciteit :

$F_{y;Ed} = F_{z;Ed} * \tan\alpha$; $\alpha = 5{,}7^o$

Speling t.p.v. verbinding is 2 mm over 82 mm.
De verplaatsing t.p.v. last is δ = 2*4500 / 82 = 110 mm

α = boogtan ((200-110) / 2000 = 2,6^o

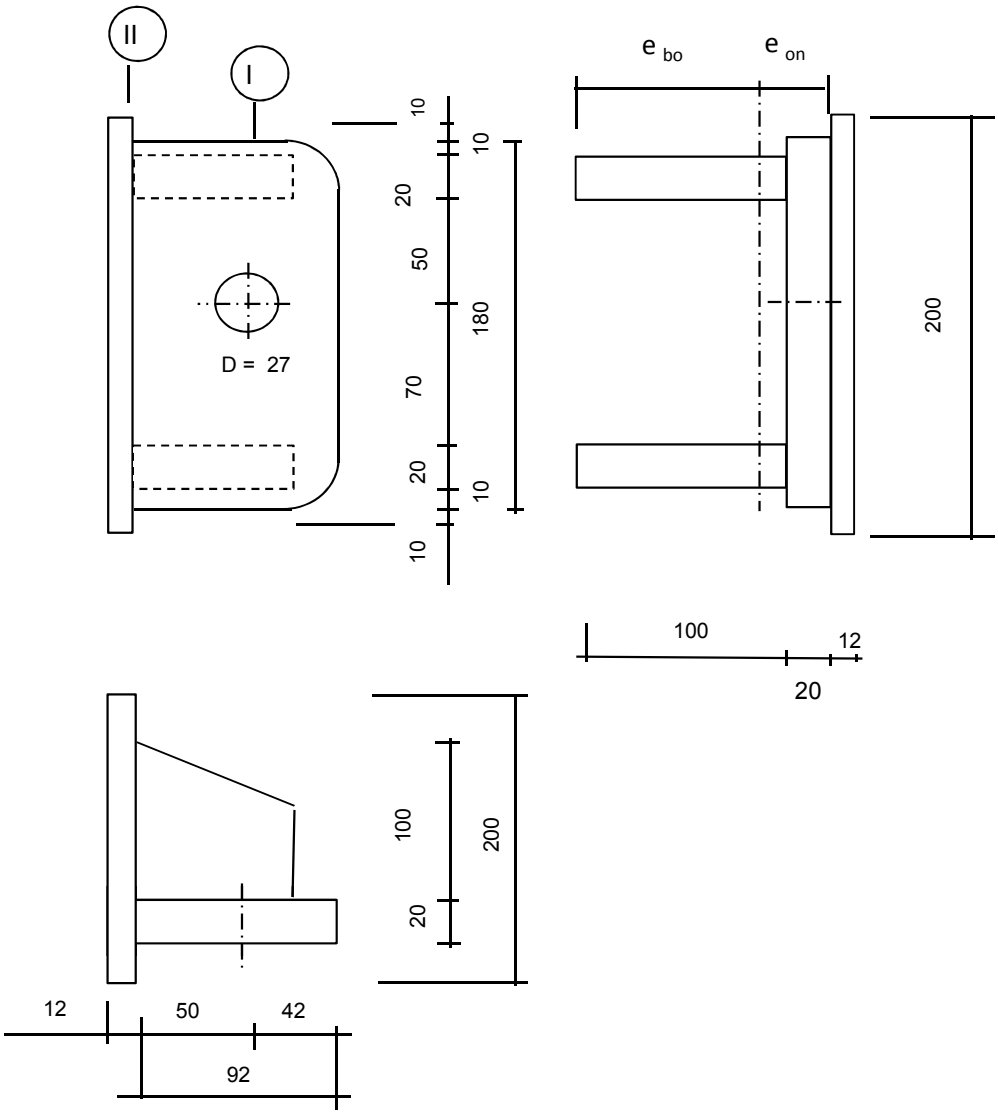
$F_{y;Ed}$ = 2,3 kN

$R_{z,Ed,A}$ =	-50	kN	$R_{z,Ed,B}$ =	0	kN
$R_{x,Ed,A}$ =	-90	kN	$R_{x,Ed,B}$ =	70	kN
$M_{z,Ed,A}$ =	4,03	kNm	$M_{z,Ed,B}$ =	6,12	kNm

of

$R_{z,Ed,A}$ =	-50	kN	$R_{z,Ed,B}$ =	0	kN
$R_{x,Ed,A}$ =	-90	kN	$R_{x,Ed,B}$ =	110	kN
$M_{z,Ed,A}$ =	4,03	kNm	$M_{z,Ed,B}$ =	6,12	kNm

9.7.1.1 - Berekening clip



R =	42	mm ;	t =	20	mm
Lb =	180	mm ;	d =	27	mm
h =	50	mm ;	a las :	5	mm (hoeklas)

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

A =	7600	mm^2			
I_y =	9,85E+06	mm^4 ;	W_y =	1,09E+05	mm^3
e_o =	41,58	mm ;	$W_{z,min}$ =	1,31E+05	mm^3
e_b =	78,42	mm ;	$W_{z,max}$ =	2,47E+05	mm^3
I_z =	1,03E+07	mm^4 ;			

$N_{Rd} = A * f_y$ =	1799	kN
$M_{y,Rd} = W_y * f_y$ =	25,9	kNm
$M_{z,Rd} = W_z * f_y$ =	31,0	kNm
$V_{Rd} = L_b * t * f_y / 3^{0,5}$ =	491,9	kN

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

$F_{x,Ed}$	$F_{z,Ed}$
kN	kN
90,00	50,00
0,00	110,00

Per clip: $F_{Ed;max} = (F_{z,Ed}^2 + F_{x,Ed}^2)^{0,5} =$ 110,0 kN

$\tau_{toel} = (355 / 1,5) / 3^{0,5} =$ 137 N/mm^2

$\tau = F_{Ed,max} / (2 *(t * (R - d/2)) =$ 96 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

$N_{Ed} =$ 90,00 kN

$V_{z,Ed} =$ 50,00 kN

$M_{y,Ed} = V_{z,Ed} * h + N_{Ed} * e =$ 3,4 kNm (e = 10 mm)

$M_{z,Ed} = 8,94 + N_{Ed} * (e_o - t/2)$ 6,87 kNm

$N_{Ed} / N_{Rd} =$	90,00	/	1799	=	0,05	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_N =$		11,8	N/mm^2
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd} =$	3,40	/	26	=	0,13	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y} =$		31,1	N/mm^2
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd} =$	6,87	/	31	=	0,22	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,z} =$		52,5	N/mm^2
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd} =$	50,00	/	492	=	0,10	< 1,0 -- Voldoet
			$\tau_y =$		13,9	N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max} = \{ 11,8 + 24,2 + 52,5 \} = 88,5$ N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

$\sigma_{vlg} =$ 92 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

$N_{Ed} =$ 110,00 kN

$V_{z,Ed} =$ 0,00 kN

$M_{y,Ed} = V_{z,Ed} * h + N_{Ed} * e =$ 1,1 kNm (e = 10 mm)

$M_{z,Ed} = 13,56 + N_{Ed} * (e_o - t/2)$ 9,59 kNm

$N_{Ed} / N_{Rd} =$	110,00	/	1799	=	0,06	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_N =$		14,5	N/mm^2
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd} =$	1,10	/	26	=	0,04	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y} =$		10,0	N/mm^2
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd} =$	9,59	/	31	=	0,31	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,z} =$		73,2	N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 14,5 + 7,8 + 73,2 } = 95,5 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 96 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a = 5 mm t = 20 mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

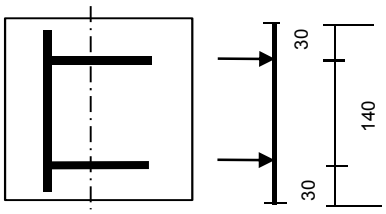
$\tau_2 = \tau_{max} * t / (2 * a)$

σ_1 =				125,1	N/mm^2
τ_1 =				125,1	N/mm^2
τ_2 =				27,8	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =			254,8	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	254,8	/	302,2 =	0,84	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	125,1	/	244,8 =	0,51	< 1,0 -- Voldoet

of

σ_1 =				135,1	N/mm^2
τ_1 =				135,1	N/mm^2
τ_2 =				0,0	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =			270,2	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	270,2	/	302,2 =	0,89	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	135,1	/	244,8 =	0,55	< 1,0 -- Voldoet

Versterkingsplaat 200 * 200 * 12 - S355



$F = \sigma_{max} * t * e_b / 4$

σ_{max} =	95,5	N/mm^2
t =	20	mm
e_b =	78,42	mm

F = 37,45 kN

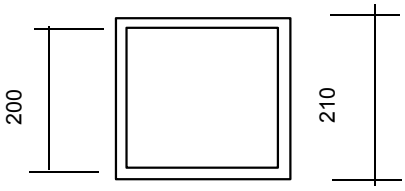
$M_{y,Ed,max} = (F * 30 * (200 - 30) / 200) * 10^{-3} =$ 0,96 kNm

$M_{y,Rd} = W_y * f_y = ((1/6) * 200* 12^2 * 355 / 1,5) * 10^{-6} =$ 1,136 kNm

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd} =$ 0,96 / 1,14 = 0,84 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 199,0 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom



A_{las} =	4100	mm^2
W_{las} =	273659	mm^3

N_{Ed} =	110,00	kN ;	σ_N =	26,8	N/mm^2
$M_{y,Ed}$ =	1,1	kNm ;	$\sigma_{b,y}$ =	4,0	N/mm^2
$M_{z,Ed}$ =	9,59	kNm ;	$\sigma_{b,z}$ =	35,1	N/mm^2

$\sigma_{b,max}$ = 65,9 N/mm^2

σ_1 =	65,9	N/mm^2
τ_1 =	65,9	N/mm^2
τ_2 =	0,0	N/mm^2
σ_{Ed} = $\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =	131,8	N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})=$ 131,8 / 302,2 = 0,44 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ 65,9 / 244,8 = 0,27 < 1,0 -- Voldoet

9.7.1.2 - Controle capaciteit van de aansluiting

Clip hijsbalk 4,5m - plaats van de aansluiting ; +55,750 / 53,250

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	594	12,0	21931	S355	355	3126522
plaat	210,0	5,0	4100	S355	355	273659

$N_{i,Rd} = k_p * f_{y0} * t^2_0 * (4 + 20*\beta^2) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0,5 * b_i * N_{i,Rd}$;

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0$ $h_i / d_0 =$ 0,35

$\beta = b_i / d_0$ $b_i / d_0 =$ 0,35

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 10,7 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 46,9 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,04 of $n_p =$ -0,041

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,99

$N_{1,Rd} =$ 237,9 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 110,00 / 237,9 = 0,46 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 25,0 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 9,59 / 25,0 = 0,38 < 1,0 -- Voldoet

$M_{ip,i,Rd} =$ 50,0 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 3,40 / 50,0 = 0,07 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

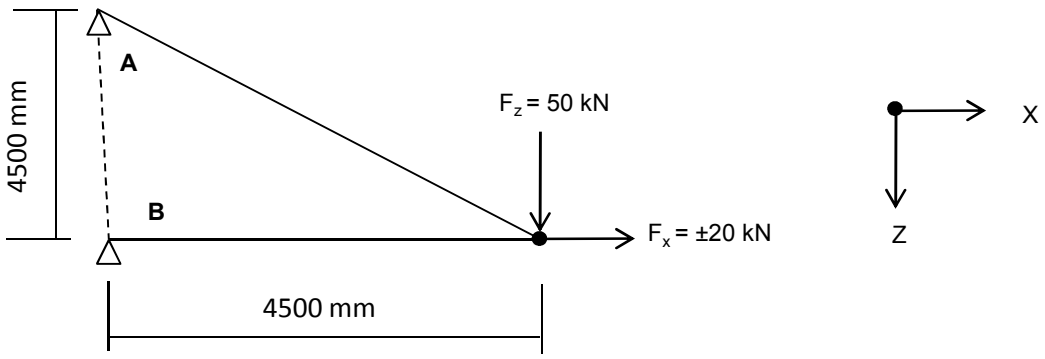
$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 110,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 9,594 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 309 N/mm'
$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 3279 N/mm' ---> voldoet

9.7.2 - Hijsbalk op 51,33 / 46,83 en 41,33 / 36,83

Hijsbalk 4,5m op 51,33 / 46,83 en 41,33 / 36,83

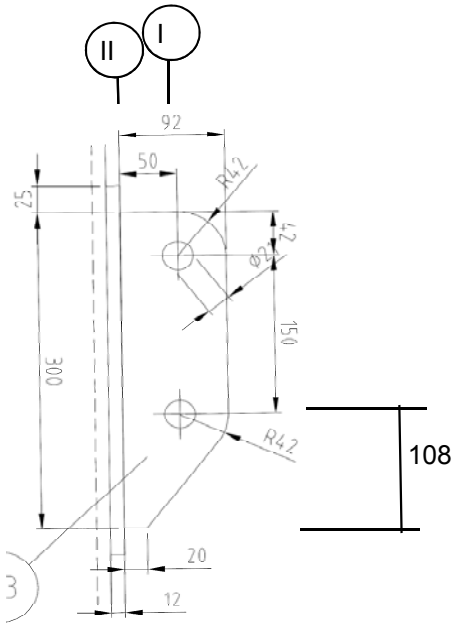


$R_{z,Ed,A}$ =	-50,00	kN	$R_{z,Ed,B}$ =	0	kN
$R_{x,Ed,A}$ =	-50,00	kN	$R_{x,Ed,B}$ =	30,0	kN

of

$R_{z,Ed,A}$ =	-50,00	kN	$R_{z,Ed,B}$ =	0	kN
$R_{x,Ed,A}$ =	-50,00	kN	$R_{x,Ed,B}$ =	70,0	kN

9.7.2.1 - Berekening clip positie 9 - t.b.v hijsmast 4,5m



R =	42	mm ;	t =	20	mm
Lb =	300	mm ;	d =	27	mm
h =	50	mm ;	a las :	5	mm (hoeklas)

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

$F_{x,Ed}$	$F_{z,Ed}$
kN	kN
50,00	50,00

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max} = (F_{z,Ed}^2 + F_{x,Ed}^2)^{0,5} =$ 70,7 kN

$\tau_{toel} = (355 / 1,5) / 3^{0,5} =$ 137 N/mm^2

$\tau = F_{Ed,max} / (2 *(t * (R - d/2)) =$ 62 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	6000	mm^2	$N_{Rd} = A * f_y =$	1420	kN
W_y =	3,00E+05	mm^3	$M_{x,Rd} = W_y * f_y =$	71,0	kNm
W_z =	2,00E+04	mm^3	$M_{y,Rd} = W_z * f_y =$	4,7	kNm
			$V_{Rd} = A* f_y / 3^{0,5} =$	819,8	kN

N_{Ed} = 50,00 kN

$V_{z,Ed}$ = 50,00 kN

$M_{y,Ed} = V_{z,Ed} * h + N_{Ed} * (h/2 - 108) =$ 4,60 kNm

$N_{Ed} / N_{Rd} =$ 50,00 / 1420 = 0,04 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_N =$ 8,3 N/mm^2

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd} =$ 4,60 / 71 = 0,06 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y} =$ 15,3 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd} =$ 50,00 / 820 = 0,06 < 1,0 -- Voldoet

$\tau_y =$ 8,3 N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max} = \{ 8,3 + 15,3 \} =$ 23,7 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

$\sigma_{vlg} =$ 28 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) =$ 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2} =$ 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a = 5 mm t = 20 mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{max} * t / (2 * a)$

σ_1 =					33,5	N/mm^2
τ_1 =					33,5	N/mm^2
τ_2 = 0					16,7	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$	=			72,9	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	72,9	/	302,2	=	0,24	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	33,5	/	244,8	=	0,14	< 1,0 -- Voldoet

9.7.2.2 - Controle capaciteit van de aansluiting

Clip hijsbalk 4,5m - plaats van de aansluiting ; +51,33 / 46,83

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	642	12,0	23741	S355	355	3669167
clip	300,0	20,0	6000	S355	355	300000

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,47 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,47

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 50,5 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 386,8 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,30 of $n_p =$ -0,291

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,88

$N_{1,Rd} =$ 167,8 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 50,00 / 167,8 = 0,30 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 50,3 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 4,60 / 50,3 = 0,09 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 50,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 4,600 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 473 N/mm'
$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 3279 N/mm' ---> voldoet

Clip hijsbalk 4,5m - plaats van de aansluiting ; +41,33 / 36,83

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	892	15,0	41316	S355	355	8906200
clip	300,0	20,0	6000	S355	355	300000

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,34 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,34

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 105,0 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 1672,5 kNm
t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,54 of $n_p =$ -0,522

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,75

$N_{1,Rd} =$ 217,3 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 50,00 / 217,3 = 0,23 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 65,2 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 4,60 / 65,2 = 0,07 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

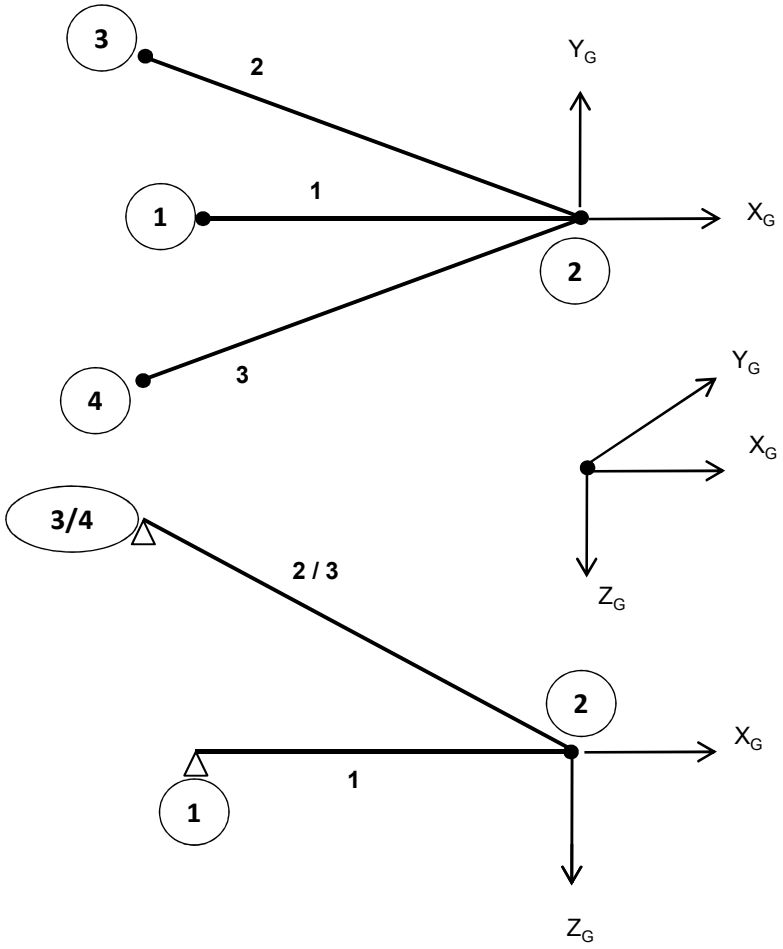
$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 50,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 4,60 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 473 N/mm'
$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 4099 N/mm' ---> voldoet

9.8 - Berekening clips voor 1,5m hijsbalk

Computer model



Belastingen :

$F_{z,Ed}$	=	50	kN
$F_{x,Ed}$	=	20	kN
$F_{y,Ed}$	=	40	kN

Gebruikte staven: Hijsbalk : staaf 1 - buis 180*6
druk- en trek stangen : staaf 2 en 3 - buis 88,9*8

Matrix Bouwframe Project :Wintrack Datum 25-01-2013
Onderdeel:1.5 meter hijsmast

AANTAL KNOPEN : 4
AANTAL STAVEN : 3
AANTAL OPLEGGINGEN : 3

KNOOPCOORDINATEN

NR.	-X-	-Y-	-Z-
1	-1.500	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000
3	-1.720	0.389	-1.156
4	-1.720	-0.389	-1.156

KONSTRUKTIE SCHEMA

STAAF	-i-	SCHARNIERCODE	-j-	SCHARNIERCODE	GAMMA	PROF	MAT	V/EXC	LENGTE
1	1	NxDyDz MxMyMz	2	NxDyDz MxMyMz	0	1	1	0	1.500
2	2	NxDyDz Mx- -	3	NxDyDz MxMyMz	0	2	1	0	2.109
3	2	NxDyDz Mx- -	4	NxDyDz MxMyMz	0	2	1	0	2.109

PROFIEL EIGENSCHAPPEN

PROF.NR.	DOORSNEDE	Ix-torsie	Iy-buig	Iz-buig	PROFIELNAAM
1	3.2798E-03	2.4854E-05	1.2427E-05	1.2427E-05	B180/6
2	2.0332E-03	3.3593E-06	1.6797E-06	1.6797E-06	B88.9/8

MATERIAAL EIGENSCHAPPEN

MAT.NR	ELAST. MOD	POISON	DICHTHEID	MATERIAALNAAM
1	2.1000E+08	0.30	78.500	S355

OPLEGGINGEN

KNOOP	LINEAIR	ROTATIE	X-(r)-veer	Y-(r)-veer	Z-(r)-veer
1	XYZ	- - -	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	XYZ	- - -	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	XYZ	- - -	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

BELASTINGEN

BELASTING GEVAL 1 eg constructie

TYPE	STF	KNP	P1	P2	A	Richt.	Onschrijving
7	alle staven	factor =	1.00			Z	Eigen gewicht

BELASTING GEVAL 2 hijs last

TYPE	STF	KNP	P1	P2	A	Richt.	Onschrijving
9	2	t/m 2	50.00			Z	Knooplast
9	2	t/m 2	20.00			X	Knooplast
9	2	t/m 2	40.00			Y	Knooplast

Matrix Bouwframe Project :Wintrack Datum 25-01-2013
Onderdeel:1.5 meter hijsmast

COMBINATIES

B.G.	Omschrijving	1
1	eg constructie	1.00
2	hijs last	1.00

KNOOPVERPLAATSINGEN GLOB. (B.C.)

KNP	B.C.	X-VERPL.	Y-VERPL.	Z-VERPL.	X-ROTATIE	Y-ROTATIE	Z-ROTATIE
1	1	0.00000	0.00000	0.00000	-3.6792E-03	-4.0932E-04	1.9346E-03
2	1	-0.00012	0.00290	0.00059	-3.6792E-03	-3.8207E-04	1.9346E-03
3	1	0.00000	0.00000	0.00000	-2.3645E-03	-6.0138E-05	8.6872E-05
4	1	0.00000	0.00000	0.00000	-2.3104E-03	-7.7620E-04	3.0615E-05

N/D/M IN DE KNOPEN LOKAAL (B.C.)

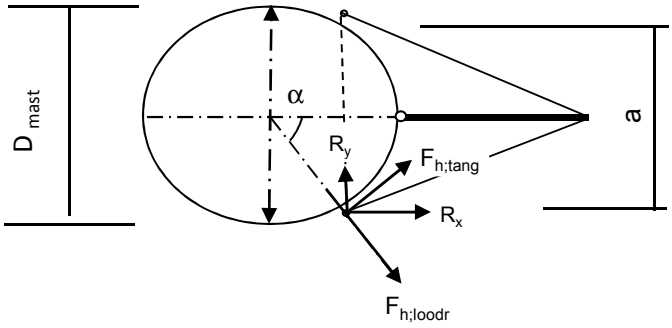
STAAF	B.C.	KNOOP	Nx	Dy	Dz	Mx	My	Mz
1	1	1	55.18	-0.00	-0.19	0.00	0.00	0.00
		2	-55.18	0.00	-0.19	0.00	-0.00	-0.00
2	1	2	62.42	-0.00	-0.14	-0.00	0.00	-0.00
		3	-62.23	0.00	-0.14	-0.00	-0.00	0.00
3	1	2	-154.40	-0.00	-0.14	-0.00	-0.00	-0.00
		4	154.59	0.00	-0.14	-0.00	-0.00	0.00

REACTIES GLOBAAL (B.C.)

B.C.	KNOOP	X-REACTIE	Y-REACTIE	Z-REAKTIE	Mx-REACT.	My-REACT.	Mz-REACT.
1	1	55.18	-0.00	-0.19	0.000	0.000	0.000
1	3	50.84	-11.50	34.00	0.000	0.000	0.000
1	4	-126.02	-28.50	-84.87	0.000	0.000	0.000
SOM REACT.		-20.00	-40.00	-51.06			
SOM LASTEN		20.00	40.00	51.06			

knoop nummer	hoogte mm	D_{mast} mm	t_{mast} mm	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
1	51330	642	12	55,18	0,00	-0,20
3	52487	613	12	50,84	-11,50	34,00
4	52487	613	12	-126,02	-28,50	-84,87
1	41330	892	15	55,18	0,00	-0,20
3	42487	863	15	50,84	-11,50	34,00
4	42487	863	15	-126,02	-28,50	-84,87
1	31330	1142	18	55,18	0,00	-0,20
3	32487	1113	18	50,84	-11,50	34,00
4	32487	1113	18	-126,02	-28,50	-84,87

Ontbinden van de krachten in knoop 3 en 4



α = arcsin(a/2 / (d/2 + 50))

$F_{h,loodr,Ed}$ = R_x * Cosα + R_y * Sinα

$F_{h,tang,Ed}$ = R_x * Sinα + R_y * Cosα

knoop nummer	hoogte mm	D_{mast} mm	a mm	α gr	$F_{h,lood,Ed}$ kN	$F_{h,tang,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
1	51330	642		0,00	55,18	0,00	0,20
3	52487	613	704	81,0	19,33	48,41	34,00
4	52487	613	704	81,0	8,38	128,93	84,87
1	41330	892		0,00	55,18	0,00	0,20
3	42487	863	854	62,5	33,68	39,78	34,00
4	42487	863	854	62,5	32,92	124,94	84,87
1	31330	1142		0,00	55,18	0,00	0,20
3	32487	1113	960	52,3	40,17	33,21	34,00
4	32487	1113	960	52,3	54,45	117,17	84,87

Beasting per clip :

Clip type 9,3 - 51,330 en 41,330m hoogte
Clip type 16,3 - 31,330 m hoogte

$F_{h,loodr,Ed}$ = 55,18 kN
$F_{z,Ed}$ = 0,20 kN

Clip type 16,1 - bovenste ribbe- 52,487m hoogte;per cilp
$F_{h,loodr,Ed}$ = 4,19 kN
$F_{h,tang,Ed}$ = 64,47 kN

Clip type 16,1 - bovenste ribbe- 42,487m hoogte;per cilp
$F_{h,loodr,Ed}$ = 16,46 kN
$F_{h,tang,Ed}$ = 62,47 kN

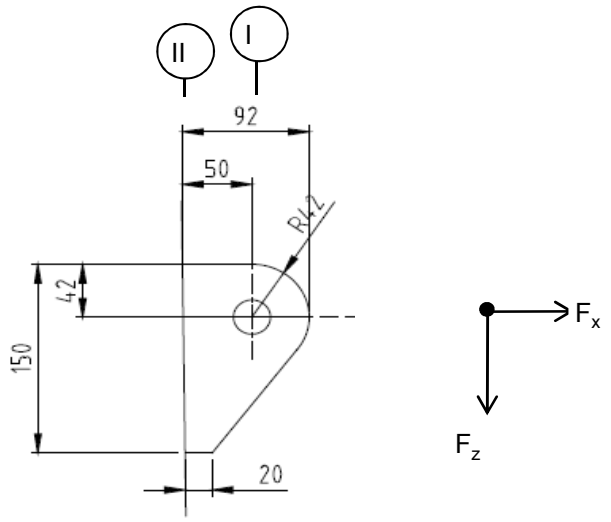
Clip type 16,1 - bovenste ribbe- 32,487m hoogte;per cilp
$F_{h,loodr,Ed}$ = 27,23 kN
$F_{h,tang,Ed}$ = 58,58 kN

Clip type 16,1 - onderste ribbe- 52,487m, 42,487m en 32,487m hoogte;per cilp

Belasting als de bovenste clip + $F_{z,Ed}$ = 84,87 kN

9.8.1 - Berekening clip type 9,3 - 51,330 en 41,330m hoogte

en clip type16,3 op 31,330m hoogte



R =	42	mm	;	t =	20	mm
Lb =	150	mm	;	d =	27	mm
h =	50	mm	;	a las :	5	mm (hoeklas)

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

$F_{x,Ed}$	$F_{z,Ed}$
kN	kN
55,18	0,20

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{z,Ed}^2 + F_{x,Ed}^2)^{0,5}$ = 55,2 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 48 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	3000	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	710	kN
W_y =	7,50E+04	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_y * f_y =	17,8	kNm
W_z =	1,00E+04	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_z * f_y =	2,4	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	409,9	kN

N_{Ed} =	55,18	kN
$V_{z,Ed}$ =	0,20	kN

$M_{y,Ed}$ = $V_{z,Ed}$ * h + N_{Ed} * (h/2 - R) = 1,83 kNm

N_{Ed} / N_{Rd} =	55,18	/	710	=	0,08	< 1,0	-- Voldoet
			σ_N =		18,4	N/mm^2	
$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ =	1,83	/	18	=	0,10	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		24,4	N/mm^2	
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	0,20	/	410	=	0,00	< 1,0	-- Voldoet
			τ_y =		0,1	N/mm^2	

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 18,4 + 24,4 } = 42,8 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 43 N/mm^2 > 237 MPa -- Voldoet niet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a = 5 mm t = 20 mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{max} * t / (2 * a)$

σ_1 =	60,5	N/mm^2
τ_1 =	60,5	N/mm^2
τ_2 = 0	0,1	N/mm^2
σ_{Ed} = $\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =	121,1	N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	121,1	/	302,2	=	0,40	< 1,0	-- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	60,5	/	244,8	=	0,25	< 1,0	-- Voldoet

9.8.2 - Controle capaciteit van de aansluiting clip 9,3 / 16,3

Clip hijsbalk 1,5m - plaats van de aansluiting ; +29396 (maatgevend)

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1142	18,0	63547	S355	355	17575670
clip	150,0	20,0	3000	S355	355	75000

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,13 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,13

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 202,4 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 3922,2 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,64 of $n_p =$ -0,620

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,69

$N_{1,Rd} =$ 272,0 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 55,18 / 272,0 = 0,20 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 40,8 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 1,83 / 40,8 = 0,04 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

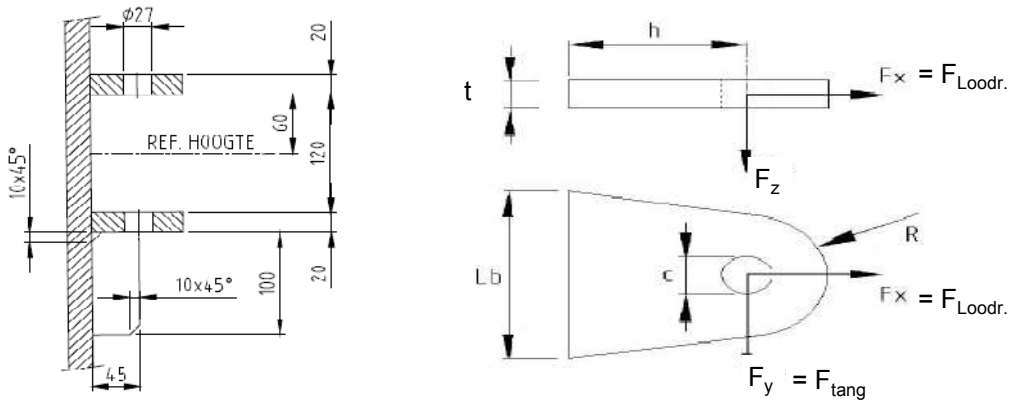
$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 55,18 kN ; $M_{1,Ed} =$ 1,831 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 856 N/mm'
$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 4919 N/mm' ---> voldoet

9.8.3 - Berekening clip type 16,3 - bovenste ribbe - op 52,487m, 42,487 en 32,487 m hoogte.

A - Bovenste ribbe - op 52,487m, 42,487 en 32,487 m hoogte.



R =	42	mm	;	t =	20	mm
Lb =	140	mm	;	d =	27	mm
h =	45	mm	;	a las :	5	mm (hoeklas)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	52,487m kN	42,487m kN	32,487m kN
$F_{x,Ed}$ =	4,19	16,46	27,23
$F_{y,Ed}$ =	64,47	62,47	58,58

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

$F_{Ed;max}$-kN=	64,60	64,60	64,60

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 57 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	2800	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	663	kN
W_z =	6,53E+04	mm^3	$M_{z,Rd}$ = W_z * f_y =	15,5	kNm
W_y =	9,33E+03	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_y * f_y =	2,2	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	382,6	kN

Clip op 52,487m hoogte

N_{Ed} =	4,19	kN	$M_{z,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =	2,90	kNm
$V_{y,Ed}$ =	64,47	kN			

Clip op 42,487m hoogte

N_{Ed} =	16,46	kN	$M_{z,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =	2,81	kNm
$V_{y,Ed}$ =	62,47	kN			

Clip op 32,487m hoogte

N_{Ed} =	27,23	kN	$M_{z,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =	2,64	kNm
$V_{y,Ed}$ =	58,58	kN			

	52,487m hoogte spanning in N/mm^2	42,487m hoogte spanning in N/mm^2	32,487m hoogte spanning in N/mm^2
σ_N =	1,5	5,9	9,7
$\sigma_{b,z}$ =	44,4	43,0	43,0
τ_y =	23,0	22,3	20,9
$\sigma_{b,max}$ =	45,9	48,9	52,8
σ_{vlg} =	60,8	62,3	64,0

< 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1{,}25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

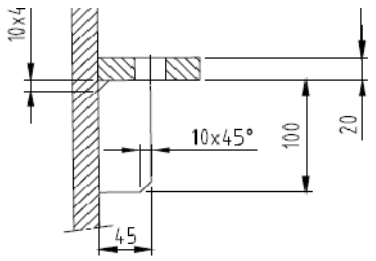
a = 5 mm t = 20 mm

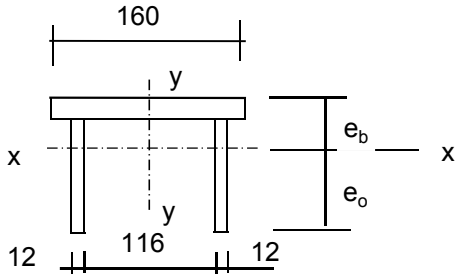
Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{max} * t / (2 * a)$

σ_1 =				74,6	N/mm^2
τ_1 =				74,6	N/mm^2
τ_2 = 0				105,5	N/mm^2
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =			235,9	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	235,9	/	302,2 =	0,78	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$	74,6	/	244,8 =	0,30	< 1,0 -- Voldoet

B- Onderste ribbe - op 52,487m, 42,487 en 32,487 m hoogte.





Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

e_b =	35,7	mm
e_o =	84,3	mm
A =	5600	mm^2
A_{schot} =	2400	mm^3

I_x =	8377143	mm^4	I_y =	16790400	mm^4
$W_{x,min}$ =	99390	mm^3	W_y =	209880	mm^3

$N_{Rd} = A * f_y$ =	1325	kN
$M_{y,Rd} = W_{x,min} * f_y$ =	23,5	kNm
$M_{x,Rd} = W_y * f_y$ =	49,7	kNm
$V_{z,Rd} = A_{schot} * f_y / 3^{0,5}$ =	327,9	kN
$V_{y,Rd} = A_{ribbe} * f_y / 3^{0,5}$ =	437,2	kN

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Zie berekening boven ribbe

Doorsnede II ;

	52,487m kN	42,487m kN	32,487m kN
$F_{x,Ed}$ =	4,19	16,46	27,23
$F_{y,Ed}$ =	64,47	62,47	58,58
$F_{z,Ed}$ =	84,87	84,87	84,87

Clip op 52,487m hoogte

N_{Ed} =	4,19	kN ;	$M_{z,Ed} = V_{y,Ed} * h$ =	2,90	kNm
$V_{y,Ed}$ =	64,47	kN	$M_{y,Ed} = V_{z,Ed} * h + N_{Ed} * (e_b - t/2)$ =	3,927	kNm
$V_{z,Ed}$ =	84,87	kN			

Clip op 42,487m hoogte

N_{Ed} =	16,46	kN ;	$M_{z,Ed} = V_{y,Ed} * h$ =	2,81	kNm
$V_{y,Ed}$ =	62,47	kN ;	$M_{y,Ed} = V_{z,Ed} * h + N_{Ed} * (e_b - t/2)$ =	4,242	kNm
$V_{z,Ed}$ =	84,87	kN			

Clip op 32,487m hoogte

N_{Ed} =	27,23	kN ;	$M_{z,Ed} = V_{y,Ed} * h$ =	2,64	kNm
$V_{y,Ed}$ =	58,58	kN ;	$M_{y,Ed} = V_{z,Ed} * h + N_{Ed} * (e_b - t/2)$ =	4,519	kNm
$V_{z,Ed}$ =	84,87	kN			

	52,487m hoogte spanning in N/mm^2	42,487m hoogte spanning in N/mm^2	32,487m hoogte spanning in N/mm^2
σ_N =	0,7	2,9	4,9
$\sigma_{b,z}$ =	13,8	13,4	12,6
$\sigma_{b,y}$ =	39,5	42,7	45,5
τ_y =	20,1	19,5	18,3
τ_z =	35,4	35,4	35,4
$\sigma_{b,max}$ =	54,1	59,0	62,9
σ_{vlg} =	88,8	91,5	93,3

> 237 MPa -- Voldoet niet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a =	5	mm	t =	20	mm
			t_1 =	12	mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{y,max} * t / (2 * a)$ of $\tau_2 = \tau_{z,max} * t_1 / (2 * a)$

σ_1 =	88,9	N/mm^2
τ_1 =	88,9	N/mm^2
τ_2 = 0	42,4	N/mm^2
σ_{Ed} = $\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =	192,5	N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	192,5	/	302,2	=	0,64	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	88,9	/	244,8	=	0,36	< 1,0 -- Voldoet

9.8.4 - Controle capaciteit van de aansluiting clip 16,3 (boveste clip hijsmast)

Bovenste clip hijsbalk 1,5m - plaats van de aansluiting ; +52,487m hoogte

buis/plaat	d_i / b_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	613	12,0	22651	S355	355	3336966
clip	140,0	20,0	2800	S355	355	65333

$N_{i,Rd} = \{(k_p * f_{y0} * t^2_0) * (4 + 20 * \beta^2)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,i,Rd} = 0,5 * b_i * N_{i,Rd}$; $M_{ip,i,Rd} = 0$

γ_{M5} = 1,00 (extra materiaalfactor)

$\beta = b_i / d_0$ = 0,23

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 30,2 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 172,7 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,15 of n_p = -0,142

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,95

$N_{1,Rd}$ = 244,5 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd}$ = 4,19 / 244,5 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd}$ = 17,1 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 2,90 / 17,1 = 0,17 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed}$ = 4,19 kN ; $M_{1,Ed}$ = 2,90 kNm

$\sigma_{max.}t_i$ = 918,0 N/mm'
$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$ = 4919 N/mm' ---> voldoet

Bovenste clip hijsbalk 1,5m - plaats van de aansluiting ; +42,487m hoogte

buis/plaat	d_i / b_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	863	15,0	39953	S355	355	8323634
clip	140,0	20,0	2800	S355	355	65333

$N_{i,Rd} = \{(k_p * f_{y0} * t^2_0) * (4 + 20 * \beta^2)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,i,Rd} = 0,5 * b_i * N_{i,Rd}$; $M_{ip,i,Rd} = 0$

γ_{M5} = 1,00 (extra materiaalfactor)

$\beta = b_i / d_0$ = 0,16

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 97,7 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 1412,1 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,48 of n_p = -0,471

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,78

$N_{1,Rd}$ = 283,5 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd}$ = 16,46 / 283,5 = 0,06 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd}$ = 19,8 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 2,81 / 19,8 = 0,14 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed}$ = 16,46 kN ; $M_{1,Ed}$ = 2,81 kNm

$\sigma_{max.}t_i$ = 978,1 N/mm'
$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$ = 6149 N/mm' ---> voldoet

Bovenste clip hijsbalk 1,5m - plaats van de aansluiting ; +32,487m hoogte

buis/plaat	d_i / b_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1113	18,0	61911	S355	355	16675813
clip	140,0	20,0	2800	S355	355	65333

$N_{i,Rd} = \{(k_p * f_{y0} * t^2_0) * (4 + 20 * \beta^2)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,i,Rd} = 0,5 * b_i * N_{i,Rd}$; $M_{ip,i,Rd} = 0$

γ_{M5} = 1,00 (extra materiaalfactor)

$\beta = b_i / d_0$ = 0,13

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 176,9 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 3503,7 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,60 of n_p = -0,584

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,71

$N_{1,Rd}$ = 353,5 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd}$ = 27,23 / 353,5 = 0,08 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd}$ = 24,7 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 2,64 / 24,7 = 0,11 < 1,0 -- Voldoet

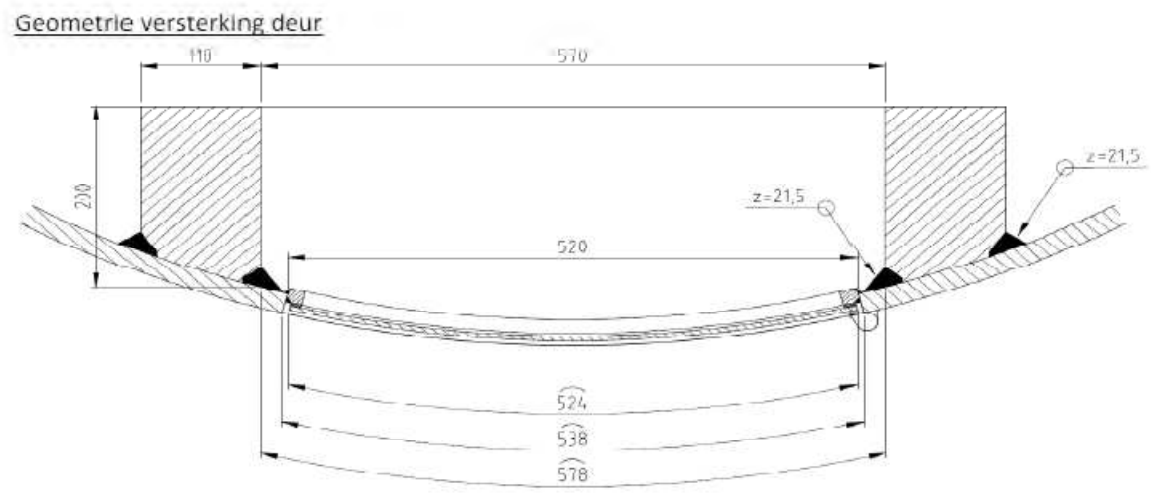
Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

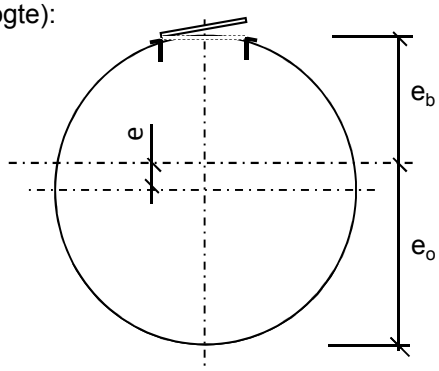
$N_{1,Ed}$ = 27,23 kN ; $M_{1,Ed}$ = 2,64 kNm

$\sigma_{max.}t_i$ = 1001,5 N/mm'
$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$ = 7379 N/mm' ---> voldoet

9.9 - Berekening versterking deur



Doorsnede ter hoogte van de hart opening (1,225m hoogte):



Buisdiameter :	1894	mm
dikte t ;	22	mm

A_{buis} =	129409	mm^2
$A_{versterking}$ =	39207	mm^2
$A_{verlies}$ =	11454	mm^2
A_{tot} =	157163	mm^2

e =	124,6	mm			
e_b =	822,6	mm ;	e_o =	1071,7	mm

I_{tot} =	6,78E+10	mm^4
W_{min} =	6,33E+07	mm^3
W_{max} =	8,24E+07	mm^3

Krachten: Maximale krachten t.p.v. mastvoet - knoop 28 (inclusief 2^e orde effect)

M_{Ed} = 15086 kNm ; N_{Ed} = 541 kN

σ_N = N_{Ed} / A_{tot} = 3,4 N/mm^2

σ_b = M_{Ed} / W_{min} = 238,5 N/mm^2

σ_{max} = 3,4 + 238,5 = 241,9 N/mm^2 < 355 MPa -- Voldoet

Bijlage A

Rapport KEMA - 74100224-ETD/POL 12-00138 V10,0 - 18 -11-2013

bijlage Q en Q2

W2S400+5 TOWER

APPENDIX: Q

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
1a	380C1F1 / 380C2F1	17045	6513	147783	17045	6513	-147783
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17045	6508	147783	17045	6508	-147783
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17045	6502	147783	17045	6502	-147783
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2226	857	19378	2226	857	-19378
	Comp. gl	4617	1768	40154	4617	1768	-40154
1b	380C1F1 / 380C2F1	17036	7424	169771	17036	7424	-169771
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17036	7423	169771	17036	7423	-169771
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	7422	169771	17036	7422	-169771
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2225	961	21970	2225	961	-21970
	Comp. gl	4615	1971	45077	4615	1971	-45077
3	380C1F1 / 380C2F1	29376	10455	238677	29376	10455	-238677
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	29376	10452	238677	29376	10452	-238677
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	29376	10449	238677	29376	10449	-238677
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	9244	2664	60775	9244	2664	-60775
	Comp. gl	18676	5363	122498	18676	5363	-122498
4	380C1F1 / 380C2F1	20053	7508	171693	20053	7508	-171693
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20053	7507	171693	20053	7507	-171693
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20053	7506	171693	20053	7506	-171693
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2978	1094	25008	2978	1094	-25008
	Comp. gl	6122	2243	51307	6122	2243	-51307
6	380C1F1 / 380C2F1	19177	7092	162441	19177	7092	-162441
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19177	7092	162441	19177	7092	-162441
Permanent loads yg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	19177	7092	162441	19177	7092	-162441
	GW / opgw	2505	932	21353	2505	932	-21353
	Comp. gl	5195	1931	44221	5195	1931	-44221
1a	380C1F1 / 380C2F1	17049	22543	183132	17051	25846	-195119
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17049	21159	178348	17050	24178	-188973
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17048	19411	172571	17049	22068	-181469
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2227	3719	27068	2227	4308	-29443

W2S400+5 TOWER

APPENDIX: Q

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
	Comp. gl	4618	5531	47908	4618	6308	-50647
1b	380C1F1 / 380C2F1	17036	10392	171437	17036	10979	-172153
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17036	10146	171172	17036	10683	-171777
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	9834	170867	17036	10308	-171344
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2225	1484	22378	2225	1588	-22550
	Comp. gl	4615	2671	45427	4615	2809	-45579
3	380C1F1 / 380C2F1	29377	18822	244963	29378	20489	-247581
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	29377	18123	243983	29377	19647	-246210
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	29377	17238	242850	29377	18582	-244618
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	9245	5332	62378	9245	5860	-63049
	Comp. gl	18677	8939	123915	18677	9640	-124532
4	380C1F1 / 380C2F1	20053	10461	172975	20053	11041	-173535
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20053	10217	172769	20053	10748	-173241
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20053	9908	172531	20053	10377	-172903
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2978	1611	25273	2978	1713	-25388
	Comp. gl	6122	2938	51534	6122	3074	-51635
1a	380C1F1 / 380C2F1	17059	43378	264457	17059	43378	-264457
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17058	40254	251855	17058	40254	-251855
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17056	36280	235871	17056	36280	-235871
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2228	7398	42270	2228	7398	-42270
	Comp. gl	4620	10456	67128	4620	10456	-67128
1b	380C1F1 / 380C2F1	17037	14120	177780	17037	14120	-177780
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17037	13553	176563	17037	13553	-176563
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	12838	175146	17036	12838	-175146
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2225	2151	23864	2225	2151	-23864
	Comp. gl	4615	3546	46782	4615	3546	-46782
3	380C1F1 / 380C2F1	29382	29439	267163	29382	29439	-267163
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	29381	27824	263059	29381	27824	-263059
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	29380	25783	258193	29380	25783	-258193
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	9247	8678	68065	9247	8678	-68065
	Comp. gl	18679	13366	129367	18679	13366	-129367
4	380C1F1 / 380C2F1	20054	14133	177989	20054	14133	-177989

W2S400+5 TOWER

APPENDIX: Q

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20053	13576	177019	20053	13576	-177019
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20053	12873	175893	20053	12873	-175893
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2978	2257	26289	2978	2257	-26289
	Comp. gl	6122	3794	52450	6122	3794	-52450
1a	380C1F1 / 380C2F1	17051	25846	195119	17049	22543	-183132
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17050	24178	188973	17049	21159	-178348
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17049	22068	181469	17048	19411	-172571
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2227	4308	29443	2227	3719	-27068
	Comp. gl	4618	6308	50647	4618	5531	-47908
1b	380C1F1 / 380C2F1	17036	10979	172153	17036	10392	-171437
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17036	10683	171777	17036	10146	-171172
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	10308	171344	17036	9834	-170867
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2225	1588	22550	2225	1484	-22378
	Comp. gl	4615	2809	45579	4615	2671	-45427
3	380C1F1 / 380C2F1	29378	20489	247581	29377	18822	-244963
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	29377	19647	246210	29377	18123	-243983
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	29377	18582	244618	29377	17238	-242850
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	9245	5860	63049	9245	5332	-62378
0	Comp. gl	18677	9640	124532	18677	8939	-123915
4	380C1F1 / 380C2F1	20053	11041	173535	20053	10461	-172975
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20053	10748	173241	20053	10217	-172769
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20053	10377	172903	20053	9908	-172531
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2978	1713	25388	2978	1611	-25273
	Comp. gl	6122	3074	51635	6122	2938	-51534
1a	380C1F1 / 380C2F1	12781	5163	116856	12781	5163	-116856
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12781	5158	116856	12781	5158	-116856
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	12781	5152	116856	12781	5152	-116856
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1669	675	15226	1669	675	-15226
	Comp. gl	3462	1394	31599	3462	1394	-31599
1b	380C1F1 / 380C2F1	12774	6004	137241	12774	6004	-137241
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12774	6003	137241	12774	6003	-137241
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	12774	6002	137241	12774	6002	-137241

W2S400+5 TOWER

APPENDIX: Q

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1668	769	17575	1668	769	-17575
	Comp. gl	3461	1578	36072	3461	1578	-36072
3	380C1F1 / 380C2F1	25109	9299	212205	25109	9299	-212205
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25109	9296	212205	25109	9296	-212205
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	25109	9293	212206	25109	9293	-212206
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	8685	2547	58077	8685	2547	-58077
	Comp. gl	17518	5120	116923	17518	5120	-116923
4	380C1F1 / 380C2F1	15788	6214	142035	15788	6214	-142035
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15788	6213	142035	15788	6213	-142035
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	15788	6211	142035	15788	6211	-142035
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2421	926	21162	2421	926	-21162
	Comp. gl	4966	1897	43378	4966	1897	-43378
6	380C1F1 / 380C2F1	12781	5102	116857	12781	5102	-116857
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12781	5102	116857	12781	5102	-116857
Permanent loads yg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	12781	5102	116857	12781	5102	-116857
	GW / opgw	1669	665	15226	1669	665	-15226
	Comp. gl	3462	1380	31600	3462	1380	-31600
1a	380C1F1 / 380C2F1	12785	21663	163009	12786	25064	-177259
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12785	20233	157183	12786	23347	-170010
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	12784	18424	150020	12785	21172	-160994
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1670	3622	24855	1670	4224	-27536
	Comp. gl	3463	5267	41858	3463	6069	-45189
1b	380C1F1 / 380C2F1	12774	9007	139715	12774	9607	-140754
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12774	8755	139328	12774	9304	-140209
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	12774	8437	138881	12774	8920	-139579
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1668	1300	18170	1668	1408	-18414
	Comp. gl	3461	2285	36591	3461	2426	-36811
3	380C1F1 / 380C2F1	25110	17728	219938	25111	19418	-223104
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25110	17020	218747	25110	18564	-221449
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	25110	16124	217365	25110	17485	-219519
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	8686	5220	59821	8686	5750	-60546
	Comp. gl	17518	8701	118475	17519	9404	-119147

W2S400+5 TOWER

APPENDIX: Q

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
4	380C1F1 / 380C2F1	15788	9188	143816	15788	9776	-144577
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15788	8940	143533	15788	9479	-144177
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	15788	8627	143207	15788	9103	-143716
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2421	1447	21512	2421	1550	-21660
	Comp. gl	4966	2595	43682	4966	2732	-43815
1a	380C1F1 / 380C2F1	12793	42929	254216	12793	42929	-254216
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12792	39763	240668	12792	39763	-240668
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	12791	35728	223269	12791	35728	-223269
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1671	7354	41259	1671	7354	-41259
	Comp. gl	3465	10311	63835	3465	10311	-63835
1b	380C1F1 / 380C2F1	12775	12849	148701	12775	12849	-148701
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12775	12262	147011	12775	12262	-147011
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	12775	11521	145023	12775	11521	-145023
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1669	1991	20212	1669	1991	-20212
	Comp. gl	3461	3185	38518	3461	3185	-38518
3	380C1F1 / 380C2F1	25115	28522	246207	25115	28522	-246207
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25114	26877	241439	25114	26877	-241439
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	25113	24801	235739	25113	24801	-235739
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	8689	8583	65910	8689	8583	-65910
	Comp. gl	17521	13148	124374	17521	13148	-124374
4	380C1F1 / 380C2F1	15789	12933	150536	15789	12933	-150536
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15789	12363	149251	15789	12363	-149251
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	15788	11643	147752	15788	11643	-147752
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2421	2105	22810	2421	2105	-22810
	Comp. gl	4966	3463	44876	4966	3463	-44876
1a	380C1F1 / 380C2F1	12786	25064	177259	12785	21663	-163009
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12786	23347	170010	12785	20233	-157183
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	12785	21172	160994	12784	18424	-150020
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1670	4224	27536	1670	3622	-24855
	Comp. gl	3463	6069	45189	3463	5267	-41858
1b	380C1F1 / 380C2F1	12774	9607	140754	12774	9007	-139715
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12774	9304	140209	12774	8755	-139328

W2S400+5 TOWER

APPENDIX: Q

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	12774	8920	139579	12774	8437	-138881
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1668	1408	18414	1668	1300	-18170
	Comp. gl	3461	2426	36811	3461	2285	-36591
3	380C1F1 / 380C2F1	25111	19418	223104	25110	17728	-219938
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25110	18564	221449	25110	17020	-218747
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	25110	17485	219519	25110	16124	-217365
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	8686	5750	60546	8686	5220	-59821
	Comp. gl	17519	9404	119147	17518	8701	-118475
4	380C1F1 / 380C2F1	15788	9776	144577	15788	9188	-143816
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15788	9479	144177	15788	8940	-143533
Permanent loads yg= 0.9	380C1F3 / 380C2F3	15788	9103	143716	15788	8627	-143207
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2421	1550	21660	2421	1447	-21512
	Comp. gl	4966	2732	43815	4966	2595	-43682

Appendixe

W2S400+5 TOWER **APPENDIX: Q2**

Loadcases for tower defliction analyses (Servicability limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
1a	380C1F1 / 380C2F1	14202	5604	127432	14202	5604	-127432
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14202	5601	127432	14202	5601	-127432
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14202	5597	127433	14202	5597	-127433
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1855	734	16643	1855	734	-16643
	Comp. gl	3847	1517	34520	3847	1517	-34520
1b	380C1F1 / 380C2F1	14194	6488	148420	14194	6488	-148420
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14194	6488	148420	14194	6488	-148420
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14194	6487	148420	14194	6487	-148420
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1854	835	19082	1854	835	-19082
	Comp. gl	3845	1712	39161	3845	1712	-39161
3	380C1F1 / 380C2F1	22419	8527	194794	22419	8527	-194794
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	22419	8526	194794	22419	8526	-194794
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	22419	8523	194794	22419	8523	-194794
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	6530	2063	47087	6530	2063	-47087
	Comp. gl	13213	4160	95055	13213	4160	-95055
4	380C1F1 / 380C2F1	16206	6341	145038	16206	6341	-145038
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16206	6340	145038	16206	6340	-145038
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	16206	6339	145038	16206	6339	-145038
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2356	905	20697	2356	905	-20697
	Comp. gl	4850	1860	42552	4850	1860	-42552
1a	380C1F1 / 380C2F1	14204	16175	148395	14205	18358	-155965
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14204	15262	145430	14205	17254	-152061
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14203	14111	141896	14204	15861	-147361
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1855	2622	21312	1855	3013	-22871
	Comp. gl	3848	3998	39053	3848	4509	-40744
1b	380C1F1 / 380C2F1	14194	8459	149353	14194	8847	-149759
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14194	8296	149203	14194	8651	-149545
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14194	8089	149031	14194	8403	-149300
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1854	1181	19311	1854	1250	-19409

W2S400+5 TOWER **APPENDIX: Q2**

Loadcases for tower defliction analyses (Servicability limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
	Comp. gl	3845	2177	39356	3845	2268	-39441
3	380C1F1 / 380C2F1	22419	14095	198786	22419	15203	-200465
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	22419	13630	198160	22419	14643	-199585
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	22419	13042	197437	22419	13936	-198566
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	6530	3843	48220	6531	4196	-48696
	Comp. gl	13213	6545	96055	13214	7013	-96490
4	380C1F1 / 380C2F1	16206	8304	145779	16206	8688	-146105
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16206	8142	145658	16206	8494	-145934
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	16206	7937	145520	16206	8248	-145736
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2356	1249	20855	2356	1316	-20924
	Comp. gl	4850	2322	42686	4850	2412	-42746
1a	380C1F1 / 380C2F1	14210	30056	202579	14210	30056	-202579
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14209	27960	193836	14209	27960	-193836
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14208	25300	182892	14208	25300	-182892
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1856	5088	31783	1856	5088	-31783
	Comp. gl	3849	7266	51574	3849	7266	-51574
1b	380C1F1 / 380C2F1	14195	10918	152991	14195	10918	-152991
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14195	10544	152286	14195	10544	-152286
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14195	10073	151469	14195	10073	-151469
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1854	1620	20172	1854	1620	-20172
	Comp. gl	3846	2754	40126	3846	2754	-40126
3	380C1F1 / 380C2F1	22422	21156	213242	22422	21156	-213242
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	22421	20080	210534	22421	20080	-210534
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	22421	18723	207344	22421	18723	-207344
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	6532	6084	52276	6532	6084	-52276
	Comp. gl	13215	9504	99911	13215	9504	-99911
4	380C1F1 / 380C2F1	16207	10734	148732	16207	10734	-148732
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16207	10366	148156	16207	10366	-148156
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	16207	9901	147491	16207	9901	-147491
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2356	1677	21471	2356	1677	-21471
	Comp. gl	4850	2890	43235	4850	2890	-43235
1a	380C1F1 / 380C2F1	14205	18358	155965	14204	16175	-148395

W2S400+5 TOWER **APPENDIX: Q2**

Loadcases for tower defliction analyses (Servicability limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14205	17254	152061	14204	15262	-145430
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14204	15861	147361	14203	14111	-141896
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1855	3013	22871	1855	2622	-21312
	Comp. gl	3848	4509	40744	3848	3998	-39053
1b	380C1F1 / 380C2F1	14194	8847	149759	14194	8459	-149353
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14194	8651	149545	14194	8296	-149203
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14194	8403	149300	14194	8089	-149031
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1854	1250	19409	1854	1181	-19311
	Comp. gl	3845	2268	39441	3845	2177	-39356
3	380C1F1 / 380C2F1	22419	15203	200465	22419	14095	-198786
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	22419	14643	199585	22419	13630	-198160
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	22419	13936	198566	22419	13042	-197437
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	6531	4196	48696	6530	3843	-48220
	Comp. gl	13214	7013	96490	13213	6545	-96055
4	380C1F1 / 380C2F1	16206	8688	146105	16206	8304	-145779
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16206	8494	145934	16206	8142	-145658
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	16206	8248	145736	16206	7937	-145520
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2356	1316	20924	2356	1249	-20855
	Comp. gl	4850	2412	42746	4850	2322	-42686

Bijlage 6b

Ontwerpberekening W2H400+10

Postbus 676
7300 AR Apeldoorn
Tel: 088 - 1860200

Statische ontwerpberekening

Masttype "W2H400(+10)"

Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk

Revisie	Datum	Samensteller	Gecontroleerd
00	29 - 11 - 12	ing. Miko Hakhverdian	
01 – Fundatiebel. SLS toestaand gewijzigd	6 - 12 - 12	ing. Miko Hakhverdian	
02-Detailberekening toegevoegd	15 - 05 - 13	ing. Miko Hakhverdian	
03-Mast nummers verwijderd	07 - 02 - 14	ing. Miko Hakhverdian	7-2-14

Inhoudsopgave.

	blz.
1.0 Uitgangspunten berekening	4
1.1 Inleiding	4
1.2 Toegepaste normen	4
1.3 Randvoorwaarden	4
1.4 Constructie onderdelen	4
1.5 Toegepaste materiaal	5
1.6 Belastingen	6
2.0 Berekening masttype “W2H400(+10)”	7
2.1 Overzicht mast	8
2.2 Mast gegevens	9
2.3 Computerschema	11
3.0 Berekening Belastingen	12
3.1 Berekening stuwdruk	13
3.2 Berekening eigenfrequentie mast	14
3.3 Berekening bouwwerkfactor C_sC_d	16
3.4 Bepaling krachtcoëfficiënt C_f	17
3.5 Gewicht en horizontale belasting geleiders	18
3.6 Gewicht en windbelasting mastlichaam	19
3.7 Berekende belastingen	20
4.0 Resultaat berekeningen	23
4.1 Berekening verplaatsingen in SLS- toestand (belasting gevallen)	23
4.2 Maximale verplaatsingen in SLS- toestand	29
4.3 Toetsing maximale verplaatsingen	30
4.4 Berekening Krachten in ULS- toestand (belasting gevallen)	31
4.5 Maximale Krachten in ULS- toestand	37
4.6 Toetsing doorsnede	38
5.0 Berekening ankers, bouten en flensverbindingen	41
6.0 Controleberekening vortex shedding	44
7.0 Fundatie belastingen	52
8.0 Betonspanning onder voetplaat en instortring	53
9.0 Detailberekening	55

	blz.
9.1 Berekening afspanpunt trekisolatoren 380 kV	55
9.1.1 Berekening afspanpunt trekisolatoren 380 kV op 57m hoogte	56
9.1.2 Berekening afspanpunt trekisolatoren 380 kV op 47m hoogte	66
9.1.3 Berekening afspanpunt trekisolatoren 380 kV op 37m hoogte	71
9.2 Berekening draagarm bliksemdraad	76
9.2.1 Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast	78
9.2.2 Berekening clip bliksemdraad (clip 5.4)	79
9.3 Berekening draagarm "Retourstroomgeleider"	82
9.3.1 Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast	87
9.3.2 Berekening clip "Retourstroomgeleider"	88
9.4 Berekening Clip 17 - t.b.v. installatie geleiders (op 0,5m hoogte)	90
9.4.1 Controle capaciteit van de aansluiting	92
9.5 Berekening clip hulprail - clip 8	93
9.5.1 Controle capaciteit van de aansluiting	95
9.6 Ondersteuning hijsbalk op de top van de mast	97
9.7 Berekening versterking deur	100

Bijlage: KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 V10.0 - bijlage O, O1 en O2

1.0 - Uitgangspunten berekening.

1.1 - Inleiding.

In dit rapport wordt in opdracht van TenneT de statische ontwerpberekening van het masttype W2H400(+10) van het project “R380 Wintrack hoogspanningslijn” Noordring , tracé Vijfhuizen – Bleiswijk gepresenteerd.

1.2 – Toegepaste normen.

De berekening is gebaseerd op de volgende normen:

- NEN-EN 50341-1 – Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 1: Algemene eisen – Gemeenschappelijke specificaties, uitgave november 2001.
- NEN-EN 50341-3 – Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 3: Verzameling van nationale normatieve aspecten, uitgave november 2001 en correctieblad mei 2006.
- NEN-EN 1990 - Grondslagen van het constructief ontwerp, uitgave december 2007 (+NB).
- NEN-EN 1991 – Algemene belastingen, uitgave december 2007 (+NB)
- NEN-EN 1991-1-4 - Algemene belastingen – Windbelasting, uitgave december 2007.
- NEN-EN 1993-1-1 - Ontwerp en berekenen van staalconstructies, uitgave december 2007(+NB).
- NEN-EN 1993-1-8 - Ontwerp en berekenen van verbindingen, uitgave december 2007 (+NB).
- NEN-EN 1993-3-1 – Torens, maten en schoorstenen, uitgave juli 2007.
- NEN 2063 – Op vermoeiing belaste constructies- Het berekenen van gelaste verbindingen in ongelegeerd en zwakgelegeerd staal t/m S355.

De belastingopgave is volgens KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 V10.0 “Design Loads for Wintrack II – R380 BEV-VHZ & VHZ-BEV” 18 november 2013.
Voor het masttype W2H400(+10) zijn de bijlage O en O1 (berekening maststerkte) en bijlage O2 (berekening verplaatsingen) van het KEMA rapport van toepassing.

1.3 – Randvoorwaarden.

Volgens Eurocode 3, deel 3-1 wordt de constructie ingedeeld in ontwerp levensduurklasse 3, gevolgklasse CC3 en referentieperiode 50 jaar. Mast bevindt zich in het gebied (windgebied II – onbebouwd) dat de terreincategorie II is van toepassing.

In de bruikbaarheidsgrenstoestand (SLS- toestand) dient voldaan te worden aan de volgende randvoorwaarden:

- De maximale horizontale uitbuiging mag niet groter zijn dan 5,5% van de hoogte van de mast.
- De relatieve verplaatsing van mast mag niet groter zijn dan 1% van de hoogte van de mast.

1.4 – Constructieonderdelen.

A - Mast constructie.

De mast is een buismast met een totale hoogte van 67,0 meter. De basis diameter van de mast is 2,733 meter en verloopt conisch tot de top van de mast naar een diameter van 0,5 meter. De mast is opgebouwd uit drie segmenten. De segmenten zijn 19,80 meter en 2* 23,60 meter lang. Deze segmenten worden door middel van een binnenflensaansluiting aan elkaar verbonden.
De mast is voorzien van een klimvoorziening aan de binnenkant van de mast.

B - Fundatie.

De berekening van de fundatie en draagkracht van de grond valt buiten deze berekening. Aan de hand van locatiegegevens en grondmechanisch onderzoek dient de fundatie van de mast alsnog te worden berekend.

1.5 – Toegepaste materialen.

A - Mastconstructie.

De materiaalkwaliteit is S355 ($f_{y;d}$ = 355 N/mm^2, $f_{t;d}$ = 510 N/mm^2), tenzij anders vermeld.

B - Bouten en moeren.

De toegepaste bouten zijn kwaliteit 10.9. De ankers zijn kwaliteit 8.8.
Alle bouten en moeren zijn thermisch verzinkt, ISO-passend en gerolde draad.

C - Lassen in de primaire constructie.

Alle lassen zijn voorbewerkte ½ V las met een tegen las, klasse K35 of een voorbewerkte X las klasse K45. De lasdetails worden door de fabrikant opgegeven.

1.6 - Belastingen.

A – Geleiders (bliksemdraad, fasedraden en retourstroomgeleider) en isolatoren,

De belastingopgave is volgens KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 V10.0 “Design Loads for Wintrack II – R380 BEV-VHZ & VHZ-BEV” 18 november 2013.
Voor het masttype W2H400(+10) zijn de bijlage O en O1 (berekening maststerkte) en bijlage O2 (berekening verplaatsingen) van het KEMA rapport van toepassing.

In de bovengenoemde bijlagen zijn de krachten inclusief de belastingfactoren volgens NEN-EN 50341-3-15 paragraaf 4.2, tabel 4.2.11/NL.1 voor de ULS- toestand (Ultimate limit state), tabel 4.2.11/NL.3 voor de SPLS- toestand (Special limit state) en tabel 4.2.11/NL.4 voor de SLS-toestand (Serviceability limit state) aangegeven.

B – Mastlichaam

Het gewicht van de mast is een centrisch en gelijkmatig verdeelde belasting. Deze wordt gecombineerd met het gewicht van de geleiders en isolatoren. De belastingfactoren voor het eigengewicht zijn volgens NEN-EN 50341-3-15 en NEN-EN 1993-3-1, γ_g = 1,2 voor de ULS-toestand en γ_g = 1,0 voor de SLS- toestand.

De windbelasting van het mastlichaam is een horizontaal verdeelde belasting over de hele hoogte. Gezien het feit dat het windoppervlak van het mastlichaam in alle richtingen gelijk is, wordt deze eenmaal berekend en gecombineerd met de belasting van de geleiders in de verschillende windrichtingen. De belastingfactoren voor de windbelasting van het mastlichaam zijn volgens NEN-EN 1993-3-1, γ_q = 1,6 voor de ULS- toestand en γ_q = 1,0 voor de SLS-toestand.

2.0 - Berekening masttype "W2H400(+10)"

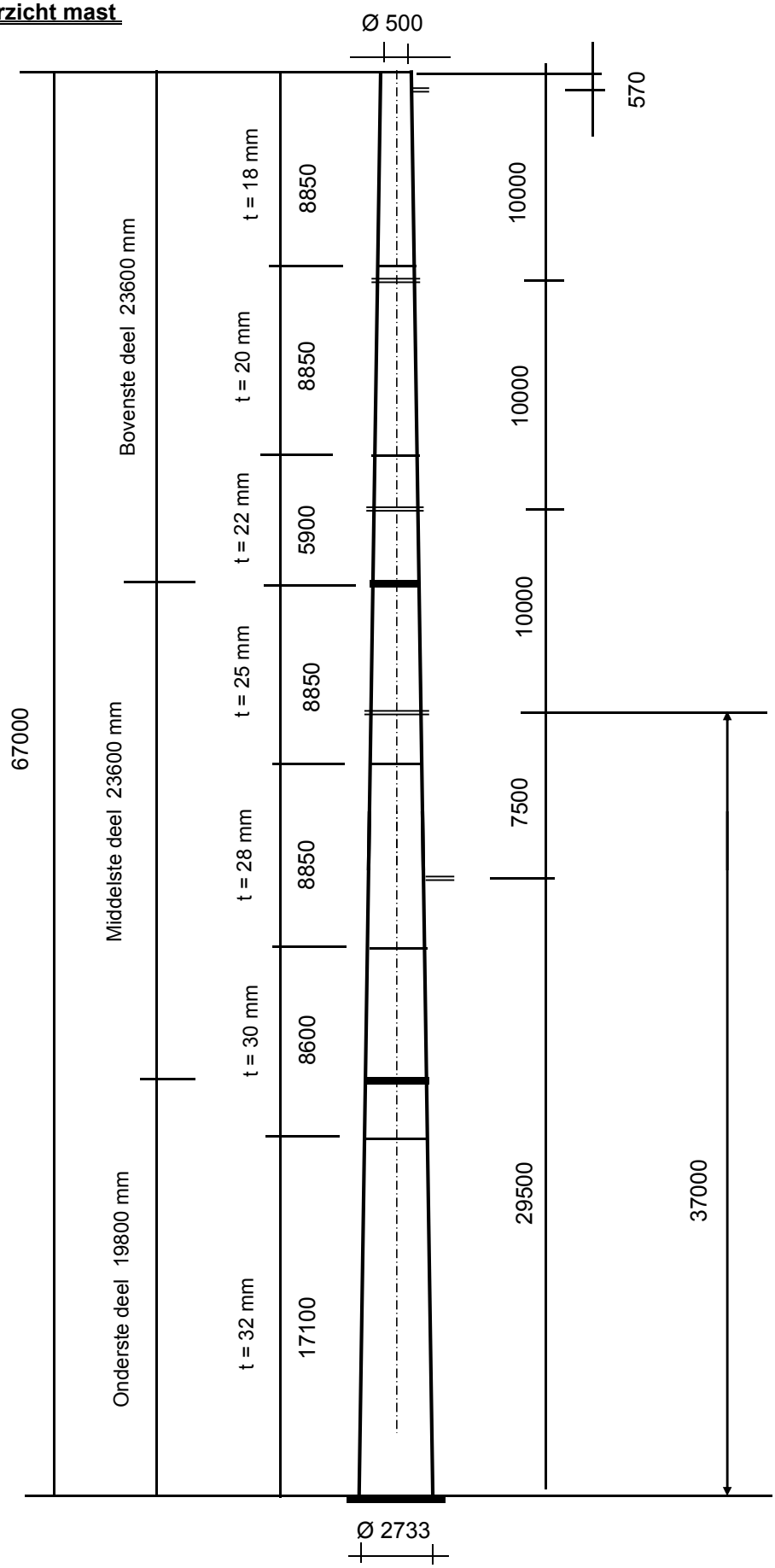
Berekening

W2H400+10

67,0 m - 2733 - 500

Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk

2.1 - Overzicht mast



2.2 - Mast gegevens

Buismast type W2H400(+10)

Voet van de mast op :	0,00	meter

Wind gebied : II - onbebouwd

aantal staven	32

gem. breedte (m)	1,617

staaf nummer	staaf lengte mm	voet-breedte mm	top-breedte mm	diago-nalen	aantal knopen	aantal staven	gem. hoogte m
1	570	519	500	n.v.t.	2	1	66,72
2	2380	598	519	n.v.t.	2	1	65,24
3	2950	697	598	n.v.t.	2	1	62,58
4	2950	795	697	n.v.t.	2	1	59,63
5	1150	833	795	n.v.t.	2	1	57,58
6	1800	893	833	n.v.t.	2	1	56,10
7	2950	992	893	n.v.t.	2	1	53,73
8	2950	1090	992	n.v.t.	2	1	50,78
9	2300	1167	1090	n.v.t.	2	1	48,15
10	650	1188	1167	n.v.t.	2	1	46,68
11	2950	1287	1188	n.v.t.	2	1	44,88
12	2950	1385	1287	n.v.t.	2	1	41,93
13	2950	1483	1385	n.v.t.	2	1	38,98
14	500	1500	1483	n.v.t.	2	1	37,25
15	2450	1582	1500	n.v.t.	2	1	35,78
16	1475	1631	1582	n.v.t.	2	1	33,81
17	1475	1680	1631	n.v.t.	2	1	32,34
18	2100	1750	1680	n.v.t.	2	1	30,55
19	850	1778	1750	n.v.t.	2	1	29,08
20	1475	1827	1778	n.v.t.	2	1	27,91
21	1475	1876	1827	n.v.t.	2	1	26,44
22	2950	1975	1876	n.v.t.	2	1	24,23
23	2950	2073	1975	n.v.t.	2	1	21,28
24	1350	2118	2073	n.v.t.	2	1	19,13
25	1350	2163	2118	n.v.t.	2	1	17,78
26	1425	2211	2163	n.v.t.	2	1	16,39
27	1425	2258	2211	n.v.t.	2	1	14,96
28	2850	2353	2258	n.v.t.	2	1	12,83
29	2850	2448	2353	n.v.t.	2	1	9,98
30	2850	2543	2448	n.v.t.	2	1	7,13
31	2850	2638	2543	n.v.t.	2	1	4,28
32	2850	2733	2638	n.v.t.	2	1	1,43
	67000				33	32	

Profielgegevens

profielgegevens buisprofiel - Staal kwaliteit : S 355							
staaf	D_{gem} (mm)	t (mm)	A (mm^2)	m(kg/m)	I (mm^4)	i (mm)	W_b (mm^3)
1	509	18,0	27794	218,18	8,40E+08	173,89	3,30E+06
2	559	18,0	30573	240,00	1,12E+09	191,26	4,00E+06
3	647	18,0	35596	279,43	1,76E+09	222,65	5,45E+06
4	746	18,0	41156	323,07	2,73E+09	257,39	7,31E+06
5	814	20,0	49896	391,68	3,94E+09	280,85	9,67E+06
6	863	20,0	52985	415,93	4,71E+09	298,23	1,09E+07
7	942	20,0	57958	454,97	6,17E+09	326,21	1,31E+07
8	1041	20,0	64136	503,47	8,36E+09	360,96	1,61E+07
9	1128	22,0	76458	600,19	1,17E+10	391,19	2,07E+07
10	1177	22,0	79855	626,87	1,33E+10	408,57	2,26E+07
11	1237	22,0	84002	659,41	1,55E+10	429,78	2,51E+07
12	1336	25,0	102943	808,10	2,21E+10	463,49	3,31E+07
13	1434	25,0	110665	868,72	2,75E+10	498,24	3,83E+07
14	1492	25,0	115180	904,16	3,10E+10	518,57	4,15E+07
15	1541	25,0	119041	934,47	3,42E+10	535,95	4,44E+07
16	1606	28,0	138816	1089,70	4,32E+10	558,03	5,38E+07
17	1655	28,0	143140	1123,65	4,74E+10	575,40	5,73E+07
18	1715	28,0	148380	1164,79	5,28E+10	596,46	6,16E+07
19	1764	28,0	152705	1198,73	5,75E+10	613,84	6,52E+07
20	1803	28,0	156113	1225,48	6,15E+10	627,54	6,82E+07
21	1852	28,0	160437	1259,43	6,67E+10	644,92	7,21E+07
22	1926	30,0	178658	1402,47	8,03E+10	670,29	8,34E+07
23	2024	30,0	187924	1475,21	9,34E+10	705,04	9,23E+07
24	2096	30,0	194678	1528,22	1,04E+11	730,38	9,91E+07
25	2141	30,0	198918	1561,51	1,11E+11	746,28	1,04E+08
26	2187	32,0	216627	1700,52	1,26E+11	761,93	1,15E+08
27	2234	32,0	221402	1738,00	1,34E+11	778,72	1,20E+08
28	2306	32,0	228564	1794,22	1,48E+11	803,91	1,28E+08
29	2401	32,0	238113	1869,18	1,67E+11	837,49	1,39E+08
30	2496	32,0	247662	1944,14	1,88E+11	871,06	1,51E+08
31	2591	32,0	257211	2019,10	2,10E+11	904,64	1,63E+08
32	2686	32,0	266760	2094,06	2,35E+11	938,22	1,75E+08

Elasticiteitsmodulus E-	N/mm^2	210000
Vloeigrens f_y	N/mm^2	355
Volumieke massa	kg/m^3	7850

2.3 - Computerschema

knoop nummer	knoop cord. "Z" - in mm	staaf i -- j	benaming staven	L_{staaf} mm	A_{eff} mm^2	I_x of I_y mm^4
1	67000	1 -- 2	1	570	2,78E+04	8,40E+08
2	66430	2 -- 3	2	2380	3,06E+04	1,12E+09
3	64050	3 -- 4	3	2950	3,56E+04	1,76E+09
4	61100	4 -- 5	4	2950	4,12E+04	2,73E+09
5	58150	5 -- 6	5	1150	4,99E+04	3,94E+09
6	57000	6 -- 7	6	1800	5,30E+04	4,71E+09
7	55200	7 -- 8	7	2950	5,80E+04	6,17E+09
8	52250	8 -- 9	8	2950	6,41E+04	8,36E+09
9	49300	9 -- 10	9	2300	7,65E+04	1,17E+10
10	47000	10 -- 11	10	650	7,99E+04	1,33E+10
11	46350	11 -- 12	11	2950	8,40E+04	1,55E+10
12	43400	12 -- 13	12	2950	1,03E+05	2,21E+10
13	40450	13 -- 14	13	2950	1,11E+05	2,75E+10
14	37500	14 -- 15	14	500	1,15E+05	3,10E+10
15	37000	15 -- 16	15	2450	1,19E+05	3,42E+10
16	34550	16 -- 17	16	1475	1,39E+05	4,32E+10
17	33075	17 -- 18	17	1475	1,43E+05	4,74E+10
18	31600	18 -- 19	18	2100	1,48E+05	5,28E+10
19	29500	19 -- 20	19	850	1,53E+05	5,75E+10
20	28650	20 -- 21	20	1475	1,56E+05	6,15E+10
21	27175	21 -- 22	21	1475	1,60E+05	6,67E+10
22	25700	22 -- 23	22	2950	1,79E+05	8,03E+10
23	22750	23 -- 24	23	2950	1,88E+05	9,34E+10
24	19800	24 -- 25	24	1350	1,95E+05	1,04E+11
25	18450	25 -- 26	25	1350	1,99E+05	1,11E+11
26	17100	26 -- 27	26	1425	2,17E+05	1,26E+11
27	15675	27 -- 28	27	1425	2,21E+05	1,34E+11
28	14250	28 -- 29	28	2850	2,29E+05	1,48E+11
29	11400	29 -- 30	29	2850	2,38E+05	1,67E+11
30	8550	30 -- 31	30	2850	2,48E+05	1,88E+11
31	5700	31 -- 32	31	2850	2,57E+05	2,10E+11
32	2850	32 -- 33	32	2850	2,67E+05	2,35E+11
33	0					

3.0 - Berekening belastingen

3,1 - Berekening stuwdruk

Algemene gegevens:

Wind gebied : II - onbebouwd
Basiswindsnelheid $V_{b,0}$ = 27 m/s

Terreincategorie : II - Onbebouwd gebied
Richtingsfactor C_{dir} = 1,0
Seizoensfactor C_{season} = 1,0
Orografiefactor $C_o(z)$ = 1,0
Veiligheidsklaae 2
Volumieke massa van lucht; ρ = 1,25 kg/m^3
z_0 = 0,200 m
z_{min} = 4,0 m

Gemiddelde windsnelheid $V_m(z) = (V_{b,0} * C_{dir} * C_{season}) * c_r(z)$

$c_r(z) = k_r * \ln\{ z / z_0\}$ voor $z_{min} \leq z \leq z_{max}$

$c_r(z) = c_r (z_{min})$ voor $z \leq z_{min}$

$k_r = 0{,}19 \ln\{ z_0 / z_{0,II}\}^{0{,}07}$ $z_{0;II}$ = 0,05 m

Extreme stuwdruk $q_p(z) = (1 + 7*I_v(z)) * ½ * \rho * V_m^2(z)$

$I_v(z) = k_I / \{ c_o(z) * \ln(z / z_0) \}$ voor $z_{min} \leq z \leq z_{max}$; k_I = 1,0

$I_v(z) = I_v (z_{min})$ voor $z \leq z_{min}$

Sectie	hoogte z m	kr	$c_r(z)$	$V_m(z)$ m/s	$I_v(z)$	$q_p(z)$ N/m^2
1	66,72	0,21	1,22	32,84	0,17	1486
2	65,24	0,21	1,21	32,72	0,17	1478
3	62,58	0,21	1,20	32,48	0,17	1463
4	59,63	0,21	1,19	32,21	0,18	1445
5	57,58	0,21	1,19	32,01	0,18	1432
6	56,10	0,21	1,18	31,86	0,18	1422
7	53,73	0,21	1,17	31,62	0,18	1407
8	50,78	0,21	1,16	31,30	0,18	1386
9	48,15	0,21	1,15	31,00	0,18	1367
10	46,68	0,21	1,14	30,82	0,18	1356
11	44,88	0,21	1,13	30,60	0,18	1342
12	41,93	0,21	1,12	30,22	0,19	1318
13	38,98	0,21	1,10	29,80	0,19	1292
14	37,25	0,21	1,09	29,55	0,19	1276
15	35,78	0,21	1,09	29,32	0,19	1262
16	33,81	0,21	1,07	29,00	0,19	1243
17	32,34	0,21	1,06	28,75	0,20	1228
18	30,55	0,21	1,05	28,43	0,20	1208
19	29,08	0,21	1,04	28,15	0,20	1191
20	27,91	0,21	1,03	27,92	0,20	1177
21	26,44	0,21	1,02	27,61	0,20	1159
22	24,23	0,21	1,00	27,12	0,21	1130
23	21,28	0,21	0,98	26,38	0,21	1087
24	19,13	0,21	0,95	25,78	0,22	1053
25	17,78	0,21	0,94	25,37	0,22	1029
26	16,39	0,21	0,92	24,91	0,23	1004
27	14,96	0,21	0,90	24,39	0,23	975
28	12,83	0,21	0,87	23,52	0,24	927
29	9,98	0,21	0,82	22,10	0,26	852
30	7,13	0,21	0,75	20,20	0,28	754
31	4,28	0,21	0,64	17,31	0,33	615
32	1,43	0,21	0,63	16,93	0,33	598

3.2 - Berekening eigenfrequentie mast en meewerkende massa

Verplaatsing van de mast t.g.v e.g mast en toplast

knoop nummer	staaf nummer	gewicht mast N	gewicht flenzen+ ge-leiders-N	dwarskr. kN	moment kNm	hoekver.φ rad.	verpl. δ mm
1	1 -- 2	1329	400	0,40	0,00	2,58E-02	981,84
2	2 -- 3	6069	4098	5,83	0,61	2,58E-02	967,11
3	3 -- 4	8686		11,90	21,70	2,57E-02	905,67
4	4 -- 5	9973		20,58	69,61	2,54E-02	830,14
5	5 -- 6	4677		30,56	145,03	2,49E-02	755,92
6	6 -- 7	7757	33460	68,69	182,86	2,46E-02	727,46
7	7 -- 8	13864		76,45	313,49	2,42E-02	683,49
8	8 -- 9	15295		90,31	559,46	2,32E-02	613,48
9	9 -- 10	14149		105,61	848,45	2,20E-02	546,67
10	10 -- 11	4172	34118	153,88	1107,62	2,11E-02	497,03
11	11 -- 12	19895		158,05	1208,99	2,08E-02	483,40
12	12 -- 13	24281	7046	184,99	1704,58	1,95E-02	423,77
13	13 -- 14	26070		209,27	2286,12	1,83E-02	367,95
14	14 -- 15	4596		235,34	2941,92	1,69E-02	315,98
15	15 -- 16	23262	34857	274,79	3060,74	1,67E-02	307,57
16	16 -- 17	16294		298,06	3762,48	1,55E-02	268,05
17	17 -- 18	16795		314,35	4214,13	1,49E-02	245,61
18	18 -- 19	24775		331,15	4690,18	1,42E-02	224,14
19	19 -- 20	10317	8799	364,72	5411,60	1,33E-02	195,25
20	20 -- 21	18297		375,04	5726,00	1,29E-02	184,13
21	21 -- 22	18798		393,33	6292,67	1,22E-02	165,64
22	22 -- 23	41815		412,13	6886,70	1,15E-02	148,16
23	23 -- 24	43961		453,95	8164,17	1,02E-02	116,13
24	24 -- 25	20833	33251	531,16	9568,15	8,85E-03	88,01
25	25 -- 26	21283		551,99	10299,28	8,23E-03	76,48
26	26 -- 27	24446		573,28	11058,83	7,62E-03	65,77
27	27 -- 28	24980		597,72	11893,17	7,00E-03	55,36
28	28 -- 29	51563		622,70	12762,72	6,37E-03	45,83
29	29 -- 30	53699		674,26	14610,90	5,12E-03	29,41
30	30 -- 31	55836		727,96	16609,07	3,85E-03	16,60
31	31 -- 32	57972		783,80	18763,34	2,57E-03	7,41
32	32 -- 33	60108		841,77	21079,78	1,29E-03	1,87
33			44762	946,64	23564,48	0,00E+00	0,00

Voor de berekening van de eigenfrequentie is de Rayleigh-Ritz methode toegepast.
Bij benadering kan eigenfrequentie bepaald worden door alle massa's m_i van het dynamische model dezelfde versnelling g in de richting van de beweging te geven en vervolgen eigen-trillingsvorm te berekenen onder invloed van krachten $F_i = m_i * g$

De eigenfrequentie van de eerste trillingsvorm kan berekend worden door:

$$n_{1,x} = 1 / 2\pi * \{ g * \Sigma m_i * \delta_i / \Sigma m_i * \delta_i^2 \}^{0,5}$$

m_i : de geconcentreerde massa in kg.

δ_i : de verplaatsing van het punt (i) in meter

g = 9,81 m/s^2 - versnelling van de zwaartekracht

knoop nummer	staaf nummer	gewicht mast N	gewicht flenzen+ ge-leiders-kg	verpl. δ m	$g\Sigma m_i.\delta_i$	$\Sigma m_i.\delta_i^2$
1	1 -- 2	132,9	40,0	0,982	1655,86	164,773
2	2 -- 3	606,9	409,8	0,967	9463,34	915,475
3	3 -- 4	868,6		0,906	7395,13	654,260
4	4 -- 5	997,3		0,830	7758,78	627,213
5	5 -- 6	467,7		0,756	3402,88	257,276
6	6 -- 7	775,7	3346,0	0,727	29246,66	2156,754
7	7 -- 8	1386,4		0,683	8819,90	583,036
8	8 -- 9	1529,5		0,613	8703,51	514,647
9	9 -- 10	1414,9		0,547	7243,63	385,332
10	10 -- 11	417,2	3411,8	0,497	18642,14	943,129
11	11 -- 12	1989,5		0,483	8852,69	409,321
12	12 -- 13	2428,1	704,6	0,424	12358,70	507,039
13	13 -- 14	2607,0		0,368	8745,53	304,859
14	14 -- 15	459,6		0,316	1405,64	44,673
15	15 -- 16	2326,2	3485,7	0,308	17085,23	522,442
16	16 -- 17	1629,4		0,268	4105,36	107,480
17	17 -- 18	1679,5		0,246	3869,75	92,650
18	18 -- 19	2477,5		0,224	5096,47	108,938
19	19 -- 20	1031,7	879,9	0,195	3605,19	70,666
20	20 -- 21	1829,7		0,184	3139,12	55,962
21	21 -- 22	1879,8		0,166	2893,37	46,277
22	22 -- 23	4181,5		0,148	5420,85	73,023
23	23 -- 24	4396,1		0,116	4402,01	45,803
24	24 -- 25	2083,3	3325,1	0,088	4551,80	39,849
25	25 -- 26	2128,3		0,076	1484,97	10,766
26	26 -- 27	2444,6		0,066	1452,45	8,967
27	27 -- 28	2498,0		0,055	1239,79	6,394
28	28 -- 29	5156,3		0,046	1902,94	7,298
29	29 -- 30	5369,9		0,029	1211,93	2,842
30	30 -- 31	5583,6		0,017	657,54	0,805
31	31 -- 32	5797,2		0,007	263,93	0,125
32	32 -- 33	6010,8		0,002	55,17	0,005
33			4476,2	0,000	0,00	0,000
				Som	196132	9668

$$n_{1,x} = 1 / 2\pi * \{ g * \Sigma m_i * \delta_i / \Sigma m_i * \delta_i^2 \}^{0,5}$$

$n_{1,x}$	=	0,72	Hz

Meewerkende massa

$m_{i;e}$ is de equivalente massa m_e per lengte eenheid, in kg/m, gewogen naar de trillingsvorm :

$$m_e = \frac{\int_0^l m(s) * \phi^2_i(s)\, ds}{\int_0^l \phi^2_i(s)\, ds}$$

staaf nummer	massa m kg/m	ϕ_i	s m	$\phi_i^2 * (s)$	$\phi_i^2 *(s)*m$	$\phi_i * (s)$
1 -- 2	1022	0,992	0,570	0,56	574,05	0,57
2 -- 3	255	0,954	2,380	2,16	552,02	2,27
3 -- 4	294	0,884	2,950	2,31	678,69	2,61
4 -- 5	338	0,808	2,950	1,92	650,63	2,38
5 -- 6	3316	0,755	1,150	0,66	2176,27	0,87
6 -- 7	431	0,719	1,800	0,93	400,47	1,29
7 -- 8	470	0,660	2,950	1,29	604,81	1,95
8 -- 9	518	0,591	2,950	1,03	533,86	1,74
9 -- 10	2099	0,532	2,300	0,65	1363,56	1,22
10 -- 11	642	0,499	0,650	0,16	104,01	0,32
11 -- 12	913	0,462	2,950	0,63	574,99	1,36
12 -- 13	823	0,403	2,950	0,48	394,71	1,19
13 -- 14	884	0,348	2,950	0,36	316,24	1,03
14 -- 15	7891	0,318	0,500	0,05	397,82	0,16
15 -- 16	949	0,293	2,450	0,21	199,89	0,72
16 -- 17	1105	0,262	1,475	0,10	111,49	0,39
17 -- 18	1139	0,239	1,475	0,08	96,11	0,35
18 -- 19	1599	0,214	2,100	0,10	153,14	0,45
19 -- 20	1214	0,193	0,850	0,03	38,51	0,16
20 -- 21	1240	0,178	1,475	0,05	58,05	0,26
21 -- 22	1274	0,160	1,475	0,04	48,00	0,24
22 -- 23	1417	0,135	2,950	0,05	75,75	0,40
23 -- 24	2617	0,104	2,950	0,03	83,45	0,31
24 -- 25	1543	0,084	1,350	0,01	14,62	0,11
25 -- 26	1577	0,072	1,350	0,01	11,17	0,10
26 -- 27	1716	0,062	1,425	0,01	9,30	0,09
27 -- 28	1753	0,052	1,425	0,00	6,63	0,07
28 -- 29	1809	0,038	2,850	0,00	7,57	0,11
29 -- 30	1884	0,023	2,850	0,00	2,95	0,07
30 -- 31	1959	0,012	2,850	0,00	0,83	0,03
31 -- 32	2034	0,005	2,850	0,00	0,13	0,01
32 -- 33	3680	0,001	2,850	0,00	0,01	0,00
		Σ	67,00	13,91	10239,71	22,84

m_e = 10239,7 / 13,9 = 736,0 kg/m

3.3 - Berekening bouwwerkfactor c_sc_d

Eurocode 1- 4 : 6.3.1 - Procedure volgens bijlage C

$c_sc_d = 1 + 2 * k_p * I_v(z_s) * (B^2 + R^2)^{0,5} / (1 + 7 * I_v(z_s))$

$n = n_{1,x}$ =	0,72	Hz
b =	1,62	m
h =	67,00	m
$z_s = h_0 + 0,6 * h$ =	40,20	m
$\alpha = 0,67 + 0,05 * \ln(z_0)$ =	0,59	
De referentiehoogte z_t =	200	m
De referentielengteschaal L_t =	300	m
$L(z) = L_t * (z / z_t)^{\alpha}$ =	116,50	

$B^2 = 1 / \{1+1,5*[(b/L(z_s))^2 + (h/L(z_s))^2 + (b*h / L(z_s).L(z_s))^2]^{0,5}\}$

B^2 =	0,54	
δ_s =	0,012	(buismast)
$\delta_a = c_f * \rho * b * v_m(z_s)/ (2*n_1*m_e)$ =	0,069	
δ_d =	0	nvt, geen dempinstallatie
$\delta = \delta_s + \delta_a + \delta_d$ =	0,081	
$v_m(z_s)$ =	29,98	m/s
$v_m(z)$ =	32,87	m/s
$I_v(z_s)$ =	0,19	

$S_L(z,n) = 6,8 * f_L(z,n) / \{1+10,2*f_L(z,n)\}^{5/3}$ = 0,07

$f_L(z,n) = n * L(z) / v_m(z)$ =	2,54
$c_y = c_z$ =	11,5
$\phi_y = c_y * b * n / V_m(z_s)$	0,44
$\phi_z = c_y * h * n / V_m(z_s)$	18,42
G_y =	0,5
G_z =	0,28

$K_s(n) = 1 / \{ 1 + [(G_y.\phi_y)_2 + G_z.\phi_z)^2 + (2.G_y.\phi_y.G_z.\phi_z/\pi)^2]^{0,5} \}$

$K_s(n)$ =	0,16	
R^2 =	0,71	
T =	600	s
$v = n_{1,x} * (R^2/(B^2+R^2))^{0,5}$ =	0,54	Hz

$k_p = \{2*\ln(v*T)\}^{0,5} + 0,6 / \{ (2*\ln(v*T))^{0,5}\}$ = 3,58

c_sc_d = 1,08

3.4 - Bepaling krachtcoëfficiënt C_f

$C_f = C_{f,0} * \psi_\lambda$ doorsnede : Cirkelvormige doorsnede

$R_e = b * v(z_e) / \nu$; $v(z_e) = \{ 2 * q_p / \rho \}^{0,5}$

b is de diameter

ν is de kinematische viscositeit van de lucht $\nu = 15*10^{-6}$ m^2/s

$C_{f,0} = 1,2 + [(0,18 * \log(10*k/b)) / (1 + 0,4*\log(R_e / 10^6))]$

k = 0,20 (gegalvaniseerd staal)

ψ_λ confom EN-1991-1-4 - 7,13

member number	$v(z_e)$ m/s	R_e	$C_{f,0}$	ψ_λ	C_f
1	48,77	1,66E+06	0,80	0,81	0,65
2	48,63	1,81E+06	0,80	0,81	0,65
3	48,37	2,09E+06	0,80	0,81	0,65
4	48,08	2,39E+06	0,80	0,81	0,65
5	47,87	2,60E+06	0,80	0,81	0,65
6	47,71	2,75E+06	0,80	0,81	0,65
7	47,44	2,98E+06	0,80	0,81	0,65
8	47,10	3,27E+06	0,79	0,81	0,65
9	46,77	3,52E+06	0,79	0,81	0,65
10	46,58	3,66E+06	0,79	0,81	0,65
11	46,34	3,82E+06	0,79	0,81	0,65
12	45,92	4,09E+06	0,79	0,81	0,65
13	45,47	4,35E+06	0,79	0,81	0,64
14	45,19	4,49E+06	0,79	0,81	0,64
15	44,94	4,62E+06	0,79	0,81	0,64
16	44,59	4,77E+06	0,79	0,81	0,64
17	44,32	4,89E+06	0,79	0,81	0,64
18	43,96	5,03E+06	0,79	0,81	0,64
19	43,66	5,13E+06	0,79	0,81	0,64
20	43,40	5,22E+06	0,79	0,81	0,64
21	43,07	5,32E+06	0,79	0,81	0,64
22	42,52	5,46E+06	0,79	0,81	0,64
23	41,71	5,63E+06	0,78	0,81	0,64
24	41,04	5,73E+06	0,78	0,81	0,64
25	40,58	5,79E+06	0,78	0,81	0,64
26	40,07	5,84E+06	0,78	0,81	0,64
27	39,50	5,88E+06	0,78	0,81	0,64
28	38,52	5,92E+06	0,78	0,81	0,63
29	36,92	5,91E+06	0,78	0,81	0,63
30	34,74	5,78E+06	0,77	0,81	0,63
31	31,38	5,42E+06	0,77	0,81	0,62
32	30,93	5,54E+06	0,77	0,81	0,62

3.5 - Gewicht, windoppervlak en windlast per staaf .

Gewicht (verticale belasting) bliksem en fase draden

	opstel hoogte m	aantal	gewicht / ophanging N	gewicht bevestiging N	totaal gewicht N
Bliksem	66,43	1	Vlg. KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-00138 V10.0 (18 - 11 - 2013) Appendix - O, O1 en O2		
1e traverse - 380C1F1	57,00	1			
2e traverse - 380C1F2	47,00	1			
3e traverse - 380C1F3	37,00	1			
Retourstroomgeleider	29,50	1			
				Σ Gew (kg)	0

Excentriciteit ophanging t.o.v hart mast

	opstel hoogte m	excet. in m
Bliksem	66,43	0,759
1e traverse - 380C1F1	57,00	0,000
2e traverse - 380C1F2	47,00	0,000
3e traverse - 380C1F3	37,00	0,000
Retourstroomgeleider	29,50	2,075

Windlast (horizontale belasting) bliksem en fase draden

	opstel hoogte m	aantal	F_{hor} ophanging N	F_{hor} bevestiging N	totaal $F_{hor.}$ N
Bliksem	66,43	1	Vlg. KEMA rapport		
1e traverse - 380C1F1	57,00	1			
2e traverse - 380C1F2	47,00	1			
3e traverse - 380C1F3	37,00	1			
Retourstroomgeleider	29,50	1			

3.6 - Gewicht en windbelasting van het mastlichaam

$F_{wind} = q_p(z) * C_s C_d * A$

staaf nummer	gewicht staven in N.	gewicht kab/ladder in N.	totaal gewicht in N.	windopp. staven in m².	windopp. ladder in m².	windlast in N	windlast in kN/m'.
1	1244	86	1329	0,190	0,068	414	0,727
2	5712	357	6069	0,868	0,286	1840	0,773
3	8243	443	8686	1,244	0,354	2523	0,855
4	9531	443	9973	1,431	0,354	2783	0,943
5	4504	173	4677	0,608	0,138	1153	1,003
6	7487	270	7757	1,009	0,216	1880	1,045
7	13422	443	13864	1,803	0,354	3274	1,110
8	14852	443	15295	1,988	0,354	3504	1,188
9	13804	345	14149	1,678	0,276	2884	1,254
10	4075	98	4172	0,495	0,078	838	1,289
11	19453	443	19895	2,357	0,354	3927	1,331
12	23839	443	24281	2,542	0,354	4119	1,396
13	25627	443	26070	2,725	0,354	4295	1,456
14	4521	75	4596	0,480	0,060	744	1,488
15	22895	368	23262	2,429	0,294	3709	1,514
16	16073	221	16294	1,523	0,177	2280	1,546
17	16574	221	16795	1,568	0,177	2313	1,568
18	24460	315	24775	2,312	0,252	3343	1,592
19	10189	128	10317	0,962	0,102	1368	1,609
20	18076	221	18297	1,705	0,177	2391	1,621
21	18577	221	18798	1,750	0,177	2411	1,635
22	41373	443	41815	3,635	0,354	4866	1,649
23	43519	443	43961	3,815	0,354	4892	1,658
24	20631	203	20833	1,805	0,162	2235	1,656
25	21080	203	21283	1,842	0,162	2227	1,649
26	24232	214	24446	1,984	0,171	2335	1,638
27	24767	214	24980	2,025	0,171	2311	1,622
28	51135	428	51563	4,171	0,342	4518	1,585
29	53272	428	53699	4,329	0,342	4294	1,507
30	55408	428	55836	4,480	0,342	3926	1,378
31	57544	428	57972	4,614	0,342	3292	1,155
32	59681	428	60108	4,778	0,342	3305	1,160
	735799	10050	745849	inkl. C_t	inkl. C_t	$\Sigma F_{mast =}$	70860

Gewicht ladder = 15 kg / m'
Windoppervlak ladder = 0,12 m^2 / m'

3.7 - Berekende belastingen

1 - Eigen gewichten (Ultimate limit state)

knoop nummer	staaf i--j	eg mast inc. Ladder in N/m'	eg draden BG - 1a in N	eg draden BG - 1b in N	eg draden BG - 3 in N	eg draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	2798	480	480	480	480
2	2 -- 3	3060	4819	5453	21145	7149
3	3 -- 4	3533				
4	4 -- 5	4057				
5	5 -- 6	4880				
6	6 -- 7	5171	39296	43700	70823	49971
7	7 -- 8	5640				
8	8 -- 9	6222				
9	9 -- 10	7382				
10	10 -- 11	7702	40078	44296	71548	50550
11	11 -- 12	8093				
12	12 -- 13	9877	8456	8456	8456	8456
13	13 -- 14	10605				
14	14 -- 15	11030				
15	15 -- 16	11394	40966	44905	72318	51138
16	16 -- 17	13256				
17	17 -- 18	13664				
18	18 -- 19	14157				
19	19 -- 20	14565	10328	11401	43125	14765
20	20 -- 21	14886				
21	21 -- 22	15293				
22	22 -- 23	17010				
23	23 -- 24	17882				
24	24 -- 25	18519	39901	39901	39901	39901
25	25 -- 26	18918				
26	26 -- 27	20586				
27	27 -- 28	21036				
28	28 -- 29	21711				
29	29 -- 30	22610				
30	30 -- 31	23510				
31	31 -- 32	24409				
32	32 -- 33	25309				
33			53715	53715	53715	53715

KEMA rapport - bijlage O - windhoek 90 graden

eg flenzen+ringen * γ_g (γ_g = 1,2)

eg mast * γ_g (γ_g = 1,2)

Berekende gewichten voor voetplaat, flenzen en ringen

Voetplaat : rond 3373 / 2029 , t = 100 mm ; G = 4476 kg
Flenzen op 19,8m : 2 * rond 2073 / 1540 , t = 140 mm ; G = 3325 kg
Flenzen op 43,4m : 2 * rond 1287 / 970 , t = 80 mm ; G = 705 kg
Topplaat / Hijsplaat + kap : rond 500 / 300 , t = 30 mm ; G = 40 kg
Bevestigingsringen op 57m : 2 * rond 1103 / 833 , t = 20 mm ; G = 129 kg
Bevestigingsringen op 47m : 2 * rond 1437 / 1167 , t = 20 mm ; G = 173 kg
Bevestigingsringen op 37m : 2 * rond 1770 / 1500 , t = 20 mm ; G = 218 kg

2 - Horizontale belasting (Serviceability limit state)

knoop nummer	staaf i--j	wind belasting mast in N/m'	hor. Bel. draden BG - 1a in N	hor. Bel. draden BG - 1b in N	hor. Bel. draden BG - 3 in N	hor. Bel. draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	727				
2	2 -- 3	773	30896	18835	51044	20078
3	3 -- 4	855				
4	4 -- 5	943				
5	5 -- 6	1003				
6	6 -- 7	1045	193927	141513	202486	137963
7	7 -- 8	1110				
8	8 -- 9	1188				
9	9 -- 10	1254				
10	10 -- 11	1289	185663	140625	199531	137150
11	11 -- 12	1331				
12	12 -- 13	1396				
13	13 -- 14	1456				
14	14 -- 15	1488				
15	15 -- 16	1514	175287	139532	195906	136146
16	16 -- 17	1546				
17	17 -- 18	1568				
18	18 -- 19	1592				
19	19 -- 20	1609	49831	37096	95708	39947
20	20 -- 21	1621				
21	21 -- 22	1635				
22	22 -- 23	1649				
23	23 -- 24	1658				
24	24 -- 25	1656				
25	25 -- 26	1649				
26	26 -- 27	1638				
27	27 -- 28	1622				
28	28 -- 29	1585				
29	29 -- 30	1507				
30	30 -- 31	1378				
31	31 -- 32	1155				
32	32 -- 33	1160				
33		0				

KEMA rapport - bijlage O2 - windhoek 90 graden

wind mast * γ_q (γ_q = 1,0)

3 - Horizontale belasting (Ultimate limit state)

knoop nummer	staaf i--j	wind belasting mast in N/m'	hor. Bel. draden BG - 1a in N	hor. Bel. draden BG - 1b in N	hor. Bel. draden BG - 3 in N	hor. Bel. draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	1163				
2	2 -- 3	1237	41802	22478	67473	24801
3	3 -- 4	1368				
4	4 -- 5	1509				
5	5 -- 6	1604				
6	6 -- 7	1671	256563	165751	256544	166433
7	7 -- 8	1776				
8	8 -- 9	1900				
9	9 -- 10	2006				
10	10 -- 11	2063	244261	164321	252057	165148
11	11 -- 12	2130				
12	12 -- 13	2234				
13	13 -- 14	2329				
14	14 -- 15	2381				
15	15 -- 16	2422	228663	162565	246540	163566
16	16 -- 17	2473				
17	17 -- 18	2508				
18	18 -- 19	2547				
19	19 -- 20	2575	65673	43600	125377	48811
20	20 -- 21	2594				
21	21 -- 22	2615				
22	22 -- 23	2639				
23	23 -- 24	2653				
24	24 -- 25	2649				
25	25 -- 26	2639				
26	26 -- 27	2621				
27	27 -- 28	2595				
28	28 -- 29	2536				
29	29 -- 30	2411				
30	30 -- 31	2204				
31	31 -- 32	1848				
32	32 -- 33	1855				
33		0				

KEMA rapport - bijlage O - windhoek 90 graden

wind mast * γ_q (γ_q = 1,6)

4.0 - Resultaat berekeningen

4.1 - Berekenen verplaatsingen in SLS-toestand (Servieability limit state)

A - Wind belasting mastlichaam (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2	414		0	0,00E+00	3,80E-03	136
2	2 -- 3	1840		414	1,30E+05	3,80E-03	133
3	3 -- 4	2523		2254	3,41E+06	3,79E-03	124
4	4 -- 5	2783		4777	1,40E+07	3,72E-03	113
5	5 -- 6	1153		7560	3,25E+07	3,61E-03	102
6	6 -- 7	1880		8714	4,22E+07	3,55E-03	98
7	7 -- 8	3274		10594	6,00E+07	3,46E-03	92
8	8 -- 9	3504		13868	9,70E+07	3,29E-03	82
9	9 -- 10	2884		17372	1,44E+08	3,09E-03	73
10	10 -- 11	838		20256	1,88E+08	2,93E-03	66
11	11 -- 12	3927		21094	2,02E+08	2,89E-03	64
12	12 -- 13	4119		25021	2,72E+08	2,67E-03	56
13	13 -- 14	4295		29140	3,53E+08	2,48E-03	48
14	14 -- 15	744		33435	4,47E+08	2,27E-03	41
15	15 -- 16	3709		34179	4,64E+08	2,24E-03	40
16	16 -- 17	2280		37888	5,54E+08	2,06E-03	34
17	17 -- 18	2313		40168	6,13E+08	1,97E-03	31
18	18 -- 19	3343		42481	6,74E+08	1,87E-03	29
19	19 -- 20	1368		45823	7,68E+08	1,74E-03	25
20	20 -- 21	2391		47191	8,09E+08	1,68E-03	23
21	21 -- 22	2411		49583	8,81E+08	1,59E-03	21
22	22 -- 23	4866		51994	9,57E+08	1,49E-03	19
23	23 -- 24	4892		56859	1,12E+09	1,31E-03	15
24	24 -- 25	2235		61752	1,30E+09	1,13E-03	11
25	25 -- 26	2227		63987	1,38E+09	1,04E-03	10
26	26 -- 27	2335		66214	1,47E+09	9,62E-04	8
27	27 -- 28	2311		68549	1,57E+09	8,80E-04	7
28	28 -- 29	4518		70860	1,67E+09	7,98E-04	6
29	29 -- 30	4294		75377	1,88E+09	6,36E-04	4
30	30 -- 31	3926		79672	2,10E+09	4,74E-04	2
31	31 -- 32	3292		83598	2,33E+09	3,14E-04	1
32	32 -- 33	3305		86890	2,58E+09	1,56E-04	0
33		0		90195	2,83E+09	0,00E+00	0

B - Horizontale belasting - belastinggeval 1a (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	5,11E-02	1786
2	2 -- 3		30896	30896	1,67E+05	5,11E-02	1757
3	3 -- 4			30896	7,51E+07	5,07E-02	1636
4	4 -- 5			30896	1,69E+08	4,98E-02	1487
5	5 -- 6			30896	2,65E+08	4,87E-02	1342
6	6 -- 7		193927	224823	3,04E+08	4,83E-02	1286
7	7 -- 8			224823	7,15E+08	4,73E-02	1200
8	8 -- 9			224823	1,39E+09	4,50E-02	1064
9	9 -- 10			224823	2,07E+09	4,21E-02	935
10	10 -- 11		185663	410486	2,60E+09	3,99E-02	841
11	11 -- 12			410486	2,87E+09	3,93E-02	815
12	12 -- 13			410486	4,10E+09	3,61E-02	703
13	13 -- 14			410486	5,33E+09	3,31E-02	601
14	14 -- 15			410486	6,57E+09	3,01E-02	508
15	15 -- 16		175287	585773	6,77E+09	2,96E-02	493
16	16 -- 17			585773	8,23E+09	2,70E-02	423
17	17 -- 18			585773	9,11E+09	2,56E-02	385
18	18 -- 19			585773	9,98E+09	2,42E-02	348
19	19 -- 20		49831	635604	1,12E+10	2,22E-02	299
20	20 -- 21			635604	1,18E+10	2,14E-02	281
21	21 -- 22			635604	1,27E+10	2,00E-02	250
22	22 -- 23			635604	1,37E+10	1,86E-02	222
23	23 -- 24			635604	1,56E+10	1,60E-02	170
24	24 -- 25			635604	1,75E+10	1,36E-02	127
25	25 -- 26			635604	1,83E+10	1,24E-02	109
26	26 -- 27			635604	1,92E+10	1,14E-02	93
27	27 -- 28			635604	2,01E+10	1,03E-02	78
28	28 -- 29			635604	2,10E+10	9,25E-03	64
29	29 -- 30			635604	2,29E+10	7,24E-03	40
30	30 -- 31			635604	2,47E+10	5,31E-03	22
31	31 -- 32			635604	2,65E+10	3,46E-03	10
32	32 -- 33			635604	2,83E+10	1,69E-03	2
33				635604	3,01E+10	0,00E+00	0

C - Horizontale belasting - belastinggeval 1b (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	3,67E-02	1305
2	2 -- 3		18835	18835	1,20E+05	3,67E-02	1284
3	3 -- 4			18835	4,60E+07	3,65E-02	1197
4	4 -- 5			18835	1,04E+08	3,59E-02	1090
5	5 -- 6			18835	1,62E+08	3,52E-02	985
6	6 -- 7		141513	160348	1,87E+08	3,50E-02	945
7	7 -- 8			160348	4,80E+08	3,43E-02	882
8	8 -- 9			160348	9,62E+08	3,27E-02	783
9	9 -- 10			160348	1,44E+09	3,07E-02	689
10	10 -- 11		140625	300973	1,82E+09	2,92E-02	621
11	11 -- 12			300973	2,02E+09	2,87E-02	602
12	12 -- 13			300973	2,93E+09	2,65E-02	520
13	13 -- 14			300973	3,83E+09	2,44E-02	445
14	14 -- 15			300973	4,73E+09	2,22E-02	376
15	15 -- 16		139532	440505	4,89E+09	2,18E-02	365
16	16 -- 17			440505	5,98E+09	2,00E-02	314
17	17 -- 18			440505	6,64E+09	1,89E-02	285
18	18 -- 19			440505	7,30E+09	1,79E-02	258
19	19 -- 20		37096	477601	8,24E+09	1,64E-02	222
20	20 -- 21			477601	8,65E+09	1,58E-02	208
21	21 -- 22			477601	9,36E+09	1,48E-02	186
22	22 -- 23			477601	1,01E+10	1,38E-02	165
23	23 -- 24			477601	1,15E+10	1,19E-02	127
24	24 -- 25			477601	1,29E+10	1,01E-02	94
25	25 -- 26			477601	1,36E+10	9,24E-03	81
26	26 -- 27			477601	1,42E+10	8,43E-03	69
27	27 -- 28			477601	1,49E+10	7,65E-03	58
28	28 -- 29			477601	1,56E+10	6,88E-03	47
29	29 -- 30			477601	1,70E+10	5,38E-03	30
30	30 -- 31			477601	1,83E+10	3,95E-03	17
31	31 -- 32			477601	1,97E+10	2,57E-03	7
32	32 -- 33			477601	2,11E+10	1,26E-03	2
33				477601	2,24E+10	0,00E+00	0

D - Horizontale belasting - belastinggeval 3 (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	6,07E-02	2063
2	2 -- 3		51044	51044	1,99E+05	6,07E-02	2029
3	3 -- 4			51044	1,23E+08	6,01E-02	1885
4	4 -- 5			51044	2,78E+08	5,85E-02	1709
5	5 -- 6			51044	4,33E+08	5,67E-02	1539
6	6 -- 7		202486	253530	4,96E+08	5,61E-02	1474
7	7 -- 8			253530	9,60E+08	5,48E-02	1374
8	8 -- 9			253530	1,72E+09	5,17E-02	1217
9	9 -- 10			253530	2,49E+09	4,82E-02	1069
10	10 -- 11		199531	453061	3,08E+09	4,56E-02	961
11	11 -- 12			453061	3,38E+09	4,49E-02	932
12	12 -- 13			453061	4,74E+09	4,12E-02	804
13	13 -- 14			453061	6,10E+09	3,78E-02	688
14	14 -- 15			453061	7,47E+09	3,43E-02	581
15	15 -- 16		195906	648968	7,70E+09	3,37E-02	564
16	16 -- 17			648968	9,31E+09	3,08E-02	485
17	17 -- 18			648968	1,03E+10	2,92E-02	441
18	18 -- 19			648968	1,13E+10	2,76E-02	399
19	19 -- 20		95708	744676	1,26E+10	2,54E-02	343
20	20 -- 21			744676	1,33E+10	2,45E-02	322
21	21 -- 22			744676	1,44E+10	2,29E-02	287
22	22 -- 23			744676	1,55E+10	2,13E-02	255
23	23 -- 24			744676	1,77E+10	1,84E-02	196
24	24 -- 25			744676	1,99E+10	1,56E-02	146
25	25 -- 26			744676	2,10E+10	1,43E-02	126
26	26 -- 27			744676	2,20E+10	1,31E-02	107
27	27 -- 28			744676	2,30E+10	1,18E-02	89
28	28 -- 29			744676	2,41E+10	1,06E-02	73
29	29 -- 30			744676	2,63E+10	8,33E-03	46
30	30 -- 31			744676	2,84E+10	6,11E-03	26
31	31 -- 32			744676	3,05E+10	3,99E-03	11
32	32 -- 33			744676	3,27E+10	1,95E-03	3
33				744676	3,48E+10	0,00E+00	0

E - Horizontale belasting - belastinggeval 4 (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	3,64E-02	1288
2	2 -- 3		20078	20078	1,19E+05	3,64E-02	1267
3	3 -- 4			20078	4,89E+07	3,61E-02	1180
4	4 -- 5			20078	1,10E+08	3,55E-02	1075
5	5 -- 6			20078	1,73E+08	3,48E-02	971
6	6 -- 7		137963	158041	1,98E+08	3,45E-02	931
7	7 -- 8			158041	4,88E+08	3,39E-02	869
8	8 -- 9			158041	9,62E+08	3,23E-02	771
9	9 -- 10			158041	1,44E+09	3,03E-02	679
10	10 -- 11		137150	295191	1,81E+09	2,88E-02	611
11	11 -- 12			295191	2,01E+09	2,83E-02	592
12	12 -- 13			295191	2,89E+09	2,61E-02	512
13	13 -- 14			295191	3,78E+09	2,40E-02	438
14	14 -- 15			295191	4,66E+09	2,18E-02	370
15	15 -- 16		136146	431337	4,82E+09	2,15E-02	360
16	16 -- 17			431337	5,89E+09	1,96E-02	309
17	17 -- 18			431337	6,53E+09	1,86E-02	281
18	18 -- 19			431337	7,18E+09	1,76E-02	254
19	19 -- 20		39947	471285	8,10E+09	1,62E-02	219
20	20 -- 21			471285	8,50E+09	1,56E-02	205
21	21 -- 22			471285	9,20E+09	1,46E-02	183
22	22 -- 23			471285	9,91E+09	1,36E-02	162
23	23 -- 24			471285	1,13E+10	1,17E-02	125
24	24 -- 25			471285	1,27E+10	9,91E-03	93
25	25 -- 26			471285	1,34E+10	9,10E-03	80
26	26 -- 27			471285	1,40E+10	8,31E-03	68
27	27 -- 28			471285	1,47E+10	7,53E-03	57
28	28 -- 29			471285	1,54E+10	6,77E-03	47
29	29 -- 30			471285	1,67E+10	5,30E-03	29
30	30 -- 31			471285	1,81E+10	3,89E-03	16
31	31 -- 32			471285	1,94E+10	2,53E-03	7
32	32 -- 33			471285	2,08E+10	1,24E-03	2
33				471285	2,21E+10	0,00E+00	0

F - Excentriciteit moment t.g.v. eigengewicht draden

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2				0,00E+00	1,33E-04	2
2	2 -- 3				3,11E+06	1,33E-04	2
3	3 -- 4				3,11E+06	1,02E-04	2
4	4 -- 5				3,11E+06	7,70E-05	2
5	5 -- 6				3,11E+06	6,10E-05	1
6	6 -- 7				3,11E+06	5,67E-05	1
7	7 -- 8				3,11E+06	5,10E-05	1
8	8 -- 9				3,11E+06	4,39E-05	1
9	9 -- 10				3,11E+06	3,87E-05	1
10	10 -- 11				3,11E+06	3,58E-05	1
11	11 -- 12				3,11E+06	3,50E-05	1
12	12 -- 13				3,11E+06	3,22E-05	1
13	13 -- 14				3,11E+06	3,03E-05	1
14	14 -- 15				3,11E+06	2,87E-05	1
15	15 -- 16				3,11E+06	2,84E-05	0
16	16 -- 17				3,11E+06	2,74E-05	0
17	17 -- 18				3,11E+06	2,69E-05	0
18	18 -- 19				3,11E+06	2,64E-05	0
19	19 -- 20				2,14E+07	2,58E-05	0
20	20 -- 21				2,14E+07	2,43E-05	0
21	21 -- 22				2,14E+07	2,19E-05	0
22	22 -- 23				2,14E+07	1,96E-05	0
23	23 -- 24				2,14E+07	1,59E-05	0
24	24 -- 25				2,14E+07	1,27E-05	0
25	25 -- 26				2,14E+07	1,13E-05	0
26	26 -- 27				2,14E+07	1,01E-05	0
27	27 -- 28				2,14E+07	8,94E-06	0
28	28 -- 29				2,14E+07	7,86E-06	0
29	29 -- 30				2,14E+07	5,89E-06	0
30	30 -- 31				2,14E+07	4,16E-06	0
31	31 -- 32				2,14E+07	2,61E-06	0
32	32 -- 33				2,14E+07	1,24E-06	0
33					2,14E+07	0,00E+00	0

4.2 - Maximale horizontale verplaatsingen in SLS-toestand

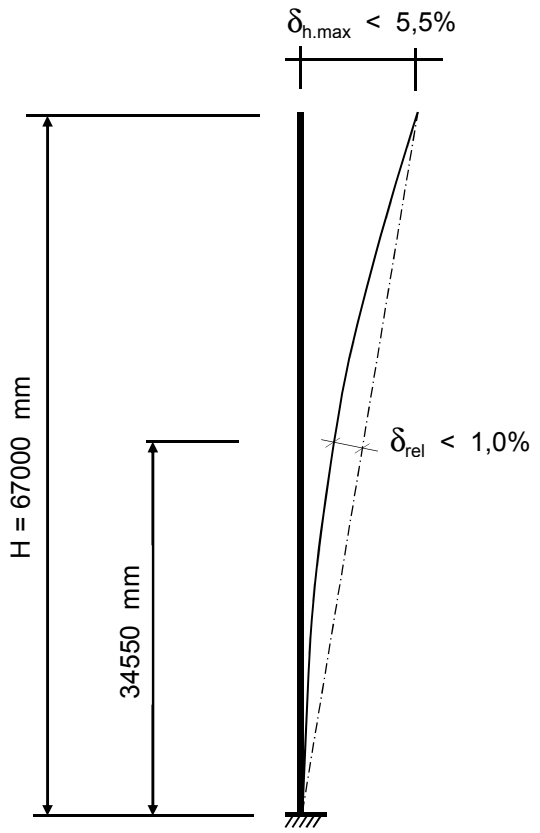
Maatgevende combinatie - Serviceability limit state:)*

Eigengewicht conductors, insulators	G_k =	1,00	1,00
Windbelasting mastlichaam	Q_{wk} =	1,00	0,30
Belasting geval 1a	Q_{wk} =	1,00	0,00
Belasting geval 1b	Q_{wk} =	0,00	0,00
Belasting geval 3	Q_{ik} =	0,00	1,00
Belasting geval 4	Q_{pk} =	0,00	0,00

knoop nummer	staaf i--j	hoekver. φ radian	verpl. δ_{hor} mm
1	1 -- 2	6,2E-02	2106
2	2 -- 3	6,2E-02	2071
3	3 -- 4	6,1E-02	1924
4	4 -- 5	6,0E-02	1745
5	5 -- 6	5,8E-02	1571
6	6 -- 7	5,7E-02	1505
7	7 -- 8	5,6E-02	1403
8	8 -- 9	5,3E-02	1242
9	9 -- 10	4,9E-02	1092
10	10 -- 11	4,7E-02	982
11	11 -- 12	4,6E-02	952
12	12 -- 13	4,2E-02	822
13	13 -- 14	3,9E-02	703
14	14 -- 15	3,5E-02	594
15	15 -- 16	3,4E-02	577
16	16 -- 17	3,1E-02	496
17	17 -- 18	3,0E-02	451
18	18 -- 19	2,8E-02	408
19	19 -- 20	2,6E-02	351
20	20 -- 21	2,5E-02	329
21	21 -- 22	2,3E-02	294
22	22 -- 23	2,2E-02	260
23	23 -- 24	1,9E-02	201
24	24 -- 25	1,6E-02	149
25	25 -- 26	1,5E-02	129
26	26 -- 27	1,3E-02	110
27	27 -- 28	1,2E-02	92
28	28 -- 29	1,1E-02	75
29	29 -- 30	8,5E-03	47
30	30 -- 31	6,3E-03	26
31	31 -- 32	4,1E-03	12
32	32 -- 33	2,0E-03	3
33		0,0E+00	0

)* - Maatgevende belastingcombinatie

4.3 - Toetsing maximale horizontale verplaatsingen



Controle verplaatsingen

δ_h = 2106 mm ----> δ_h *100 / 67000

Percentage uitbuig. = 3,14 % voldoet , max verpl. < 5,5 %

max. relatieve verplaatsing mast, t.p.v knoop x :

δ_{rel} = [{δ_{hor} * (hoogte knoop x) / (totale hoogte)} - $\delta_{knoop\ x}$] * Cosα

Knoop 16 ; Hoogte = 34550 mm
$\delta_{knoop\ x}$ = 496 mm
α = 1,80 graden

δ_{rel} = 590 mm ----> δ_h *100 / 67000

Percentage uitbuig. = 0,88 % voldoet , max verpl. < 1 %

De maximale verplaatsing voldoet aan stijfheidseisen volgen NEN -EN 50341-3 (november 2001) .

4.4 - Berekening krachten in ULS-toestand - (Ultimate limit state)

A - Wind belasting mastlichaam

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	normaalkr. N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2	621	480	0	0,00E+00	5,98E-03	213
2	2 -- 3	2760	6894	663	1,89E+05	5,98E-03	210
3	3 -- 4	3785	14176	3607	5,27E+06	5,96E-03	196
4	4 -- 5	4175	24599	7644	2,19E+07	5,86E-03	178
5	5 -- 6	1730	36567	12097	5,10E+07	5,67E-03	161
6	6 -- 7	2820	81475	13942	6,60E+07	5,59E-03	155
7	7 -- 8	4911	90783	16950	9,38E+07	5,45E-03	145
8	8 -- 9	5256	107420	22189	1,51E+08	5,17E-03	129
9	9 -- 10	4325	125774	27795	2,25E+08	4,86E-03	114
10	10 -- 11	1257	182832	32409	2,94E+08	4,62E-03	103
11	11 -- 12	5891	187838	33750	3,16E+08	4,54E-03	101
12	12 -- 13	6178	220168	40033	4,25E+08	4,21E-03	88
13	13 -- 14	6442	249306	46624	5,53E+08	3,90E-03	76
14	14 -- 15	1116	280589	53495	7,00E+08	3,58E-03	65
15	15 -- 16	5564	327070	54686	7,27E+08	3,53E-03	63
16	16 -- 17	3420	354985	60621	8,69E+08	3,25E-03	54
17	17 -- 18	3469	374538	64269	9,61E+08	3,11E-03	50
18	18 -- 19	5014	394692	67969	1,06E+09	2,96E-03	45
19	19 -- 20	2052	434751	73317	1,21E+09	2,74E-03	39
20	20 -- 21	3587	447131	75506	1,27E+09	2,66E-03	37
21	21 -- 22	3616	469088	79332	1,38E+09	2,50E-03	33
22	22 -- 23	7299	491645	83190	1,50E+09	2,35E-03	30
23	23 -- 24	7339	541823	90975	1,76E+09	2,07E-03	23
24	24 -- 25	3353	634478	98803	2,04E+09	1,78E-03	17
25	25 -- 26	3340	659478	102379	2,18E+09	1,65E-03	15
26	26 -- 27	3502	685017	105942	2,32E+09	1,52E-03	13
27	27 -- 28	3467	714353	109678	2,47E+09	1,39E-03	11
28	28 -- 29	6777	744329	113376	2,63E+09	1,26E-03	9
29	29 -- 30	6441	806205	120604	2,96E+09	1,01E-03	6
30	30 -- 31	5890	870644	127475	3,32E+09	7,50E-04	3
31	31 -- 32	4938	937647	133757	3,69E+09	4,98E-04	1
32	32 -- 33	4957	1007213	139024	4,08E+09	2,47E-04	0
33		0	1133058	144311	4,48E+09	0,00E+00	0

B - Horizontale belasting - belastinggeval 1a

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	6,66E-02	2325
2	2 -- 3		41802	41802	0,00E+00	6,66E-02	2287
3	3 -- 4			41802	9,95E+07	6,61E-02	2129
4	4 -- 5			41802	2,23E+08	6,48E-02	1936
5	5 -- 6			41802	3,46E+08	6,34E-02	1747
6	6 -- 7		256563	298365	3,94E+08	6,29E-02	1674
7	7 -- 8			298365	9,31E+08	6,17E-02	1562
8	8 -- 9			298365	1,81E+09	5,85E-02	1384
9	9 -- 10			298365	2,69E+09	5,48E-02	1217
10	10 -- 11		244261	542627	3,38E+09	5,19E-02	1094
11	11 -- 12			542627	3,73E+09	5,11E-02	1060
12	12 -- 13			542627	5,33E+09	4,70E-02	915
13	13 -- 14			542627	6,93E+09	4,31E-02	782
14	14 -- 15			542627	8,53E+09	3,91E-02	661
15	15 -- 16		228663	771289	8,80E+09	3,85E-02	641
16	16 -- 17			771289	1,07E+10	3,51E-02	551
17	17 -- 18			771289	1,18E+10	3,33E-02	500
18	18 -- 19			771289	1,30E+10	3,15E-02	453
19	19 -- 20		65673	836962	1,46E+10	2,89E-02	389
20	20 -- 21			836962	1,53E+10	2,78E-02	365
21	21 -- 22			836962	1,65E+10	2,60E-02	325
22	22 -- 23			836962	1,78E+10	2,42E-02	288
23	23 -- 24			836962	2,02E+10	2,09E-02	222
24	24 -- 25			836962	2,27E+10	1,76E-02	165
25	25 -- 26			836962	2,38E+10	1,62E-02	142
26	26 -- 27			836962	2,50E+10	1,48E-02	121
27	27 -- 28			836962	2,62E+10	1,34E-02	101
28	28 -- 29			836962	2,74E+10	1,20E-02	83
29	29 -- 30			836962	2,97E+10	9,42E-03	52
30	30 -- 31			836962	3,21E+10	6,91E-03	29
31	31 -- 32			836962	3,45E+10	4,50E-03	13
32	32 -- 33			836962	3,69E+10	2,20E-03	3
33				836962	3,93E+10	0,00E+00	0

C - Horizontale belasting - belastinggeval 1b

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	4,23E-02	1506
2	2 -- 3		22478	22478	0,00E+00	4,23E-02	1482
3	3 -- 4			22478	5,35E+07	4,21E-02	1381
4	4 -- 5			22478	1,20E+08	4,14E-02	1258
5	5 -- 6			22478	1,86E+08	4,06E-02	1137
6	6 -- 7		165751	188229	2,12E+08	4,03E-02	1090
7	7 -- 8			188229	5,51E+08	3,96E-02	1018
8	8 -- 9			188229	1,11E+09	3,77E-02	904
9	9 -- 10			188229	1,66E+09	3,54E-02	796
10	10 -- 11		164321	352549	2,09E+09	3,37E-02	716
11	11 -- 12			352549	2,32E+09	3,31E-02	694
12	12 -- 13			352549	3,36E+09	3,06E-02	600
13	13 -- 14			352549	4,40E+09	2,81E-02	514
14	14 -- 15			352549	5,44E+09	2,56E-02	434
15	15 -- 16		162565	515114	5,62E+09	2,52E-02	422
16	16 -- 17			515114	6,88E+09	2,30E-02	362
17	17 -- 18			515114	7,64E+09	2,18E-02	329
18	18 -- 19			515114	8,40E+09	2,07E-02	298
19	19 -- 20		43600	558714	9,48E+09	1,90E-02	256
20	20 -- 21			558714	9,96E+09	1,83E-02	241
21	21 -- 22			558714	1,08E+10	1,71E-02	214
22	22 -- 23			558714	1,16E+10	1,59E-02	190
23	23 -- 24			558714	1,33E+10	1,37E-02	146
24	24 -- 25			558714	1,49E+10	1,16E-02	109
25	25 -- 26			558714	1,57E+10	1,07E-02	94
26	26 -- 27			558714	1,64E+10	9,74E-03	80
27	27 -- 28			558714	1,72E+10	8,84E-03	67
28	28 -- 29			558714	1,80E+10	7,95E-03	55
29	29 -- 30			558714	1,96E+10	6,22E-03	35
30	30 -- 31			558714	2,12E+10	4,56E-03	19
31	31 -- 32			558714	2,28E+10	2,97E-03	8
32	32 -- 33			558714	2,44E+10	1,45E-03	2
33				558714	2,60E+10	0,00E+00	0

D - Horizontale belasting - belastinggeval 3

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	7,66E-02	2593
2	2 -- 3		67473	67473	0,00E+00	7,66E-02	2549
3	3 -- 4			67473	1,61E+08	7,58E-02	2368
4	4 -- 5			67473	3,60E+08	7,37E-02	2147
5	5 -- 6			67473	5,59E+08	7,14E-02	1932
6	6 -- 7		256544	324016	6,36E+08	7,05E-02	1851
7	7 -- 8			324016	1,22E+09	6,88E-02	1725
8	8 -- 9			324016	2,18E+09	6,50E-02	1527
9	9 -- 10			324016	3,13E+09	6,05E-02	1342
10	10 -- 11		252057	576073	3,88E+09	5,72E-02	1206
11	11 -- 12			576073	4,25E+09	5,63E-02	1169
12	12 -- 13			576073	5,95E+09	5,17E-02	1010
13	13 -- 14			576073	7,65E+09	4,74E-02	863
14	14 -- 15			576073	9,35E+09	4,30E-02	730
15	15 -- 16		246540	822613	9,64E+09	4,23E-02	709
16	16 -- 17			822613	1,17E+10	3,86E-02	609
17	17 -- 18			822613	1,29E+10	3,67E-02	554
18	18 -- 19			822613	1,41E+10	3,47E-02	501
19	19 -- 20		125377	947990	1,58E+10	3,18E-02	431
20	20 -- 21			947990	1,66E+10	3,07E-02	405
21	21 -- 22			947990	1,80E+10	2,87E-02	361
22	22 -- 23			947990	1,94E+10	2,67E-02	320
23	23 -- 24			947990	2,22E+10	2,31E-02	246
24	24 -- 25			947990	2,50E+10	1,95E-02	183
25	25 -- 26			947990	2,63E+10	1,80E-02	158
26	26 -- 27			947990	2,76E+10	1,64E-02	135
27	27 -- 28			947990	2,89E+10	1,49E-02	112
28	28 -- 29			947990	3,03E+10	1,34E-02	92
29	29 -- 30			947990	3,30E+10	1,05E-02	58
30	30 -- 31			947990	3,57E+10	7,69E-03	32
31	31 -- 32			947990	3,84E+10	5,01E-03	14
32	32 -- 33			947990	4,11E+10	2,45E-03	4
33				947990	4,38E+10	0,00E+00	0

E - Horizontale belasting - belastinggeval 4

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	4,33E-02	1532
2	2 -- 3		24801	24801	0,00E+00	4,33E-02	1507
3	3 -- 4			24801	5,90E+07	4,30E-02	1405
4	4 -- 5			24801	1,32E+08	4,23E-02	1279
5	5 -- 6			24801	2,05E+08	4,14E-02	1155
6	6 -- 7		166433	191234	2,34E+08	4,11E-02	1108
7	7 -- 8			191234	5,78E+08	4,03E-02	1034
8	8 -- 9			191234	1,14E+09	3,84E-02	918
9	9 -- 10			191234	1,71E+09	3,60E-02	808
10	10 -- 11		165148	356382	2,15E+09	3,42E-02	727
11	11 -- 12			356382	2,38E+09	3,37E-02	705
12	12 -- 13			356382	3,43E+09	3,10E-02	609
13	13 -- 14			356382	4,48E+09	2,85E-02	521
14	14 -- 15			356382	5,53E+09	2,60E-02	441
15	15 -- 16		163566	519948	5,71E+09	2,55E-02	428
16	16 -- 17			519948	6,98E+09	2,34E-02	368
17	17 -- 18			519948	7,75E+09	2,22E-02	335
18	18 -- 19			519948	8,52E+09	2,10E-02	303
19	19 -- 20		48811	568758	9,61E+09	1,92E-02	260
20	20 -- 21			568758	1,01E+10	1,86E-02	244
21	21 -- 22			568758	1,09E+10	1,74E-02	218
22	22 -- 23			568758	1,18E+10	1,62E-02	193
23	23 -- 24			568758	1,34E+10	1,40E-02	149
24	24 -- 25			568758	1,51E+10	1,18E-02	111
25	25 -- 26			568758	1,59E+10	1,08E-02	95
26	26 -- 27			568758	1,67E+10	9,90E-03	81
27	27 -- 28			568758	1,75E+10	8,98E-03	68
28	28 -- 29			568758	1,83E+10	8,07E-03	56
29	29 -- 30			568758	1,99E+10	6,32E-03	35
30	30 -- 31			568758	2,15E+10	4,64E-03	20
31	31 -- 32			568758	2,31E+10	3,02E-03	9
32	32 -- 33			568758	2,48E+10	1,48E-03	2
33				568758	2,64E+10	0,00E+00	0

F - Excentriciteit moment t.g.v. eigengewicht draden

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2				0,00E+00	1,57E-04	3
2	2 -- 3				3,66E+06	1,57E-04	2
3	3 -- 4				3,66E+06	1,20E-04	2
4	4 -- 5				3,66E+06	9,05E-05	2
5	5 -- 6				3,66E+06	7,17E-05	2
6	6 -- 7				3,66E+06	6,66E-05	1
7	7 -- 8				3,66E+06	5,99E-05	1
8	8 -- 9				3,66E+06	5,16E-05	1
9	9 -- 10				3,66E+06	4,54E-05	1
10	10 -- 11				3,66E+06	4,20E-05	1
11	11 -- 12				3,66E+06	4,12E-05	1
12	12 -- 13				3,66E+06	3,78E-05	1
13	13 -- 14				3,66E+06	3,55E-05	1
14	14 -- 15				3,66E+06	3,37E-05	1
15	15 -- 16				3,66E+06	3,34E-05	1
16	16 -- 17				3,66E+06	3,21E-05	0
17	17 -- 18				3,66E+06	3,15E-05	0
18	18 -- 19				3,66E+06	3,10E-05	0
19	19 -- 20				2,51E+07	3,03E-05	0
20	20 -- 21				2,51E+07	2,85E-05	0
21	21 -- 22				2,51E+07	2,57E-05	0
22	22 -- 23				2,51E+07	2,30E-05	0
23	23 -- 24				2,51E+07	1,86E-05	0
24	24 -- 25				2,51E+07	1,49E-05	0
25	25 -- 26				2,51E+07	1,33E-05	0
26	26 -- 27				2,51E+07	1,18E-05	0
27	27 -- 28				2,51E+07	1,05E-05	0
28	28 -- 29				2,51E+07	9,22E-06	0
29	29 -- 30				2,51E+07	6,92E-06	0
30	30 -- 31				2,51E+07	4,88E-06	0
31	31 -- 32				2,51E+07	3,07E-06	0
32	32 -- 33				2,51E+07	1,45E-06	0
33					2,51E+07	0,00E+00	0

4.5 - Maximale krachten in ULS-toestand

		)*	)**
Eigengewicht conductors, insulators	G_k =	1,20	1,20
Eigengewicht mast	G_k =	1,20	1,20
Windbelasting mastlichaam	Q_{wk} =	1,60	0,45
Belasting geval 1a	Q_{wk} =	1,50	0,00
Belasting geval 1b	Q_{wk} =	0,00	0,00
Belasting geval 3	Q_{ik} =	0,00	1,50
Belasting geval 4	Q_{pk} =	0,00	0,00

knoop nummer	staaf i--j	normaal kr. kN	dwars kr. kN	moment kNm
1	1 -- 2	0,48	0,00	0,00
2	2 -- 3	6,89	67,66	16,11
3	3 -- 4	14,18	68,49	178,13
4	4 -- 5	24,60	69,62	381,84
5	5 -- 6	36,57	70,87	589,07
6	6 -- 7	81,48	327,94	670,88
7	7 -- 8	90,78	328,78	1261,92
8	8 -- 9	107,42	330,26	2234,01
9	9 -- 10	125,77	331,83	3210,59
10	10 -- 11	182,83	585,19	3975,30
11	11 -- 12	187,84	585,56	4355,80
12	12 -- 13	220,17	587,33	6085,82
13	13 -- 14	249,31	589,25	7821,18
14	14 -- 15	280,59	596,12	9562,13
15	15 -- 16	327,07	837,99	9857,78
16	16 -- 17	354,98	839,66	11912,90
17	17 -- 18	374,54	840,69	13152,16
18	18 -- 19	394,69	841,73	14392,95
19	19 -- 20	434,75	968,61	16251,64
20	20 -- 21	447,13	969,23	17075,22
21	21 -- 22	469,09	970,30	18505,62
22	22 -- 23	491,65	971,39	19937,62
23	23 -- 24	541,82	973,58	22806,44
24	24 -- 25	634,48	975,78	25681,74
25	25 -- 26	659,48	976,78	26999,72
26	26 -- 27	685,02	977,79	28319,05
27	27 -- 28	714,35	978,84	29713,14
28	28 -- 29	744,33	979,88	31108,73
29	29 -- 30	806,20	981,91	33904,27
30	30 -- 31	870,64	983,84	36705,47
31	31 -- 32	937,65	985,61	39511,94
32	32 -- 33	1007,21	987,09	42323,03
33		1133,06	988,58	45138,36

)** - Maatgevende belastingcombinatie voor staven 1 t/m 32

4.6 - Toetsing van de doorsnede

Elasticiteitsmodulus E-	N/mm^2	210000	
Vloeigrens f_y	N/mm^2	355	Voor wanddikte t < 40
Vloeigrens f_y	N/mm^2	335	Voor wanddikte t >= 40

A- Controle buigspanning

Toetsingregel :

$$N_{Ed} / N_{Rd} + M_{y,Ed} / M_{y,Rd} <= 1$$

waarin: $M_{y,Ed} = M_{1;y,Ed} + \Sigma N_{Ed,i} * \delta_{rel.i}$

$M_{1;y,Ed}$ = buigende moment uit komputer

$N_{Ed,i}$ = normaal kracht uit komputer uitvoer ter plaatse knoop i

$\delta_{rel,i}$ = maximale horizontale verplaatsing t.p.v. knoop i = $\delta_{i,max} - \delta_{j,max}$

$M_{y;el,Rd} = W_{y;el} * f_y$; $N_{Rd} = A * f_y$

staaf nummer	profiel D_{voet} - D_{top} mm	moment $M_{1;y,Ed}$ kNm	drukkracht $N_{c,Rd}$ kN	rel.verpl. $\delta_{rel.}$ mm	$M_{y,Ed}$ in kNm	$M_{y;el,Rd}$ in kNm	toetsings-regel
1	500 / 795	16,11	6,89	35	16,4	1217,6	0,01
2	500 / 795	178,13	14,18	147	180,5	1640,9	0,11
3	500 / 795	381,84	24,60	179	388,6	2253,2	0,17
4	500 / 795	589,07	36,57	174	602,2	2962,6	0,21
5	795 / 1090	670,88	81,48	66	689,3	3602,0	0,20
6	795 / 1090	1261,92	90,78	102	1289,6	4159,5	0,31
7	795 / 1090	2234,01	107,42	161	2279,0	5160,0	0,45
8	795 / 1090	3210,59	125,77	151	3274,5	6268,3	0,53
9	1090 / 1287	3975,30	182,83	110	4059,4	7887,1	0,52
10	1090 / 1287	4355,80	187,84	30	4445,5	8191,2	0,55
11	1090 / 1287	6085,82	220,17	130	6204,1	9643,9	0,65
12	1287/ 1582	7821,18	249,31	119	7969,1	12661,5	0,64
13	1287/ 1582	9562,13	280,59	109	9740,6	14575,7	0,68
14	1287/ 1582	9857,78	327,07	17	10041,9	14913,5	0,68
15	1287/ 1582	11912,90	354,98	81	12125,7	16624,6	0,74
16	1582/ 1876	13152,16	374,54	45	13381,9	19713,9	0,69
17	1582/ 1876	14392,95	394,69	43	14639,6	20952,1	0,71
18	1582/ 1876	16251,64	434,75	57	16523,0	22780,2	0,73
19	1582/ 1876	17075,22	447,13	22	17356,2	23541,9	0,75
20	1582/ 1876	18505,62	469,09	36	18803,4	24893,3	0,76
21	1582/ 1876	19937,62	491,65	33	20251,7	26282,5	0,78
22	1876/ 2163	22806,44	541,82	60	23153,0	31162,7	0,75
23	1876/ 2163	25681,74	634,48	51	26060,9	34417,6	0,77
24	1876/ 2163	26999,72	659,48	21	27392,5	35961,1	0,77
25	1876/ 2163	28319,05	685,02	19	28724,7	37538,4	0,77
26	2163/ 2733	29713,14	714,35	18	30131,8	41742,2	0,73
27	2163/ 2733	31108,73	744,33	16	31539,6	43595,1	0,73
28	2163/ 2733	33904,27	806,20	28	34357,5	47421,5	0,73
29	2163/ 2733	36705,47	870,64	21	37177,1	51409,0	0,73
30	2163/ 2733	39511,94	937,65	15	39997,4	55557,5	0,73
31	2163/ 2733	42323,03	1007,21	9	42817,2	59866,9	0,73
32	2163/ 2733	45138,36	1133,06	3	45635,8	64337,4	0,72

B- Controle plooistabiliteit

Toetsing regel :volgens NEN -EN 50341-3 (NEN 1060).

$$(\sigma_{N;Ed} / \sigma_{N;plooi}) + (\sigma_{MEd} / \sigma_{M;plooi}) <= 1$$

Plooispanning t.g.v normaalkracht

Indien $d / t < 90 * a^2_y$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = f_y$; $a_y = (f_{ref} / f_y)^{0,5}$; $f_{ref} = 235$ N/mm^2

Indien $90 * a^2_y < d / t < 315\ a^2_y$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = 0,3 * f_{y;d} + 14805 / (d/t)$

Plooispanning t.g.v moment

Indien $d / t < 157,5 * a^2_y$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = f_{y;d}$

Indien $157,5 * a^2_y < d / t < 315\ a^2_y$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = 0,6 * f_{y;d} + 14805 / (d/t)$

d mm	t mm	d/t	a_y	$\sigma_{N;plooi;d}$ N/mm^2	$\sigma_{M;plooi;d}$ N/mm^2
519	18,0	28,83	0,81	355	355
598	18,0	33,24	0,81	355	355
697	18,0	38,70	0,81	355	355
795	18,0	44,16	0,81	355	355
833	20,0	41,66	0,81	355	355
893	20,0	44,66	0,81	355	355
992	20,0	49,58	0,81	355	355
1090	20,0	54,50	0,81	355	355
1167	22,0	53,03	0,81	355	355
1188	22,0	54,01	0,81	355	355
1287	22,0	58,48	0,81	355	355
1385	25,0	55,39	0,81	355	355
1483	25,0	59,33	0,81	355	355
1500	25,0	59,99	0,81	353	355
1582	25,0	63,26	0,81	341	355
1631	28,0	58,24	0,81	355	355
1680	28,0	59,99	0,81	353	355
1750	28,0	62,49	0,81	343	355
1778	28,0	63,51	0,81	340	355
1827	28,0	65,26	0,81	333	355
1876	28,0	67,02	0,81	327	355
1975	30,0	65,83	0,81	331	355
2073	30,0	69,10	0,81	321	355
2118	30,0	70,60	0,81	316	355
2163	30,0	72,10	0,81	312	355
2211	32,0	69,08	0,81	321	355
2258	32,0	70,56	0,81	316	355
2353	32,0	73,53	0,81	308	355
2448	32,0	76,50	0,81	300	355
2543	32,0	79,47	0,81	293	355
2638	32,0	82,44	0,81	286	355
2733	32,0	85,41	0,81	280	355

staaf nummer	profiel D_{voet} - D_{top}	σ_{MEd} N/mm^2	σ_{NEd} N/mm^2	$\sigma_{M;plooi;d}$ N/mm^2	$\sigma_{N;plooi;d}$ N/mm^2	toetsings-regel
1	500 / 795	4,96	0,25	355	355	0,01
2	500 / 795	45,07	0,46	355	355	0,13
3	500 / 795	71,29	0,69	355	355	0,20
4	500 / 795	82,35	0,89	355	355	0,23
5	795 / 1090	71,30	1,63	355	355	0,21
6	795 / 1090	118,13	1,71	355	355	0,34
7	795 / 1090	174,13	1,85	355	355	0,50
8	795 / 1090	203,91	1,96	355	355	0,58
9	1090 / 1287	195,72	2,39	355	355	0,56
10	1090 / 1287	196,33	2,35	355	355	0,56
11	1090 / 1287	247,39	2,62	355	355	0,70
12	1287/ 1582	240,67	2,42	355	355	0,68
13	1287/ 1582	254,22	2,54	355	355	0,72
14	1287/ 1582	241,78	2,84	355	353	0,69
15	1287/ 1582	273,18	2,98	355	341	0,78
16	1582/ 1876	248,60	2,70	355	355	0,71
17	1582/ 1876	255,66	2,76	355	353	0,73
18	1582/ 1876	268,37	2,93	355	343	0,76
19	1582/ 1876	266,05	2,93	355	340	0,76
20	1582/ 1876	275,69	3,00	355	333	0,79
21	1582/ 1876	281,02	3,06	355	327	0,80
22	1876/ 2163	277,72	3,03	355	331	0,79
23	1876/ 2163	282,32	3,38	355	321	0,81
24	1876/ 2163	276,38	3,39	355	316	0,79
25	1876/ 2163	277,51	3,44	355	312	0,79
26	2163/ 2733	261,98	3,30	355	321	0,75
27	2163/ 2733	262,44	3,36	355	316	0,75
28	2163/ 2733	268,13	3,53	355	308	0,77
29	2163/ 2733	267,19	3,66	355	300	0,76
30	2163/ 2733	265,59	3,79	355	293	0,76
31	2163/ 2733	263,47	3,92	355	286	0,76
32	2163/ 2733	260,96	4,25	355	280	0,75

5.0 - Berekening ankers, bouten en flensverbindingen

uitgangspunt: gerolde draad

bouten	A_s in mm²	f_{ub} in N/mm²	$F_{t,Rd}$ in kN	$F_{v,Rd}$ in kN
M 48 - 8,8	1473	800	848,45	565,63
M 48 - 10,9	1473	1000	1060,56	589,20
M 45 - 8,8	1306	800	752,26	501,50
M 45 - 10,9	1306	1000	940,32	522,40
M 42 - 8.8	1121	800	645,64	430,43
M 42 - 10,9	1121	1000	807,05	448,36
M 39 - 8.8	976	800	562,04	374,70
M 39 - 10,9	976	1000	702,55	390,31
M 39 - 12,9	976	1200	843,07	468,37
M 36 - 8.8	817	800	470,59	313,73
M 36 - 10,9	817	1000	588,24	326,80
M 33 - 8.8	694	800	399,49	266,33
M 33 - 10,9	694	1000	499,36	277,42
M 30 - 8.8	561	800	322,90	215,27
M 30 - 10,9	561	1000	403,62	224,24

Max. trekkracht in de ankers en boutverbindingen :

$$F_{Ed} = M_{y,Ed} * a \ / \ I_p \ - \ N_{Ed} \ / \ n$$

Waarin :

$M_{y,Ed}$ = max. moment t.p.v aansluiting t.g.v rekenbelasting

N_{Ed} = max. normaal kracht t.p.v aansluiting t.g.v rekenbelasting

a = max. afstand bout tot zwaartepunt boutenpatroon = diameter stc. / 2

n = aantal bouten en $I_p = \Sigma (I_x^2 + I_y^2) = (n / 2) * (d_{stc.} / 2)^2$

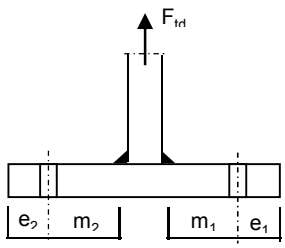
Flensverbinding met één boutrij : $I_p = (n / 2) * (d_{stc.} / 2)^2$

Flensverbinding met twee boutrij : $I_p = (n / 4) * [(d_{stc1.} / 2)^2 + (d_{stc2.} / 2)^2]$

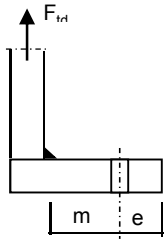
Flensverbinding met twee boutrij symmetrisch (voetplaat) :

$$I_p = (n / 2) * (d_{stc.gemiddeld.} / 2)^2$$

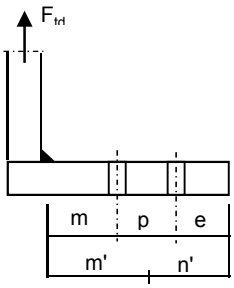
Flenzen en voetplaat:



1 -Voetplaat



2 -Flens met 1 rij bouten



3 -Flens met 2 rij bouten

1 - Voetplaat :

$m = \max.(m_1;m_2)$
$e = \max.(e_1;e_2)$
$n = \min.(1{,}25*m;e)$

Bezwijkvorm 1 : $F_{t,Rd} = 4 * M_{pl} / m$
Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Rd} = (2 * M_{pl} + n * 2 * F_{t;u;d}) / (m + n)$
Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Rd} = 2 * F_{t;u;d}$

2 - Flens met 1 rij bouten :

m, n en e zoals bij voetplaat

Bezwijkvorm 1 : $F_{t,Rd} = 2 * M_{pl} / m$
Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Rd} = (M_{pl} + n * F_{t;u;d}) / (m + n)$
Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Rd} = F_{t;u;d}$

3 - Flens met 2 rij bouten :

$m' = m + p / 2$
$n' = n + p / 3$
$n = \min.(1{,}25*m;e)$

Bezwijkvorm 1 : $F_{tEd} = M_{pl} * (1+n'/n) / m'$
Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Ed} = (M_{pl} + n' * F_{t;u;d}) / (m' + n')$
Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Ed} = 2 * F_{t;u;d}$

$M_{pl} = (1/4) * L_{eff} * t_{fl}^2 * f_y$

$L_{eff} = \min(p ; 4*m + 1{,}25*e ; 2*\pi*m)$

Bouten en ankers

st.c in mm	aantal bouten	$F_{t,Ed}$ kN	$F_{v,Ed}$ kN	knoop nummer	aanwezig bout	$F_{t,Rd}$ kN	toetsing-regel
Ankers							
st.c buitenkant		3083					
st.c binnenkant		2319					
2701	104	631,86	9,51	33	M 48 - 8,8	848,4	0,74
flenzen op 19,80 m hoogte.							
st.c buitenkant		1860,00					
st.c binnenkant		1660,00					
	80	760,64	12,20	24	M 48 - 10,9	1060,6	0,72
flenzen op 43,40 m hoogte.							
st.c buitenkant		1090,00					
1090,00	28	789,75	20,98	12	M 48 - 10,9	1060,6	0,74

Dikte voetplaat en flenzen - conform NEN - EN 1993-1-8,

Stc1	Stc2 mm	m mm	e mm	n mm	m' mm	n' mm	l_{ef} mm
voetplaat							
3083,00	2319,00	168,2	145,0	145,0			140,1
3083,00	2319,00	168,2	145,0	145,0			186,3
flenzen op 19,80 m hoogte.							
1860,00	1660,0	69,8	60,0	60,0	119,8	110	130,4
1860,00	1660,0	69,8	60,0	60,0	119,8	110	130,4
flenzen op 43,40 m hoogte.							
1090,00	1090,0	66,5	60,0	60,0			122,3
1090,00	1090,0	69,5	60,0	60,0			122,3

flens dikte mm	$M_{pl;d}$ Nmm	bezwijk-vorm 1	bezwijk-vorm 2	bezwijk-vorm 3	maatgev. $F_{t,Rd}$	$F_{t,Ed}$ kN	toetsing-regel
voetplaat							
100	1,17E+08	2790,20	1534,82	1696,90	1534,82	1263,73	0,82
100	1,56E+08	3709,44	1781,66	1696,90	1696,90	1263,73	0,74
flenzen op 19,80 m hoogte.							
140	1,76E+08	4156,32	1780,13	2121,12	1780,13	1521,27	0,85
140	1,76E+08	4156,32	1780,13	2121,12	1780,13	1521,27	0,85
flenzen op 43,40 m hoogte.							
80	6,56E+07	1971,88	1021,34	1060,56	1021,34	789,75	0,77
80	6,56E+07	1886,75	997,67	1060,56	997,67	789,75	0,79

Krachten in kN

Lassen

A - Flenzen

Alle lassen: voorbewerkt 1/2 V- las met een tegenlas (K35 , lasdetail 301 van NEN 2063).

B - Buizen

Alle lassen: voorbewerkt X- las
Bij gelijke wanddikte (K50 , lasdetail 102 van NEN 2063).
Bij dikte overgang asymmetrisch (K45 , lasdetail 112 van NEN 2063).

Bouten

Alle bouten: Voorspanning 70% van de trekkracht met betrekking tot de capaciteit van de bout in de uiterste grenstoestand

6.0 - Controle berekening vortex shedding

Belasting loodrecht op windrichting (respons door wervelvorming) - Eurocode 1

De respons is bepaald volgens Eurocode 1, Deel 1 - 4 ,bijlage E

De kritische windsnelheid $v_{crit,1} = b * n_{i,y} / St$

b is de referentiebreedte van de doorsnede waarbij resonantie met de wervelvorming optreedt voor cirkelvormige cilinders is de referentiebreedte de uitwendige diameter.

St is de Strouhal getal conform E.1.3.2 ; voor cirkelcilinders St = 0,18

buis	$n_{1,y}$ Hz	$d_{buis;gem}$ m	St	$v_{krit,1}$ m/s
500 / 2733	0,72	1,617	0,18	6,44

Scrutongetal Sc

De Scrutongetal Sc word bepaald met:

$$Sc = 2 * \delta_s * m_{i;e} / \rho * b^2$$

ρ is de dichtheid van lucht: $\rho = 1,25$ kg/m^3

b is de referentiebreedte van de doorsnede waarbij resonantie met de wervelvorming optreedt

$$b = d_{w;gem}$$

δ_s is het logaritmische decrement van de constructieve demping

$$\delta_s = 0,030$$

Opmerking:
In Eurocode 1, Tabel F.2 is geen waarde gegeven voor de constructieve demping voor een hoogspanningsmast met een enkel buisprofiel. In de tabel wordt alleen de benaderde waarde van de constructieve demping van een stalen schoorsteen (met of zonder isolatie) aangegeven. In de NEN 1060 (Bovengrondse hoogspanningslijnen – voorloper van NEN-EN 50341) art. 9.2.6.5 wordt het logaritmisch decrement beschreven als $\delta = 2.\pi.D$. D is de dempingsmaat bij responsie loodrecht op de windrichting en is gelijk aan 0.005. Dit resulteert $\delta = 2.\pi.0.005 = 0.0314$. Deze formule is ook aangegeven in de DIN 4133 (Schornsteine aus Stahl) en als benaderde waarde van de constructieve demping van een stalen schoorsteen met 2 of 3 koppelingen is 0.025 en 0.03 aangegeven.
Daarom wordt in deze berekening voor de constructieve demping 0.03 aangehouden.

$m_{i;e}$ is de equivalente massa m_e per lengte eenheid, in kg/m, gewogen naar de trillingsvorm :

$$m_e = \frac{\int_0^{l} m(s) * \phi^2_i(s)\, ds}{\int_0^{l} \phi^2_i(s)\, ds}$$

Zie berekening eigenfrequentie

knoop nummer	verpl. δ mm	$\phi_{i;1}$	staaf nummer	ϕ_i	gewicht mast kg	gewicht flenzen+ geleiders-kg	massa m kg/m
1	982	1,000		1,000			
2	967	0,985	1 -- 2	0,992	133	450	1022,4
3	906	0,922	2 -- 3	0,954	607		255,0
4	830	0,845	3 -- 4	0,884	869		294,4
5	756	0,770	4 -- 5	0,808	997		338,1
6	727	0,741	5 -- 6	0,755	468	3346	3316,3
7	683	0,696	6 -- 7	0,719	776		430,9
8	613	0,625	7 -- 8	0,660	1386		470,0
9	547	0,557	8 -- 9	0,591	1529		518,5
10	497	0,506	9 -- 10	0,532	1415	3412	2098,6
11	483	0,492	10 -- 11	0,499	417		641,9
12	424	0,432	11 -- 12	0,462	1990	705	913,3
13	368	0,375	12 -- 13	0,403	2428		823,1
14	316	0,322	13 -- 14	0,348	2607		883,7
15	308	0,313	14 -- 15	0,318	460	3486	7890,6
16	268	0,273	15 -- 16	0,293	2326		949,5
17	246	0,250	16 -- 17	0,262	1629		1104,7
18	224	0,228	17 -- 18	0,239	1680		1138,6
19	195	0,199	18 -- 19	0,214	2478	880	1598,8
20	184	0,188	19 -- 20	0,193	1032		1213,7
21	166	0,169	20 -- 21	0,178	1830		1240,5
22	148	0,151	21 -- 22	0,160	1880		1274,4
23	116	0,118	22 -- 23	0,135	4182		1417,5
24	88	0,090	23 -- 24	0,104	4396	3325	2617,4
25	76	0,078	24 -- 25	0,084	2083		1543,2
26	66	0,067	25 -- 26	0,072	2128		1576,5
27	55	0,056	26 -- 27	0,062	2445		1715,5
28	46	0,047	27 -- 28	0,052	2498		1753,0
29	29	0,030	28 -- 29	0,038	5156		1809,2
30	17	0,017	29 -- 30	0,023	5370		1884,2
31	7	0,008	30 -- 31	0,012	5584		1959,1
32	2	0,002	31 -- 32	0,005	5797		2034,1
33	0	0,000	32 -- 33	0,001	6011	4476	3679,7

staaf nummer	massa m kg/m	ϕ_i	s m	ϕ_i^2 * (s)	ϕ_i^2 *(s)*m	ϕ_i * (s)
1 -- 2	1022	0,992	0,570	0,56	574,05	0,57
2 -- 3	255	0,954	2,380	2,16	552,02	2,27
3 -- 4	294	0,884	2,950	2,31	678,69	2,61
4 -- 5	338	0,808	2,950	1,92	650,63	2,38
5 -- 6	3316	0,755	1,150	0,66	2176,27	0,87
6 -- 7	431	0,719	1,800	0,93	400,47	1,29
7 -- 8	470	0,660	2,950	1,29	604,81	1,95
8 -- 9	518	0,591	2,950	1,03	533,86	1,74
9 -- 10	2099	0,532	2,300	0,65	1363,56	1,22
10 -- 11	642	0,499	0,650	0,16	104,01	0,32
11 -- 12	913	0,462	2,950	0,63	574,99	1,36
12 -- 13	823	0,403	2,950	0,48	394,71	1,19
13 -- 14	884	0,348	2,950	0,36	316,24	1,03
14 -- 15	7891	0,318	0,500	0,05	397,82	0,16
15 -- 16	949	0,293	2,450	0,21	199,89	0,72
16 -- 17	1105	0,262	1,475	0,10	111,49	0,39
17 -- 18	1139	0,239	1,475	0,08	96,11	0,35
18 -- 19	1599	0,214	2,100	0,10	153,14	0,45
19 -- 20	1214	0,193	0,850	0,03	38,51	0,16
20 -- 21	1240	0,178	1,475	0,05	58,05	0,26
21 -- 22	1274	0,160	1,475	0,04	48,00	0,24
22 -- 23	1417	0,135	2,950	0,05	75,75	0,40
23 -- 24	2617	0,104	2,950	0,03	83,45	0,31
24 -- 25	1543	0,084	1,350	0,01	14,62	0,11
25 -- 26	1577	0,072	1,350	0,01	11,17	0,10
26 -- 27	1716	0,062	1,425	0,01	9,30	0,09
27 -- 28	1753	0,052	1,425	0,00	6,63	0,07
28 -- 29	1809	0,038	2,850	0,00	7,57	0,11
29 -- 30	1884	0,023	2,850	0,00	2,95	0,07
30 -- 31	1959	0,012	2,850	0,00	0,83	0,03
31 -- 32	2034	0,005	2,850	0,00	0,13	0,01
32 -- 33	3680	0,001	2,850	0,00	0,01	0,00
		Σ	67,00	13,91	10239,71	22,84

m_e = 10239,7 / 13,9 = 736,0 kg/m

$Sc = 2 * \delta_s * m_{i;e} / \rho * b^2$

buis	$m_{1;e}$ kg/m	δ_s	ρ kg/m^3	b = d_w in m	Sc
500 / 2733	736,0	0,030	1,25	1,617	13,5

Berekening van verplaatsingen

de grootste $y_{f;max}$ verplaatsing kan berekend worden met:

$$y_{F;max} / b = (1/St^2) * (1/Sc) * K * K_w * C_{lat}$$

St is de Strouhal getal = 0,18

Sc is de Scrutongetal = 13,5

K is trillingsvormfactor en is gelijk aan

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{m} \int_{\ell_i} |\phi_i(s)|\, ds}{4.\pi.\sum_{i=1}^{n} \int_{\ell_i} \phi^2_i(s)\, ds}$$

Voor i = 1 (eerste trillingsvorm) is m = n = 1

K = 22,84 / (4 * π * 13,91) = 0,131 (tabel E.5)

C_{lat} is de laterale krachtcoëfficiënt gegeven in E.1.5/2.5

C_{lat} : $R_e (V_{crit}) < 3*10^5$; $C_{lat} = 0,7$

$5*10^5 < R_e (V_{crit}) < 5*10^6$; $C_{lat} = 0,2$

$R_e (V_{crit}) > 7*10^7$; $C_{lat} = 0,3$

$R_e (V_{crit}) = b * v(crit) / \nu$;

ν is de kinematische viscositeit van de lucht $\nu = 15*10^{-6}$ m^2/s

$R_e (V_{crit})$ = 1,617 * 6,44 / $15*10^{-6}$ = 6,9E+05

C_{lat} = 0,20

K_w is de effectieve correlatiefactor gegeven in E.1.5.2.4

$$K_w = \frac{\sum_{i=1}^{m} \int_{L_j} |\phi_i(s)|\, ds}{\sum_{i=1}^{n} \int_{\ell_i} |\phi_i(s)|\, ds} \leq 0,6$$

Voor i = 1 (eerste trillingsvorm) is m = n = 1

Lj / b = 6
Lj = 9,70 m - (effectieve correlatielengte)

K_w = 8,47 / 22,84 = 0,37

$y_{F;max}$ / b = 30,86 * 0,074 * 0,131 * 0,37 * 0,2 = 0,022

$y_{F;max}$ = 1,617 * 0,022 = 0,036 m

$\Delta\sigma_{dyn} = 2 * C_{rd} * y_{F;max}$

De factor C_{rd} volgt uit de spanning door een opgelegde verplaatsing volgens de eerste eigentrilling.

Opgelegde verplaatsing van 1000 mm

knoop nummer	staaf i--j	q_{last} N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	verpl. mm
1	1 -- 2		137168	137168	0,00E+00	4,7E-02	1000
2	2 -- 3			137168	7,82E+07	4,7E-02	973
3	3 -- 4			137168	4,05E+08	4,5E-02	863
4	4 -- 5			137168	8,09E+08	4,0E-02	738
5	5 -- 6			137168	1,21E+09	3,5E-02	628
6	6 -- 7			137168	1,37E+09	3,3E-02	589
7	7 -- 8			137168	1,62E+09	3,0E-02	532
8	8 -- 9			137168	2,02E+09	2,6E-02	449
9	9 -- 10			137168	2,43E+09	2,2E-02	378
10	10 -- 11			137168	2,74E+09	2,0E-02	330
11	11 -- 12			137168	2,83E+09	1,9E-02	317
12	12 -- 13			137168	3,24E+09	1,6E-02	265
13	13 -- 14			137168	3,64E+09	1,4E-02	220
14	14 -- 15			137168	4,05E+09	1,2E-02	181
15	15 -- 16			137168	4,12E+09	1,2E-02	175
16	16 -- 17			137168	4,45E+09	1,0E-02	147
17	17 -- 18			137168	4,65E+09	9,7E-03	133
18	18 -- 19			137168	4,86E+09	9,0E-03	119
19	19 -- 20			137168	5,14E+09	8,1E-03	101
20	20 -- 21			137168	5,26E+09	7,7E-03	94
21	21 -- 22			137168	5,46E+09	7,1E-03	83
22	22 -- 23			137168	5,67E+09	6,5E-03	73
23	23 -- 24			137168	6,07E+09	5,5E-03	56
24	24 -- 25			137168	6,47E+09	4,5E-03	41
25	25 -- 26			137168	6,66E+09	4,1E-03	35
26	26 -- 27			137168	6,84E+09	3,7E-03	30
27	27 -- 28			137168	7,04E+09	3,3E-03	25
28	28 -- 29			137168	7,24E+09	3,0E-03	20
29	29 -- 30			137168	7,63E+09	2,3E-03	13
30	30 -- 31			137168	8,02E+09	1,7E-03	7
31	31 -- 32			137168	8,41E+09	1,1E-03	3
32	32 -- 33			137168	8,80E+09	5,2E-04	1
33				137168	9,19E+09	0,0E+00	0

Wissel spanning

$$\Delta\sigma_{dyn} = 2 * C_{rd} * y_{F;max}$$

staaf nummer	profiel D (mm)	profiel t (mm)	$W_{y;el}$ mm^3	$\sigma_{buiging}$ (C_{rd}) N/mm^2	$y_{F;max}$ m	$\Delta\sigma_{dyn}$ MPa
1	519	18,0	3429758	23	0,0357	1,6
2	598	18,0	4622182	88	0,0357	6,3
3	697	18,0	6347085	128	0,0357	9,1
4	795	18,0	8345293	145	0,0357	10,4
5	833	20,0	10146485	135	0,0357	9,7
6	893	20,0	11716965	138	0,0357	9,9
7	992	20,0	14535293	139	0,0357	10,0
8	1090	20,0	17657300	137	0,0357	9,8
9	1167	22,0	22217085	123	0,0357	8,8
10	1188	22,0	23073828	123	0,0357	8,8
11	1287	22,0	27165945	119	0,0357	8,5
12	1385	25,0	35666334	102	0,0357	7,3
13	1483	25,0	41058306	99	0,0357	7,0
14	1500	25,0	42009821	98	0,0357	7,0
15	1582	25,0	46829878	95	0,0357	6,8
16	1631	28,0	55532051	84	0,0357	6,0
17	1680	28,0	59020129	82	0,0357	5,9
18	1750	28,0	64169592	80	0,0357	5,7
19	1778	28,0	66315149	79	0,0357	5,7
20	1827	28,0	70122092	78	0,0357	5,6
21	1876	28,0	74035323	77	0,0357	5,5
22	1975	30,0	87782333	69	0,0357	4,9
23	2073	30,0	96951101	67	0,0357	4,8
24	2118	30,0	101298906	66	0,0357	4,7
25	2163	30,0	105742107	65	0,0357	4,6
26	2211	32,0	117583678	60	0,0357	4,3
27	2258	32,0	122803006	59	0,0357	4,2
28	2353	32,0	133581792	57	0,0357	4,1
29	2448	32,0	144814086	55	0,0357	4,0
30	2543	32,0	156499889	54	0,0357	3,8
31	2638	32,0	168639201	52	0,0357	3,7
32	2733	32,0	181232022	51	0,0357	3,6

Bepaling van het aantal spanningscycli

Het aantal spanningswisseling N veroorzaakt door trilling door wervelvorming wordt berekend met:

$$N = 2 * T * n_{i;y} * \varepsilon_o * [V_{crit} / V_o]^2 * \exp[-(V_{crit} / V_o)^2] >= 10^4$$

$n_y = n_{1;y} =$ 0,72 Hz eigenfrequentie van trillingsvorm loodrecht op wind

T is levensduur in seconden = $3,2 * 10^7$ maal de vervachte levensduur in jaren

$V_{crit,1} =$ 6,44 m/s De kritische windsnelheid

ε_o is bandbreedtefactor = 0,3

V_o is wortel(2) maal de modus van de Weibull waarschijnlijkheidsverdeling van de windsnelheid in m/s
V_o = 20% van de karakteristieke gemiddelde windsnelheid op hoogte waar wervelvorming plaatsvind

$z_s =$ 62,1505 m - hoogte waar wervelvorming plaatsvindt = $L_{mast} - L_j / 2$

Wedgebied II - onbebouwd

Basiswindsnelheid $V_{b,0}$ = 27 m/s

Terreincategorie : II - Onbebouwd gebied

Richtingsfactor C_{dir} = 1,0
Seizoensfactor C_{season} = 1,0
Orografiefactor $C_o(z)$ = 1,0

$z_0 =$ 0,200 m

Gemiddelde windsnelheid $V_m(z) = (V_{b,0} * C_{dir} * C_{season}) * c_r(z)$

$c_r(z) = k_r * \ln\{ z / z_0\}$ voor $z_{min} \leq z \leq z_{max}$
$c_r(z) = c_r (z_{min})$ voor $z \leq z_{min}$

$k_r = 0,19 \ln\{ z_0 / z_{0,II}\}^{0,07}$ $z_{0;II} = 0,05$ m

$k_r = 0,19 \ln\{ 0,200 / 0,05\}^{0,07} =$ 0,21

$c_r(z) = 0,21 * \ln\{ 28,5 / 0,200\} =$ 1,20

$V_m(z) =$ 32,4 m/s

$V_o =$ 32,4 * 20 / 100 = 6,49 m/s

$$N = 2 * 50 * 3,2.10^7 * 0,3 * 0,72 * [6,44 / 6,50]^2 * \exp[-(6,44 / 6,50)^2] = 2,53E+08$$

Vermoeiingsschade t.g.v. dwarstrilling

De vermoeiingsschade vindt plaats door het belastingspectrum te toetsen aan de bij het detail behorende $\Delta\sigma$-N lijn conform NEN 2063.

$\Delta\sigma < 0{,}55\,\Delta\sigma_k$ ------> $N = \infty$

$0{,}55\,\Delta\sigma_k < \Delta\sigma < \Delta\sigma_k$ ------> $N.\Delta\sigma^5 = N_k.\Delta\sigma^5_k$

$\Delta\sigma > \Delta\sigma_k$ ------> $N.\Delta\sigma^3 = N_k.\Delta\sigma^3_k$

$N_k = 10^7$

$\Delta\sigma_i$ is het i^e spanningsniveau

$\Delta\sigma_k$ is het spanningsinterval behorende bij 10^7 wisselingen op de $\Delta\sigma_i$-N lijn.

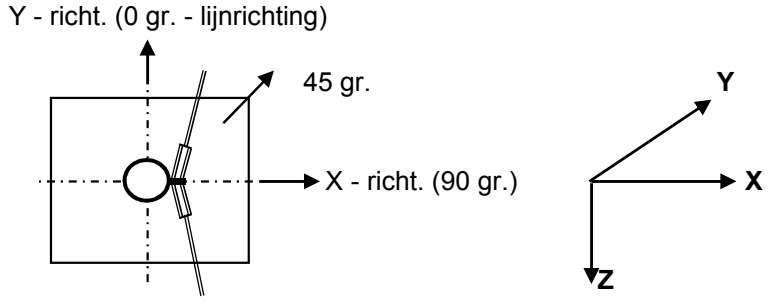
$\gamma * \Delta\sigma =$ 1,2 * $\Delta\sigma$

$\Delta\sigma$k =	45	MPa	Voorbewerkt X- las (K45 , lasdetail 112 van NEN 2063).
$\Delta\sigma$k =	35	MPa	Voorbewerkt 1/2V- las (K35 , lasdetail 301 van NEN 2063).

Plaats van trilling Knoop		$\gamma * \Delta\sigma$ = in MPa	$\Delta\sigma_k$ in MPa	0,55 $\Delta\sigma_k$ in MPa	N - wissel. $\Delta\sigma_i$-N lijn	N span.wissl.	D beschadiging < 1
3	Lasnaad	7,51	45	24,75	1,000E+10	2,53E+08	0,03
4	Lasnaad	10,94	45	24,75	1,000E+10	2,53E+08	0,03
5	Lasnaad	12,48	45	24,75	1,000E+10	2,53E+08	0,03
6							
7	Lasnaad	11,85	45	24,75	1,000E+10	2,53E+08	0,03
8	Lasnaad	11,94	45	24,75	1,000E+10	2,53E+08	0,03
9	Lasnaad	11,80	45	24,75	1,000E+10	2,53E+08	0,03
10							
11	Lasnaad	10,53	45	24,75	1,000E+10	2,53E+08	0,03
12	flenzen	10,22	35	19,25	1,000E+10	2,53E+08	0,03
13	Lasnaad	8,76	45	24,75	1,000E+10	2,53E+08	0,03
14	Lasnaad	8,45	45	24,75	1,000E+10	2,53E+08	0,03
15							
16	Lasnaad	8,15	45	24,75	1,000E+10	2,53E+08	0,03
17							
18	Lasnaad	7,06	35	19,25	1,000E+10	2,53E+08	0,03
19							
20	Lasnaad	6,81	45	24,75	1,000E+10	2,53E+08	0,03
21							
22	Lasnaad	6,56	45	24,75	1,000E+10	2,53E+08	0,03
23	Lasnaad	5,93	45	24,75	1,000E+10	2,53E+08	0,03
24	flenzen	5,73	45	24,75	1,000E+10	2,53E+08	0,03
25							
26	Lasnaad	5,55	45	24,75	1,000E+10	2,53E+08	0,03
27							
28	Lasnaad	5,05	45	24,75	1,000E+10	2,53E+08	0,03
29	Lasnaad	4,90	45	24,75	1,000E+10	2,53E+08	0,03
30	Lasnaad	4,75	45	24,75	1,000E+10	2,53E+08	0,03
31	Lasnaad	4,61	45	24,75	1,000E+10	2,53E+08	0,03
32	Lasnaad	4,48	45	24,75	1,000E+10	2,53E+08	0,03
33	voetplaat	4,35	35	19,25	1,000E+10	2,53E+08	0,03

7.0 - Fundatie belastingen

Fundatie belastingen in ULS-toestand - (Ultimate limit state)



Belasting geval / comb	X - reactie kN	Y - reactie kN	Z - reactie kN	M_x - reactie kNm	M_y - reactie kNm	M_z - reactie kNm
Windrich. 90 graden						
1 - EG mast			1004			
2 - Windbelasting mast	144				4481	
3 - Belasting geval 1a	837		129		39304	
4 - Belasting geval 1b	559		144		25993	
5 - Belasting geval 3	948		273		43878	
6 - Belasting geval 4	569		167		26424	
Combinatie 1 : BG1 * 1,2 + BG2 * 1,6 + BG3 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	981		1133		43786	
Combinatie 2 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG4 * (1,2 eg, 0,3 windbel.)						
	586		1147		26833	
Combinatie 3 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,45 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	989		**1277**		**45138**	
Combinatie 4 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	596		1171		27264	

Samenvatting Fundatiebelastingen

	B.C. 1 - SLS γ_{eg}=1.0 , γ_q=1.0		B.C. 2 - ULS γ_{eg}=1.2 , γ_q=1.6		B.C. 3 - ULS γ_{eg}=0.9 , γ_q=1.6	
Voetmoment	37205	kNm	45138	kNm	45138	kNm
Dwarskracht	835	kN	989	kN	989	kN
Verticale kracht	947	kN	1277	kN	852	kN

8,0 - Betonspanning onder voetplaat en instortring

st.c in mm	aantal ankers	$F_{t,Ed}$ kN	$F_{v,Ed}$ kN	knoop nummer	aanwezig anker	$F_{t,Rd}$ kN	Percentage belasting
Ankers krachten in ULS-toestand							
st.c buitenkant		3083,00					
st.c binnenkant		2319,00					
2701	104	631,86	9,51	33	M 48 - 8,8	848,45	0,74
Voorspanning ankers in SLS-toestand (100%)							
st.c buitenkant		3083,00					
st.c binnenkant		2319,00					
2701	104	520,68	8,03	33	M 48 - 8,8	848,45	0,61

Maximale trekkracht in de anker :

$F_{t,Ed}$ = 631,9 kN

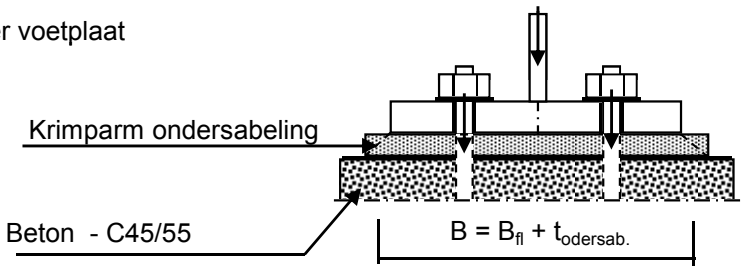
Maximale voorspanning in de anker :

$F_{t,Ed}$ = 520,7 kN

Maximale drukkrackt :

$F_{c,Ed}$ = 655,0 + 1,00 * 520,7 = 1175,7 kN

A - drukspanning onder voetplaat



Toetsing :

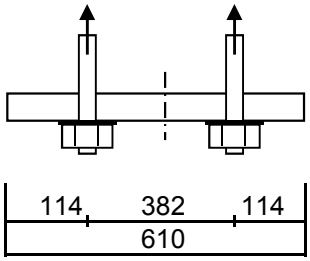
$\sigma_b < 0,7 * f_{cd} = 0,7 * 45 / 1,5 = 21,0$ N/mm^2

B_{fl} =	672,0	mm	D =	2701	mm
$t_{ondersab.}$ =	40,0	mm	n =	104	
B =	712,0	mm			

A_{voetpl} = 712 * 2*π*D / n = 116185 mm^2

$\sigma_{b;voet} = 2 * F_{c,Ed} / A =$ 20,2 N/mm^2 < 21,0 -- Voldoet

B - drukspanning onder instortring

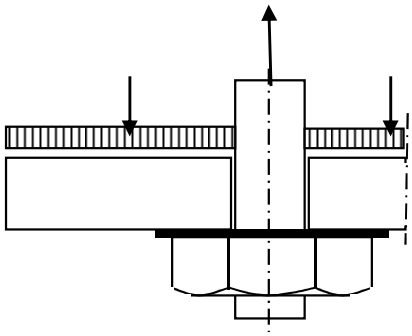


D = 2701 mm
n = 104

$A_{stortring}$ = 610 * $2*\pi*D / n$ = 99541 mm^2

$\sigma_{b;stortr.} = 2 * F_{c,Ed} / A$ = 12,7 N/mm^2 < 21,0 -- Voldoet

Dikte instortring



$L_{uitkr.}$ = 114 mm
L_{veld} = 382 mm

t = 45 mm
$f_{y;d}$ = 355 N/mm^2

$M_{Ed;st}$ = 82496 Nmm/mm' ; $V_{z;Ed;st}$ = 2425 N/mm'

of $M_{Ed;veld}$ = 149078 Nmm/mm' ; $V_{z;Ed;st}$ = 0 N/mm'

$M_{Ed;max}$ = 149078 Nmm/mm' ; $V_{z;Ed;st}$ = 2425 N/mm'

$M_{Rd} = (1/4) *1,0 * t^2 * f_y$ = 179719 Nmm/mm'
$V_{Rd} = 1,0 * t * f_y / 3^{0,5}$ = 9223 N/mm'

M_{Ed} / M_{Rd} = 149078 / 179718,8 = 0,83 < 1,0 -- Voldoet
σ_b = 294,5 N/mm^2

V_{Ed} / V_{Rd} = 2425 / 9223 = 0,26 < 1,0 -- Voldoet
τ_z = 53,9 N/mm^2

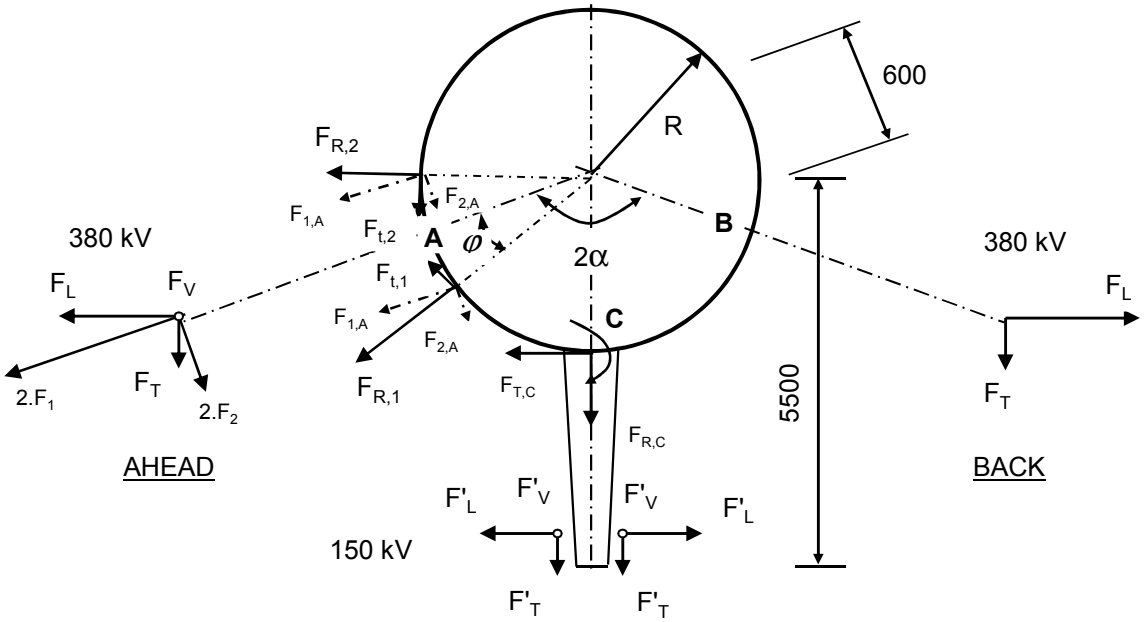
vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (294,5^2 + 3*53,9^2)^{0,5}$
σ_{vlg} = 309 N/mm^2 < 355 MPa -- Voldoet

9.0 - Detailberekeningen

9.1 - Berekening afspanpunt trekisolatoren 380 kV

Schema



F_V en F'_V : Verticale kracht resp. 380kV en 150kV
F_T en F'_T : Transverse kracht resp. 380kV en 150kV
F_L en F'_L : Longitudinale kracht resp. 380kV en 150kV

2α is hoek tussen lijnen en α is bissectrice van hoek tussen de lijnen

380 kV: Per bevevestigingsring

$F_{1;A} = (F_{L,Ah}.\text{Sin}\alpha + F_{T,Ah}.\text{Cos}\alpha) / 4$; $F_{1;B} = (F_{L,Ba}.\text{Sin}\alpha + F_{T,Ba}.\text{Cos}\alpha) / 4$

$F_{2;A} = (F_{L,Ah}.\text{Cos}\alpha - F_{T,Ah}.\text{Sin}\alpha) / 4$; $F_{2;B} = (F_{L,Ba}.\text{Cos}\alpha - F_{T,Ba}.\text{Sin}\alpha) / 4$

$F_{3;A} = F_{V,ah} / 4$; $F_{3;B} = F_{V,bh} / 4$;

$F_{R;1;A} = F_{1,A}.\text{Cos}\varphi + F_{2;A}.\text{Sin}\varphi$; $F_{T;1;A} = F_{1,A}.\text{Sin}\varphi - F_{2;A}.\text{Cos}\varphi$

$F_{R;2;A} = F_{1,A}.\text{Cos}\varphi - F_{2;A}.\text{Sin}\varphi$; $F_{T;2;A} = F_{1,A}.\text{Sin}\varphi + F_{2;A}.\text{Cos}\varphi$

; $M_w = | F_{T;1;A} + F_{T;2;A} | * R$

$F_{R;1;B} = F_{1,B}.\text{Cos}\varphi + F_{2;B}.\text{Sin}\varphi$; $F_{T;1;B} = F_{1,B}.\text{Sin}\varphi - F_{2;B}.\text{Cos}\varphi$

$F_{R;2;B} = F_{1,B}.\text{Cos}\varphi - F_{2;B}.\text{Sin}\varphi$; $F_{T;2;B} = F_{1,B}.\text{Sin}\varphi + F_{2;B}.\text{Cos}\varphi$

; $M_w = | F_{T;1;B} + F_{T;2;B} | * R$

150 kV: Per bevevestigingsring

$F_{T;C} = \Sigma F'_L / 2$ $M_{T;C} = F_{T;C} * (5500 - R)$

$F_{R;C} = \Sigma F'_T / 2$

$F_{V;C} = \Sigma F'_V / 2$ $M_{V;C} = 2 * F_{V;C} * (5500 - R)$

$F'_{R;C} = \pm M_{C;L} / (2 * z)$

$z = 2*(d^3_{uit} - d^3_{inw}) / 3*\pi*(d^2_{uit} - d^2_{inw})$

$F_{R;C;max} = F_{R;C} + F'_{R;C}$

Opmerking:
In mast W2H400+10 zijn de geleiders van de 150 kV niet aanwezig.

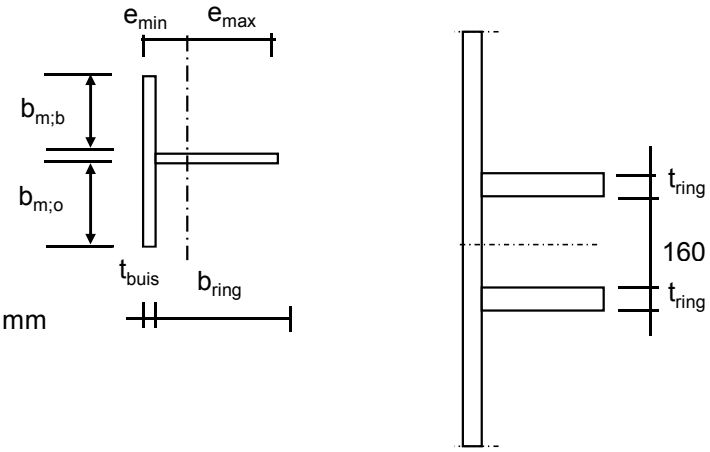
9.1.1 - Afspanpunt trekisolatoren op 57,0 meter hoogte

Ring gegevens:

$t_{buis;nom}$ = 20 mm
$t_{buis;reken}$ = 20 mm

$t_{ring;nom}$ = 20 mm
$t_{ring;reken}$ = 20 mm

b_{ring} = 135 mm
Afstand tussen ringen = 160 mm



Mee werkende breedte :DIN 18801

$b_m = 0{,}138 * t * \lambda_a$

$\lambda_a = \pi * (E / f_y)^{0,5}$

Staal S355 ; f_y = 355,0 N/mm²
E = 210000,0 N/mm²

$b_{m;b}$ = 210,9 mm
$b_{m;o}$ = 80 mm

A = 8918 mm²
e_{min} = 33,5 mm
e_{max} = 121,5 mm

I = 15614845 mm⁴
W_{min} = 128480 mm³

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

N_{Rd} = 2111 kN
$M_{y;Rd}$ = 30 kNm
$M_{w;Rd}$ = 4803 kNm (torsieweerstand mast)
V_{Rd} = 369 kN

Belastingen op 57,0 meter
Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 REV V 10.0 - Appendix O en O1
Belastingen - geleiders 380 kV

	Ahead			Back		
	F_V N	F_T N	F_L N	F_V N	F_T N	F_L N
BG 1a - (wind (90 gr))	18874	128282	199695	18874	128282	-199695
BG 3 - (wind (90) + ijs)	34638	128272	225106	34638	128272	-225106
BG 1a - (wind (45 gr))	20687	69837	132835	18700	138063	-212228
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	35373	108360	213292	34479	131967	-228563
1a- Bundelbr.-(90 gr)	19841	91866	154315	0,0	0,0	0,0
3 - Bundelbr.-(90 gr + ijs)	23535	98655	172148	0,0	0,0	0,0
1a- Bundelbr.-(45 gr)	20743	67763	132149	0,0	0,0	0,0
3 - Bundelbr.-(45 gr + ijs)	24247	80606	158438	0,0	0,0	0,0

Diameter mast t.p.v ringen D = 833 mm

R = 416,6 mm

Mast 147 :	Lijnhoek = 2. α =	160,4	graden	
Mast 146 :	Lijnhoek = 2. α =	130,4	graden	
Mast 104 :	Lijnhoek = 2. α =	163,5	graden	
Mast 102 :	Lijnhoek = 2. α =	133,1	graden	
	Lijnhoek = 2. α =	130,4	graden	maatgevenc
	hoek φ = boogsin(300 / (417+80)) =	37,2	graden	

	A		B		C	
	$F_{R;1;Ed}$ kN	$F_{R;2;Ed}$ kN	$F_{R;1;Ed}$ kN	$F_{R;2;Ed}$ kN	$F_{R;max;Ed}$ kN	$M_{T;Ed}$ kNm
BG 1a - (wind (90 gr))	51,8	41,9	51,8	41,9		
BG 3 - (wind (90) + ijs)	54,8	48,1	54,8	48,1		
BG 1a - (wind (45 gr))	31,0	28,7	55,4	44,4		
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	49,0	46,3	56,0	48,8		
1a- Bundelbr.-(90 gr)	38,4	32,8	0,0	0,0		
3 - Bundelbr.-(90 gr + ijs)	42,0	36,8	0,0	0,0		
1a- Bundelbr.-(45 gr)	30,5	28,6	0,0	0,0		
3 - Bundelbr.-(45 gr + ijs)	36,4	34,4	0,0	0,0		

Roark's Formulas for stress & strain - tabel 9.2 - 20

Roark's Formulas for stress & strain - tabel 9.2 - 19

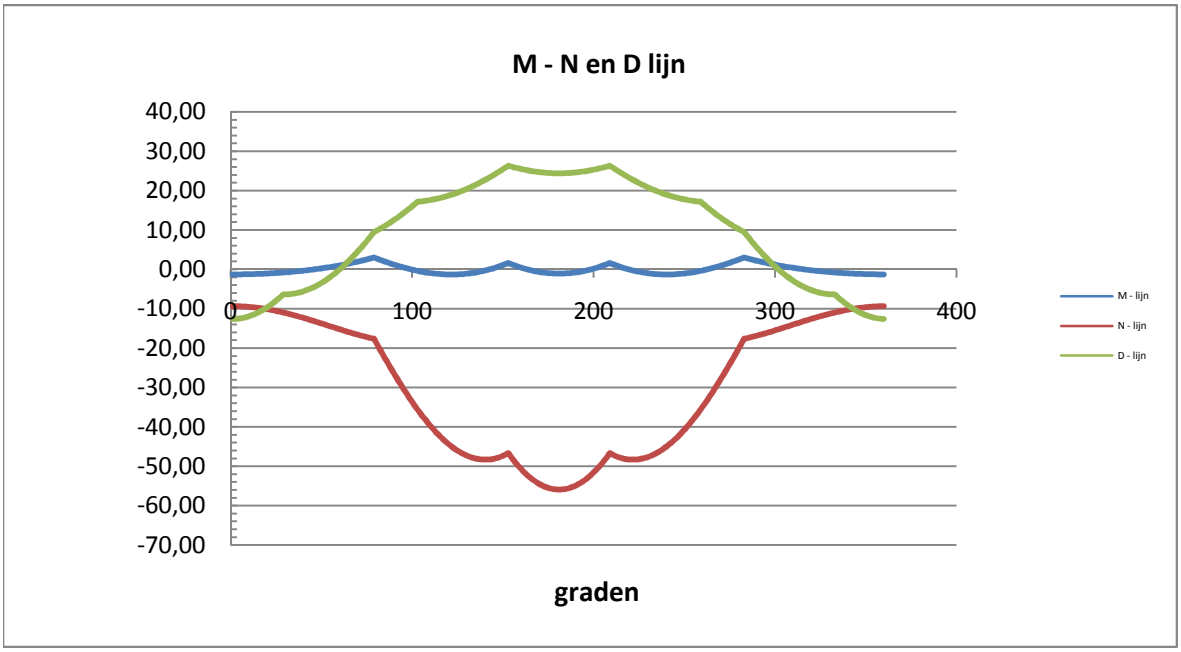
Belastinggeval : BG 1 - wind 90 gr.

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-1,28	-9,34	-12,57	0,13	1,57
15,0	-1,15	-9,82	-10,73	0,42	4,87
30,0	-0,73	-11,17	-6,30	0,74	8,61
45,0	0,01	-13,14	-4,43	1,11	13,00
60,0	1,12	-15,35	0,39	1,55	18,10
75,0	2,67	-17,31	7,78	1,59	18,51
90,0	1,09	-27,21	12,88	1,73	20,16
105,0	-0,64	-37,45	17,36	0,66	7,76
120,0	-1,31	-44,73	18,89	0,60	7,05
135,0	-0,70	-48,16	21,74	1,97	22,97
150,0	1,27	-47,18	25,74	1,55	18,07
165,0	-0,28	-53,25	25,01	0,79	9,25
180,0	-1,07	-55,95	24,44	0,79	9,25
195,0	-0,28	-53,25	25,01	1,55	18,07
210,0	1,27	-47,18	25,74	1,97	22,97
225,0	-0,70	-48,16	21,74	0,60	7,05
240,0	-1,31	-44,73	18,89	0,66	7,76
255,0	-0,64	-37,45	17,36	1,73	20,16
270,0	1,09	-27,21	12,88	1,59	18,51
285,0	2,67	-17,31	7,78	1,55	18,10
300,0	1,12	-15,35	0,39	1,11	13,00
315,0	0,01	-13,14	-4,43	0,74	8,61
330,0	-0,73	-11,17	-6,30	0,42	4,87
345,0	-1,15	-9,82	-10,73	0,13	1,56
360,0	-1,28	-9,34	-12,56	0,00	0,01

$F_{s;d;langs} = \Delta M_{s;d} * S / I$

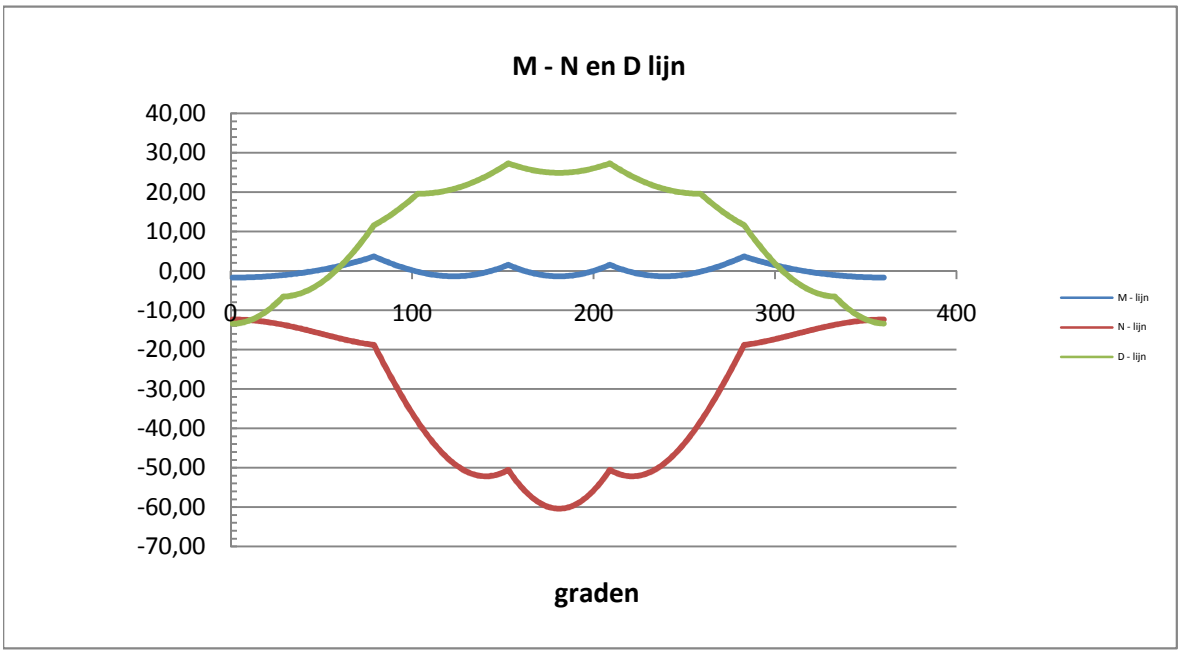
S = 182250 mm^3

I = 15614845 mm^4



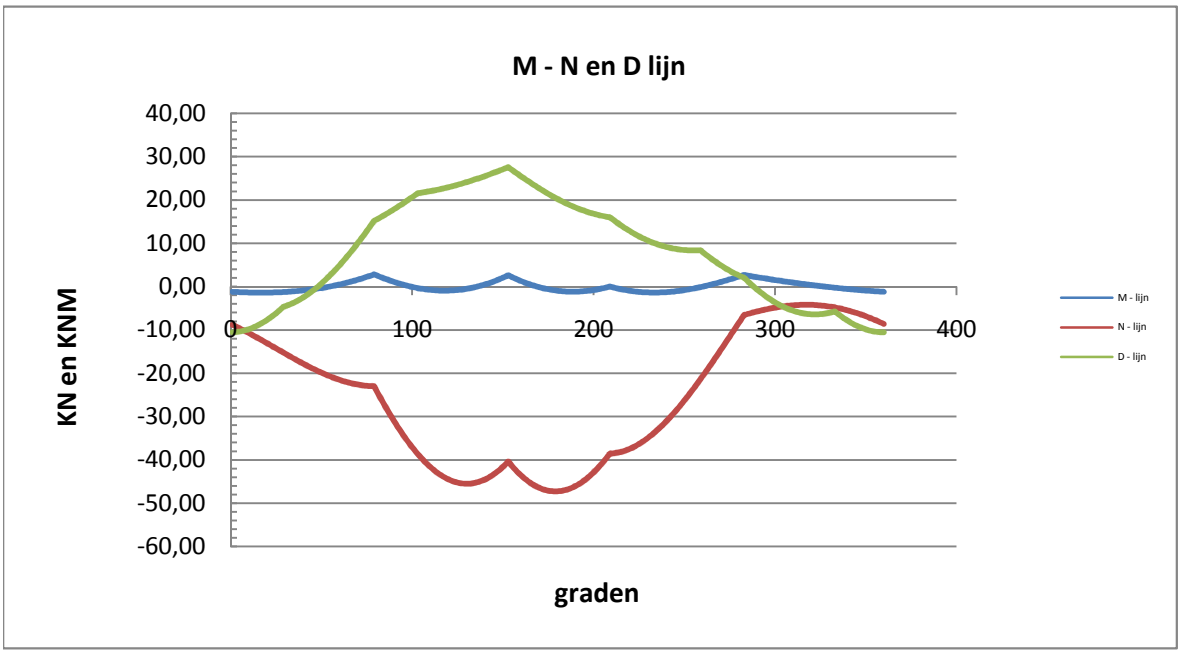
Belastinggeval : BG 3 - wind 90 gr + ijs.

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-1,68	-12,35	-13,43	0,18	2,07
15,0	-1,50	-12,76	-11,41	0,54	6,34
30,0	-0,96	-13,90	-6,48	0,94	10,99
45,0	-0,01	-15,51	-4,13	1,38	16,16
60,0	1,37	-17,25	1,41	1,88	21,90
75,0	3,25	-18,63	9,68	1,76	20,55
90,0	1,49	-29,18	15,10	1,98	23,13
105,0	-0,49	-40,25	19,61	0,84	9,80
120,0	-1,33	-48,15	20,59	0,53	6,14
135,0	-0,81	-51,95	22,99	2,00	23,32
150,0	1,19	-51,03	26,73	1,69	19,71
165,0	-0,50	-57,52	25,63	0,86	9,99
180,0	-1,36	-60,41	24,91	0,86	9,99
195,0	-0,50	-57,52	25,63	1,69	19,71
210,0	1,19	-51,03	26,73	2,00	23,32
225,0	-0,81	-51,95	22,99	0,53	6,14
240,0	-1,33	-48,15	20,59	0,84	9,80
255,0	-0,49	-40,25	19,61	1,98	23,13
270,0	1,49	-29,18	15,10	1,76	20,55
285,0	3,25	-18,63	9,68	1,88	21,90
300,0	1,37	-17,25	1,41	1,38	16,16
315,0	-0,01	-15,51	-4,13	0,94	10,99
330,0	-0,96	-13,90	-6,48	0,54	6,34
345,0	-1,50	-12,76	-11,41	0,18	2,06
360,0	-1,68	-12,36	-13,42	0,00	0,01



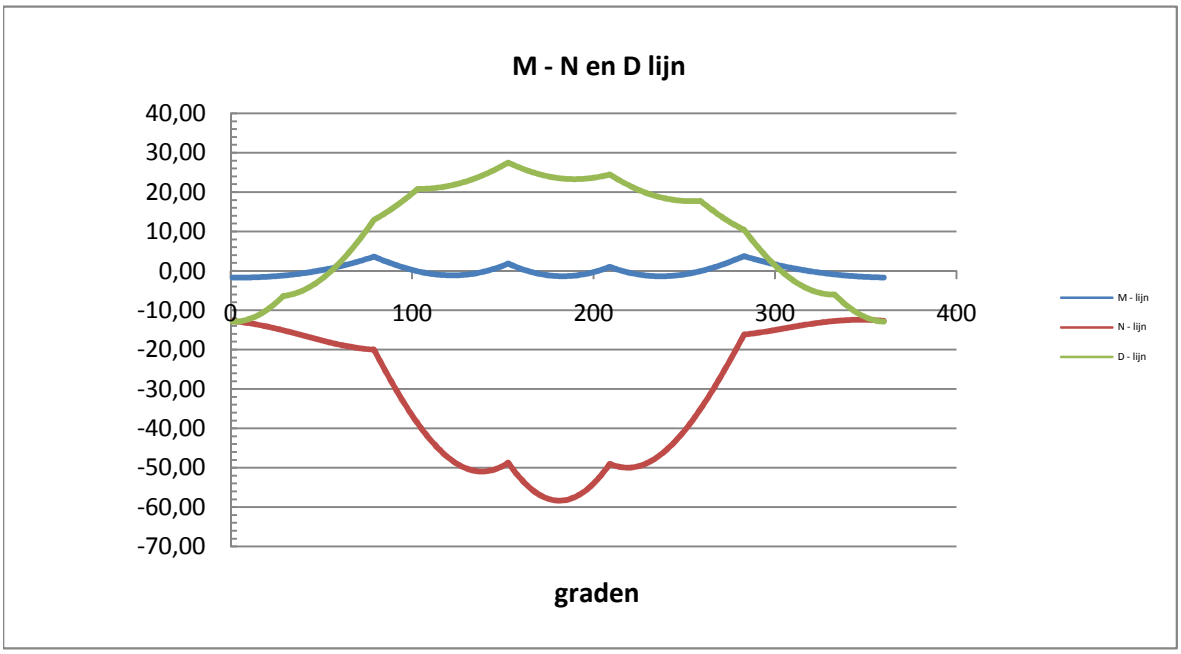
Belastinggeval : BG 1a - wind 45 gr.

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-1,21	-8,84	-10,55	0,17	2,02
15,0	-1,38	-12,13	-8,73	0,17	2,03
30,0	-1,20	-15,72	-4,40	0,62	7,26
45,0	-0,58	-19,08	-0,72	1,17	13,60
60,0	0,58	-21,67	5,38	1,78	20,78
75,0	2,36	-22,94	13,38	1,42	16,55
90,0	0,95	-31,67	18,08	1,49	17,38
105,0	-0,54	-39,99	21,70	0,36	4,15
120,0	-0,90	-44,68	23,01	0,91	10,62
135,0	0,01	-45,16	24,89	2,19	25,55
150,0	2,20	-41,23	27,20	1,84	21,43
165,0	0,36	-45,52	23,76	1,35	15,79
180,0	-0,99	-47,22	20,00	0,02	0,18
195,0	-1,00	-44,38	17,31	0,79	9,23
210,0	-0,21	-38,48	15,35	1,03	11,97
225,0	-1,24	-36,08	11,39	0,00	0,03
240,0	-1,24	-30,70	9,04	0,87	10,14
255,0	-0,37	-23,07	8,33	1,52	17,79
270,0	1,15	-14,09	4,66	1,30	15,17
285,0	2,45	-6,22	0,83	1,01	11,76
300,0	1,44	-4,81	-3,89	0,87	10,13
315,0	0,58	-4,22	-6,20	0,75	8,70
330,0	-0,17	-4,69	-5,97	0,61	7,10
345,0	-0,78	-6,26	-9,23	0,41	4,74
360,0	-1,18	-8,64	-10,56	0,02	0,25



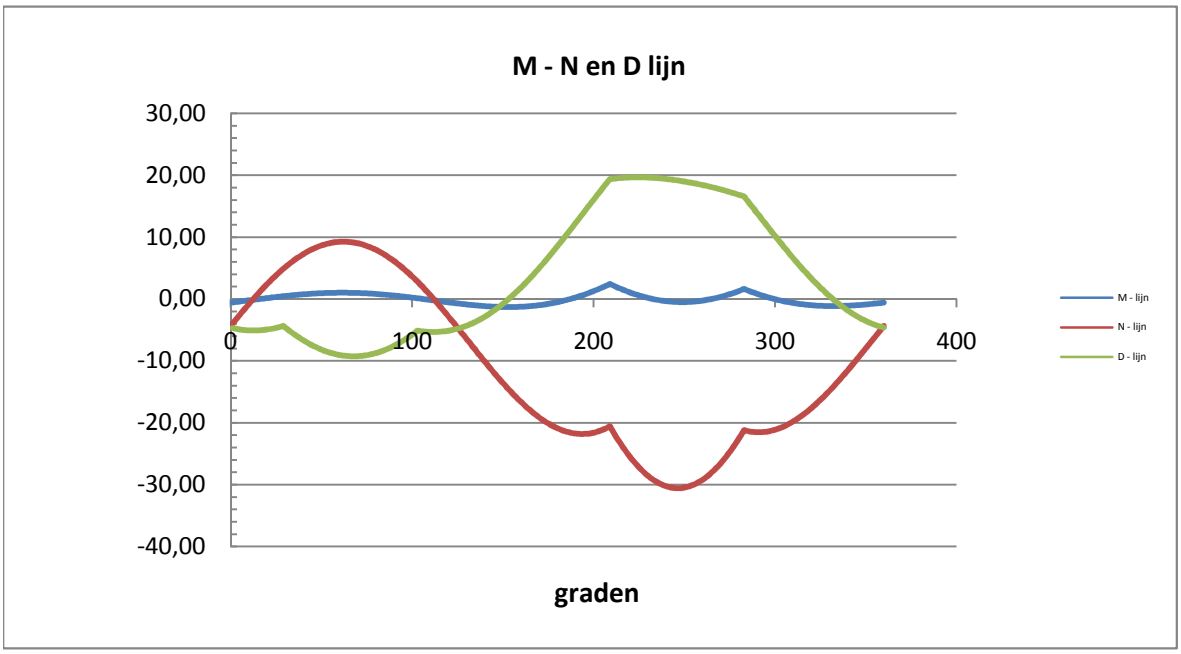
Belastinggeval : BG 3 - wind 45 gr + ijs.

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-1,73	-12,77	-12,93	0,10	1,17
15,0	-1,63	-13,79	-11,06	0,50	5,78
30,0	-1,13	-15,35	-6,25	0,93	10,90
45,0	-0,20	-17,17	-3,43	1,42	16,63
60,0	1,23	-18,85	2,50	1,96	22,89
75,0	3,19	-19,92	11,02	1,70	19,79
90,0	1,49	-30,06	16,45	1,91	22,24
105,0	-0,41	-40,58	20,82	0,75	8,81
120,0	-1,17	-47,81	21,65	0,60	7,01
135,0	-0,57	-50,88	23,72	2,04	23,84
150,0	1,48	-49,29	26,96	1,81	21,10
165,0	-0,33	-55,51	25,10	1,05	12,25
180,0	-1,38	-58,35	23,53	0,60	7,05
195,0	-0,78	-55,64	23,42	1,47	17,13
210,0	0,69	-49,36	23,90	1,72	20,12
225,0	-1,03	-49,44	20,33	0,32	3,77
240,0	-1,36	-45,12	18,26	0,96	11,17
255,0	-0,40	-37,04	17,70	2,01	23,44
270,0	1,61	-26,15	13,60	1,74	20,33
285,0	3,35	-16,03	8,63	1,81	21,15
300,0	1,54	-14,96	0,96	1,38	16,16
315,0	0,15	-13,77	-4,07	0,99	11,57
330,0	-0,84	-12,83	-6,04	0,62	7,27
345,0	-1,46	-12,45	-10,85	0,26	3,03
360,0	-1,72	-12,72	-12,91	0,01	0,08



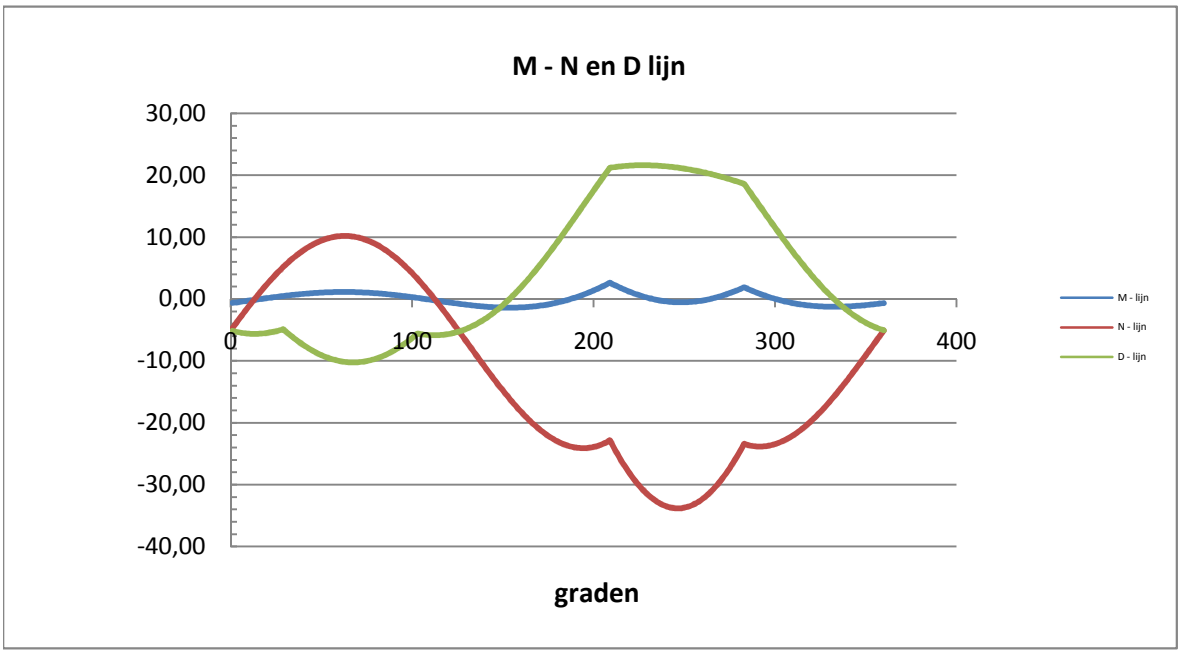
Belastinggeval : BG 1a - Bundelbreuk 90 gr

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-0,55	-4,01	-4,69	0,54	6,35
15,0	0,00	1,12	-5,06	0,51	6,00
30,0	0,51	5,34	-4,83	0,37	4,26
45,0	0,88	8,15	-7,64	0,14	1,59
60,0	1,01	9,22	-9,10	0,12	1,43
75,0	0,89	8,44	-9,03	0,36	4,19
90,0	0,53	5,89	-7,41	0,52	6,11
105,0	0,01	1,86	-5,23	0,57	6,70
120,0	-0,57	-3,20	-5,08	0,48	5,63
135,0	-1,05	-8,67	-3,52	0,24	2,74
150,0	-1,28	-13,91	-0,56	0,16	1,87
165,0	-1,12	-18,23	3,68	0,68	7,90
180,0	-0,45	-21,03	8,86	1,27	14,85
195,0	0,83	-21,80	14,51	1,33	15,54
210,0	2,16	-21,59	19,43	1,66	19,35
225,0	0,50	-27,50	19,65	0,88	10,27
240,0	-0,38	-30,36	19,36	0,02	0,24
255,0	-0,40	-29,92	18,67	0,83	9,64
270,0	0,42	-26,25	17,63	0,85	9,97
285,0	1,28	-21,42	15,45	1,38	16,08
300,0	-0,10	-21,06	9,84	0,78	9,12
315,0	-0,88	-18,61	4,60	0,25	2,96
330,0	-1,13	-14,55	0,23	0,16	1,86
345,0	-0,98	-9,46	-2,93	0,39	4,61
360,0	-0,58	-4,38	-4,62	0,03	0,40



Belastinggeval : BG 3 - Bundelbreuk 90 gr + ijs

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-0,64	-4,69	-5,15	0,60	7,01
15,0	-0,04	1,02	-5,62	0,57	6,70
30,0	0,54	5,73	-5,40	0,41	4,83
45,0	0,95	8,91	-8,50	0,16	1,92
60,0	1,12	10,18	-10,08	0,12	1,42
75,0	0,99	9,40	-9,97	0,39	4,49
90,0	0,61	6,65	-8,15	0,57	6,66
105,0	0,04	2,25	-5,74	0,63	7,38
120,0	-0,59	-3,30	-5,62	0,54	6,27
135,0	-1,13	-9,34	-3,97	0,27	3,16
150,0	-1,40	-15,15	-0,75	0,16	1,86
165,0	-1,24	-19,98	3,88	0,73	8,48
180,0	-0,52	-23,14	9,57	1,38	16,13
195,0	0,87	-24,09	15,81	1,45	16,96
210,0	2,32	-23,95	21,26	1,81	21,08
225,0	0,51	-30,46	21,60	0,94	11,02
240,0	-0,43	-33,60	21,39	0,01	0,08
255,0	-0,42	-33,10	20,73	0,94	11,01
270,0	0,52	-29,01	19,68	0,96	11,23
285,0	1,48	-23,67	17,34	1,55	18,12
300,0	-0,07	-23,37	11,13	0,89	10,39
315,0	-0,96	-20,75	5,31	0,30	3,53
330,0	-1,26	-16,31	0,42	0,16	1,88
345,0	-1,10	-10,72	-3,13	0,43	5,00
360,0	-0,67	-5,09	-5,06	0,04	0,43



Maatgevende belastinggeval : BG 3 - wind 45 gr + ijs

Controle spanningen :

$N_{Ed;max}$ =	58,4	kN	N_{Rd} =	2111	kN
$M_{y,Ed;max}$ =	3,77	kNm	M_{Rd} =	30	kNm
$M_{w,Ed;max}$ =	5,4	kNm	M_{Rd} =	4803	kNm
$V_{Ed;max}$ =	27,5	kN	V_{Rd} =	369	kN

$N_{Ed;max} / N_{Rd}$ = 58,35 / 2111 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 6,5 N/mm^2

$M_{y,Ed;max} / M_{y,Rd}$ = 3,77 / 30,4 = 0,12 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 29,3 N/mm^2

$V_{Ed;max} / V_{Rd}$ = 27,47 / 369 = 0,07 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 10,2 N/mm^2

Bij maximale moment : N_{Ed} = 16,19

V_{Ed} = 10,41

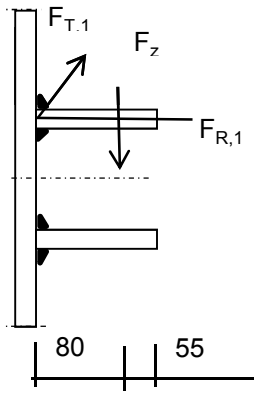
$\sigma_b + \sigma_N$ = 29,3 + 1,8 = 31,1 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

τ_z = 3,9 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = \{ (\sigma_b + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2 \}^{0,5}$

σ_{vlg} = 32 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.



Per bevestiging (2 * bevestigingspunten en 2 * ringen)

$F_{R,1,h}$ =	54,76	kN
$F_{T,1,h}$ =	43,37	kN
F_z =	17,32	kN
$F_{Langs,Ed}$ =	25,55	kN

$L_{las} = b_{m;ring} = 0,138*t*\pi * (E/fy)^{0,5}$ = 210 mm

of

L_{las} = 2 * 80 = 160 mm

L_{las} = 160 mm - maatgevend

lasdikte a = 5 mm - hoeklas

t.g.v. $F_{R,1,h}$:

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{R,1,h} / (2*a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 24,2 N/mm^2

t.g.v. $F_{T,1,h}$:

$\tau_2 = F_{T,1,h} / (2*a*L_{las,min})$ = 27,11 N/mm^2

t.g.v. $F_{Langs,Ed}$:

$\tau_2 = F_{Langs,Ed;max} / (2*a*L_{las,min})$ = 15,97 N/mm^2

t.g.v. F_z :

$\sigma_1 = \tau_1 = [(F_z * 1000 * 80)/(t_{ring}+2*a/3)] / (a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 52,48 N/mm^2

$\sigma_1 = \tau_1$ = 76,68 N/mm^2

$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 170,6 N/mm^2

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_{M2} = 1{,}25$

$\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	170,6	/	302,2	=	0,56	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$	76,7	/	244,8	=	0,31	< 1,0 -- Voldoet

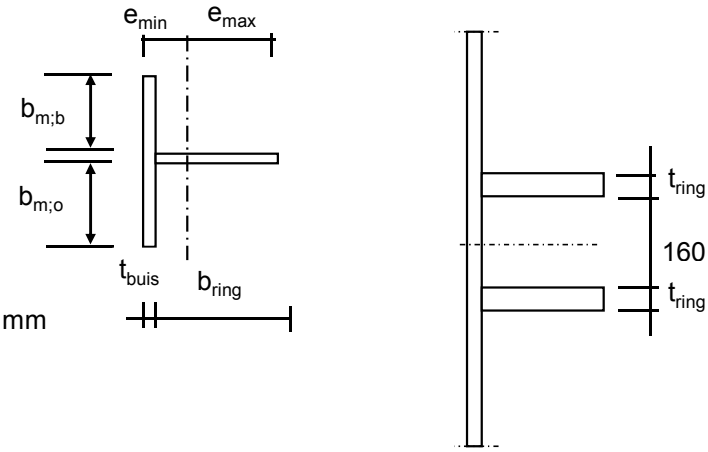
9.1.2 - Afspanpunt trekisolatoren op 47,0 meter hoogte

Ring gegevens:

$t_{buis;nom}$ = 22 mm
$t_{buis;reken}$ = 22 mm

$t_{ring;nom}$ = 20 mm
$t_{ring;reken}$ = 20 mm

b_{ring} = 135 mm
Afstand tussen ringen = 160 mm



Mee werkende breedte :DIN 18801

$b_m = 0{,}138 * t * \lambda_a$

$\lambda_a = \pi * (E / f_y)^{0,5}$

Staal S355 ; f_y = 355,0 N/mm²
E = 210000,0 N/mm²

$b_{m;b}$ = 232,0 mm
$b_{m;o}$ = 80 mm

A = 10004 mm²
e_{min} = 32,2 mm
e_{max} = 124,8 mm

I = 16542576 mm⁴
W_{min} = 132539 mm³

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

N_{Rd} = 2367 kN
$M_{y;Rd}$ = 31 kNm
$M_{w;Rd}$ = 10516 kNm (torsieweerstand mast)
V_{Rd} = 369 kN

Belastingen op 47,0 meter (gelijkgesteld aan de belastingen van de geleiders op 57 m)

Belastingen - geleiders 380 kV

	Ahead			Back		
	F_V N	F_T N	F_L N	F_V N	F_T N	F_L N
BG 1a - (wind (90 gr))	18874	128282	199695	18874	128282	-199695
BG 3 - (wind (90) + ijs)	34638	128272	225106	34638	128272	-225106
BG 1a - (wind (45 gr))	20687	69837	132835	18700	138063	-212228
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	35373	108360	213292	34479	131967	-228563
1a- Bundelbr.-(90 gr)	19841	91866	154315	0,0	0,0	0,0
3 - Bundelbr.-(90 gr + ijs	23535	98655	172148	0,0	0,0	0,0
1a- Bundelbr.-(45 gr)	20743	67763	132149	0,0	0,0	0,0
3 - Bundelbr.-(45 gr + ijs	24247	80606	158438	0,0	0,0	0,0

Diameter mast t.p.v ringen D = 1167 mm

R = 583,3 mm

Mast 147 :	Lijnhoek = 2. α =	160,4	graden	
Mast 146 :	Lijnhoek = 2. α =	130,4	graden	
Mast 104 :	Lijnhoek = 2. α =	163,5	graden	
Mast 102 :	Lijnhoek = 2. α =	133,1	graden	
	Lijnhoek = 2. α =	163,5	graden	maatgevenc
	hoek φ = boogsin(300 / (583+80)) =	26,9	graden	

	A		B		C	
	$F_{R;1;Ed}$ kN	$F_{R;2;Ed}$ kN	$F_{R;1;Ed}$ kN	$F_{R;2;Ed}$ kN	$F_{R;max;Ed}$ kN	$M_{T;Ed}$ kNm
BG 1a - (wind (90 gr))	59,3	37,1	59,3	37,1		
BG 3 - (wind (90) + ijs)	64,5	43,1	64,5	43,1		
BG 1a - (wind (45 gr))	37,2	25,9	63,3	39,2		
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	59,2	41,9	65,7	43,6		
1a- Bundelbr.-(90 gr)	44,8	29,2	0,0	0,0		
3 - Bundelbr.-(90 gr + ijs	49,4	32,9	0,0	0,0		
1a- Bundelbr.-(45 gr)	36,8	25,9	0,0	0,0		
3 - Bundelbr.-(45 gr + ijs	44,0	31,1	0,0	0,0		

Roark's Formulas for stress & strain - tabel 9.2 - 20

Roark's Formulas for stress & strain - tabel 9.2 - 19

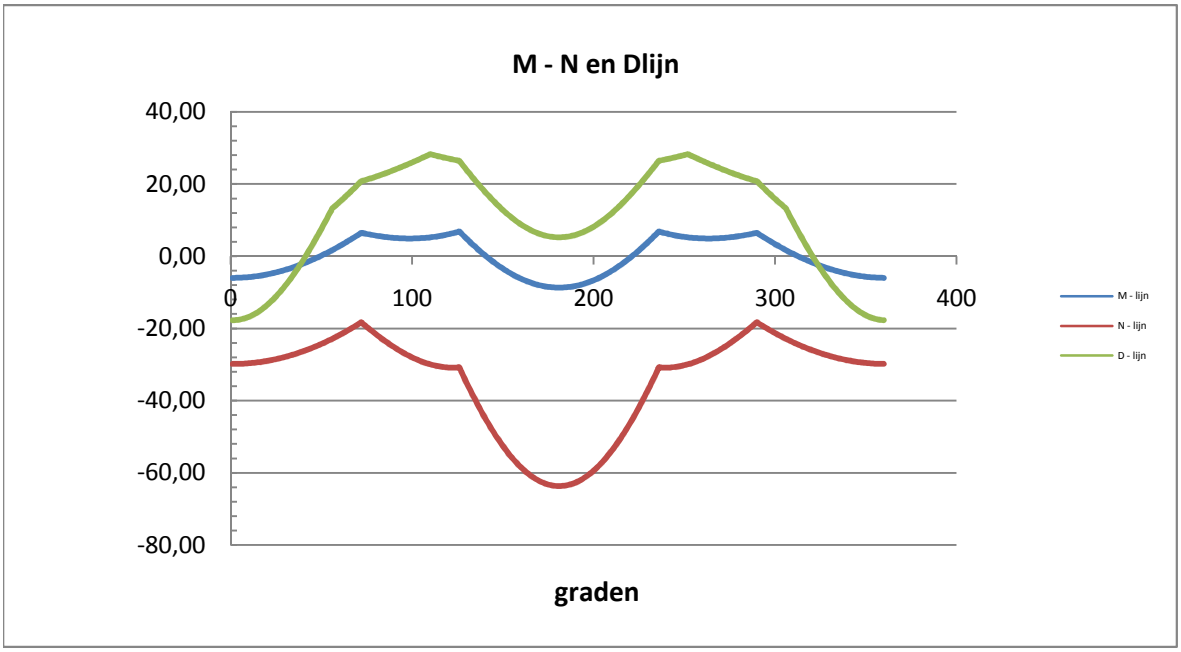
Maatgevende belastinggeval : BG 3 - wind 90 gr. + ijs

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-5,96	-29,84	-17,70	0,59	6,55
15,0	-5,37	-29,32	-15,08	1,76	19,43
30,0	-3,60	-27,75	-7,53	2,87	31,61
45,0	-0,73	-25,16	4,02	3,87	42,66
60,0	3,14	-21,55	15,48	2,98	32,80
75,0	6,12	-19,97	21,39	1,02	11,26
90,0	5,09	-25,50	24,09	0,01	0,09
105,0	5,08	-29,30	27,34	1,16	12,73
120,0	6,24	-30,84	26,96	4,15	45,73
135,0	2,09	-40,99	20,26	5,80	63,92
150,0	-3,71	-53,26	12,35	3,69	40,63
165,0	-7,40	-61,04	7,10	1,26	13,93
180,0	-8,66	-63,71	5,26	1,26	13,93
195,0	-7,40	-61,04	7,10	3,69	40,63
210,0	-3,71	-53,26	12,35	5,80	63,92
225,0	2,09	-40,99	20,26	4,15	45,73
240,0	6,24	-30,84	26,96	1,16	12,73
255,0	5,08	-29,30	27,34	0,01	0,09
270,0	5,09	-25,50	24,09	1,02	11,26
285,0	6,12	-19,97	21,39	2,98	32,80
300,0	3,14	-21,55	15,48	3,87	42,66
315,0	-0,73	-25,16	4,02	2,87	31,61
330,0	-3,60	-27,75	-7,53	1,76	19,43
345,0	-5,37	-29,32	-15,08	0,59	6,52
360,0	-5,96	-29,84	-17,68	0,00	0,03

$F_{s;d;langs} = \Delta M_{s;d} * S / I$

S = 182250 mm^3

I = 16542576 mm^4



Controle spanningen :

$N_{Ed;max}$ =	63,7	kN	N_{Rd} =	2367	kN
$M_{y,Ed;max}$ =	8,66	kNm	M_{Rd} =	31	kNm
$M_{w,Ed;max}$ =	24,6	kNm	M_{Rd} =	10516	kNm
$V_{Ed;max}$ =	28,3	kN	V_{Rd} =	369	kN

$N_{Ed;max} / N_{Rd}$ = 63,71 / 2367 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet
σ_N = 6,4 N/mm^2

$M_{y,Ed;max} / M_{y,Rd}$ = 8,66 / 31,4 = 0,28 < 1,0 -- Voldoet
σ_b = 65,4 N/mm^2

$V_{Ed;max} / V_{Rd}$ = 28,26 / 369 = 0,08 < 1,0 -- Voldoet
τ_z = 10,5 N/mm^2

Bij maximale moment : N_{Ed} = 63,71
V_{Ed} = 5,26

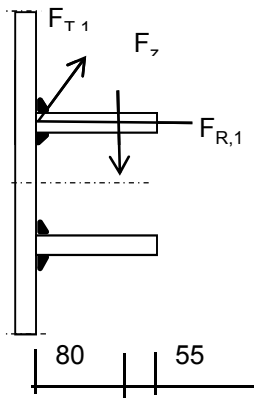
$\sigma_b + \sigma_N$ = 65,4 + 6,4 = 71,7 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

τ_z = 1,9 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = \{ (\sigma_b + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2 \}^{0,5}$

σ_{vlg} = 72 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.



Per bevestiging (2 * bevestigingspunten en 2 * ringen)

$F_{R,1,h}$ =	64,48	kN
$F_{T,1,h}$ =	48,37	kN
F_z =	17,32	kN
$F_{Langs,Ed}$ =	63,92	kN

$L_{las} = b_{m;ring} = 0,138*t*\pi * (E/fy)^{0,5}$ = 210 mm

of

L_{las} = 2 * 80 = 160 mm
L_{las} = 160 mm - maatgevend
lasdikte a = 5 mm - hoeklas

t.g.v. $F_{R,1,h}$:

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{R,1,h} / (2*a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 28,5 N/mm^2

t.g.v. $F_{T,1,h}$:

$\tau_2 = F_{T,1,h} / (2*a*L_{las,min})$ = 30,23 N/mm^2

t.g.v. $F_{Langs,Ed}$:

$\tau_2 = F_{Langs,Ed;max} / (2*a*L_{las,min})$ = 39,95 N/mm^2

t.g.v. F_z :

$\sigma_1 = \tau_1 = [(F_z * 1000 * 80)/(t_{ring}+2*a/3)] / (a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 52,48 N/mm^2

$\sigma_1 = \tau_1$ = 80,98 N/mm^2

$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 202,5 N/mm^2

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\tau_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{w;u;d} = f_{t;d} / (\beta * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_{M2} = 1{,}25$

$\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	202,5	/	302,2	=	0,67	< 1,0	-- Voldoet
$\tau_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$	81,0	/	244,8	=	0,33	< 1,0	-- Voldoet

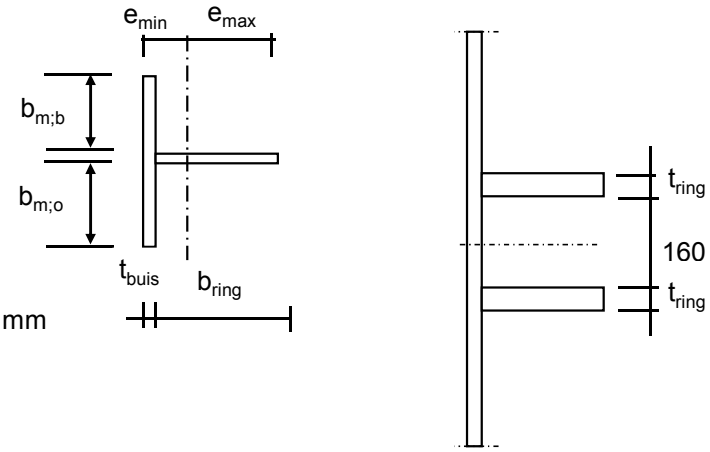
9.1.3 - Afspanpunt trekisolatoren op 37,0 meter hoogte

Ring gegevens:

$t_{buis;nom}$ = 25 mm
$t_{buis;reken}$ = 25 mm

$t_{ring;nom}$ = 20 mm
$t_{ring;reken}$ = 20 mm

b_{ring} = 135 mm
Afstand tussen ringen = 160 mm



Mee werkende breedte :DIN 18801

$b_m = 0{,}138 * t * \lambda_a$

$\lambda_a = \pi * (E / f_y)^{0,5}$

Staal S355 ; f_y = 355,0 N/mm²
E = 210000,0 N/mm²

$b_{m;b}$ = 263,6 mm
$b_{m;o}$ = 80 mm

A = 11790 mm²
e_{min} = 30,8 mm
e_{max} = 129,2 mm

I = 17896923 mm⁴
W_{min} = 138543 mm³

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

N_{Rd} = 2790 kN
$M_{y;Rd}$ = 33 kNm
$M_{w;Rd}$ = 19885 kNm (torsieweerstand mast)
V_{Rd} = 369 kN

Belastingen op 37,0 meter (gelijkgesteld aan de belastingen van de geleiders op 57 m)

Belastingen - geleiders 380 kV

	Ahead			Back		
	F_V N	F_T N	F_L N	F_V N	F_T N	F_L N
BG 1a - (wind (90 gr))	18874	128282	199695	18874	128282	-199695
BG 3 - (wind (90) + ijs)	34638	128272	225106	34638	128272	-225106
BG 1a - (wind (45 gr))	20687	69837	132835	18700	138063	-212228
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	35373	108360	213292	34479	131967	-228563
1a- Bundelbr.-(90 gr)	19841	91866	154315	0,0	0,0	0,0
3 - Bundelbr.-(90 gr + ijs	23535	98655	172148	0,0	0,0	0,0
1a- Bundelbr.-(45 gr)	20743	67763	132149	0,0	0,0	0,0
3 - Bundelbr.-(45 gr + ijs	24247	80606	158438	0,0	0,0	0,0

Diameter mast t.p.v ringen D = 1500 mm

R = 749,9 mm

Mast 147 :	Lijnhoek = 2. α =	160,4	graden	
Mast 146 :	Lijnhoek = 2. α =	130,4	graden	
Mast 104 :	Lijnhoek = 2. α =	163,5	graden	
Mast 102 :	Lijnhoek = 2. α =	133,1	graden	
	hoek tussen lijnen 2. α =	163,5	graden	maatgevenc
	hoek φ = boogsin(300 / (750+80)) =	21,2	graden	

	A		B		C	
	$F_{R;1;Ed}$ kN	$F_{R;2;Ed}$ kN	$F_{R;1;Ed}$ kN	$F_{R;2;Ed}$ kN	$F_{R;max;Ed}$ kN	$M_{T;Ed}$ kNm
BG 1a - (wind (90 gr))	59,2	41,5	59,2	41,5		
BG 3 - (wind (90) + ijs)	64,8	47,7	64,8	47,7		
BG 1a - (wind (45 gr))	37,5	28,5	63,2	44,0		
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	59,8	45,9	66,0	48,3		
1a- Bundelbr.-(90 gr)	44,9	32,5	0,0	0,0		
3 - Bundelbr.-(90 gr + ijs	49,6	36,4	0,0	0,0		
1a- Bundelbr.-(45 gr)	37,1	28,4	0,0	0,0		
3 - Bundelbr.-(45 gr + ijs	44,4	34,1	0,0	0,0		

Roark's Formulas for stress & strain - tabel 9.2 - 20

Roark's Formulas for stress & strain - tabel 9.2 - 19

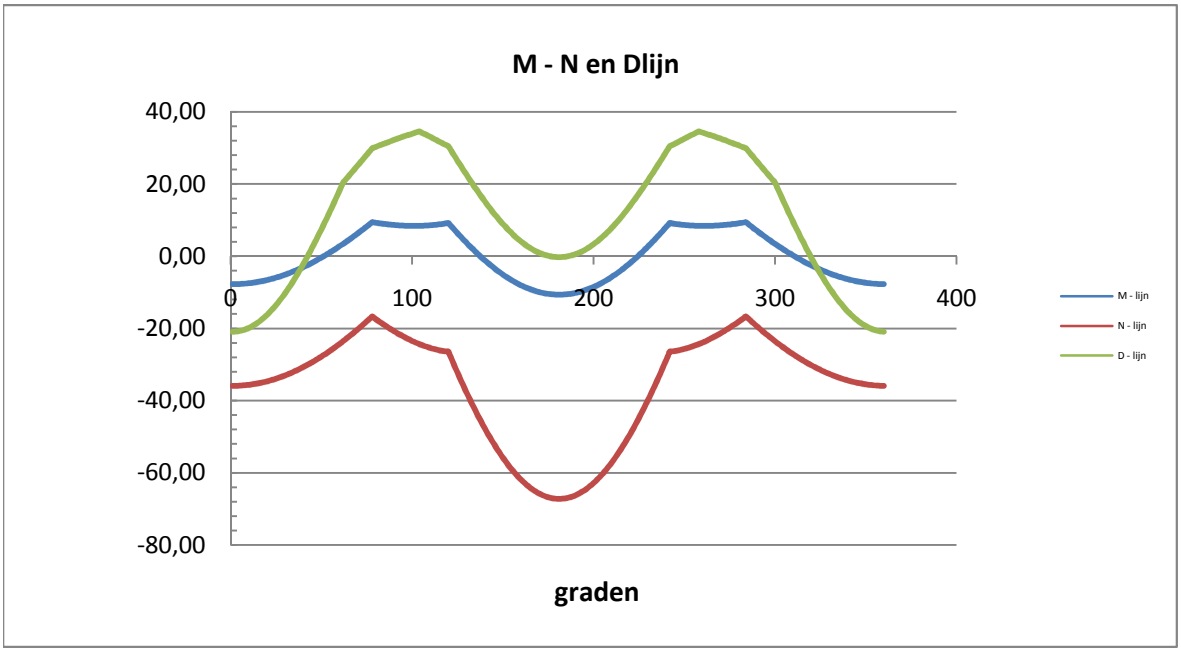
Maatgevende belastinggeval : BG 3 - wind 90 gr. + ijs

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-7,74	-35,90	-20,91	0,72	7,28
15,0	-7,03	-35,12	-17,98	2,11	21,53
30,0	-4,91	-32,81	-9,52	3,42	34,84
45,0	-1,49	-29,04	3,44	4,58	46,61
60,0	3,08	-23,92	19,30	5,53	56,31
75,0	8,61	-17,61	28,70	0,02	0,24
90,0	8,59	-21,06	32,36	0,16	1,59
105,0	8,43	-24,74	34,05	0,17	1,70
120,0	8,60	-27,63	29,64	7,88	80,21
135,0	0,72	-43,86	18,06	6,14	62,48
150,0	-5,41	-56,47	8,39	3,89	39,65
165,0	-9,30	-64,46	2,00	1,33	13,58
180,0	-10,64	-67,19	-0,23	1,33	13,58
195,0	-9,30	-64,46	2,00	3,89	39,65
210,0	-5,41	-56,47	8,39	6,14	62,48
225,0	0,72	-43,86	18,06	7,88	80,21
240,0	8,60	-27,63	29,64	0,17	1,70
255,0	8,43	-24,74	34,05	0,16	1,59
270,0	8,59	-21,06	32,36	0,02	0,24
285,0	8,61	-17,61	28,70	5,53	56,31
300,0	3,08	-23,92	19,30	4,58	46,61
315,0	-1,49	-29,04	3,44	3,42	34,84
330,0	-4,91	-32,81	-9,52	2,11	21,53
345,0	-7,03	-35,12	-17,98	0,71	7,25
360,0	-7,74	-35,90	-20,90	0,00	0,03

$F_{s;d;langs} = \Delta M_{s;d} * S / I$

S = 182250 mm^3

I = 17896923 mm^4



Controle spanningen :

$N_{Ed;max}$ =	67,2	kN	N_{Rd} =	2790	kN
$M_{y,Ed;max}$ =	10,64	kNm	M_{Rd} =	33	kNm
$M_{w,Ed;max}$ =	33,1	kNm	M_{Rd} =	19885	kNm
$V_{Ed;max}$ =	34,5	kN	V_{Rd} =	369	kN

$N_{Ed;max} / N_{Rd}$ = 67,19 / 2790 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 5,7 N/mm^2

$M_{y,Ed;max} / M_{y,Rd}$ = 10,64 / 32,8 = 0,32 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 76,8 N/mm^2

$V_{Ed;max} / V_{Rd}$ = 34,54 / 369 = 0,09 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 12,8 N/mm^2

Bij maximale moment : N_{Ed} = 67,19

V_{Ed} = 0,23

$\sigma_b + \sigma_N$ = 76,8 + 5,7 = 82,5 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

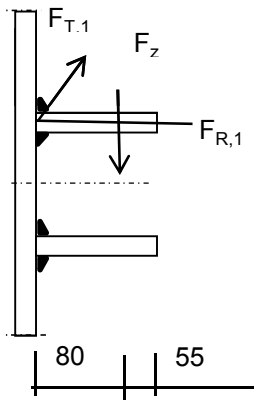
τ_z = 0,1 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = \{ (\sigma_b + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2 \}^{0,5}$

σ_{vlg} = 82 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Per bevestiging (2 * bevestigingspunten en 2 * ringen)



$F_{R,1,h}$ =	64,77	kN
$F_{T,1,h}$ =	43,86	kN
F_z =	17,32	kN
$F_{Langs,Ed}$ =	80,21	kN

$L_{las} = b_{m;ring} = 0,138*t*\pi * (E/fy)^{0,5}$ = 210 mm

of

L_{las} = 2 * 80 = 160 mm

L_{las} = 160 mm - maatgevend

lasdikte a = 5 mm - hoeklas

t.g.v. $F_{R,1,h}$:

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{R,1,h} / (2*a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 28,6 N/mm^2

t.g.v. $F_{T,1,h}$:

$\tau_2 = F_{T,1,h} / (2*a*L_{las,min})$ = 27,41 N/mm^2

t.g.v. $F_{Langs,Ed}$:

$\tau_2 = F_{Langs,Ed;max} / (2*a*L_{las,min})$ = 50,13 N/mm^2

t.g.v. F_z :

$\sigma_1 = \tau_1 = [(F_z * 1000 * 80)/(t_{ring}+2*a/3)] / (a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 52,48 N/mm^2

$\sigma_1 = \tau_1$ = 81,11 N/mm^2

$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 210,6 N/mm^2

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\tau_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{w;u;d} = f_{t;d} / (\beta * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_{M2} = 1{,}25$

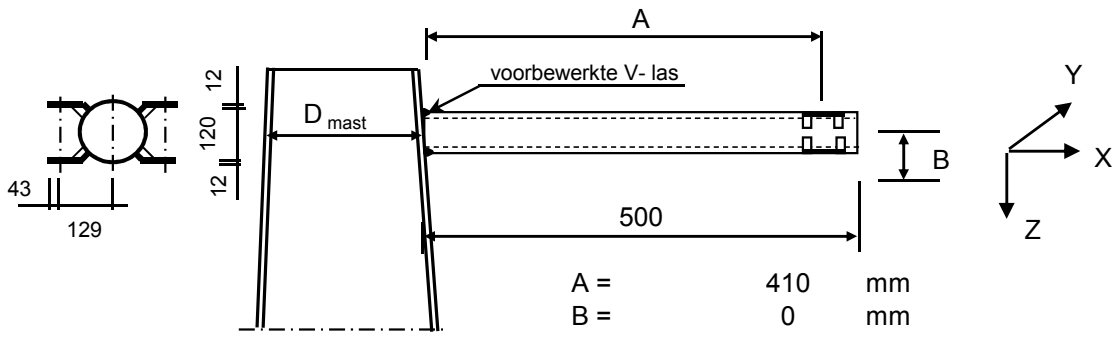
$\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	210,6	/	302,2	=	0,70	< 1,0	-- Voldoet
$\tau_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$	81,1	/	244,8	=	0,33	< 1,0	-- Voldoet

9.2 - Berekening draagarm bliksemdraad



A =	410	mm
B =	0	mm
D_{mast} =	519,0	mm
t_{mast} =	18	mm
Hoogte :	66,43	m

Buisgegevens

Buis Ø168,3 * 8 - S355 ;

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

A =	4029	mm^2	$N_{Ed} = A * f_y$ =	953	kN
$W_y = W_z$ =	1,54E+05	mm^3	$M_{y,Ed} = W_y * f_y$ =	36,5	kNm
W_x =	3,08E+05	mm^3	$M_{z,Ed} = W_z * f_y$ =	36,5	kNm
			$M_{x,Ed} = W_x * f_y / 3^{0,5}$ =	42,1	kNm
			$V_{Rd} = 0,5*A* f_y / 3^{0,5}$ =	275,2	kN

Belastingen : Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 REV V 10.0 - Appendix O en O1

	AHEAD			BACK		
	F_x	F_y	F_z	F_x	F_y	F_z
	N	N	N	N	N	N
BG 1a - (wind (90 gr))	20901	31642	2409	20901	-31642	2409
BG 3 - (wind (90) + ijs)	33736	57101	10572	33736	-57101	10572
BG 1a - (wind (45 gr))	9405	17573	2696	22696	-33977	2390
BG 3 - (wind (45) + ijs)	27712	54254	10775	34821	-57976	10530
BG 1a - bundelbr. (90gr).	13947	22632	2537	0	0	0
BG 3 - bundelbr. (90gr+ijs).	21490	34661	4313	0	0	0
BG 1a - bundelbr. (45gr).	8987	17354	2709	0	0	0
BG 3 - bundelbr. (45gr+ijs).	14472	27966	4576	0	0	0
BG 1a - bundelbr. (-45gr).	14843	23770	2514	0	0	0
BG 3 - bundelbr. (-45gr+ijs)	22751	36152	4276	0	0	0

F_x = Transverse kracht

F_y = Longitudinale kracht

F_z = Verticale kracht

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN	$M_{x,Ed}$ kNm	$M_{y,Ed}$ kNm	$M_{z,Ed}$ kNm
BG 1a - (wind (90 gr))	41,80	0,00	4,82	0,00	1,98	0,00
BG 3 - (wind (90) + ijs)	67,47	0,00	21,14	0,00	8,67	0,00
BG 1a - (wind (45 gr))	32,10	16,40	5,09	0,00	2,08	6,73
BG 3 - (wind (45) + ijs)	62,53	3,72	21,30	0,00	8,73	1,53
BG 1a - bundelbr. (90gr).	13,95	22,63	2,54	0,00	1,04	9,28
BG 3 - bundelbr. (90gr+ijs).	21,49	34,66	4,31	0,00	1,77	14,21
BG 1a - bundelbr. (45gr).	8,99	17,35	2,71	0,00	1,11	7,12
BG 3 - bundelbr. (45gr+ijs).	14,47	27,97	4,58	0,00	1,88	11,47
BG 1a - bundelbr. (-45gr).	14,84	23,77	2,51	0,00	1,03	9,75
BG 3 - bundelbr. (-45gr+ijs)	**22,75**	**36,15**	**4,28**	**0,00**	**1,75**	**14,82**

$M_{x,Ed} = F_{y,Ed} * B$; $B = 0$

$M_{y,Ed} = F_{z,Ed} * A \pm F_{x,Ed} * B$; $M_{y,Ed,max} = F_{z,Ed} * A$

$M_{z,Ed} = F_{y,Ed} * A$

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - bundelbreuk (wind -45 gr + ijs)

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd} =$ 1,75 / 36 = 0,05 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_{b,y} =$ 11,4 N/mm^2

$M_{z,Ed} / M_{z,Rd} =$ 14,82 / 36 = 0,41 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_{b,y} =$ 96,1 N/mm^2

$N_{Ed} / N_{Rd} =$ 22,75 / 953 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_N =$ 5,6 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd} =$ 4,28 / 275 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet
$\tau_z =$ 2,1 N/mm^2

$V_{y,Ed} / V_{y,Rd} =$ 36,15 / 275 = 0,13 < 1,0 -- Voldoet
$\tau_y =$ 17,9 N/mm^2

Maximale spanning

$\sigma_{max} = (\sigma^2_{b,y} + \sigma^2_{b,z})^{0,5} + \sigma_N =$ 102 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

$\sigma_{vlg} =$ 107 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

Buis 168,3*8 :

Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.2.1 - Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	519,0	18,0	28331	S355	355	3429758
1	168,3	8,0	4029	S355	355	154162

$M_{ip,1,Rd} = \{4,85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 90 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,32

$\gamma = d_0 / 2*t_0$ = 14,4

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 6,89 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 16,11 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,01 of n_p = -0,013

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 1,00

$M_{ip,1,Rd}$ = 76,7 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d^2_1 / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 69,7 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 8,73 / 69,7 = 0,13 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2,7 / (1 - 0,81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 47,1 kNm

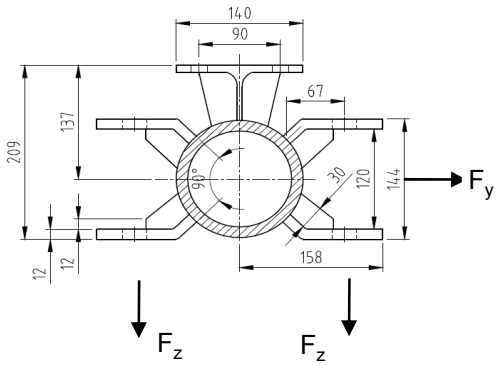
Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

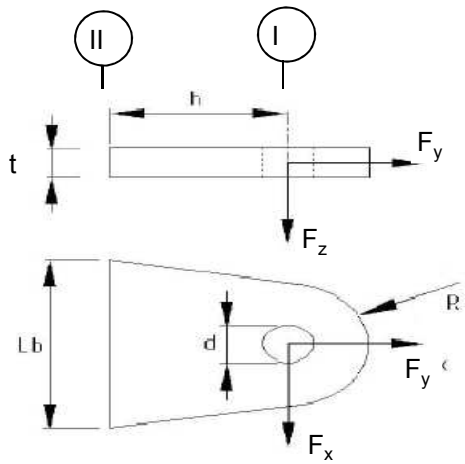
$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d^2_1 / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 69,7 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 14,82 / 47,1 = 0,31 < 1,0 -- Voldoet

9.2,2 - Berekening clip bliksemdraad (clip type 2)





R =	42	mm	;	t =	12	mm
Lb =	120	mm	;	d =	27	mm
h =	65	mm	;	a las =	5	mm (hoeklas)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (wind (90 gr))	20,90	31,64	2,41
BG 3 - (wind (90) + ijs)	**33,74**	**57,10**	**10,57**
BG 1a - (wind (45 gr))	9,41	17,57	2,70
BG 3 - (wind (45) + ijs)	27,71	54,25	10,78

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - (wind 90 gr + ijs)

Per clip : **16,87** **28,55** **10,57**

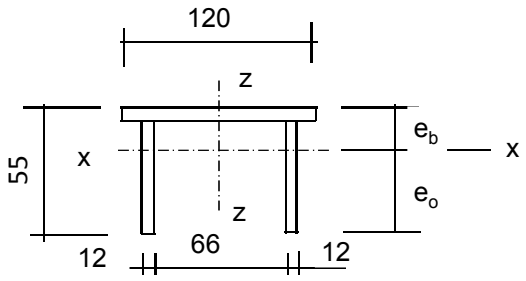
Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{x,Ed}^2 + F_{y,Ed}^2)^{0,5}$ = 29,0 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 42 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips



e_b =	17,5	mm
e_o =	37,5	mm
A =	2472	mm^2
A_{schot} =	1032	mm^3

I_x =	630925	mm^4	I_z =	3310056	mm^4
$W_{x,min}$ =	16816	mm^3	W_z =	55168	mm^3

$N_{Rd} = A * f_y$ =	585	kN
$M_{x,Rd} = W_{x,min} * f_y$ =	4,0	kNm
$M_{z,Rd} = W_z * f_y$ =	10,5	kNm
$V_{z,Rd} = A_{schot} * f_y / 3^{0,5}$ =	141,0	kN
$V_{x,Rd} = A_{ribbe} * f_y / 3^{0,5}$ =	196,8	kN

N_{Ed} =	28,55	kN	$M_{z,Ed} = V_{x,Ed} * h$ =	1,10	kNm
$V_{z,Ed}$ =	10,57	kN	$M_{x,Ed} = V_{z,Ed} * h$ =	0,69	kNm
$V_{x,Ed}$ =	16,87	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	28,55	/	585	=	0,05	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		11,5	N/mm^2
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	1,10	/	10,5	=	0,10	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		24,6	N/mm^2
$M_{x,Ed} / M_{x,Rd}$ =	0,69	/	4,0	=	0,17	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,x}$ =		40,9	N/mm^2
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	10,57	/	141	/	0,07	< 1,0 -- Voldoet
			τ_z =		10,2	N/mm^2
$V_{x,Ed} / V_{x,Rd}$ =	16,87	/	197	/	0,09	< 1,0 -- Voldoet
			τ_x =		11,7	N/mm^2

Maximale spanning

σ_{max} = 77,0 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_x + 3*\tau^2_z)^{0,5}$$

σ_{vlg} = 82 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1{,}25$; $\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a =	5	mm	t =	12	mm
			t_1 =	12	mm

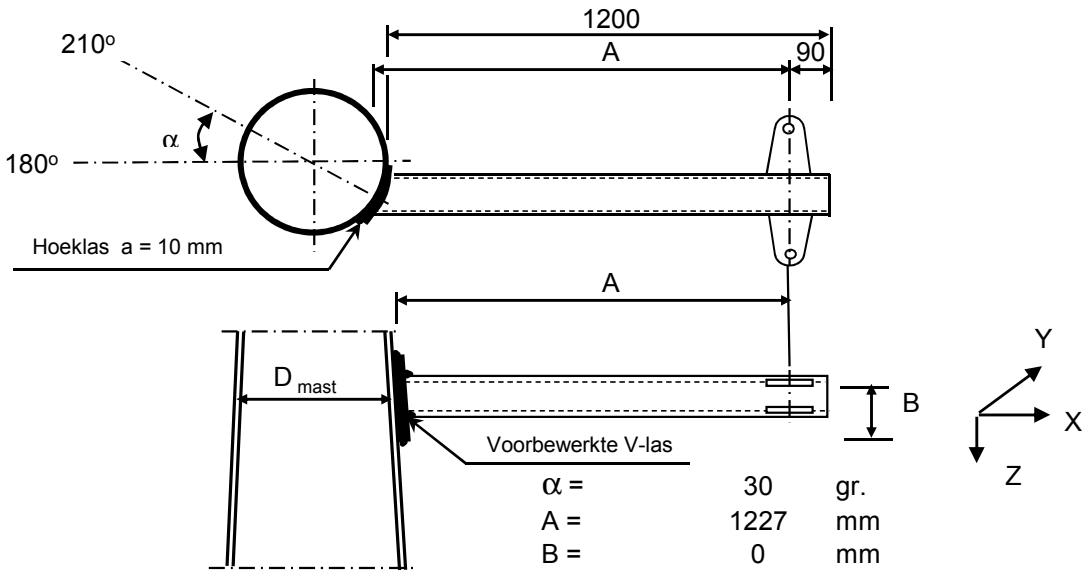
Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{y,max} * t / (2 * a)$ of $\tau_2 = \tau_{z,max} * t_1 / (2 * a)$

σ_1 =	65,4	N/mm^2
τ_1 =	65,4	N/mm^2
τ_2 = 0	14,1	N/mm^2
σ_{Ed} = $\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =	133,0	N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	133,0	/	302,2	=	0,44	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$	65,4	/	244,8	=	0,27	< 1,0 -- Voldoet

9.3 - Berekening draagarm "Retourstroomgeleider"



α =	30	gr.
A =	1227	mm
B =	0	mm
D_{mast} =	1750	mm
t_{mast} =	28	mm
Hoogte :	29,5	m

Buisgegevens

Buis Ø273 * 8 - S355 ;

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

A =	6660	mm^2	$N_{Ed} = A * f_y$ =	1576	kN
$W_y = W_z$ =	4,29E+05	mm^3	$M_{y,Ed} = W_y * f_y$ =	101,5	kNm
W_x =	8,57E+05	mm^3	$M_{z,Ed} = W_z * f_y$ =	101,5	kNm
			$M_{x,Ed} = W_x * f_y / 3^{0,5}$ =	117,2	kNm
			$V_{Rd} = 0,5*A* f_y / 3^{0,5}$ =	455,0	kN

Belastingen : Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 REV V 10.0 - Appendix O en O1

	AHEAD			BACK		
	F_x	F_y	F_z	F_x	F_y	F_z
	N	N	N	N	N	N
BG 1a - (wind (90 gr))	32837	51872	5164	32837	-51872	5164
BG 3 - (wind (90) + ijs)	62688	111385	21562	62688	-111385	21562
BG 1a - (wind (45 gr))	18847	36043	5611	35245	-54983	5116
BG 3 - (wind (45) + ijs)	55463	109437	21767	63954	-112160	21514
BG 1a - bundelbr. (90gr).	24027	40920	5416	0	0	0
BG 3 - bundelbr. (90gr+ijs).	37213	63173	9047	0	0	0
BG 1a - bundelbr. (45gr).	18356	35903	5623	0	0	0
BG 3 - bundelbr. (45gr+ijs).	29095	56915	9359	0	0	0
BG 1a - bundelbr. (-45gr).	25102	42181	5377	0	0	0
BG 3 - bundelbr. (-45gr+ijs)	38728	64802	8989	0	0	0

F_x = Transverse kracht

F_y = Longitudinale kracht

F_z = Verticale kracht

	$F_{x,Ed}$	$F_{y,Ed}$	$F_{z,Ed}$	$M_{x,Ed}$	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
BG 1a - (wind (90 gr))	65,67	0,00	10,33	0,00	12,68	0,00
BG 3 - (wind (90) + ijs)	125,38	0,00	43,12	0,00	52,92	0,00
BG 1a - (wind (45 gr))	54,09	18,94	10,73	0,00	13,16	23,24
BG 3 - (wind (45) + ijs)	119,42	2,72	43,28	0,00	53,11	3,34
BG 1a - bundelbr. (90gr).	24,03	40,92	5,42	0,00	6,65	50,22
BG 3 - bundelbr. (90gr+ijs).	37,21	63,17	9,05	0,00	11,10	77,53
BG 1a - bundelbr. (45gr).	18,36	35,90	5,62	0,00	6,90	44,06
BG 3 - bundelbr. (45gr+ijs).	29,10	56,92	9,36	0,00	11,49	69,85
BG 1a - bundelbr. (-45gr).	25,10	42,18	5,38	0,00	6,60	51,76
BG 3 - bundelbr. (-45gr+ijs)	**38,73**	**64,80**	**8,99**	**0,00**	**11,03**	**79,53**

$M_{x,Ed} = F_{y,Ed} * B$; $B = 0$

$M_{y,Ed} = F_{z,Ed} * A \pm F_{x,Ed} * B$; $M_{y,Ed,max} = F_{z,Ed} * A$

$M_{z,Ed} = F_{y,Ed} * A$

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - bundelbreuk (wind -45 gr + ijs)

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 11,03 / 101 = 0,11 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 25,7 N/mm^2

$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ = 79,53 / 101 = 0,78 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 185,5 N/mm^2

N_{Ed} / N_{Rd} = 38,73 / 1576 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 5,8 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 8,99 / 455 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 2,7 N/mm^2

$V_{y,Ed} / V_{y,Rd}$ = 64,80 / 455 = 0,14 < 1,0 -- Voldoet

τ_y = 19,5 N/mm^2

Maximale spanning

$\sigma_{max} = (\sigma^2_{b,y} + \sigma^2_{b,z})^{0,5} + \sigma_N$ = 193 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 196 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

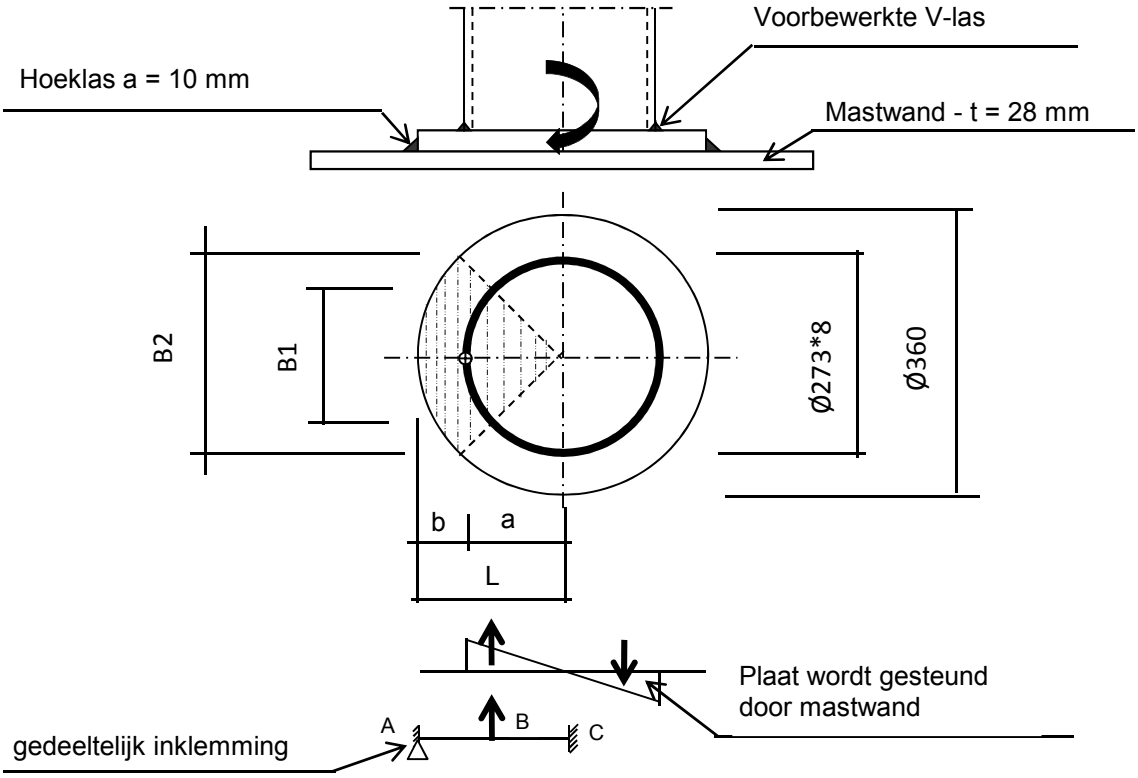
$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Buis 273*8 aan de versterkingsplaat
Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

Berekening versterkingsplaat



Plaat rond 360 * 25 - S355

Buis Ø273 * 8 - S355 ;

A =	6660	mm^2
W =	428697	mm^3
I =	58517143	mm^4
R =	137	mm

Hoeklas a= 10,0 mm

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Maatgevend belasting

$M_{ed,max} = (M_{y,Ed}^2 + M_{z,Ed}^2)^{0,5} =$ 80,3 kNm

$F_{Ed} = [((M_{Ed} * R_{buis} / I) * (1+\cos 45^o))/2] * (A_{buis} / 4)$

$F_{Ed} =$ 266,2 kN

a = R_{buis} = 136,5

b = R_{pl} - a = 43,5

B1 =	193,0	mm ;	Boog B1 =	214	mm
B2 =	254,6	mm ;	Boog B2 =	283	mm

Percentage inklemming= a_{las} / t_{pl} = 40,0%

Percentage vrij oplegging = 60,0%

Volledig opleggingg:

$M_{A;Ed} = 0$ 0,00 kNm

$M_{B;Ed} = (F_{Ed} * b/2)*(2 - 3*b/L + b^3/L^3) =$ 7,46 kNm

$R_{A;Ed} = (F_{Ed} * a^2 / 2.L^3)* (b + 2.L) =$ 171,6 kN

Volledig inklemming:

$M_{A;Ed}$ = (F_{Ed} * b * a^2 / L^2) = 6,66 kNm

$M_{B;Ed}$ = (2 * F_{Ed} * a^2 * b^2 / L^3) = 3,22 kNm

$R_{A;Ed}$ = F_{Ed} * $(a / L)^2$ * (1 + 2* b / L) = 227,0 kN

Gedeeltelijk inklemming:

$M_{A;Ed}$ =	0,0	*	60,0%	+	6,7	*	40,0%	=	2,66	kNm
$M_{B;Ed}$ =	7,5	*	60,0%	+	3,2	*	40,0%	=	5,76	kNm
$R_{A;Ed}$ =	171,6	*	60,0%	+	227,0	*	40,0%	=	193,8	kN

$M_{A;Rd}$ = ((1/4) * t_{pl}^2 * Boog B2 * 355 / 1,5) / 10^{-6} = 10,46 kNm

$M_{B;Rd}$ = ((1/4) * t_{pl}^2 * Boog B1 * 355 / 1,5) / 10^{-6} = 7,93 kNm

$M_{A,Ed}$ / $M_{A,Rd}$ = 2,66 / 10,46 = 0,25 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,A}$ = 60,3 N/mm^2

$M_{B,Ed}$ / $M_{B,Rd}$ = 5,76 / 7,93 = 0,73 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,B}$ = 172,1 N/mm^2

Ter plaatse van buiten ring:

V_{Ed} = 193,8 kN

τ = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * Boog B2 = 27,4 N/mm^2

Ter plaatse van binnen ring :

τ = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * Boog B1 = 36,1 N/mm^2

$\sigma_{vlg,max}$ = $\{\sigma_b^2 + 3*\tau^2\}^{0,5}$ = 183,1 N/mm^2

< 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M$ * wortel(3))

γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen hoeklas a = 10 mm rondom

Per mm las:

t.g.v buigspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_b * t / (1 * a * 2^{0,5})$ = 106,6 N/mm^2

t.g.v schuifspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \pm \tau * t / (1 * a * 2^{0,5})$ = 48,5 N/mm^2

$\sigma_{1,max}$ =	106,6	+	48,5	=		155,0	N/mm^2
$\tau_{1,max}$ =	106,6	-	48,5	=		58,1	N/mm^2
$\tau_2 = 0$							
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$			=		184,8	N/mm^2
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=			184,8	/	302,2	= 0,61	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$			155,0	/	244,8	= 0,63	< 1,0 -- Voldoet

9.3.1 - Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1749,8	28,0	151459	S355	355	64169592
Plaat	360,0		101788	S355	355	4580442

$M_{ip,1,Rd} = \{4,85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 90 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,21

$\gamma = d_0 / 2*t_0$ = 31,2

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 434,8 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 16251,6 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,72 of n_p = -0,705

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,63

$M_{ip,1,Rd}$ = 233,7 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d^2_1 / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 495,8 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 53,11 / 233,7 = 0,23 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2,7 / (1 - 0,81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 135,8 kNm

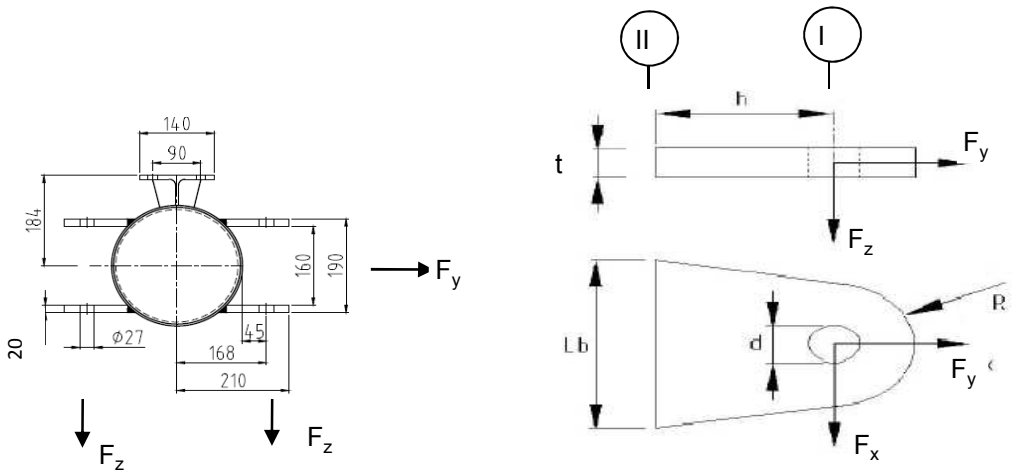
Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d^2_1 / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 495,8 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 79,53 / 135,8 = 0,59 < 1,0 -- Voldoet

9.3,2 - Berekening clip "Retourstroomgeleider" (clip type 2)



R =	42	mm ;	t =	20	mm
Lb =	140	mm ;	d =	27	mm
h =	75	mm ;	a las =	voorbewerkte V-las	

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (wind (90 gr))	32,84	51,87	5,16
BG 3 - (wind (90) + ijs)	**62,69**	**111,38**	**21,56**
BG 1a - (wind (45 gr))	18,85	36,04	5,61
BG 3 - (wind (45) + ijs)	55,46	109,44	21,77

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - (wind 90 gr + ijs)

Per clip :	**31,34**	**55,69**	**21,56**

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{x,Ed}^2 + F_{y,Ed}^2)^{0,5}$ = 56,7 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 50 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	2800	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	663	kN
W_z =	6,53E+04	mm^3	$M_{z,Rd}$ = W_z * f_y =	15,5	kNm
W_x =	9,33E+03	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_x * f_y =	2,2	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	382,6	kN

N_{Ed} =	55,69	kN	$M_{z,Ed}$ = $V_{x,Ed}$ * h =	2,35	kNm
$V_{z,Ed}$ =	21,56	kN	$M_{x,Ed}$ = $V_{z,Ed}$ * h =	1,62	kNm
$V_{x,Ed}$ =	31,34	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	55,69	/	663	=	0,08	< 1,0	-- Voldoet
			σ_N =		19,9	N/mm^2	
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	2,35	/	15,5	=	0,15	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		36,0	N/mm^2	
$M_{x,Ed} / M_{x,Rd}$ =	1,62	/	2,2	=	0,73	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,x}$ =		173,3	N/mm^2	
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	21,56	/	383	/	0,06	< 1,0	-- Voldoet
			τ_z =		7,7	N/mm^2	
$V_{x,Ed} / V_{x,Rd}$ =	31,34	/	383	/	0,08	< 1,0	-- Voldoet
			τ_x =		11,2	N/mm^2	

Maximale spanning

σ_{max} = 229,1 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_x + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 230 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

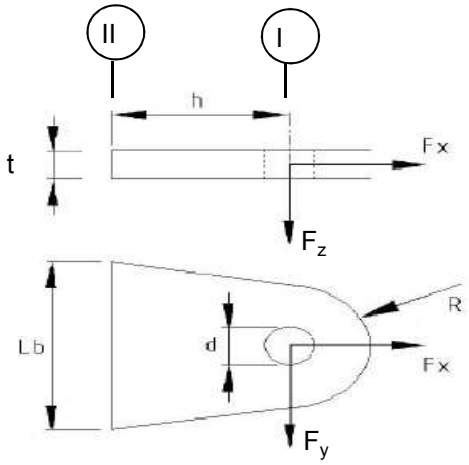
$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.4 - Berekening Clip 17 - t.b.v installatie geleiders (op 0,5m hoogte)



R =	55	mm ;	t =	20	mm
Lb =	110	mm ;	d =	27	mm
h =	55	mm ;	las :	Voorbeverklte K-las	

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 200 kN	141,42	141,42	0,00
of	0,00	200,00	

Doorsnede I ; ter hoogte van de gat (twee clips)

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $0,5 * (F_{y,Ed}^2 + F_{x,Ed}^2)^{0,5}$ = 100,0 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 60 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips (twee clips)

A =	2200	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	521	kN
W_y =	4,03E+04	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_y * f_y =	9,5	kNm
W_z =	7,33E+03	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_z * f_y =	1,7	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	300,6	kN

N_{Ed} =	70,71	kN	$M_{y,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =	3,889	kNm
$V_{y,Ed}$ =	70,71	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} = 70,71 / 521 = 0,14 < 1,0 -- Voldoet
σ_N = 32,1 N/mm^2

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 3,89 / 10 = 0,41 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_{b,y}$ = 96,4 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 70,71 / 301 = 0,24 < 1,0 -- Voldoet
τ_y = 32,1 N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 32,1 + 96,4 } = 128,6 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 140 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

N_{Ed} = 0,00 kN
$V_{y,Ed}$ = 100,00 kN

$M_{y,Ed} = V_{y,Ed} * h$ = 5,500 kNm

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 5,50 / 10 = 0,58 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_{b,y}$ = 136,4 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 100,00 / 301 = 0,33 < 1,0 -- Voldoet
τ_y = 45,5 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 157 N/mm^2 < 230 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Voorbewerkte K- las met volledige doorsnede doorlassen

9.4.1 - Controle capaciteit van de aansluiting

Plaats van de aansluiting ; 0,5m boven voetplaat

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	2716,3	32,0	269859	S355	355	178989953
clip	110,0	20,0	2200	S355	355	40333

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,04 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,04

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 1133,1 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 45194,3 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,72 of $n_p =$ -0,699

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,63

$N_{1,Rd} =$ 766,5 kN ---> > N1,Ed ; voldoet

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 70,71 / 766,5 = 0,09 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 84,3 kNm ---> > M1,Ed ; voldoet

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 3,89 / 84,3 = 0,05 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

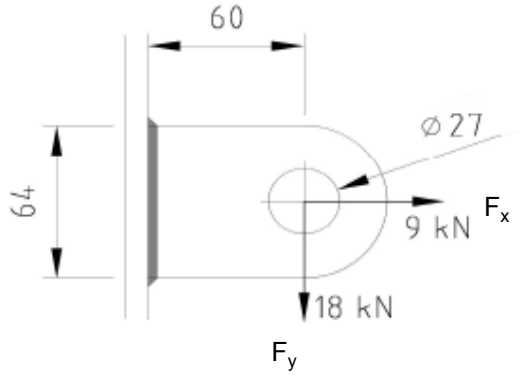
$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 70,71 kN ; $M_{1,Ed} =$ 3,889 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 2571 N/mm'
$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 8745 N/mm' ---> voldoet

9.5 - Berekening clip hulprail - clip 8

Clip hoogte:
66,43 - 64,93 - 56,8 - 54,3 - 46,8 - 44,3 - 36,8 en 34,3 m



R =	32	mm	;	t =	20	mm
Lb =	64	mm	;	d =	27	mm
h =	60	mm	;	a las =	5	mm - hoeklas

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)
Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

$F_{x,Ed}$	$F_{y,Ed}$	$F_{z,Ed}$
kN	kN	kN
9,00	18,00	0,00

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{y,Ed}^2 + F_{y,Ed}^2)^{0,5}$ = 20,1 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2
τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 27 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	1280	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	303	kN
W_y =	1,37E+04	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_y * f_y =	3,2	kNm
W_z =	4,27E+03	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_z * f_y =	1,0	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	174,9	kN

N_{Ed} =	9,00	kN	$M_{y,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =	1,080	kNm
$V_{y,Ed}$ =	18,00	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	9,00	/	303	=	0,03	< 1,0 -- Voldoet
			σ_N =		7,0	N/mm^2
$M_{y,Ed}$ / $M_{y,Rd}$ =	1,08	/	3	=	0,33	< 1,0 -- Voldoet
			$\sigma_{b,y}$ =		79,1	N/mm^2
$V_{z,Ed}$ / $V_{z,Rd}$ =	18,00	/	175	=	0,10	< 1,0 -- Voldoet
			τ_y =		14,1	N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 7,0 + 79,1 } = 86,1 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 90 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a = 5 mm t = 20 mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{max} * t / (2 * a)$

σ_1 = 121,8 N/mm^2

τ_1 = 121,8 N/mm^2

τ_2 = 0 28,1 N/mm^2

$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 248,4 N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$= 248,4 / 302,2 = 0,82 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ 121,8 / 244,8 = 0,50 < 1,0 -- Voldoet

9.5.1 - Controle capaciteit van de aansluiting

Clip op 34.3 meter hoogte - (diameter buis maximum)

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1589,8	28,0	137386	S355	355	52715966
clip	64,0	20,0	1280	S355	355	13653

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,04 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,04

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 355,0 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 11923,5 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,64 of $n_p =$ -0,630

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,68

$N_{1,Rd} =$ 639,2 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 9,00 / 639,2 = 0,01 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 40,9 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 1,08 / 40,9 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 9,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 1,080 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 1723 N/mm'
$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 7652 N/mm' ---> voldoet

Clip op 64,93 m hoogte -(wanddikte buis minimum / diameter maximum)

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	569,0	18,0	31158	S355	355	4160559
clip	64,0	20,0	1280	S355	355	13653

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,11 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,11

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 36,6 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 589,7 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,40 of $n_p =$ -0,396

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,83

$N_{1,Rd} =$ 327,4 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 9,00 / 327,4 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 21,0 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 1,08 / 21,0 = 0,05 < 1,0 -- Voldoet

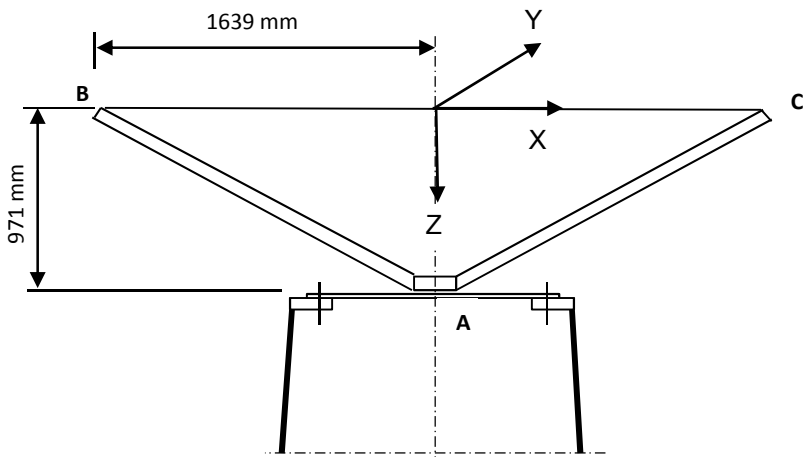
Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 9,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 1,080 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 1723 N/mm'
$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 4919 N/mm' ---> voldoet

9.6 - Ondersteuning hijsbalk op de top van de mast



Buis rond 500 * 18

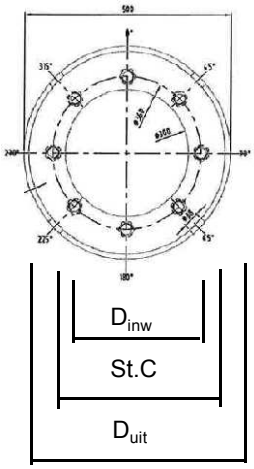
Afstand aangrijpingspunt tot as =	1639	mm
Hoogte aangrijpingspunt boven ring =	971	mm
Verticale belasting $F_{z,Ed}$ =	35	kN
Horizontale belasting $F_{x,Ed}$ = $F_{y,Ed}$ =	15	kN

	BG 1	BG 2	BG 3	BG 4
$F_{z;B,Ed}$	35	35	35	35
$F_{z;c,Ed}$	35	0	35	0
$F_{x;B,Ed}$	15	15	0	0
$F_{x;c,Ed}$	15	0	0	0
$F_{y;B,Ed}$	0	0	15	15
$F_{y;c,Ed}$	0	0	-15	0

Verticaal:	$R_{z;A}$ (kN)	70	35	70	35
Horizontaal:	$R_{x(y);A}$ (kN)	30	15	0	0
Moment:	$M_{y(x);A}$ (kNm)	29,13	71,93	0	57,365
Wringing:	$M_{z;A}$ (kNm)	0	0	49,17	24,585

Ringgegevens ;

D-uitwendig	500	mm
D-inwendig	300	mm
StC	360	mm
plaat dikte t =	30	mm
Staalkwaliteit S-355; f_y =	355	N/mm^2
Aantal bouten	8	
BoutenM24 - 8,8		



M24 -8,8 :	$F_{t,Rd}$ =	203,03 / 1,5	=	135,4	kN
	$F_{v,Rd}$ =	135,36 / 1,5	=	90,2	kN

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

controle bouten

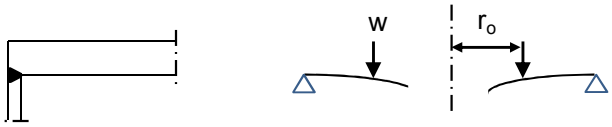
	BG 1	BG 2	BG 3	BG 4	
$F_{t,Ed}$ - kN	31,7	95,5	0,0	75,3	
$F_{v,Ed}$ - kN	3,8	1,9	34,1	17,1	
$F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$ =	0,23	0,71	0,00	0,56	< 1 ; voldoet
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$ =	0,04	0,02	0,38	0,19	< 1 ; voldoet
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 * F_{t,Rd}$ =	0,21	0,52	0,38	0,59	< 1 ; voldoet

Controle ring :

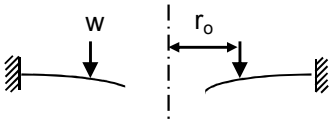
maatgevend belastinggeval : BG2.

Ten gevolge van verticale belasting ; F_z = 35 kN

Voor de formule zie: Roark's formulas for stress & strain - Tabel 11,2 - 1



Voor de formule zie: Roark's formulas for stress & strain - Tabel 11,2 - 1e



De ring wordt ondersteunt door buis met een las gelijk aan de dikte van de buis.

Verdeling van belasting:

Percentage inklemming (tabel 11,2-1e) = t_{buis} / t_{pl} =	60,0%
Percentage vrij oplegging =	40,0%

W =	35,0	kN			
$w_{(ro)}$ =	31	N/mm'	ν =	0,3	
a =	250	mm	E =	210000	N/mm^2
b =	150	mm	f_y =	237	N/mm^2
r_o =	180	mm			

$D = E.t^3 / 12.(1-\nu^2)$ =	519230769	
$C_1 = 0,5.(1+\nu).((b/a).\ln(a/b)) + 0,25.((1-\nu).((a/b)-(b/a))$ =	0,3859	
$C_4 = 0,5.[(1+\nu).(b/a).+ (1-\nu).(a/b)]$ =	0,9733	
$C_7 = 0,5.(1-\nu^2).((a/b)-(b/a))$ =	0,4853	
$L_3 = (r_o/4a).\{[(r_o/a)^2+1].\ln(a/r_o) + (r_o/a)^2 -1\}$ =	0,0031	
$L_6 = (r_o/4a).[(r_o/a)^2 -1+ 2.\ln(a/r_o)]$ =	0,0316	
$L_9 = (r_o/a).\{ 0,5*(1+\nu).\ln(a/r_o) +0,25*(1-\nu).[1 - (r_o/a)^2]\}-$ =	0,2144	
$F_7 = 0,5.(1-\nu^2).((r/b)-(b/r))$; en voor $r = r_o$ =	0,1668	
$\theta_b = w . a^2 . L_6 / D. C_4$ =	0,0001	
M_{ra} =percentage inkl. * $w . a (L_9 - C_7 . L_6 / C_4)$ =	922	Nmm/mm'

$Q_a = w \cdot r_o / a$ = 22 N/mm'

Ten gevolge van moment ; $M_{y;Ed}$ = 71,93 kNm

$w = F_{bout,max} / (2 * \pi * r_o / n_{bout})$

$w = (4*M_{y,Ed}*1000 / (360 * 8)) / (2\pi * 180 / 8)$ = 707 N/mm'

M_{ra} =percentage inkl. * $w \cdot a (L_9 - C_7 \cdot L_6 / C_4)$ = 21060 Nmm/mm'

$M_{ra;max,Ed}$ = 21982 Nmm/mm'

$Q_a = w \cdot r_o / a$ = 509 N/mm'

Q_{amax} = 531

$M_{Rd} = (1/6) * 1 * t^2 * f_y$ = 35500 Nmm/mm'

M_{Ed} / M_{Rd} = 21982 / 35500 = 0,62 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 146,5 N/mm^2

$\tau_z = w_{tot} / t$ = 531 / 30 = 17,70 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 150 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanning in de buis

Buis Ø500 * 18 - S355 ;

A = 27256 mm^2 $N_{Ed} = A * f_y$ = 9676 kN

$W_y = W_z$ = 3,17E+06 mm^3 $M_{y,Ed} = W_y * f_y$ = 1125,6 kNm

N_{Ed} = 35 kN

$M_{y,Ed}$ = 71,93 kNm

N_{Ed} / N_{Rd} = 35,00 / 9676 = 0,00 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 1,3 N/mm^2

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 71,93 / 1126 = 0,06 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 22,7 N/mm^2

σ_{max} = 24,0 N/mm^2

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M * \text{wortel}(3))$

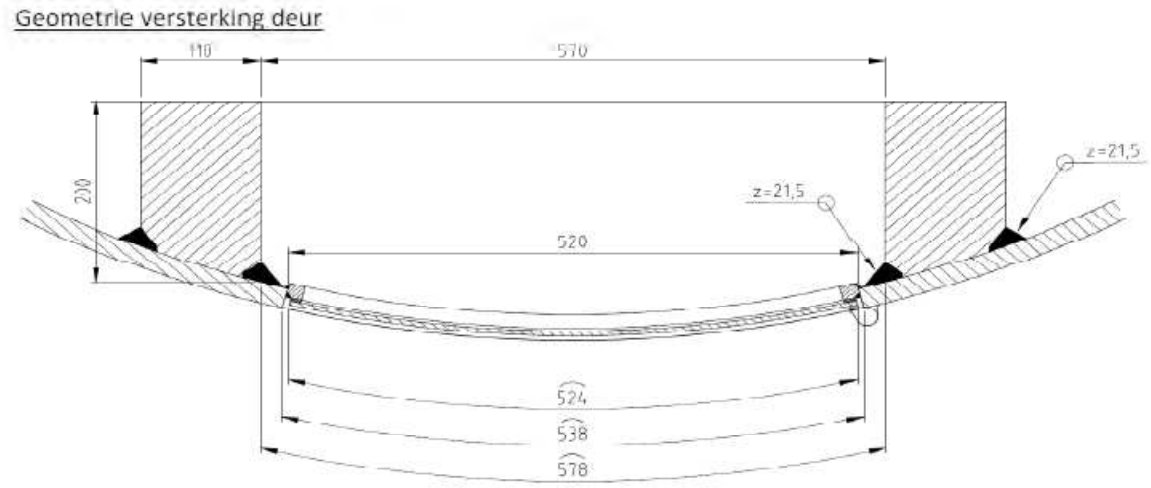
$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

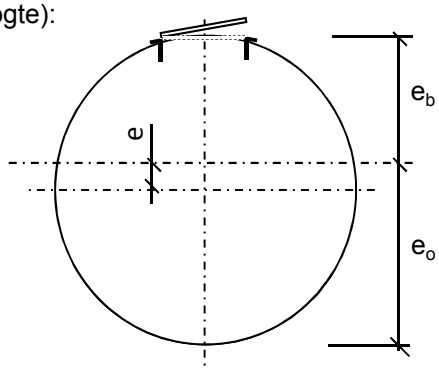
$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.7 - Berekening versterking deur



Doorsnede ter hoogte van de hart opening (1,225m hoogte):



Buisdiameter :	2692	mm
dikte t ;	32	mm

A_{buis} =	267430	mm^2
$A_{versterking}$ =	40756	mm^2
$A_{verlies}$ =	16546	mm^2
A_{tot} =	291639	mm^2

e = 89,3 mm

e_b = 1256,8 mm ; e_o = 1435,4 mm

I_{tot} =	2,62E+11	mm^4
W_{min} =	1,82E+08	mm^3
W_{max} =	2,08E+08	mm^3

Krachten: Maximale krachten t.p.v. mastvoet - knoop 33 (inclusief 2^e orde effect)

M_{Ed} = 45636 kNm ; N_{Ed} = 1133 kN

σ_N = N_{Ed} / A_{tot} = 3,9 N/mm^2

σ_b = M_{Ed} / W_{min} = 250,2 N/mm^2

σ_{max} = 3,9 + 250,2 = 254,1 N/mm^2 < 355 MPa -- Voldoet

Bijlage A

Rapport KEMA - 74100224-ETD/POL 12-00138 V10,0 - 18 -11-2013

bijlage O, O1 en O2

W2H400+10 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) Appendix O

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
1a	380C1F1 / 380C2F1	20485	75297	136712	20485	75297	-136712
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20524	74336	135898	20524	74336	-135898
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20569	73158	134961	20569	73158	-134961
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2652	10545	18596	2652	10545	-18596
	Comp. gl	5567	20126	36891	5567	20126	-36891
1b	380C1F1 / 380C2F1	21289	77125	151829	21289	77125	-151829
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21291	77013	151827	21291	77013	-151827
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	21294	76872	151829	21294	76872	-151829
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2774	10056	19659	2774	10056	-19659
	Comp. gl	5745	20446	40313	5745	20446	-40313
3	380C1F1 / 380C2F1	35333	110372	213376	35333	110372	-213376
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	35341	110036	213325	35341	110036	-213325
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	35350	109617	213281	35350	109617	-213281
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	10764	28348	54231	10764	28348	-54231
	Comp. gl	21757	56274	109301	21757	56274	-109301
4	380C1F1 / 380C2F1	24364	77946	153473	24364	77946	-153473
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	24366	77839	153481	24366	77839	-153481
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	24367	77704	153495	24367	77704	-153495
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	3606	11399	22352	3606	11399	-22352
	Comp. gl	7411	23215	45867	7411	23215	-45867
6	380C1F1 / 380C2F1	23267	72548	145509	23267	72548	-145509
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23267	72548	145509	23267	72548	-145509
Permanent loads γg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	23267	72548	145509	23267	72548	-145509
	GW / opgw	3042	9537	19127	3042	9537	-19127
	Comp. gl	6308	19750	39612	6308	19750	-39612
1a	380C1F1 / 380C2F1	20687	69837	132835	18700	138063	-212228
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20699	69473	132667	18821	131106	-203310
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20712	69022	132483	18997	122244	-191985
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2696	9405	17573	2390	22696	-33977
	Comp. gl	5611	18847	36043	5116	35245	-54983
1b	380C1F1 / 380C2F1	21300	76445	151878	21022	84058	-155673
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21300	76394	151889	21061	83211	-154980
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	21301	76330	151904	21108	82173	-154186
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2776	9926	19650	2715	11488	-20736
	Comp. gl	5748	20283	40329	5689	22077	-41141
3	380C1F1 / 380C2F1	35373	108360	213292	34479	131967	-228563
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	35375	108212	213310	34592	129323	-226069
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	35378	108025	213338	34732	126069	-223144
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	10775	27712	54254	10530	34821	-57976
	Comp. gl	21767	55463	109437	21514	63954	-112160
4	380C1F1 / 380C2F1	24372	77290	153572	24172	84274	-156100
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	24372	77240	153586	24201	83517	-155587
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	24373	77177	153603	24235	82586	-155007
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	3607	11279	22363	3567	12605	-22974
	Comp. gl	7413	23061	45901	7375	24639	-46277
1a	380C1F1 / 380C2F1	18874	128282	199695	18874	128282	-199695

W2H400+10 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) Appendix O

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18999	122131	191841	18999	122131	-191841
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	19177	114331	181940	19177	114331	-181940
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2409	20901	31642	2409	20901	-31642
	Comp. gl	5164	32837	51872	5164	32837	-51872
1b	380C1F1 / 380C2F1	21076	82876	154716	21076	82876	-154716
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21108	82160	154176	21108	82160	-154176
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	21146	81282	153562	21146	81282	-153562
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2727	11239	20488	2727	11239	-20488
	Comp. gl	5701	21800	40929	5701	21800	-40929
3	380C1F1 / 380C2F1	34638	128272	225106	34638	128272	-225106
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	34734	126028	223108	34734	126028	-223108
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	34853	123270	220782	34853	123270	-220782
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	10572	33736	57101	10572	33736	-57101
	Comp. gl	21562	62688	111385	21562	62688	-111385
4	380C1F1 / 380C2F1	24212	83216	155393	24212	83216	-155393
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	24235	82574	155000	24235	82574	-155000
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	24263	81783	154560	24263	81783	-154560
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	3575	12401	22817	3575	12401	-22817
	Comp. gl	7382	24405	46153	7382	24405	-46153
1a	380C1F1 / 380C2F1	18700	138063	212228	20687	69837	-132835
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18821	131106	203310	20699	69473	-132667
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	18997	122244	191985	20712	69022	-132483
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2390	22696	33977	2696	9405	-17573
	Comp. gl	5116	35245	54983	5611	18847	-36043
1b	380C1F1 / 380C2F1	21022	84058	155673	21300	76445	-151878
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21061	83211	154980	21300	76394	-151889
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	21108	82173	154186	21301	76330	-151904
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2715	11488	20736	2776	9926	-19650
	Comp. gl	5689	22077	41141	5748	20283	-40329
3	380C1F1 / 380C2F1	34479	131967	228563	35373	108360	-213292
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	34592	129323	226069	35375	108212	-213310
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	34732	126069	223144	35378	108025	-213338
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	10530	34821	57976	10775	27712	-54254
0	Comp. gl	21514	63954	112160	21767	55463	-109437
4	380C1F1 / 380C2F1	24172	84274	156100	24372	77290	-153572
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	24201	83517	155587	24372	77240	-153586
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	24235	82586	155007	24373	77177	-153603
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	3567	12605	22974	3607	11279	-22363
	Comp. gl	7375	24639	46277	7413	23061	-45901
1a	380C1F1 / 380C2F1	15361	62907	111866	15361	62907	-111866
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15407	61758	110673	15407	61758	-110673
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15464	60351	109278	15464	60351	-109278
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1977	9006	15511	1977	9006	-15511
	Comp. gl	4178	16626	29872	4178	16626	-29872
1b	380C1F1 / 380C2F1	16201	62670	122837	16201	62670	-122837
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16204	62547	122813	16204	62547	-122813
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	16208	62394	122791	16208	62394	-122791

W2H400+10 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) Appendix O

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2105	8111	15757	2105	8111	-15757
	Comp. gl	4363	16440	32278	4363	16440	-32278
3	380C1F1 / 380C2F1	30385	98682	189931	30385	98682	-189931
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	30395	98327	189842	30395	98327	-189842
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	30406	97885	189752	30406	97885	-189752
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	10136	27156	51842	10136	27156	-51842
	Comp. gl	20455	53797	104333	20455	53797	-104333
4	380C1F1 / 380C2F1	19348	64745	126997	19348	64745	-126997
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19350	64631	126991	19350	64631	-126991
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	19352	64489	126990	19352	64489	-126990
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2951	9689	18923	2951	9689	-18923
	Comp. gl	6055	19681	38780	6055	19681	-38780
6	380C1F1 / 380C2F1	15721	52192	104680	15721	52192	-104680
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15721	52192	104680	15721	52192	-104680
Permanent loads yg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	15721	52192	104680	15721	52192	-104680
	GW / opgw	2052	6800	13639	2052	6800	-13639
	Comp. gl	4257	14113	28307	4257	14113	-28307
1a	380C1F1 / 380C2F1	15616	56429	105944	13788	133000	-202078
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15631	56006	105658	13871	125613	-192298
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15649	55486	105337	13996	116116	-179699
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2028	7647	14047	1766	22204	-32992
	Comp. gl	4235	15115	28559	3769	33669	-51824
1b	380C1F1 / 380C2F1	16217	61937	122780	15845	70830	-129145
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16218	61883	122785	15895	69808	-128100
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	16219	61815	122793	15955	68559	-126882
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2109	7968	15723	2032	9820	-17391
	Comp. gl	4366	16265	32271	4287	18347	-33660
3	380C1F1 / 380C2F1	30434	96572	189651	29423	122267	-209115
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	30437	96419	189659	29544	119367	-206107
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	30440	96226	189675	29696	115794	-202539
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	10148	26511	51845	9889	33831	-55994
	Comp. gl	20466	52976	104450	20196	61694	-107628
4	380C1F1 / 380C2F1	19358	64057	127031	19104	71854	-131190
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19358	64005	127040	19139	70982	-130447
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	19359	63940	127054	19182	69913	-129592
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2953	9563	18922	2904	11031	-19818
	Comp. gl	6057	19522	38803	6009	21236	-39454
1a	380C1F1 / 380C2F1	13908	122598	188300	13908	122598	-188300
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	13998	115993	179536	13998	115993	-179536
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	14129	107533	168310	14129	107533	-168310
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1779	20342	30520	1779	20342	-30520
	Comp. gl	3804	31080	48351	3804	31080	-48351
1b	380C1F1 / 380C2F1	15914	69404	127698	15914	69404	-127698
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15956	68543	126867	15956	68543	-126867
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	16006	67491	125904	16006	67491	-125904
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2045	9519	17040	2045	9519	-17040
	Comp. gl	4302	18014	33336	4302	18014	-33336

W2H400+10 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) Appendix O

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
3	380C1F1 / 380C2F1	29593	118214	204937	29593	118214	-204937
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	29698	115749	202495	29698	115749	-202495
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	29830	112717	199620	29830	112717	-199620
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	9933	32711	55045	9933	32711	-55045
	Comp. gl	20248	60385	106766	20248	60385	-106766
4	380C1F1 / 380C2F1	19153	70636	130163	19153	70636	-130163
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19182	69900	129582	19182	69900	-129582
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	19217	68997	128918	19217	68997	-128918
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2913	10799	19606	2913	10799	-19606
	Comp. gl	6019	20976	39274	6019	20976	-39274
1a	380C1F1 / 380C2F1	13788	133000	202078	15616	56429	-105944
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	13871	125613	192298	15631	56006	-105658
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	13996	116116	179699	15649	55486	-105337
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1766	22204	32992	2028	7647	-14047
	Comp. gl	3769	33669	51824	4235	15115	-28559
1b	380C1F1 / 380C2F1	15845	70830	129145	16217	61937	-122780
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15895	69808	128100	16218	61883	-122785
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15955	68559	126882	16219	61815	-122793
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2032	9820	17391	2109	7968	-15723
	Comp. gl	4287	18347	33660	4366	16265	-32271
3	380C1F1 / 380C2F1	29423	122267	209115	30434	96572	-189651
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	29544	119367	206107	30437	96419	-189659
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	29696	115794	202539	30440	96226	-189675
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	9889	33831	55994	10148	26511	-51845
0	Comp. gl	20196	61694	107628	20466	52976	-104450
4	380C1F1 / 380C2F1	19104	71854	131190	19358	64057	-127031
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19139	70982	130447	19358	64005	-127040
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	19182	69913	129592	19359	63940	-127054
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2904	11031	19818	2953	9563	-18922
	Comp. gl	6009	21236	39454	6057	19522	-38803

W2H400+10 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) Appendix O1

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
1a	380C1F1 / 380C2F1	20683	69972	132902	20683	69972	-132902
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20695	69594	132721	20695	69594	-132721
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20709	69125	132523	20709	69125	-132523
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2695	9433	17592	2695	9433	-17592
	Comp. gl	5610	18878	36057	5610	18878	-36057
1b	380C1F1 / 380C2F1	21294	76841	151831	21294	76841	-151831
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21296	76755	151836	21296	76755	-151836
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	21297	76647	151847	21297	76647	-151847
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2775	10001	19651	2775	10001	-19651
	Comp. gl	5747	20378	40315	5747	20378	-40315
3	380C1F1 / 380C2F1	24206	82332	158739	24206	82332	-158739
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	24214	82041	158652	24214	82041	-158652
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	24224	81678	158562	24224	81678	-158562
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	4555	15123	28235	4555	15123	-28235
	Comp. gl	9340	29873	57067	9340	29873	-57067
4	380C1F1 / 380C2F1	23663	75860	149863	23663	75860	-149863
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23664	75777	149874	23664	75777	-149874
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	23665	75672	149891	23665	75672	-149891
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	3430	10895	21444	3430	10895	-21444
	Comp. gl	7060	22249	44069	7060	22249	-44069
6	380C1F1 / 380C2F1	23267	72548	145509	23267	72548	-145509
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23267	72548	145509	23267	72548	-145509
Permanent loads γg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	23267	72548	145509	23267	72548	-145509
	GW / opgw	3042	9537	19127	3042	9537	-19127
	Comp. gl	6308	19750	39612	6308	19750	-39612
1a	380C1F1 / 380C2F1	20743	67763	132149	19687	96377	-159684
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20746	67608	132130	19796	93154	-155834
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20750	67414	132115	19939	89154	-151163
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2709	8987	17354	2514	14843	-23770
	Comp. gl	5623	18356	35903	5377	25102	-42181
1b	380C1F1 / 380C2F1	21301	76315	151907	21118	81945	-154021
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21302	76275	151917	21144	81333	-153596
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	21302	76225	151932	21176	80580	-153115
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2777	9902	19653	2736	11043	-20305
	Comp. gl	5748	20251	40337	5709	21582	-40776
3	380C1F1 / 380C2F1	24247	80606	158438	23391	102069	-175833
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	24249	80482	158440	23493	99626	-173181
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	24252	80325	158448	23622	96619	-170029
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	4576	14472	27966	4276	22751	-36152
	Comp. gl	9359	29095	56915	8989	38728	-64802
4	380C1F1 / 380C2F1	23668	75348	149967	23533	80626	-151368
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23668	75309	149978	23553	80064	-151046
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	23669	75259	149994	23576	79372	-150688
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	3431	10801	21458	3403	11807	-21835
	Comp. gl	7061	22128	44100	7035	23337	-44295
1a	380C1F1 / 380C2F1	19841	91866	154315	19841	91866	-154315
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19941	89104	151105	19941	89104	-151105

W2H400+10 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) Appendix O1

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20069	85690	147242	20069	85690	-147242
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2537	13947	22632	2537	13947	-22632
	Comp. gl	5416	24027	40920	5416	24027	-40920
1b	380C1F1 / 380C2F1	21154	81089	153435	21154	81089	-153435
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21176	80570	153109	21176	80570	-153109
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	21201	79931	152744	21201	79931	-152744
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2743	10864	20147	2743	10864	-20147
	Comp. gl	5717	21381	40649	5717	21381	-40649
3	380C1F1 / 380C2F1	23535	98655	172148	23535	98655	-172148
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23624	96581	169990	23624	96581	-169990
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	23735	94034	167444	23735	94034	-167444
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	4313	21490	34661	4313	21490	-34661
	Comp. gl	9047	37213	63173	9047	37213	-63173
4	380C1F1 / 380C2F1	23560	79841	150926	23560	79841	-150926
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23576	79363	150684	23576	79363	-150684
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	23595	78773	150417	23595	78773	-150417
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	3409	11654	21731	3409	11654	-21731
	Comp. gl	7040	23161	44217	7040	23161	-44217
1a	380C1F1 / 380C2F1	19687	96377	159684	20743	67763	-132149
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19796	93154	155834	20746	67608	-132130
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	19939	89154	151163	20750	67414	-132115
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2514	14843	23770	2709	8987	-17354
	Comp. gl	5377	25102	42181	5623	18356	-35903
1b	380C1F1 / 380C2F1	21118	81945	154021	21301	76315	-151907
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21144	81333	153596	21302	76275	-151917
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	21176	80580	153115	21302	76225	-151932
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2736	11043	20305	2777	9902	-19653
	Comp. gl	5709	21582	40776	5748	20251	-40337
3	380C1F1 / 380C2F1	23391	102069	175833	24247	80606	-158438
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23493	99626	173181	24249	80482	-158440
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	23622	96619	170029	24252	80325	-158448
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	4276	22751	36152	4576	14472	-27966
0	Comp. gl	8989	38728	64802	9359	29095	-56915
4	380C1F1 / 380C2F1	23533	80626	151368	23668	75348	-149967
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23553	80064	151046	23668	75309	-149978
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	23576	79372	150688	23669	75259	-149994
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	3403	11807	21835	3431	10801	-21458
	Comp. gl	7035	23337	44295	7061	22128	-44100
1a	380C1F1 / 380C2F1	15611	56586	106055	15611	56586	-106055
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15626	56146	105751	15626	56146	-105751
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15645	55605	105407	15645	55605	-105407
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2027	7680	14077	2027	7680	-14077
	Comp. gl	4233	15152	28583	4233	15152	-28583
1b	380C1F1 / 380C2F1	16209	62360	122787	16209	62360	-122787
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16211	62267	122779	16211	62267	-122779
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	16213	62151	122774	16213	62151	-122774
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2107	8050	15737	2107	8050	-15737

W2H400+10 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) Appendix O1

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
	Comp. gl	4364	16366	32269	4364	16366	-32269
3	380C1F1 / 380C2F1	19161	69055	132111	19161	69055	-132111
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19172	68730	131956	19172	68730	-131956
Permanent loads γg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	19185	68329	131788	19185	68329	-131788
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	3902	13581	25143	3902	13581	-25143
	Comp. gl	7991	26617	50536	7991	26617	-50536
4	380C1F1 / 380C2F1	18641	62516	123099	18641	62516	-123099
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18642	62428	123101	18642	62428	-123101
Permanent loads γg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	18644	62318	123107	18644	62318	-123107
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2774	9156	17956	2774	9156	-17956
	Comp. gl	5701	18659	36867	5701	18659	-36867
6	380C1F1 / 380C2F1	15721	52192	104680	15721	52192	-104680
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15721	52192	104680	15721	52192	-104680
Permanent loads γg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	15721	52192	104680	15721	52192	-104680
	GW / opgw	2052	6800	13639	2052	6800	-13639
	Comp. gl	4257	14113	28307	4257	14113	-28307
1a	380C1F1 / 380C2F1	15691	54064	104673	14545	87568	-142020
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15696	53892	104621	14643	83891	-137260
Permanent loads γg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15701	53678	104567	14776	79281	-131365
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2045	7160	13690	1852	13897	-21874
	Comp. gl	4251	14560	28290	3978	22485	-36934
1b	380C1F1 / 380C2F1	16219	61800	122795	15968	68285	-126625
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16219	61759	122802	16003	67551	-125957
Permanent loads γg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	16220	61706	122812	16045	66654	-125187
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2109	7942	15722	2055	9283	-16774
	Comp. gl	4366	16232	32276	4314	17754	-33098
3	380C1F1 / 380C2F1	19216	67161	131471	18225	91866	-155375
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19219	67028	131455	18330	89061	-151995
Permanent loads γg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	19222	66861	131443	18467	85588	-147907
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	3926	12879	24770	3618	21852	-34350
	Comp. gl	8014	25790	50286	7610	36322	-59980
4	380C1F1 / 380C2F1	18648	61981	123158	18472	67836	-125718
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18648	61941	123167	18497	67191	-125229
Permanent loads γg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	18648	61890	123180	18527	66400	-124673
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2776	9058	17961	2741	10170	-18553
	Comp. gl	5702	18533	36890	5669	19843	-37288
1a	380C1F1 / 380C2F1	14684	82412	135359	14684	82412	-135359
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14778	79223	131291	14778	79223	-131291
Permanent loads γg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	14904	75244	126295	14904	75244	-126295
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1870	12910	20551	1870	12910	-20551
	Comp. gl	4014	21244	35338	4014	21244	-35338
1b	380C1F1 / 380C2F1	16017	67261	125701	16017	67261	-125701
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16045	66643	125177	16045	66643	-125177
Permanent loads γg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	16080	65886	124577	16080	65886	-124577
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2065	9066	16541	2065	9066	-16541
	Comp. gl	4324	17515	32894	4324	17515	-32894
3	380C1F1 / 380C2F1	18374	87941	150664	18374	87941	-150664

W2H400+10 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) Appendix O1

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18469	85544	147857	18469	85544	-147857
Permanent loads γg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	18592	82587	144489	18592	82587	-144489
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	3652	20511	32699	3652	20511	-32699
	Comp. gl	7669	34672	58078	7669	34672	-58078
4	380C1F1 / 380C2F1	18507	66936	125044	18507	66936	-125044
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18528	66390	124666	18528	66390	-124666
Permanent loads γg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	18552	65720	124240	18552	65720	-124240
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2747	9996	18406	2747	9996	-18406
	Comp. gl	5676	19647	37169	5676	19647	-37169
1a	380C1F1 / 380C2F1	14545	87568	142020	15691	54064	-104673
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14643	83891	137260	15696	53892	-104621
Permanent loads γg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	14776	79281	131365	15701	53678	-104567
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1852	13897	21874	2045	7160	-13690
	Comp. gl	3978	22485	36934	4251	14560	-28290
1b	380C1F1 / 380C2F1	15968	68285	126625	16219	61800	-122795
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16003	67551	125957	16219	61759	-122802
Permanent loads γg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	16045	66654	125187	16220	61706	-122812
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2055	9283	16774	2109	7942	-15722
	Comp. gl	4314	17754	33098	4366	16232	-32276
3	380C1F1 / 380C2F1	18225	91866	155375	19216	67161	-131471
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18330	89061	151995	19219	67028	-131455
Permanent loads γg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	18467	85588	147907	19222	66861	-131443
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	3618	21852	34350	3926	12879	-24770
0	Comp. gl	7610	36322	59980	8014	25790	-50286
4	380C1F1 / 380C2F1	18472	67836	125718	18648	61981	-123158
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18497	67191	125229	18648	61941	-123167
Permanent loads γg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	18527	66400	124673	18648	61890	-123180
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2741	10170	18553	2776	9058	-17961
	Comp. gl	5669	19843	37288	5702	18533	-36890

W2H400+10 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012)

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
1a	380C1F1 / 380C2F1	20683	69972	132902	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20695	69594	132721	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20709	69125	132523	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2695	9433	17592	0	0	0
	Comp. gl	5610	18878	36057	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	21294	76841	151831	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21296	76755	151836	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	21297	76647	151847	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2775	10001	19651	0	0	0
	Comp. gl	5747	20378	40315	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	24206	82332	158739	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	24214	82041	158652	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	24224	81678	158562	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	4555	15123	28235	0	0	0
	Comp. gl	9340	29873	57067	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	23663	75860	149863	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23664	75777	149874	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	23665	75672	149891	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	3430	10895	21444	0	0	0
	Comp. gl	7060	22249	44069	0	0	0
6	380C1F1 / 380C2F1	23267	72548	145509	0	0	0
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23267	72548	145509	0	0	0
Permanent loads γg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	23267	72548	145509	0	0	0
	GW / opgw	3042	9537	19127	0	0	0
	Comp. gl	6308	19750	39612	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	20743	67763	132149	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20746	67608	132130	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20750	67414	132115	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2709	8987	17354	0	0	0
	Comp. gl	5623	18356	35903	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	21301	76315	151907	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21302	76275	151917	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	21302	76225	151932	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2777	9902	19653	0	0	0
	Comp. gl	5748	20251	40337	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	24247	80606	158438	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	24249	80482	158440	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	24252	80325	158448	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	4576	14472	27966	0	0	0
	Comp. gl	9359	29095	56915	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	23668	75348	149967	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23668	75309	149978	0	0	0
Permanent loads γg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	23669	75259	149994	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	3431	10801	21458	0	0	0
	Comp. gl	7061	22128	44100	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	19841	91866	154315	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19941	89104	151105	0	0	0

W2H400+10 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012)

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20069	85690	147242	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2537	13947	22632	0	0	0
	Comp. gl	5416	24027	40920	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	21154	81089	153435	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21176	80570	153109	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	21201	79931	152744	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2743	10864	20147	0	0	0
	Comp. gl	5717	21381	40649	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	23535	98655	172148	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23624	96581	169990	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	23735	94034	167444	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	4313	21490	34661	0	0	0
	Comp. gl	9047	37213	63173	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	23560	79841	150926	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23576	79363	150684	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	23595	78773	150417	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	3409	11654	21731	0	0	0
	Comp. gl	7040	23161	44217	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	19687	96377	159684	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19796	93154	155834	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	19939	89154	151163	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2514	14843	23770	0	0	0
	Comp. gl	5377	25102	42181	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	21118	81945	154021	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	21144	81333	153596	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	21176	80580	153115	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2736	11043	20305	0	0	0
	Comp. gl	5709	21582	40776	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	23391	102069	175833	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23493	99626	173181	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	23622	96619	170029	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	4276	22751	36152	0	0	0
0	Comp. gl	8989	38728	64802	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	23533	80626	151368	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	23553	80064	151046	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	23576	79372	150688	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	3403	11807	21835	0	0	0
	Comp. gl	7035	23337	44295	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	15611	56586	106055	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15626	56146	105751	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15645	55605	105407	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2027	7680	14077	0	0	0
	Comp. gl	4233	15152	28583	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	16209	62360	122787	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16211	62267	122779	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	16213	62151	122774	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2107	8050	15737	0	0	0

W2H400+10 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012)

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
	Comp. gl	4364	16366	32269	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	19161	69055	132111	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19172	68730	131956	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	19185	68329	131788	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	3902	13581	25143	0	0	0
	Comp. gl	7991	26617	50536	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	18641	62516	123099	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18642	62428	123101	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	18644	62318	123107	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2774	9156	17956	0	0	0
	Comp. gl	5701	18659	36867	0	0	0
6	380C1F1 / 380C2F1	15721	52192	104680	0	0	0
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15721	52192	104680	0	0	0
Permanent loads yg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	15721	52192	104680	0	0	0
	GW / opgw	2052	6800	13639	0	0	0
	Comp. gl	4257	14113	28307	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	15691	54064	104673	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15696	53892	104621	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15701	53678	104567	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2045	7160	13690	0	0	0
	Comp. gl	4251	14560	28290	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	16219	61800	122795	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16219	61759	122802	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	16220	61706	122812	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2109	7942	15722	0	0	0
	Comp. gl	4366	16232	32276	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	19216	67161	131471	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19219	67028	131455	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	19222	66861	131443	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	3926	12879	24770	0	0	0
	Comp. gl	8014	25790	50286	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	18648	61981	123158	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18648	61941	123167	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	18648	61890	123180	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2776	9058	17961	0	0	0
	Comp. gl	5702	18533	36890	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	14684	82412	135359	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14778	79223	131291	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	14904	75244	126295	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1870	12910	20551	0	0	0
	Comp. gl	4014	21244	35338	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	16017	67261	125701	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16045	66643	125177	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	16080	65886	124577	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2065	9066	16541	0	0	0
	Comp. gl	4324	17515	32894	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	18374	87941	150664	0	0	0

W2H400+10 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012)

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD			BACK		
		Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]	Vertical [N]	Transverse [N]	Longitudinal [N]
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18469	85544	147857	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	18592	82587	144489	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	3652	20511	32699	0	0	0
	Comp. gl	7669	34672	58078	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	18507	66936	125044	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18528	66390	124666	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	18552	65720	124240	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2747	9996	18406	0	0	0
	Comp. gl	5676	19647	37169	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	14545	87568	142020	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14643	83891	137260	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	14776	79281	131365	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1852	13897	21874	0	0	0
	Comp. gl	3978	22485	36934	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	15968	68285	126625	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16003	67551	125957	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	16045	66654	125187	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2055	9283	16774	0	0	0
	Comp. gl	4314	17754	33098	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	18225	91866	155375	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18330	89061	151995	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	18467	85588	147907	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	3618	21852	34350	0	0	0
0	Comp. gl	7610	36322	59980	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	18472	67836	125718	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	18497	67191	125229	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	18527	66400	124673	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2741	10170	18553	0	0	0
	Comp. gl	5669	19843	37288	0	0	0

W2H400+10 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) Appendix O2

Loadcases for tower defliction analyses (Servicability limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD Vertical [N]	AHEAD Transverse [N]	AHEAD Longitudinal [N]	BACK Vertical [N]	BACK Transverse [N]	BACK Longitudinal [N]
1a	380C1F1 / 380C2F1	17250	62759	116337	17250	62759	-116337
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17273	62165	115888	17273	62165	-115888
Permanent loads γ_g= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	17299	61437	115378	17299	61437	-115378
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2238	8611	15570	2238	8611	-15570
	Comp. gl	4681	16798	31374	4681	16798	-31374
1b	380C1F1 / 380C2F1	17916	67143	132761	17916	67143	-132761
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17917	67070	132764	17917	67070	-132764
Permanent loads γ_g= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	17919	66979	132771	17919	66979	-132771
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2332	8681	17072	2332	8681	-17072
	Comp. gl	4828	17696	35029	4828	17696	-35029
3	380C1F1 / 380C2F1	27288	89496	174174	27288	89496	-174174
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	27293	89276	174145	27293	89276	-174145
Permanent loads γ_g= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	27298	89000	174122	27298	89000	-174122
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	7707	21838	42052	7707	21838	-42052
	Comp. gl	15601	43501	84873	15601	43501	-84873
4	380C1F1 / 380C2F1	19850	65611	129687	19850	65611	-129687
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19851	65541	129695	19851	65541	-129695
Permanent loads γ_g= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	19852	65452	129708	19852	65452	-129708
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2876	9395	18504	2876	9395	-18504
	Comp. gl	5919	19204	38053	5919	19204	-38053
1a	380C1F1 / 380C2F1	17366	59372	114259	15930	103600	-164684
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17372	59143	114175	16039	98872	-158556
Permanent loads γ_g= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	17379	58859	114086	16190	92907	-150890
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2264	7909	15002	2030	16696	-25795
	Comp. gl	4707	16004	30927	4358	26528	-42738
1b	380C1F1 / 380C2F1	17922	66701	132817	17762	71490	-134775
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17922	66667	132825	17786	70965	-134391
Permanent loads γ_g= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	17923	66625	132836	17813	70320	-133957
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2333	8598	17072	2297	9572	-17661
	Comp. gl	4829	17590	35046	4796	18719	-35453
3	380C1F1 / 380C2F1	27313	88170	174146	26734	103682	-183882
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	27314	88072	174159	26811	101936	-182252
Permanent loads γ_g= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	27315	87948	174180	26904	99793	-180352
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	7715	21410	42058	7543	26272	-44790
	Comp. gl	15608	42956	84956	15434	48721	-86984
4	380C1F1 / 380C2F1	19854	65181	129768	19738	69650	-131080
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19854	65148	129778	19755	69172	-130790
Permanent loads γ_g= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	19855	65107	129790	19775	68582	-130467
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2877	9317	18514	2853	10169	-18859
	Comp. gl	5920	19102	38078	5898	20123	-38268
1a	380C1F1 / 380C2F1	16085	96963	156094	16085	96963	-156094
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16192	92831	150793	16192	92831	-150793
Permanent loads γ_g= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	16340	87644	144214	16340	87644	-144214
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2049	15448	24134	2049	15448	-24134

W2H400+10 TOWER (rev 6.0, date: 05-11-2012) Appendix O2

Loadcases for tower defliction analyses (Servicability limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	AHEAD Vertical [N]	AHEAD Transverse [N]	AHEAD Longitudinal [N]	BACK Vertical [N]	BACK Transverse [N]	BACK Longitudinal [N]
	Comp. gl	4400	24915	40650	4400	24915	-40650
1b	380C1F1 / 380C2F1	17794	70757	134246	17794	70757	-134246
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17813	70312	133951	17813	70312	-133951
Permanent loads γg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	17835	69766	133620	17835	69766	-133620
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2304	9417	17520	2304	9417	-17520
	Comp. gl	4803	18548	35338	4803	18548	-35338
3	380C1F1 / 380C2F1	26841	101243	181625	26841	101243	-181625
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	26905	99766	180329	26905	99766	-180329
Permanent loads γg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	26982	97953	178830	26982	97953	-178830
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	7574	25522	44152	7574	25522	-44152
	Comp. gl	15467	47854	86421	15467	47854	-86421
4	380C1F1 / 380C2F1	19762	68982	130682	19762	68982	-130682
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19775	68575	130463	19775	68575	-130463
Permanent loads γg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	19791	68073	130221	19791	68073	-130221
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2857	10039	18766	2857	10039	-18766
	Comp. gl	5902	19974	38197	5902	19974	-38197
1a	380C1F1 / 380C2F1	15930	103600	164684	17366	59372	-114259
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16039	98872	158556	17372	59143	-114175
Permanent loads γg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	16190	92907	150890	17379	58859	-114086
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2030	16696	25795	2264	7909	-15002
	Comp. gl	4358	26528	42738	4707	16004	-30927
1b	380C1F1 / 380C2F1	17762	71490	134775	17922	66701	-132817
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17786	70965	134391	17922	66667	-132825
Permanent loads γg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	17813	70320	133957	17923	66625	-132836
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2297	9572	17661	2333	8598	-17072
	Comp. gl	4796	18719	35453	4829	17590	-35046
3	380C1F1 / 380C2F1	26734	103682	183882	27313	88170	-174146
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	26811	101936	182252	27314	88072	-174159
Permanent loads γg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	26904	99793	180352	27315	87948	-174180
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	7543	26272	44790	7715	21410	-42058
	Comp. gl	15434	48721	86984	15608	42956	-84956
4	380C1F1 / 380C2F1	19738	69650	131080	19854	65181	-129768
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19755	69172	130790	19854	65148	-129778
Permanent loads γg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	19775	68582	130467	19855	65107	-129790
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2853	10169	18859	2877	9317	-18514
	Comp. gl	5898	20123	38268	5920	19102	-38078

Bijlage 6c

Ontwerpberekening W2H400+5

Postbus 676
7300 AR Apeldoorn
Tel: 088 - 1860200

Statische ontwerpberekening

Masttype "W2H400(+5)"

Tracé Vijfhuizen – Beverwijk

en

Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk

Revisie	Datum	Samensteller	Gecontroleerd
00	30 - 07 - 12	ing. Miko Hakhverdian	
01 – afmeting voetplaat gewijzigd	6 - 12 - 12	ing. Miko Hakhverdian	
02-detailberekening toegevoegd	22 - 33 - 13	ing. Miko Hakhverdian	
03-Mast nummer tracé VHZ-BWK toegevoegd	15 - 05 - 13	ing. Miko Hakhverdian	
04- Mast nummers verwijderd	07 - 02 - 14	ing. Miko Hakhverdian	7-2-14

Inhoudsopgave.

	blz.
1.0 Uitgangspunten berekening	4
1.1 Inleiding	4
1.2 Toegepaste normen	4
1.3 Randvoorwaarden	4
1.4 Constructie onderdelen	4
1.5 Toegepaste materiaal	5
1.6 Belastingen	6
2.0 Berekening masttype “W2H400(+5)”	7
2.1 Overzicht mast	8
2.2 Mast gegevens	9
2.3 Computerschema	11
3.0 Berekening Belastingen	12
3.1 Berekening stuwdruk	13
3.2 Berekening eigenfrequentie mast	14
3.3 Berekening bouwwerkfactor C_sC_d	16
3.4 Bepaling krachtcoëfficiënt C_f	17
3.5 Gewicht en horizontale belasting geleiders	18
3.6 Gewicht en windbelasting mastlichaam	19
3.7 Berekende belastingen	20
4.0 Resultaat berekeningen	23
4.1 Berekening verplaatsingen in SLS- toestand (belasting gevallen)	23
4.2 Maximale verplaatsingen in SLS- toestand	29
4.3 Toetsing maximale verplaatsingen	30
4.4 Berekening Krachten in ULS- toestand (belasting gevallen)	31
4.5 Maximale Krachten in ULS- toestand	37
4.6 Toetsing doorsnede	38
5.0 Berekening ankers, bouten en flensverbindingen	41
6.0 Controleberekening vortex shedding	44
7.0 Fundatie belastingen	52
8.0 Betonspanning onder voetplaat en instortring	53
9.0 Detailberekening	55

	blz.
9.1 Berekening afspanpunt trekisolatoren 380 kV	55
9.1.1 Berekening afspanpunt trekisolatoren 380 kV op 52m hoogte	56
9.1.2 Berekening afspanpunt trekisolatoren 380 kV op 42m hoogte	66
9.1.3 Berekening afspanpunt trekisolatoren 380 kV op 32m hoogte	71
9.2 Berekening draagarm bliksemdraad	76
9.2.1 Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast	78
9.2.2 Berekening clip bliksemdraad (clip 5.4)	79
9.3 Berekening draagarm " Retourstroomgeleider "	82
9.3.1 Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast	87
9.3.2 Berekening clip " Retourstroomgeleider "	88
9.4 Berekening Clip 17 - t.b.v. installatie geleiders (op 0,5m hoogte)	90
9.4.1 Controle capaciteit van de aansluiting	92
9.5 Berekening clip hulprail - clip 8	93
9.5.1 Controle capaciteit van de aansluiting	95
9.6 Ondersteuning hijsbalk op de top van de mast	97
9.7 Berekening versterking deur	100

Bijlage: KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 V10.0 - bijlage N, N1 en N2

1.0 - Uitgangspunten berekening.

1.1 - Inleiding.

In dit rapport wordt in opdracht van TenneT de statische ontwerpberekening van het masttype W2H400(+5) van het project “R380 Wintrack hoogspanningslijn” Noordring , tracé Beverwijk – Vijfhuizen & Vijfhuizen – Bleiswijk gepresenteerd.

1.2 – Toegepaste normen.

De berekening is gebaseerd op de volgende normen:

- NEN-EN 50341-1 – Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 1: Algemene eisen – Gemeenschappelijke specificaties, uitgave november 2001.
- NEN-EN 50341-3 – Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 3: Verzameling van nationale normatieve aspecten, uitgave november 2001 en correctieblad mei 2006.
- NEN-EN 1990 - Grondslagen van het constructief ontwerp, uitgave december 2007 (+NB).
- NEN-EN 1991 – Algemene belastingen, uitgave december 2007 (+NB)
- NEN-EN 1991-1-4 - Algemene belastingen – Windbelasting, uitgave december 2007.
- NEN-EN 1993-1-1 - Ontwerp en berekenen van staalconstructies, uitgave december 2007(+NB).
- NEN-EN 1993-1-8 - Ontwerp en berekenen van verbindingen, uitgave december 2007 (+NB).
- NEN-EN 1993-3-1 – Torens, maten en schoorstenen, uitgave juli 2007.
- NEN 2063 – Op vermoeiing belaste constructies- Het berekenen van gelaste verbindingen in ongelegeerd en zwakgelegeerd staal t/m S355.

De belastingopgave is volgens KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 V10.0 “Design Loads for Wintrack II – R380 BEV-VHZ & VHZ-BEV” 18 november 2013.
Voor het masttype W2H400(+5) zijn de bijlage N en N1 (berekening maststerkte) en bijlage N2 (berekening verplaatsingen) van het KEMA rapport van toepassing.

1.3 – Randvoorwaarden.

Volgens Eurocode 3, deel 3-1 wordt de constructie ingedeeld in ontwerp levensduurklasse 3, gevolgklasse CC3 en referentieperiode 50 jaar. Mast bevindt zich in het gebied (windgebied II – onbebouwd) dat de terreincategorie II is van toepassing.

In de bruikbaarheidsgrenstoestand (SLS- toestand) dient voldaan te worden aan de volgende randvoorwaarden:

- De maximale horizontale uitbuiging mag niet groter zijn dan 5,5% van de hoogte van de mast.
- De relatieve verplaatsing van mast mag niet groter zijn dan 1% van de hoogte van de mast.

1.4 – Constructieonderdelen.

A - Mast constructie.

De mast is een buismast met een totale hoogte van 62,0 meter. De basis diameter van de mast is 2,567 meter en verloopt conisch tot de top van de mast naar een diameter van 0,5 meter. De mast is opgebouwd uit drie segmenten. De segmenten zijn 19,95 meter, 22,80 meter en 19,25 meter lang. Deze segmenten worden door middel van een binnenflensaansluiting aan elkaar verbonden.
De mast is voorzien van een klimvoorziening aan de binnenkant van de mast.

B - Fundatie.

De berekening van de fundatie en draagkracht van de grond valt buiten deze berekening. Aan de hand van locatiegegevens en grondmechanisch onderzoek dient de fundatie van de mast alsnog te worden berekend.

1.5 – Toegepaste materialen.

A - Mastconstructie.

De materiaalkwaliteit is S355 ($f_{y;d}$ = 355 N/mm^2, $f_{t;d}$ = 510 N/mm^2), tenzij anders vermeld.

B - Bouten en moeren.

De toegepaste bouten zijn kwaliteit 10.9. De ankers zijn kwaliteit 8.8.
Alle bouten en moeren zijn thermisch verzinkt, ISO-passend en gerolde draad.

C - Lassen in de primaire constructie.

Alle lassen zijn voorbewerkte ½ V las met een tegen las, klasse K35 of een voorbewerkte X las klasse K45. De lasdetails worden door de fabrikant opgegeven.

1.6 - Belastingen.

A – Geleiders (bliksemdraad, fasedraden en retourstroomgeleider) en isolatoren,

De belastingopgave is volgens KEMA rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 V10.0 “Design Loads for Wintrack II – R380 BEV-VHZ & VHZ-BEV” 18 november 2013.
Voor het masttype W2H400(+5) zijn de bijlage N en N1 (berekening maststerkte) en bijlage N2 (berekening verplaatsingen) van het KEMA rapport van toepassing.

In de bovengenoemde bijlagen zijn de krachten inclusief de belastingfactoren volgens NEN-EN 50341-3-15 paragraaf 4.2, tabel 4.2.11/NL.1 voor de ULS- toestand (Ultimate limit state), tabel 4.2.11/NL.3 voor de SPLS- toestand (Special limit state) en tabel 4.2.11/NL.4 voor de SLS-toestand (Serviceability limit state) aangegeven.

B – Mastlichaam

Het gewicht van de mast is een centrisch en gelijkmatig verdeelde belasting. Deze wordt gecombineerd met het gewicht van de geleiders en isolatoren. De belastingfactoren voor het eigengewicht zijn volgens NEN-EN 50341-3-15 en NEN-EN 1993-3-1, γ_g = 1,2 voor de ULS-toestand en γ_g = 1,0 voor de SLS- toestand.

De windbelasting van het mastlichaam is een horizontaal verdeelde belasting over de hele hoogte. Gezien het feit dat het windoppervlak van het mastlichaam in alle richtingen gelijk is, wordt deze eenmaal berekend en gecombineerd met de belasting van de geleiders in de verschillende windrichtingen. De belastingfactoren voor de windbelasting van het mastlichaam zijn volgens NEN-EN 1993-3-1, γ_q = 1,6 voor de ULS- toestand en γ_q = 1,0 voor de SLS-toestand.

2.0 - Berekening masttype "W2H400(+5)"

Berekening

W2H400+5

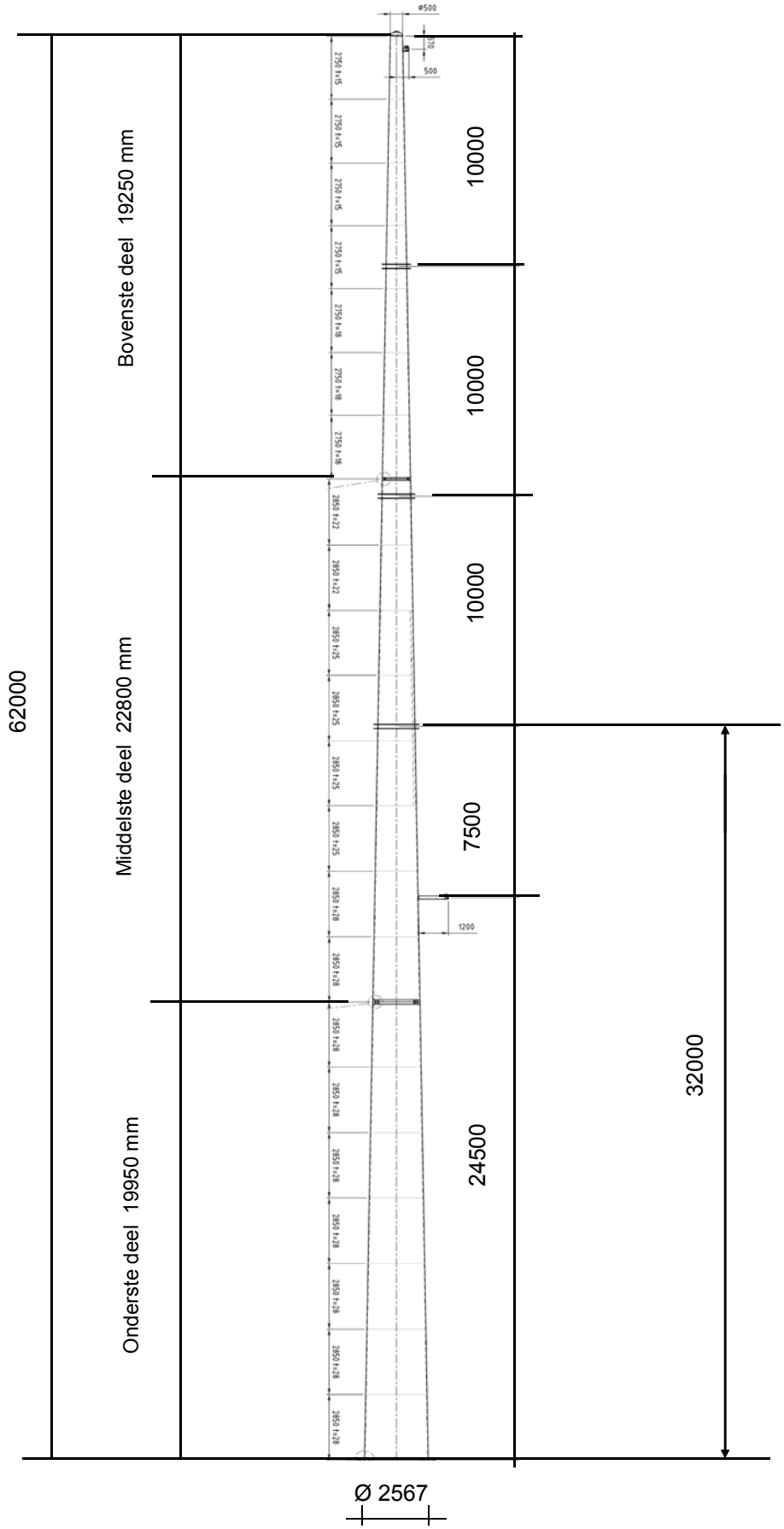
62,0 m - 2567 - 500

Tracé Beverwijk - Vijfhuizen

en

Tracé Vijfhuizen - Bleiswijk

2.1 - Overzicht mast



2.2 - Mast gegevens

Buismast type W2H400(+5)

Voet van de mast op :	0,00	meter

Wind gebied : II - onbebouwd

aantal staven	27

gem. breedte (m)	1,534

staaf nummer	staaf lengte mm	voet-breedte mm	top-breedte mm	diago-nalen	aantal knopen	aantal staven	gem. hoogte m
1	570	519	500	n.v.t.	2	1	61,72
2	2180	592	519	n.v.t.	2	1	60,34
3	2750	683	592	n.v.t.	2	1	57,88
4	2750	775	683	n.v.t.	2	1	55,13
5	1750	833	775	n.v.t.	2	1	52,88
6	1000	867	833	n.v.t.	2	1	51,50
7	2750	958	867	n.v.t.	2	1	49,63
8	2750	1050	958	n.v.t.	2	1	46,88
9	2750	1142	1050	n.v.t.	2	1	44,13
10	750	1167	1142	n.v.t.	2	1	42,38
11	2100	1237	1167	n.v.t.	2	1	40,95
12	2850	1332	1237	n.v.t.	2	1	38,48
13	2850	1427	1332	n.v.t.	2	1	35,63
14	2200	1500	1427	n.v.t.	2	1	33,10
15	650	1522	1500	n.v.t.	2	1	31,68
16	2850	1617	1522	n.v.t.	2	1	29,93
17	2850	1712	1617	n.v.t.	2	1	27,08
18	1150	1750	1712	n.v.t.	2	1	25,08
19	1700	1807	1750	n.v.t.	2	1	23,65
20	2850	1902	1807	n.v.t.	2	1	21,38
21	2850	1997	1902	n.v.t.	2	1	18,53
22	2850	2092	1997	n.v.t.	2	1	15,68
23	2850	2187	2092	n.v.t.	2	1	12,83
24	2850	2282	2187	n.v.t.	2	1	9,98
25	2850	2377	2282	n.v.t.	2	1	7,13
26	2850	2472	2377	n.v.t.	2	1	4,28
27	2850	2567	2472	n.v.t.	2	1	1,43
	62000				28	27	

Profielgegevens

profielgegevens buisprofiel - Staal kwaliteit : S 355							
staaf	D_{gem} (mm)	t (mm)	A (mm^2)	m(kg/m)	I (mm^4)	i (mm)	W_b (mm^3)
1	510	15,0	23303	182,93	7,13E+08	174,91	2,80E+06
2	555	15,0	25463	199,88	9,30E+08	191,11	3,35E+06
3	638	15,0	29336	230,28	1,42E+09	220,16	4,46E+06
4	729	15,0	33656	264,20	2,15E+09	252,56	5,89E+06
5	804	15,0	37191	291,95	2,90E+09	279,08	7,20E+06
6	850	15,0	39351	308,91	3,43E+09	295,28	8,07E+06
7	913	18,0	50587	397,10	5,06E+09	316,34	1,11E+07
8	1004	18,0	55771	437,80	6,78E+09	348,75	1,35E+07
9	1096	18,0	60955	478,50	8,86E+09	381,16	1,62E+07
10	1154	22,0	78257	614,32	1,25E+10	400,39	2,17E+07
11	1202	22,0	81541	640,09	1,42E+10	417,19	2,36E+07
12	1284	22,0	87243	684,86	1,74E+10	446,36	2,71E+07
13	1379	25,0	106367	834,98	2,44E+10	478,90	3,54E+07
14	1463	25,0	112979	886,88	2,92E+10	508,66	3,99E+07
15	1511	25,0	116710	916,17	3,22E+10	525,45	4,27E+07
16	1569	25,0	121292	952,14	3,62E+10	546,08	4,61E+07
17	1664	25,0	128755	1010,72	4,33E+10	579,67	5,20E+07
18	1731	28,0	149807	1175,98	5,43E+10	602,19	6,28E+07
19	1779	28,0	153985	1208,79	5,90E+10	618,99	6,63E+07
20	1854	28,0	160657	1261,16	6,70E+10	645,80	7,23E+07
21	1949	28,0	169015	1326,77	7,80E+10	679,39	8,00E+07
22	2044	28,0	177373	1392,38	9,02E+10	712,98	8,82E+07
23	2139	28,0	185731	1457,99	1,04E+11	746,57	9,68E+07
24	2234	28,0	194089	1523,60	1,18E+11	780,16	1,06E+08
25	2329	28,0	202447	1589,21	1,34E+11	813,75	1,15E+08
26	2424	28,0	210805	1654,82	1,51E+11	847,34	1,25E+08
27	2519	28,0	219163	1720,43	1,70E+11	880,93	1,35E+08

Elasticiteitsmodulus E-	N/mm^2	210000
Vloeigrens f_y	N/mm^2	355
Volumieke massa	kg/m^3	7850

2.3 - Computerschema

knoop nummer	knoop cord. "Z" - in mm	staaf i -- j	benaming staven	L_{staaf} mm	A_{eff} mm^2	I_x of I_y mm^4
1	62000	1 -- 2	1	570	2,33E+04	7,13E+08
2	61430	2 -- 3	2	2180	2,55E+04	9,30E+08
3	59250	3 -- 4	3	2750	2,93E+04	1,42E+09
4	56500	4 -- 5	4	2750	3,37E+04	2,15E+09
5	53750	5 -- 6	5	1750	3,72E+04	2,90E+09
6	52000	6 -- 7	6	1000	3,94E+04	3,43E+09
7	51000	7 -- 8	7	2750	5,06E+04	5,06E+09
8	48250	8 -- 9	8	2750	5,58E+04	6,78E+09
9	45500	9 -- 10	9	2750	6,10E+04	8,86E+09
10	42750	10 -- 11	10	750	7,83E+04	1,25E+10
11	42000	11 -- 12	11	2100	8,15E+04	1,42E+10
12	39900	12 -- 13	12	2850	8,72E+04	1,74E+10
13	37050	13 -- 14	13	2850	1,06E+05	2,44E+10
14	34200	14 -- 15	14	2200	1,13E+05	2,92E+10
15	32000	15 -- 16	15	650	1,17E+05	3,22E+10
16	31350	16 -- 17	16	2850	1,21E+05	3,62E+10
17	28500	17 -- 18	17	2850	1,29E+05	4,33E+10
18	25650	18 -- 19	18	1150	1,50E+05	5,43E+10
19	24500	19 -- 20	19	1700	1,54E+05	5,90E+10
20	22800	20 -- 21	20	2850	1,61E+05	6,70E+10
21	19950	21 -- 22	21	2850	1,69E+05	7,80E+10
22	17100	22 -- 23	22	2850	1,77E+05	9,02E+10
23	14250	23 -- 24	23	2850	1,86E+05	1,04E+11
24	11400	24 -- 25	24	2850	1,94E+05	1,18E+11
25	8550	25 -- 26	25	2850	2,02E+05	1,34E+11
26	5700	26 -- 27	26	2850	2,11E+05	1,51E+11
27	2850	27 -- 28	27	2850	2,19E+05	1,70E+11
28	0				0,00E+00	0,00E+00

3.0 - Berekening belastingen

3,1 - Berekening stuwdruk

Algemene gegevens:

Wind gebied : II - onbebouwd

Basiswindsnelheid $V_{b,0}$ = 27 m/s

Terreincategorie : II - Onbebouwd gebied

Richtingsfactor C_{dir} = 1,0

Seizoensfactor C_{season} = 1,0

Orografiefactor $C_o(z)$ = 1,0

Veiligheidsklaae 2

Volumieke massa van lucht; ρ = 1,25 kg/m^3

z_0 = 0,200 m

z_{min} = 4,0 m

Gemiddelde windsnelheid $V_m(z) = (V_{b,0} * C_{dir} * C_{season}) * c_r(z)$

$c_r(z) = k_r * \ln\{ z / z_0\}$ voor $z_{min} \leq z \leq z_{max}$

$c_r(z) = c_r (z_{min})$ voor $z \leq z_{min}$

$k_r = 0{,}19 \ln\{ z_0 / z_{0,II}\}^{0,07}$ $z_{0;II}$ = 0,05 m

Extreme stuwdruk $q_p(z) = (1 + 7*I_v(z)) * ½ * \rho * V_m^2(z)$

$I_v(z) = k_I / \{ c_o(z) * \ln(z / z_0) \}$ voor $z_{min} \leq z \leq z_{max}$; k_I = 1,0

$I_v(z) = I_v (z_{min})$ voor $z \leq z_{min}$

Sectie	hoogte z m	kr	$c_r(z)$	$V_m(z)$ m/s	$I_v(z)$	$q_p(z)$ N/m^2
1	61,72	0,21	1,20	32,40	0,17	1457
2	60,34	0,21	1,20	32,27	0,18	1449
3	57,88	0,21	1,19	32,04	0,18	1434
4	55,13	0,21	1,18	31,76	0,18	1416
5	52,88	0,21	1,17	31,53	0,18	1401
6	51,50	0,21	1,16	31,38	0,18	1391
7	49,63	0,21	1,15	31,17	0,18	1378
8	46,88	0,21	1,14	30,85	0,18	1358
9	44,13	0,21	1,13	30,50	0,19	1336
10	42,38	0,21	1,12	30,28	0,19	1322
11	40,95	0,21	1,11	30,08	0,19	1310
12	38,48	0,21	1,10	29,73	0,19	1288
13	35,63	0,21	1,09	29,30	0,19	1261
14	33,10	0,21	1,07	28,88	0,20	1236
15	31,68	0,21	1,06	28,63	0,20	1220
16	29,93	0,21	1,05	28,31	0,20	1201
17	27,08	0,21	1,03	27,74	0,20	1167
18	25,08	0,21	1,01	27,31	0,21	1142
19	23,65	0,21	1,00	26,98	0,21	1122
20	21,38	0,21	0,98	26,41	0,21	1089
21	18,53	0,21	0,95	25,60	0,22	1043
22	15,68	0,21	0,91	24,65	0,23	990
23	12,83	0,21	0,87	23,52	0,24	927
24	9,98	0,21	0,82	22,10	0,26	852
25	7,13	0,21	0,75	20,20	0,28	754
26	4,28	0,21	0,64	17,31	0,33	615
27	1,43	0,21	0,63	16,93	0,33	598

3.2 - Berekening eigenfrequentie mast en meewerkende massa

Verplaatsing van de mast t.g.v e.g mast en toplast

knoop nummer	staaf nummer	gewicht mast N	gewicht flenzen+ ge-leiders-N	dwarskr. kN	moment kNm	hoekver.φ rad.	verpl. δ mm
1	1 -- 2	1128	400	0,40	0,00	2,28E-02	816,69
2	2 -- 3	4684	3710	5,24	0,55	2,28E-02	803,68
3	3 -- 4	6745		9,92	17,07	2,27E-02	754,01
4	4 -- 5	7678		16,67	53,64	2,24E-02	691,86
5	5 -- 6	5372		24,35	110,03	2,19E-02	630,82
6	6 -- 7	3239	29694	59,41	157,34	2,15E-02	592,76
7	7 -- 8	11333		62,65	218,37	2,13E-02	571,34
8	8 -- 9	12452		73,98	406,24	2,05E-02	513,80
9	9 -- 10	13571		86,44	626,81	1,95E-02	458,74
10	10 -- 11	4720	4425	104,43	883,17	1,84E-02	406,58
11	11 -- 12	13757	30138	139,29	963,26	1,81E-02	392,89
12	12 -- 13	19946		153,05	1270,22	1,73E-02	355,64
13	13 -- 14	24224		172,99	1734,82	1,62E-02	307,82
14	14 -- 15	19841		197,22	2262,36	1,51E-02	263,27
15	15 -- 16	6053	30582	247,64	2718,06	1,42E-02	231,11
16	16 -- 17	27564		253,69	2881,00	1,39E-02	221,99
17	17 -- 18	29233		281,26	3643,30	1,27E-02	184,07
18	18 -- 19	13696		310,49	4486,53	1,14E-02	149,71
19	19 -- 20	20804	7694	331,88	4851,47	1,09E-02	136,87
20	20 -- 21	36371		352,68	5433,35	1,02E-02	118,88
21	21 -- 22	38240	20997	410,05	6490,32	9,02E-03	91,41
22	22 -- 23	40110		448,29	7713,46	7,78E-03	67,42
23	23 -- 24	41980		488,40	9048,24	6,52E-03	46,99
24	24 -- 25	43850		530,38	10500,00	5,24E-03	30,18
25	25 -- 26	45720		574,23	12074,08	3,95E-03	17,04
26	26 -- 27	47590		619,95	13775,79	2,64E-03	7,61
27	27 -- 28	49460		667,54	15610,46	1,32E-03	1,92
28			40090	757,09	17583,43	0,00E+00	0,00

Voor de berekening van de eigenfrequentie is de Rayleigh-Ritz methode toegepast.
Bij benadering kan eigenfrequentie bepaald worden door alle massa's m_i van het dynamische model dezelfde versnelling g in de richting van de beweging te geven en vervolgen eigen-trillingsvorm te berekenen onder invloed van krachten $F_i = m_i * g$

De eigenfrequentie van de eerste trillingsvorm kan berekend worden door:

$$n_{1,x} = 1 / 2\pi * \{ g * \Sigma m_i * \delta_i / \Sigma m_i * \delta_i^2 \}^{0,5}$$

m_i : de geconcentreerde massa in kg.

δ_i : de verplaatsing van het punt (i) in meter

g = 9,81 m/s^2 - versnelling van de zwaartekracht

knoop nummer	staaf nummer	gewicht mast N	gewicht flenzen+ geleiders-kg	verpl. δ m	$g\Sigma m_i.\delta_i$	$\Sigma m_i.\delta_i^2$
1	1 -- 2	112,8	40,0	0,817	1217,14	100,733
2	2 -- 3	468,4	371,0	0,804	6504,17	523,791
3	3 -- 4	674,5		0,754	4783,79	352,536
4	4 -- 5	767,8		0,692	4981,29	335,813
5	5 -- 6	537,2		0,631	3223,84	201,051
6	6 -- 7	323,9	2969,4	0,593	19116,23	1153,060
7	7 -- 8	1133,3		0,571	6032,04	333,619
8	8 -- 9	1245,2		0,514	5940,01	294,439
9	9 -- 10	1357,1		0,459	5760,19	254,047
10	10 -- 11	472,0	442,5	0,407	3615,64	148,561
11	11 -- 12	1375,7	3013,8	0,393	16666,87	657,924
12	12 -- 13	1994,6		0,356	6491,01	219,497
13	13 -- 14	2422,4		0,308	6785,87	197,523
14	14 -- 15	1984,1		0,263	4811,45	121,239
15	15 -- 16	605,3	3058,2	0,231	8278,56	194,405
16	16 -- 17	2756,4		0,222	5489,90	113,620
17	17 -- 18	2923,3		0,184	4785,97	81,419
18	18 -- 19	1369,6		0,150	1925,21	28,120
19	19 -- 20	2080,4	769,4	0,137	3642,79	48,430
20	20 -- 21	3637,1		0,119	3751,48	40,208
21	21 -- 22	3824,0	2099,7	0,091	4862,01	41,662
22	22 -- 23	4011,0		0,067	2250,87	13,125
23	23 -- 24	4198,0		0,047	1588,90	6,249
24	24 -- 25	4385,0		0,030	1015,50	2,444
25	25 -- 26	4572,0		0,017	552,74	0,694
26	26 -- 27	4759,0		0,008	222,53	0,108
27	27 -- 28	4946,0		0,002	46,66	0,005
28			4009,0	0,000	0,00	0,000
				Som	134343	5464

$$n_{1,x} = 1 / 2\pi * \{ g * \Sigma m_i * \delta_i / \Sigma m_i * \delta_i^2 \}^{0,5}$$

$n_{1,x}$	=	0,79	Hz

Meewerkende massa

$m_{i;e}$ is de equivalente massa m_e per lengte eenheid, in kg/m, gewogen naar de trillingsvorm :

$$m_e = \frac{\int_0^l m(s) * \phi^2_i(s)\, ds}{\int_0^l \phi^2_i(s)\, ds}$$

staaf nummer	massa m kg/m	ϕ_i	s m	ϕ_i^2 * (s)	ϕ_i^2 *(s)*m	ϕ_i * (s)
1 -- 2	919	0,992	0,570	0,56	515,51	0,57
2 -- 3	215	0,954	2,180	1,98	426,04	2,08
3 -- 4	245	0,885	2,750	2,15	528,56	2,43
4 -- 5	279	0,810	2,750	1,80	503,48	2,23
5 -- 6	2004	0,749	1,750	0,98	1967,74	1,31
6 -- 7	324	0,713	1,000	0,51	164,52	0,71
7 -- 8	412	0,664	2,750	1,21	500,20	1,83
8 -- 9	453	0,595	2,750	0,97	441,45	1,64
9 -- 10	654	0,530	2,750	0,77	505,08	1,46
10 -- 11	4648	0,489	0,750	0,18	835,10	0,37
11 -- 12	655	0,458	2,100	0,44	288,92	0,96
12 -- 13	700	0,406	2,850	0,47	329,09	1,16
13 -- 14	850	0,350	2,850	0,35	296,15	1,00
14 -- 15	2292	0,303	2,200	0,20	461,94	0,67
15 -- 16	931	0,277	0,650	0,05	46,58	0,18
16 -- 17	967	0,249	2,850	0,18	170,35	0,71
17 -- 18	1026	0,204	2,850	0,12	122,07	0,58
18 -- 19	1860	0,175	1,150	0,04	65,84	0,20
19 -- 20	1224	0,157	1,700	0,04	51,00	0,27
20 -- 21	2013	0,129	2,850	0,05	95,09	0,37
21 -- 22	1342	0,097	2,850	0,03	36,16	0,28
22 -- 23	1407	0,070	2,850	0,01	19,68	0,20
23 -- 24	1473	0,047	2,850	0,01	9,37	0,13
24 -- 25	1539	0,029	2,850	0,00	3,66	0,08
25 -- 26	1604	0,015	2,850	0,00	1,04	0,04
26 -- 27	1670	0,006	2,850	0,00	0,16	0,02
27 -- 28	3142	0,001	2,850	0,00	0,01	0,00
		Σ	62,00	13,11	8384,80	21,46

m_e = 8384,8 / 13,1 = 639,4 kg/m

3.3 - Berekening bouwwerkfactor c_sc_d

Eurocode 1- 4 : 6.3.1 - Procedure volgens bijlage C

$c_sc_d = 1 + 2 * k_p * I_v(z_s) * (B^2 + R^2)^{0,5} / (1 + 7 * I_v(z_s))$

$n = n_{1,x}$ =	0,79	Hz
b =	1,53	m
h =	62,00	m
$z_s = h_0 + 0,6 * h$ =	37,20	m
$\alpha = 0,67 + 0,05 * \ln(z_0)$ =	0,59	
De referentiehoogte z_t =	200	m
De referentielengteschaal L_t =	300	m
$L(z) = L_t * (z / z_t)^{\alpha}$ =	111,30	

$B^2 = 1 / \{1+1,5*[(b/L(z_s))^2 + (h/L(z_s))^2 + (b*h / L(z_s).L(z_s))^2]^{0,5}\}$

B^2 =	0,54	
δ_s =	0,012	(buismast)
$\delta_a = c_f * \rho * b * v_m(z_s)/ (2*n_1*m_e)$ =	0,067	
δ_d =	0	nvt, geen dempinstallatie
$\delta = \delta_s + \delta_a + \delta_d$ =	0,079	
$v_m(z_s)$ =	29,54	m/s
$v_m(z)$ =	32,43	m/s
$I_v(z_s)$ =	0,19	

$S_L(z,n) = 6,8 * f_L(z,n) / \{1+10,2*f_L(z,n)\}^{5/3}$ = 0,07

$f_L(z,n) = n * L(z) / v_m(z)$ =	2,71
$c_y = c_z$ =	11,5
$\phi_y = c_y * b * n / V_m(z_s)$	0,47
$\phi_z = c_y * h * n / V_m(z_s)$	19,05
G_y =	0,5
G_z =	0,28

$K_s(n) = 1 / \{ 1 + [(G_y.\phi_y)_2 + G_z.\phi_z)^2 + (2.G_y.\phi_y.G_z.\phi_z/\pi)^2]^{0,5} \}$

$K_s(n)$ =	0,16	
R^2 =	0,67	
T =	600	s
$v = n_{1,x} * (R^2/(B^2+R^2))^{0,5}$ =	0,59	Hz

$k_p = \{2*\ln(v*T)\}^{0,5} + 0,6 / \{ (2*\ln(v*T))^{0,5}\}$ = 3,60

c_sc_d = 1,08

3.4 - Bepaling krachtcoëfficiënt C_f

$C_f = C_{f,0} * \psi_\lambda$ doorsnede : Cirkelvormige doorsnede

$R_e = b * v(z_e) / \nu$; $v(z_e) = \{ 2 * q_p / \rho \}^{0,5}$

b is de diameter

ν is de kinematische viscositeit van de lucht $\nu = 15*10^{-6}$ m^2/s

$C_{f,0} = 1,2 + [(0,18 * \log(10*k/b)) / (1 + 0,4*\log(R_e / 10^6))]$

k = 0,20 (gegalvaniseerd staal)

ψ_λ confom EN-1991-1-4 - 7,13

member number	$v(z_e)$ m/s	R_e	$C_{f,0}$	ψ_λ	C_f
1	48,3	1,64E+06	0,80	0,81	0,65
2	48,2	1,78E+06	0,80	0,81	0,65
3	47,9	2,04E+06	0,80	0,81	0,65
4	47,6	2,31E+06	0,80	0,81	0,65
5	47,3	2,54E+06	0,80	0,81	0,65
6	47,2	2,67E+06	0,80	0,81	0,65
7	47,0	2,86E+06	0,80	0,81	0,65
8	46,6	3,12E+06	0,79	0,81	0,65
9	46,2	3,38E+06	0,79	0,81	0,64
10	46,0	3,54E+06	0,79	0,81	0,64
11	45,8	3,67E+06	0,79	0,81	0,64
12	45,4	3,89E+06	0,79	0,81	0,64
13	44,9	4,13E+06	0,79	0,81	0,64
14	44,5	4,34E+06	0,79	0,81	0,64
15	44,2	4,45E+06	0,79	0,81	0,64
16	43,8	4,59E+06	0,79	0,81	0,64
17	43,2	4,80E+06	0,79	0,81	0,64
18	42,7	4,93E+06	0,79	0,81	0,64
19	42,4	5,02E+06	0,79	0,81	0,64
20	41,7	5,16E+06	0,78	0,81	0,64
21	40,8	5,31E+06	0,78	0,81	0,64
22	39,8	5,42E+06	0,78	0,81	0,63
23	38,5	5,49E+06	0,78	0,81	0,63
24	36,9	5,50E+06	0,78	0,81	0,63
25	34,7	5,40E+06	0,77	0,81	0,63
26	31,4	5,07E+06	0,77	0,81	0,62
27	30,9	5,20E+06	0,77	0,81	0,62

3.5 - Gewicht, windoppervlak en windlast per staaf .

Gewicht (verticale belasting) bliksem en fase draden

	opstel hoogte m	aantal	gewicht / ophanging N	gewicht bevestiging N	totaal gewicht N
Bliksem	61,43	1	Vlg. KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-00138 V10.0 (18 - 11 - 2013) Appendix - N, N1 en N2		
1e traverse - 380C1F1	52,00	1			
2e traverse - 380C1F2	42,00	1			
3e traverse - 380C1F3	32,00	1			
Retourstroomgeleider	24,50	1			
				Σ Gew (kg)	0

Excentriciteit ophanging t.o.v hart mast

	opstel hoogte m	excet. in m
Bliksem	61,43	0,760
1e traverse - 380C1F1	52,00	0,000
2e traverse - 380C1F2	42,00	0,000
3e traverse - 380C1F3	32,00	0,000
Retourstroomgeleider	24,50	2,075

Windlast (horizontale belasting) bliksem en fase draden

	opstel hoogte m	aantal	F_{hor} ophanging N	F_{hor} bevestiging N	totaal $F_{hor.}$ N
Bliksem	61,43	1	Vlg. KEMA rapport		
1e traverse - 380C1F1	52,00	1			
2e traverse - 380C1F2	42,00	1			
3e traverse - 380C1F3	32,00	1			
Retourstroomgeleider	24,50	1			

3.6 - Gewicht en windbelasting van het mastlichaam

$F_{wind} = q_p(z) * C_s C_d * A$

staaf nummer	gewicht staven in N.	gewicht kab/ladder in N.	totaal gewicht in N.	windopp. staven in m².	windopp. ladder in m².	windlast in N	windlast in kN/m'.
1	1043	86	1128	0,189	0,068	404	0,709
2	4357	327	4684	0,787	0,262	1637	0,751
3	6333	413	6745	1,138	0,330	2267	0,824
4	7266	413	7678	1,299	0,330	2485	0,904
5	5109	263	5372	0,911	0,210	1691	0,966
6	3089	150	3239	0,550	0,120	1004	1,004
7	10920	413	11333	1,621	0,330	2896	1,053
8	12040	413	12452	1,781	0,330	3088	1,123
9	13159	413	13571	1,941	0,330	3269	1,189
10	4607	113	4720	0,557	0,090	921	1,229
11	13442	315	13757	1,623	0,252	2646	1,260
12	19519	428	19946	2,352	0,342	3737	1,311
13	23797	428	24224	2,523	0,342	3891	1,365
14	19511	330	19841	2,064	0,264	3098	1,408
15	5955	98	6053	0,629	0,078	930	1,430
16	27136	428	27564	2,863	0,342	4146	1,455
17	28806	428	29233	3,032	0,342	4242	1,488
18	13524	173	13696	1,271	0,138	1733	1,507
19	20549	255	20804	1,929	0,204	2578	1,517
20	35943	428	36371	3,367	0,342	4351	1,527
21	37813	428	38240	3,533	0,342	4353	1,527
22	39683	428	40110	3,698	0,342	4306	1,511
23	41553	428	41980	3,859	0,342	4197	1,473
24	43423	428	43850	4,018	0,342	4000	1,404
25	45292	428	45720	4,169	0,342	3666	1,286
26	47162	428	47590	4,305	0,342	3081	1,081
27	49032	428	49460	4,469	0,342	3099	1,087
	580063	9300	589363	inkl. C_t	inkl. C_t	$\Sigma F_{mast =}$	77717

Gewicht ladder = 15 kg / m'
Windoppervlak ladder = 0,12 m^2 / m'

3.7 - Berekende belastingen

1 - Eigen gewichten (Ultimate limit state)

knoop nummer	staaf i--j	eg mast inc. Ladder in N/m'	eg draden BG - 1a in N	eg draden BG - 1b in N	eg draden BG - 3 in N	eg draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	2375	480	480	480	480
2	2 -- 3	2579	4452	4450	18488	5956
3	3 -- 4	2943				
4	4 -- 5	3350				
5	5 -- 6	3683				
6	6 -- 7	3887	35640	35620	60300	41654
7	7 -- 8	4945				
8	8 -- 9	5434				
9	9 -- 10	5922				
10	10 -- 11	7552	5309	5309	5309	5309
11	11 -- 12	7861	36172	36152	60832	42186
12	12 -- 13	8398				
13	13 -- 14	10200				
14	14 -- 15	10823				
15	15 -- 16	11174	36703	36685	61365	42719
16	16 -- 17	11606				
17	17 -- 18	12309				
18	18 -- 19	14292				
19	19 -- 20	14685	9234	9230	37352	12244
20	20 -- 21	15314				
21	21 -- 22	16101	25196	25196	25196	25196
22	22 -- 23	16889				
23	23 -- 24	17676				
24	24 -- 25	18463				
25	25 -- 26	19251				
26	26 -- 27	20038				
27	27 -- 28	20825				
28			48108	48108	48108	48108

KEMA rapport - bijlage N - windhoek 90 graden

eg flenzen + ringen * γ_g (γ_g = 1,2)

eg mast * γ_g (γ_g = 1,2)

Berekende gewichten voor voetplaat, flenzen en ringen

Voetplaat : rond 3180 / 1900 , t = 100 mm ; G = 4009 kg
Flenzen op 19,95m : 2 * rond 1903 / 1385 , t = 100 mm ; G = 2100 kg
Flenzen op 42,75m : 2 * rond 1142 / 840 , t = 60 mm ; G = 442 kg
Topplaat / Hijsplaat + kap : rond 500 / 300 , t = 30 mm ; G = 40 kg
Bevestigingsringen op 52m : 2 * rond 1103 / 833 , t = 20 mm ; G = 129 kg
Bevestigingsringen op 42m : 2 * rond 1437 / 1167 , t = 20 mm ; G = 173 kg
Bevestigingsringen op 27m : 2 * rond 1770 / 1500 , t = 20 mm ; G = 218 kg

2 - Horizontale belasting (Serviceability limit state)

knoop nummer	staaf i--j	wind belasting mast in N/m'	hor. Bel. draden BG - 1a in N	hor. Bel. draden BG - 1b in N	hor. Bel. draden BG - 3 in N	hor. Bel. draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	709				
2	2 -- 3	751	30124	17972	49018	19140
3	3 -- 4	824				
4	4 -- 5	904				
5	5 -- 6	966				
6	6 -- 7	1004	188346	134720	193882	131344
7	7 -- 8	1053				
8	8 -- 9	1123				
9	9 -- 10	1189				
10	10 -- 11	1229				
11	11 -- 12	1260	180120	133816	190890	130514
12	12 -- 13	1311				
13	13 -- 14	1365				
14	14 -- 15	1408				
15	15 -- 16	1430	169778	132702	187214	129488
16	16 -- 17	1455				
17	17 -- 18	1488				
18	18 -- 19	1507				
19	19 -- 20	1517	48330	35300	91506	37994
20	20 -- 21	1527				
21	21 -- 22	1527				
22	22 -- 23	1511				
23	23 -- 24	1473				
24	24 -- 25	1404				
25	25 -- 26	1286				
26	26 -- 27	1081				
27	27 -- 28	1087				
28						

KEMA rapport - bijlage N2 - windhoek 90 graden

wind mast * γ_q (γ_q = 1,0)

3 - Horizontale belasting (Ultimate limit state)

knoop nummer	staaf i--j	wind belasting mast in N/m'	hor. Bel. draden BG - 1a in N	hor. Bel. draden BG - 1b in N	hor. Bel. draden BG - 3 in N	hor. Bel. draden BG - 4 in N
1	1 -- 2	1134				
2	2 -- 3	1201	40858	21496	64900	23680
3	3 -- 4	1319				
4	4 -- 5	1446				
5	5 -- 6	1546				
6	6 -- 7	1606	249960	158060	246154	158668
7	7 -- 8	1685				
8	8 -- 9	1796				
9	9 -- 10	1902				
10	10 -- 11	1966				
11	11 -- 12	2016	237744	156606	241614	157360
12	12 -- 13	2098				
13	13 -- 14	2184				
14	14 -- 15	2253				
15	15 -- 16	2288	222234	154820	236024	155744
16	16 -- 17	2328				
17	17 -- 18	2382				
18	18 -- 19	2411				
19	19 -- 20	2427	63902	41552	120024	46474
20	20 -- 21	2443				
21	21 -- 22	2444				
22	22 -- 23	2418				
23	23 -- 24	2356				
24	24 -- 25	2246				
25	25 -- 26	2058				
26	26 -- 27	1729				
27	27 -- 28	1740				
28						

KEMA rapport - bijlage N - windhoek 90 graden

wind mast * γ_q (γ_q = 1,6)

4.0 - Resultaat berekeningen

4.1 - Berekenen verplaatsingen in SLS-toestand (Servieability limit state)

A - Wind belasting mastlichaam (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2	404		0	0,00E+00	3,69E-03	123
2	2 -- 3	1637		404	1,26E+05	3,69E-03	120
3	3 -- 4	2267		2041	2,87E+06	3,68E-03	112
4	4 -- 5	2485		4308	1,18E+07	3,61E-03	102
5	5 -- 6	1691		6793	2,73E+07	3,50E-03	93
6	6 -- 7	1004		8484	4,10E+07	3,40E-03	87
7	7 -- 8	2896		9488	5,02E+07	3,34E-03	83
8	8 -- 9	3088		12384	8,09E+07	3,17E-03	74
9	9 -- 10	3269		15472	1,20E+08	2,98E-03	66
10	10 -- 11	921		18741	1,68E+08	2,77E-03	58
11	11 -- 12	2646		19662	1,82E+08	2,72E-03	56
12	12 -- 13	3737		22308	2,27E+08	2,58E-03	50
13	13 -- 14	3891		26045	2,97E+08	2,37E-03	43
14	14 -- 15	3098		29936	3,79E+08	2,19E-03	37
15	15 -- 16	930		33034	4,49E+08	2,04E-03	32
16	16 -- 17	4146		33964	4,71E+08	1,99E-03	31
17	17 -- 18	4242		38110	5,75E+08	1,80E-03	25
18	18 -- 19	1733		42352	6,91E+08	1,60E-03	20
19	19 -- 20	2578		44085	7,42E+08	1,53E-03	19
20	20 -- 21	4351		46663	8,20E+08	1,42E-03	16
21	21 -- 22	4353		51014	9,60E+08	1,24E-03	12
22	22 -- 23	4306		55367	1,11E+09	1,06E-03	9
23	23 -- 24	4197		59673	1,28E+09	8,80E-04	6
24	24 -- 25	4000		63871	1,46E+09	7,01E-04	4
25	25 -- 26	3666		67871	1,64E+09	5,24E-04	2
26	26 -- 27	3081		71537	1,84E+09	3,47E-04	1
27	27 -- 28	3099		74618	2,05E+09	1,72E-04	0
28				77717	2,27E+09	0,00E+00	0

B - Horizontale belasting - belastinggeval 1a (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	5,03E-02	1662
2	2 -- 3		30124	30124	1,48E+05	5,03E-02	1634
3	3 -- 4			30124	6,69E+07	4,99E-02	1524
4	4 -- 5			30124	1,52E+08	4,89E-02	1388
5	5 -- 6			30124	2,38E+08	4,78E-02	1255
6	6 -- 7		188346	218470	2,96E+08	4,70E-02	1172
7	7 -- 8			218470	5,17E+08	4,64E-02	1125
8	8 -- 9			218470	1,13E+09	4,43E-02	1000
9	9 -- 10			218470	1,74E+09	4,16E-02	882
10	10 -- 11			218470	2,35E+09	3,86E-02	771
11	11 -- 12		180120	398590	2,52E+09	3,79E-02	743
12	12 -- 13			398590	3,37E+09	3,58E-02	665
13	13 -- 14			398590	4,52E+09	3,27E-02	567
14	14 -- 15			398590	5,67E+09	2,99E-02	478
15	15 -- 16		169778	568368	6,56E+09	2,77E-02	414
16	16 -- 17			568368	6,94E+09	2,71E-02	397
17	17 -- 18			568368	8,58E+09	2,42E-02	323
18	18 -- 19			568368	1,02E+10	2,12E-02	259
19	19 -- 20		48330	616698	1,09E+10	2,01E-02	235
20	20 -- 21			616698	1,19E+10	1,86E-02	202
21	21 -- 22			616698	1,37E+10	1,60E-02	153
22	22 -- 23			616698	1,55E+10	1,34E-02	111
23	23 -- 24			616698	1,73E+10	1,10E-02	76
24	24 -- 25			616698	1,90E+10	8,60E-03	48
25	25 -- 26			616698	2,08E+10	6,31E-03	27
26	26 -- 27			616698	2,26E+10	4,12E-03	12
27	27 -- 28			616698	2,43E+10	2,01E-03	3
28	28 -- 29			616698	2,61E+10	0,00E+00	0

C - Horizontale belasting - belastinggeval 1b (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	3,53E-02	1188
2	2 -- 3		17972	17972	1,04E+05	3,53E-02	1168
3	3 -- 4			17972	4,00E+07	3,51E-02	1091
4	4 -- 5			17972	9,10E+07	3,45E-02	995
5	5 -- 6			17972	1,43E+08	3,37E-02	901
6	6 -- 7		134720	152692	1,78E+08	3,33E-02	843
7	7 -- 8			152692	3,32E+08	3,29E-02	809
8	8 -- 9			152692	7,59E+08	3,15E-02	721
9	9 -- 10			152692	1,19E+09	2,97E-02	636
10	10 -- 11			152692	1,61E+09	2,76E-02	557
11	11 -- 12		133816	286508	1,73E+09	2,71E-02	537
12	12 -- 13			286508	2,34E+09	2,57E-02	481
13	13 -- 14			286508	3,17E+09	2,36E-02	411
14	14 -- 15			286508	4,00E+09	2,16E-02	347
15	15 -- 16		132702	419210	4,64E+09	2,00E-02	301
16	16 -- 17			419210	4,92E+09	1,96E-02	288
17	17 -- 18			419210	6,13E+09	1,75E-02	235
18	18 -- 19			419210	7,33E+09	1,54E-02	188
19	19 -- 20		35300	454510	7,82E+09	1,46E-02	171
20	20 -- 21			454510	8,60E+09	1,35E-02	147
21	21 -- 22			454510	9,91E+09	1,16E-02	111
22	22 -- 23			454510	1,12E+10	9,78E-03	81
23	23 -- 24			454510	1,25E+10	7,99E-03	55
24	24 -- 25			454510	1,38E+10	6,26E-03	35
25	25 -- 26			454510	1,51E+10	4,60E-03	19
26	26 -- 27			454510	1,64E+10	3,00E-03	9
27	27 -- 28			454510	1,77E+10	1,47E-03	2
28				454510	1,90E+10	0,00E+00	0

D - Horizontale belasting - belastinggeval 3 (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	5,93E-02	1896
2	2 -- 3		49018	49018	1,75E+05	5,93E-02	1862
3	3 -- 4			49018	1,08E+08	5,87E-02	1733
4	4 -- 5			49018	2,46E+08	5,71E-02	1574
5	5 -- 6			49018	3,84E+08	5,52E-02	1419
6	6 -- 7		193882	242900	4,76E+08	5,40E-02	1324
7	7 -- 8			242900	7,22E+08	5,31E-02	1270
8	8 -- 9			242900	1,40E+09	5,04E-02	1127
9	9 -- 10			242900	2,08E+09	4,70E-02	993
10	10 -- 11			242900	2,76E+09	4,35E-02	868
11	11 -- 12		190890	433790	2,95E+09	4,27E-02	836
12	12 -- 13			433790	3,87E+09	4,03E-02	749
13	13 -- 14			433790	5,13E+09	3,68E-02	639
14	14 -- 15			433790	6,38E+09	3,36E-02	538
15	15 -- 16		187214	621004	7,35E+09	3,11E-02	467
16	16 -- 17			621004	7,76E+09	3,04E-02	447
17	17 -- 18			621004	9,56E+09	2,71E-02	365
18	18 -- 19			621004	1,13E+10	2,39E-02	292
19	19 -- 20		91506	712510	1,21E+10	2,27E-02	266
20	20 -- 21			712510	1,33E+10	2,09E-02	228
21	21 -- 22			712510	1,53E+10	1,80E-02	173
22	22 -- 23			712510	1,74E+10	1,52E-02	125
23	23 -- 24			712510	1,94E+10	1,24E-02	86
24	24 -- 25			712510	2,15E+10	9,74E-03	54
25	25 -- 26			712510	2,35E+10	7,16E-03	30
26	26 -- 27			712510	2,56E+10	4,67E-03	13
27	27 -- 28			712510	2,76E+10	2,28E-03	3
28				712510	2,97E+10	0,00E+00	0

E - Horizontale belasting - belastinggeval 4 (incl. 2e orde effect)

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	3,50E-02	1172
2	2 -- 3		19140	19140	1,03E+05	3,50E-02	1152
3	3 -- 4			19140	4,26E+07	3,48E-02	1076
4	4 -- 5			19140	9,68E+07	3,41E-02	981
5	5 -- 6			19140	1,52E+08	3,34E-02	888
6	6 -- 7		131344	150484	1,89E+08	3,29E-02	830
7	7 -- 8			150484	3,41E+08	3,25E-02	798
8	8 -- 9			150484	7,61E+08	3,11E-02	710
9	9 -- 10			150484	1,18E+09	2,93E-02	627
10	10 -- 11			150484	1,60E+09	2,72E-02	549
11	11 -- 12		130514	280998	1,72E+09	2,67E-02	529
12	12 -- 13			280998	2,32E+09	2,53E-02	474
13	13 -- 14			280998	3,13E+09	2,32E-02	405
14	14 -- 15			280998	3,94E+09	2,12E-02	341
15	15 -- 16		129488	410486	4,57E+09	1,97E-02	296
16	16 -- 17			410486	4,84E+09	1,92E-02	283
17	17 -- 18			410486	6,03E+09	1,72E-02	231
18	18 -- 19			410486	7,21E+09	1,51E-02	185
19	19 -- 20		37994	448480	7,69E+09	1,44E-02	168
20	20 -- 21			448480	8,46E+09	1,33E-02	145
21	21 -- 22			448480	9,75E+09	1,14E-02	109
22	22 -- 23			448480	1,10E+10	9,63E-03	79
23	23 -- 24			448480	1,23E+10	7,87E-03	54
24	24 -- 25			448480	1,36E+10	6,17E-03	34
25	25 -- 26			448480	1,49E+10	4,53E-03	19
26	26 -- 27			448480	1,62E+10	2,95E-03	8
27	27 -- 28			448480	1,75E+10	1,45E-03	2
28				448480	1,88E+10	0,00E+00	0

F - Excentriciteit moment t.g.v. eigengewicht draden

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2				0,00E+00	1,36E-04	2
2	2 -- 3				2,82E+06	1,36E-04	2
3	3 -- 4				2,82E+06	1,04E-04	2
4	4 -- 5				2,82E+06	7,83E-05	1
5	5 -- 6				2,82E+06	6,12E-05	1
6	6 -- 7				2,82E+06	5,30E-05	1
7	7 -- 8				2,82E+06	4,91E-05	1
8	8 -- 9				2,82E+06	4,18E-05	1
9	9 -- 10				2,82E+06	3,64E-05	1
10	10 -- 11				2,82E+06	3,22E-05	1
11	11 -- 12				2,82E+06	3,14E-05	1
12	12 -- 13				2,82E+06	2,95E-05	1
13	13 -- 14				2,82E+06	2,73E-05	1
14	14 -- 15				2,82E+06	2,57E-05	0
15	15 -- 16				2,82E+06	2,47E-05	0
16	16 -- 17				2,82E+06	2,44E-05	0
17	17 -- 18				2,82E+06	2,33E-05	0
18	18 -- 19				2,82E+06	2,25E-05	0
19	19 -- 20				1,88E+07	2,22E-05	0
20	20 -- 21				1,88E+07	1,96E-05	0
21	21 -- 22				1,88E+07	1,58E-05	0
22	22 -- 23				1,88E+07	1,25E-05	0
23	23 -- 24				1,88E+07	9,71E-06	0
24	24 -- 25				1,88E+07	7,24E-06	0
25	25 -- 26				1,88E+07	5,08E-06	0
26	26 -- 27				1,88E+07	3,18E-06	0
27	27 -- 28				1,88E+07	1,50E-06	0
28					1,88E+07	0,00E+00	0

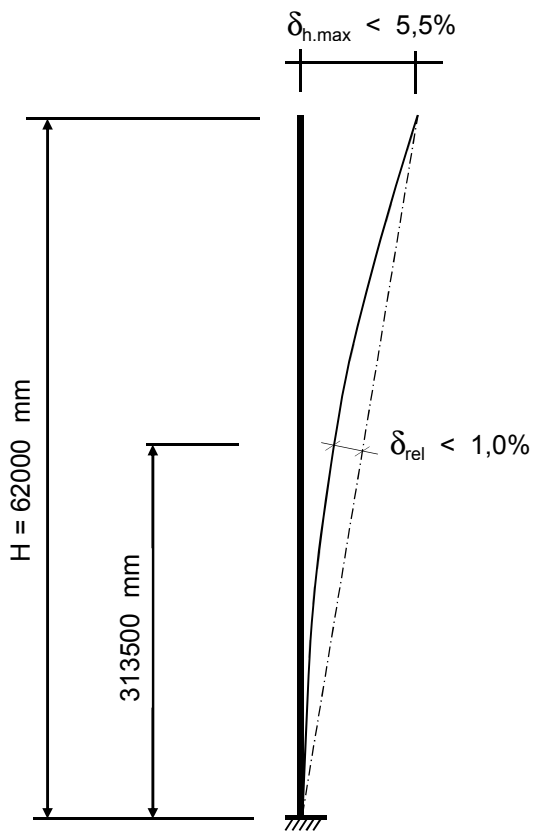
4.2 - Maximale horizontale verplaatsingen in SLS-toestand

Maatgevende combinatie - Serviceability limit state:

Eigengewicht conductors, insulators	Q_k =	1,00
Windbelasting mastlichaam	Q_{wk} =	0,30
Belasting geval 1a	Q_{wk} =	0,00
Belasting geval 1b	Q_{wk} =	0,00
Belasting geval 3	Q_{ik} =	1,00
Belasting geval 4	Q_{pk} =	0,00

knoop nummer	staaf i--j	hoekver. φ radian	verpl. δ_{hor} mm
1	1 -- 2	6,1E-02	1935
2	2 -- 3	6,1E-02	1900
3	3 -- 4	6,0E-02	1768
4	4 -- 5	5,8E-02	1606
5	5 -- 6	5,6E-02	1448
6	6 -- 7	5,5E-02	1351
7	7 -- 8	5,4E-02	1296
8	8 -- 9	5,1E-02	1150
9	9 -- 10	4,8E-02	1013
10	10 -- 11	4,4E-02	886
11	11 -- 12	4,4E-02	853
12	12 -- 13	4,1E-02	764
13	13 -- 14	3,7E-02	652
14	14 -- 15	3,4E-02	550
15	15 -- 16	3,2E-02	477
16	16 -- 17	3,1E-02	457
17	17 -- 18	2,8E-02	373
18	18 -- 19	2,4E-02	299
19	19 -- 20	2,3E-02	271
20	20 -- 21	2,1E-02	233
21	21 -- 22	1,8E-02	177
22	22 -- 23	1,6E-02	128
23	23 -- 24	1,3E-02	88
24	24 -- 25	1,0E-02	56
25	25 -- 26	7,3E-03	31
26	26 -- 27	4,8E-03	14
27	27 -- 28	2,3E-03	3
28	28 -- 29	0,0E+00	0

4.3 - Toetsing maximale horizontale verplaatsingen



Controle verplaatsingen

δ_h = 1935 mm ----> δ_h *100 / 62000

Percentage uitbuig. = 3,12 % voldoet , max verpl. < 5,5 %

max. relatieve verplaatsing mast, t.p.v knoop x :

δ_{rel} = [{δ_{hor} * (hoogte knoop x) / (totale hoogte)} - $\delta_{knoop\ x}$] * Cosα

Knoop 16 ; Hoogte = 31350 mm
$\delta_{knoop\ x}$ = 457 mm
α = 1,79 graden

δ_{rel} = 521 mm ----> δ_h *100 / 62000

Percentage uitbuig. = 0,84 % voldoet , max verpl. < 1 %

De maximale verplaatsing voldoet aan stijfheidseisen volgen NEN -EN 50341-3 (november 2001) .

4.4 - Berekening krachten in ULS-toestand - (Ultimate limit state)

A - Wind belasting mastlichaam

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	normaalkr. N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2	606	480	0	0,00E+00	5,82E-03	193
2	2 -- 3	2455	6286	647	1,84E+05	5,82E-03	190
3	3 -- 4	3401	11907	3266	4,45E+06	5,80E-03	177
4	4 -- 5	3728	20002	6893	1,84E+07	5,70E-03	162
5	5 -- 6	2537	29215	10869	4,28E+07	5,52E-03	146
6	6 -- 7	1505	71301	13575	6,42E+07	5,36E-03	137
7	7 -- 8	4344	75188	15181	7,86E+07	5,27E-03	131
8	8 -- 9	4632	88787	19814	1,27E+08	5,00E-03	117
9	9 -- 10	4904	103729	24755	1,88E+08	4,70E-03	104
10	10 -- 11	1382	125324	29985	2,63E+08	4,37E-03	91
11	11 -- 12	3969	167161	31460	2,86E+08	4,29E-03	88
12	12 -- 13	5605	183669	35693	3,57E+08	4,06E-03	79
13	13 -- 14	5837	207604	41672	4,67E+08	3,74E-03	68
14	14 -- 15	4647	236674	47897	5,95E+08	3,45E-03	58
15	15 -- 16	1394	297186	52854	7,06E+08	3,22E-03	51
16	16 -- 17	6219	304450	54342	7,40E+08	3,15E-03	48
17	17 -- 18	6363	337526	60976	9,05E+08	2,84E-03	40
18	18 -- 19	2599	372606	67763	1,09E+09	2,53E-03	32
19	19 -- 20	3868	398275	70535	1,17E+09	2,41E-03	29
20	20 -- 21	6527	423240	74661	1,29E+09	2,24E-03	25
21	21 -- 22	6529	492081	81623	1,51E+09	1,96E-03	19
22	22 -- 23	6460	537969	88587	1,76E+09	1,68E-03	14
23	23 -- 24	6296	586102	95477	2,02E+09	1,39E-03	10
24	24 -- 25	6000	636478	102193	2,30E+09	1,11E-03	6
25	25 -- 26	5499	689098	108594	2,60E+09	8,29E-04	4
26	26 -- 27	4621	743962	114460	2,92E+09	5,50E-04	2
27	27 -- 28	4649	801070	119389	3,25E+09	2,73E-04	0
28			908529	124347	3,60E+09	0,00E+00	0

B - Horizontale belasting - belastinggeval 1a

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	6,60E-02	2175
2	2 -- 3		40858	40858	0,00E+00	6,60E-02	2138
3	3 -- 4			40858	8,91E+07	6,55E-02	1994
4	4 -- 5			40858	2,01E+08	6,41E-02	1816
5	5 -- 6			40858	3,14E+08	6,25E-02	1642
6	6 -- 7		249960	290818	3,85E+08	6,15E-02	1533
7	7 -- 8			290818	6,76E+08	6,08E-02	1472
8	8 -- 9			290818	1,48E+09	5,80E-02	1308
9	9 -- 10			290818	2,28E+09	5,44E-02	1153
10	10 -- 11			290818	3,08E+09	5,04E-02	1009
11	11 -- 12		237744	528562	3,29E+09	4,95E-02	971
12	12 -- 13			528562	4,40E+09	4,68E-02	870
13	13 -- 14			528562	5,91E+09	4,28E-02	742
14	14 -- 15			528562	7,42E+09	3,91E-02	625
15	15 -- 16		222234	750796	8,58E+09	3,62E-02	542
16	16 -- 17			750796	9,07E+09	3,54E-02	519
17	17 -- 18			750796	1,12E+10	3,16E-02	423
18	18 -- 19			750796	1,33E+10	2,77E-02	338
19	19 -- 20		63902	814698	1,42E+10	2,63E-02	307
20	20 -- 21			814698	1,56E+10	2,43E-02	264
21	21 -- 22			814698	1,79E+10	2,09E-02	200
22	22 -- 23			814698	2,02E+10	1,76E-02	145
23	23 -- 24			814698	2,26E+10	1,44E-02	99
24	24 -- 25			814698	2,49E+10	1,12E-02	63
25	25 -- 26			814698	2,72E+10	8,26E-03	35
26	26 -- 27			814698	2,95E+10	5,39E-03	15
27	27 -- 28			814698	3,18E+10	2,63E-03	4
28				814698	3,42E+10	0,00E+00	0

C - Horizontale belasting - belastinggeval 1b

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	4,09E-02	1375
2	2 -- 3		21496	21496	0,00E+00	4,09E-02	1352
3	3 -- 4			21496	4,69E+07	4,06E-02	1263
4	4 -- 5			21496	1,06E+08	3,99E-02	1152
5	5 -- 6			21496	1,65E+08	3,91E-02	1044
6	6 -- 7		158060	179556	2,03E+08	3,85E-02	976
7	7 -- 8			179556	3,82E+08	3,81E-02	937
8	8 -- 9			179556	8,76E+08	3,65E-02	834
9	9 -- 10			179556	1,37E+09	3,43E-02	737
10	10 -- 11			179556	1,86E+09	3,20E-02	645
11	11 -- 12		156606	336162	2,00E+09	3,14E-02	622
12	12 -- 13			336162	2,70E+09	2,97E-02	557
13	13 -- 14			336162	3,66E+09	2,73E-02	476
14	14 -- 15			336162	4,62E+09	2,50E-02	401
15	15 -- 16		154820	490982	5,36E+09	2,32E-02	348
16	16 -- 17			490982	5,68E+09	2,26E-02	334
17	17 -- 18			490982	7,08E+09	2,02E-02	272
18	18 -- 19			490982	8,48E+09	1,78E-02	218
19	19 -- 20		41552	532534	9,04E+09	1,69E-02	198
20	20 -- 21			532534	9,95E+09	1,56E-02	170
21	21 -- 22			532534	1,15E+10	1,35E-02	129
22	22 -- 23			532534	1,30E+10	1,13E-02	93
23	23 -- 24			532534	1,45E+10	9,26E-03	64
24	24 -- 25			532534	1,60E+10	7,26E-03	40
25	25 -- 26			532534	1,75E+10	5,33E-03	22
26	26 -- 27			532534	1,91E+10	3,48E-03	10
27	27 -- 28			532534	2,06E+10	1,70E-03	2
28				532534	2,21E+10	0,00E+00	0

D - Horizontale belasting - belastinggeval 3

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	$F_{last;hor.}$ N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	7,51E-02	2392
2	2 -- 3		64900	64900	0,00E+00	7,51E-02	2349
3	3 -- 4			64900	1,41E+08	7,43E-02	2186
4	4 -- 5			64900	3,20E+08	7,22E-02	1984
5	5 -- 6			64900	4,98E+08	6,97E-02	1789
6	6 -- 7		246154	311054	6,12E+08	6,81E-02	1668
7	7 -- 8			311054	9,23E+08	6,71E-02	1600
8	8 -- 9			311054	1,78E+09	6,36E-02	1420
9	9 -- 10			311054	2,63E+09	5,93E-02	1251
10	10 -- 11			311054	3,49E+09	5,48E-02	1094
11	11 -- 12		241614	552668	3,72E+09	5,38E-02	1053
12	12 -- 13			552668	4,88E+09	5,07E-02	943
13	13 -- 14			552668	6,46E+09	4,63E-02	805
14	14 -- 15			552668	8,03E+09	4,23E-02	678
15	15 -- 16		236024	788692	9,25E+09	3,92E-02	589
16	16 -- 17			788692	9,76E+09	3,83E-02	564
17	17 -- 18			788692	1,20E+10	3,42E-02	460
18	18 -- 19			788692	1,43E+10	3,01E-02	368
19	19 -- 20		120024	908716	1,52E+10	2,86E-02	335
20	20 -- 21			908716	1,67E+10	2,64E-02	288
21	21 -- 22			908716	1,93E+10	2,27E-02	218
22	22 -- 23			908716	2,19E+10	1,92E-02	158
23	23 -- 24			908716	2,45E+10	1,57E-02	108
24	24 -- 25			908716	2,71E+10	1,23E-02	68
25	25 -- 26			908716	2,97E+10	9,02E-03	38
26	26 -- 27			908716	3,22E+10	5,89E-03	17
27	27 -- 28			908716	3,48E+10	2,88E-03	4
28				908716	3,74E+10	0,00E+00	0

E - Horizontale belasting - belastinggeval 4

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2			0	0,00E+00	4,18E-02	1399
2	2 -- 3		23680	23680	0,00E+00	4,18E-02	1376
3	3 -- 4			23680	5,16E+07	4,16E-02	1285
4	4 -- 5			23680	1,17E+08	4,08E-02	1171
5	5 -- 6			23680	1,82E+08	3,99E-02	1060
6	6 -- 7		158668	182348	2,23E+08	3,93E-02	991
7	7 -- 8			182348	4,06E+08	3,88E-02	952
8	8 -- 9			182348	9,07E+08	3,71E-02	847
9	9 -- 10			182348	1,41E+09	3,49E-02	748
10	10 -- 11			182348	1,91E+09	3,25E-02	655
11	11 -- 12		157360	339708	2,05E+09	3,19E-02	631
12	12 -- 13			339708	2,76E+09	3,02E-02	566
13	13 -- 14			339708	3,73E+09	2,77E-02	483
14	14 -- 15			339708	4,70E+09	2,53E-02	407
15	15 -- 16		155744	495452	5,44E+09	2,35E-02	354
16	16 -- 17			495452	5,77E+09	2,30E-02	338
17	17 -- 18			495452	7,18E+09	2,05E-02	276
18	18 -- 19			495452	8,59E+09	1,81E-02	221
19	19 -- 20		46474	541926	9,16E+09	1,72E-02	201
20	20 -- 21			541926	1,01E+10	1,59E-02	173
21	21 -- 22			541926	1,16E+10	1,37E-02	131
22	22 -- 23			541926	1,32E+10	1,15E-02	95
23	23 -- 24			541926	1,47E+10	9,40E-03	65
24	24 -- 25			541926	1,63E+10	7,37E-03	41
25	25 -- 26			541926	1,78E+10	5,41E-03	23
26	26 -- 27			541926	1,93E+10	3,53E-03	10
27	27 -- 28			541926	2,09E+10	1,73E-03	2
28				541926	2,24E+10	0,00E+00	0

F - Excentriciteit moment t.g.v. eigengewicht draden

knoop nummer	staaf i--j	$Q_{last;hor}$ N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	hor. verpl. mm
1	1 -- 2				0,00E+00	1,63E-04	2
2	2 -- 3				3,38E+06	1,63E-04	2
3	3 -- 4				3,38E+06	1,25E-04	2
4	4 -- 5				3,38E+06	9,40E-05	2
5	5 -- 6				3,38E+06	7,34E-05	1
6	6 -- 7				3,38E+06	6,37E-05	1
7	7 -- 8				3,38E+06	5,90E-05	1
8	8 -- 9				3,38E+06	5,02E-05	1
9	9 -- 10				3,38E+06	4,37E-05	1
10	10 -- 11				3,38E+06	3,87E-05	1
11	11 -- 12				3,38E+06	3,77E-05	1
12	12 -- 13				3,38E+06	3,53E-05	1
13	13 -- 14				3,38E+06	3,27E-05	1
14	14 -- 15				3,38E+06	3,08E-05	1
15	15 -- 16				3,38E+06	2,96E-05	0
16	16 -- 17				3,38E+06	2,93E-05	0
17	17 -- 18				3,38E+06	2,80E-05	0
18	18 -- 19				3,38E+06	2,70E-05	0
19	19 -- 20				2,25E+07	2,66E-05	0
20	20 -- 21				2,25E+07	2,35E-05	0
21	21 -- 22				2,25E+07	1,90E-05	0
22	22 -- 23				2,25E+07	1,50E-05	0
23	23 -- 24				2,25E+07	1,16E-05	0
24	24 -- 25				2,25E+07	8,69E-06	0
25	25 -- 26				2,25E+07	6,10E-06	0
26	26 -- 27				2,25E+07	3,82E-06	0
27	27 -- 28				2,25E+07	1,80E-06	0
28					2,25E+07	0,00E+00	0

4.5 - Maximale krachten in ULS-toestand

			)**
Eigengewicht conductors, insulators	Q_k =	1,20	1,20
Eigengewicht mast	Q_k =	1,20	1,20
Windbelasting mastlichaam	Q_{wk} =	1,60	0,45
Belasting geval 1a	Q_{wk} =	1,50	0,00
Belasting geval 1b	Q_{wk} =	0,00	0,00
Belasting geval 3	Q_{ik} =	0,00	1,50
Belasting geval 4	Q_{pk} =	0,00	0,00

knoop nummer	staaf i--j	normaal kr. kN	dwars kr. kN	moment kNm
1	1 -- 2	0,48	0,00	0,00
2	2 -- 3	20,32	65,08	14,09
3	3 -- 4	25,94	65,82	156,77
4	4 -- 5	34,04	66,84	339,18
5	5 -- 6	43,25	67,96	524,52
6	6 -- 7	110,00	314,87	644,11
7	7 -- 8	113,88	315,32	959,21
8	8 -- 9	127,48	316,63	1828,14
9	9 -- 10	142,43	318,02	2700,78
10	10 -- 11	164,02	320,80	3577,34
11	11 -- 12	230,52	561,52	3817,11
12	12 -- 13	247,02	564,25	4997,55
13	13 -- 14	270,96	570,23	6603,66
14	14 -- 15	300,03	576,46	8214,66
15	15 -- 16	385,20	803,65	9461,70
16	16 -- 17	392,47	805,14	9984,15
17	17 -- 18	425,54	811,77	12278,14
18	18 -- 19	460,62	818,56	14577,51
19	19 -- 20	514,41	928,55	15584,38
20	20 -- 21	539,38	929,71	17163,90
21	21 -- 22	608,22	931,67	19816,38
22	22 -- 23	654,11	933,63	22474,44
23	23 -- 24	702,24	935,57	25138,05
24	24 -- 25	752,61	937,46	27807,11
25	25 -- 26	805,23	939,26	30481,43
26	26 -- 27	860,10	940,91	33160,67
27	27 -- 28	917,21	942,29	35844,23
28		1024,67	943,69	38531,76

)** - Maatgevende belastingcombinatie voor alle staven

4.6 - Toetsing van de doorsnede

Elasticiteitsmodulus E-	N/mm^2	210000	
Vloeigrens f_y	N/mm^2	355	Voor wanddikte t < 40
Vloeigrens f_y	N/mm^2	335	Voor wanddikte t >= 40

A- Controle buigspanning

Toetsingregel :

$$N_{Ed} / N_{Rd} + M_{y,Ed} / M_{y,Rd} <= 1$$

waarin: $M_{y,Ed} = M_{1;y,Ed} + \Sigma N_{Ed,i} * \delta_{rel.i}$

$M_{1;y,Ed}$ = buigende moment uit komputer

$N_{Ed,i}$ = normaal kracht uit komputer uitvoer ter plaatse knoop i

$\delta_{rel,i}$ = maximale horizontale verplaatsing t.p.v. knoop i = $\delta_{i,max} - \delta_{j,max}$

$M_{y;el,Rd} = W_{y;el} * f_y$; $N_{Rd} = A * f_y$

staaf nummer	profiel $D_{voet} - D_{top}$ mm	moment $M_{1;y,Ed}$ kNm	drukkracht $N_{c,Rd}$ kN	rel.verpl. $\delta_{rel.}$ mm	$M_{y,Ed}$ in kNm	$M_{y;el,Rd}$ in kNm	toetsings-regel
1	500 / 867	14,09	20,32	35	14,8	1032,6	0,02
2	500 / 867	156,77	25,94	132	160,9	1356,5	0,12
3	500 / 867	339,18	34,04	163	348,8	1828,2	0,19
4	500 / 867	524,52	43,25	158	541,0	2370,1	0,23
5	500 / 867	644,11	110,00	97	671,3	2751,6	0,25
6	500 / 867	959,21	113,88	55	992,6	2982,4	0,34
7	867 / 1142	1828,14	127,48	146	1880,1	4356,6	0,44
8	867 / 1142	2700,78	142,43	137	2772,2	5255,9	0,53
9	867 / 1142	3577,34	164,02	127	3669,7	6239,6	0,60
10	1142 / 1332	3817,11	230,52	33	3917,0	7889,9	0,50
11	1142 / 1332	4997,55	247,02	89	5119,4	8893,8	0,58
12	1142 / 1332	6603,66	270,96	112	6755,9	10352,4	0,66
13	1332/ 1712	8214,66	300,03	102	8397,7	13461,7	0,63
14	1332/ 1712	9461,70	385,20	73	9672,7	14919,8	0,66
15	1332/ 1712	9984,15	392,47	20	10203,1	15365,0	0,67
16	1332/ 1712	12278,14	425,54	84	12532,8	17394,0	0,73
17	1332/ 1712	14577,51	460,62	74	14866,4	19549,0	0,77
18	1750/ 2567	15584,38	514,41	27	15887,3	22790,6	0,71
19	1750/ 2567	17163,90	539,38	38	17487,3	24327,3	0,73
20	1750/ 2567	19816,38	608,22	57	20174,3	27016,0	0,76
21	1750/ 2567	22474,44	654,11	48	22864,1	29845,7	0,78
22	1750/ 2567	25138,05	702,24	40	25556,0	32816,4	0,79
23	1750/ 2567	27807,11	752,61	32	28249,4	35928,0	0,80
24	1750/ 2567	30481,43	805,23	25	30943,6	39180,6	0,80
25	1750/ 2567	33160,67	860,10	17	33637,7	42574,2	0,80
26	1750/ 2567	35844,23	917,21	10	36330,6	46108,7	0,80
27	1750/ 2567	38531,76	1024,67	3	39021,6	49784,2	0,80

B- Controle plooistabiliteit

Toetsing regel :volgens NEN -EN 50341-3 (NEN 1060).

$$(\sigma_{N;Ed} / \sigma_{N;plooi}) + (\sigma_{MEd} / \sigma_{M;plooi}) <= 1$$

Plooispanning t.g.v normaalkracht

Indien $d / t < 90 * a^2_y$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = f_y$; $a_y = (f_{ref} / f_y)^{0,5}$; $f_{ref} = 235\ N/mm^2$

Indien $90 * a^2_y < d / t < 315\ a^2_y$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = 0,3 * f_{y;d} + 14805 / (d/t)$

Plooispanning t.g.v moment

Indien $d / t < 157,5 * a^2_y$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = f_{y;d}$

Indien $157,5 * a^2_y < d / t < 315\ a^2_y$ ---> $\sigma_{N;plooi;d} = 0,6 * f_{y;d} + 14805 / (d/t)$

d mm	t mm	d/t	a_y	$\sigma_{N;plooi;d}$ N/mm^2	$\sigma_{M;plooi;d}$ N/mm^2
519	15,0	34,60	0,81	355	355
592	15,0	39,45	0,81	355	355
683	15,0	45,56	0,81	355	355
775	15,0	51,67	0,81	355	355
833	15,0	55,56	0,81	355	355
867	15,0	57,78	0,81	355	355
958	18,0	53,24	0,81	355	355
1050	18,0	58,34	0,81	355	355
1142	18,0	63,43	0,81	340	355
1167	22,0	53,04	0,81	355	355
1237	22,0	56,22	0,81	355	355
1332	22,0	60,54	0,81	351	355
1427	25,0	57,07	0,81	355	355
1500	25,0	60,01	0,81	353	355
1522	25,0	60,87	0,81	350	355
1617	25,0	64,67	0,81	335	355
1712	25,0	68,47	0,81	323	355
1750	28,0	62,51	0,81	343	355
1807	28,0	64,53	0,81	336	355
1902	28,0	67,92	0,81	324	355
1997	28,0	71,32	0,81	314	355
2092	28,0	74,71	0,81	305	355
2187	28,0	78,10	0,81	296	355
2282	28,0	81,50	0,81	288	355
2377	28,0	84,89	0,81	281	355
2472	28,0	88,29	0,81	274	355
2567	28,0	91,68	0,81	268	355

staaf nummer	profiel D_{voet} - D_{top}	σ_{MEd} N/mm^2	σ_{NEd} N/mm^2	$\sigma_{M;plooi;d}$ N/mm^2	$\sigma_{N;plooi;d}$ N/mm^2	toetsings-regel
1	500 / 867	5,29	0,87	355	355	0,02
2	500 / 867	48,04	1,02	355	355	0,14
3	500 / 867	78,20	1,16	355	355	0,22
4	500 / 867	91,88	1,29	355	355	0,26
5	500 / 867	93,19	2,96	355	355	0,27
6	500 / 867	122,96	2,89	355	355	0,35
7	867 / 1142	169,46	2,52	355	355	0,48
8	867 / 1142	205,21	2,55	355	355	0,59
9	867 / 1142	227,07	2,69	355	340	0,65
10	1142 / 1332	180,19	2,95	355	355	0,52
11	1142 / 1332	216,76	3,03	355	355	0,62
12	1142 / 1332	249,59	3,11	355	351	0,71
13	1332/ 1712	237,40	2,82	355	355	0,68
14	1332/ 1712	242,13	3,41	355	353	0,69
15	1332/ 1712	239,22	3,36	355	350	0,68
16	1332/ 1712	271,89	3,51	355	335	0,78
17	1332/ 1712	285,96	3,58	355	323	0,82
18	1750/ 2567	253,12	3,43	355	343	0,72
19	1750/ 2567	263,58	3,50	355	336	0,75
20	1750/ 2567	279,17	3,79	355	324	0,80
21	1750/ 2567	285,67	3,87	355	314	0,82
22	1750/ 2567	289,73	3,96	355	305	0,83
23	1750/ 2567	291,91	4,05	355	296	0,84
24	1750/ 2567	292,65	4,15	355	288	0,84
25	1750/ 2567	292,25	4,25	355	281	0,84
26	1750/ 2567	290,98	4,35	355	274	0,84
27	1750/ 2567	289,03	4,68	355	268	0,83

5.0 - Berekening ankers, bouten en flensverbindingen

uitgangspunt: gerolde draad

bouten	A_s in mm²	f_{ub} in N/mm²	$F_{t,Rd}$ in kN	$F_{v,Rd}$ in kN
M 48 - 8,8	1473	800	848,45	565,63
M 48 - 10,9	1473	1000	1060,56	589,20
M 45 - 8,8	1306	800	752,26	501,50
M 45 - 10,9	1306	1000	940,32	522,40
M 42 - 8.8	1121	800	645,64	430,43
M 42 - 10,9	1121	1000	807,05	448,36
M 39 - 8.8	976	800	562,04	374,70
M 39 - 10,9	976	1000	702,55	390,31
M 39 - 12,9	976	1200	843,07	468,37
M 36 - 8.8	817	800	470,59	313,73
M 36 - 10,9	817	1000	588,24	326,80
M 33 - 8.8	694	800	399,49	266,33
M 33 - 10,9	694	1000	499,36	277,42
M 30 - 8.8	561	800	322,90	215,27
M 30 - 10,9	561	1000	403,62	224,24

Max. trekkracht in de ankers en boutverbindingen :

$$F_{Ed} = M_{y,Ed} * a \ / \ I_p \ - \ N_{Ed} \ / \ n$$

Waarin :

$M_{y,Ed}$ = max. moment t.p.v aansluiting t.g.v rekenbelasting

N_{Ed} = max. normaal kracht t.p.v aansluiting t.g.v rekenbelasting

a = max. afstand bout tot zwaartepunt boutenpatroon = diameter stc. / 2

n = aantal bouten en $I_p = \Sigma (I_x^2 + I_y^2) = (n / 2) * (d_{stc.} / 2)^2$

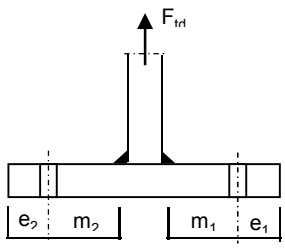
Flensverbinding met één boutrij : $I_p = (n / 2) * (d_{stc.} / 2)^2$

Flensverbinding met twee boutrij : $I_p = (n / 4) * [(d_{stc1.} / 2)^2 + (d_{stc2.} / 2)^2]$

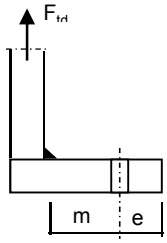
Flensverbinding met twee boutrij symmetrisch (voetplaat) :

$$I_p = (n / 2) * (d_{stc.gemiddeld.} / 2)^2$$

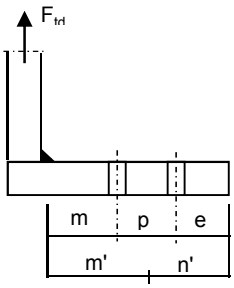
Flenzen en voetplaat:



1 -Voetplaat



2 -Flens met 1 rij bouten



3 -Flens met 2 rij bouten

1 - Voetplaat :

$m = \max.(m_1;m_2)$
$e = \max.(e_1;e_2)$
$n = \min.(1{,}25*m;e)$

Bezwijkvorm 1 : $F_{t,Rd} = 4 * M_{pl} / m$
Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Rd} = (2 * M_{pl} + n * 2 * F_{t;u;d}) / (m + n)$
Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Rd} = 2 * F_{t;u;d}$

2 - Flens met 1 rij bouten :

m, n en e zoals bij voetplaat

Bezwijkvorm 1 : $F_{t,Rd} = 2 * M_{pl} / m$
Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Rd} = (M_{pl} + n * F_{t;u;d}) / (m + n)$
Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Rd} = F_{t;u;d}$

3 - Flens met 2 rij bouten :

$m' = m + p / 2$
$n' = n + p / 3$
$n = \min.(1{,}25*m;e)$

Bezwijkvorm 1 : $F_{tEd} = M_{pl} * (1+n'/n) / m'$
Bezwijkvorm 2 : $F_{t,Ed} = (M_{pl} + n' * F_{t;u;d}) / (m' + n')$
Bezwijkvorm 3 : $F_{t,Ed} = 2 * F_{t;u;d}$

$M_{pl} = (1/4) * L_{eff} * t_{fl}^2 * f_y$

$L_{eff} = \min(p ; 4*m + 1{,}25*e ; 2*\pi*m)$

Bouten en ankers

st.c in mm	aantal bouten	$F_{t,Ed}$ kN	$F_{v,Ed}$ kN	knoop nummer	aanwezig bout	$F_{t,Rd}$ kN	toetsing-regel
Ankers							
st.c buitenkant		2927,00					
st.c binnenkant		2151,00					
2539	96	621,66	9,83	28	M 48 - 8,8	848,4	0,73
flenzen op 19,95 m hoogte.							
st.c buitenkant		1698,00					
st.c binnenkant		1500,00					
	80	647,90	11,65	22	M 48 - 10,9	1060,6	0,61
flenzen op 42,75 m hoogte.							
st.c buitenkant		955,00					
955,00	24	617,48	13,37	10	M 48 - 10,9	1060,6	0,58

Dikte voetplaat en flenzen - conform NEN - EN 1993-1-8,

Stc1	Stc2 mm	m mm	e mm	n mm	m' mm	n' mm	l_{ef} mm
voetplaat							
2927,00	2151,00	173,2	125,0	125,0			140,8
2927,00	2151,00	173,2	126,5	126,5			191,6
flenzen op 19,95 m hoogte.							
1698,00	1500,0	67,2	57,5	57,5	116,7	107	117,8
1698,00	1500,0	67,2	57,5	57,5	116,7	107	117,8
flenzen op 42,75 m hoogte.							
955,00	955,0	64,6	57,5	57,5			125,0
955,00	955,0	68,6	57,5	57,5			125,0

flens dikte mm	$M_{pl;d}$ Nmm	bezwijk-vorm 1	bezwijk-vorm 2	bezwijk-vorm 3	maatgev. $F_{t,Rd}$	$F_{t,Ed}$ kN	toetsing-regel
voetplaat							
100	1,18E+08	2722,80	1502,03	1696,90	1502,03	1243,32	0,83
100	1,60E+08	3705,09	1786,85	1696,90	1696,90	1243,32	0,73
flenzen op 19,95 m hoogte.							
100	9,87E+07	2419,63	1455,91	2121,12	1455,91	1295,80	0,89
100	9,87E+07	2419,63	1455,91	2121,12	1455,91	1295,80	0,89
flenzen op 42,75 m hoogte.							
60	3,77E+07	1166,94	808,15	1060,56	808,15	617,48	0,76
60	3,77E+07	1098,89	782,51	1060,56	782,51	617,48	0,79
	Krachten in kN						

Lassen

A - Flenzen

Alle lassen: voorbewerkt 1/2 V- las met een tegenlas (K35 , lasdetail 301 van NEN 2063).

B - Buizen

Alle lassen: voorbewerkt X- las
Bij gelijke wanddikte (K50 , lasdetail 102 van NEN 2063).
Bij dikte overgang asymmetrisch (K45 , lasdetail 112 van NEN 2063).

Bouten

Alle bouten: Voorspanning 70% van de trekkracht met betrekking tot de capaciteit van de bout in de uiterste grenstoestand

6.0 - Controle berekening vortex shedding

Belasting loodrecht op windrichting (respons door wervelvorming) - Eurocode 1

De respons is bepaald volgens Eurocode 1, Deel 1 - 4 ,bijlage E

De kritische windsnelheid $v_{crit,1} = b * n_{i,y} / St$

b is de referentiebreedte van de doorsnede waarbij resonantie met de wervelvorming optreedt voor cirkelvormige cilinders is de referentiebreedte de uitwendige diameter.

St is de Strouhal getal conform E.1.3.2 ; voor cirkelcilinders St = 0,18

buis	$n_{1,y}$ Hz	$d_{buis;gem}$ m	St	$v_{krit,1}$ m/s
500 / 2567	0,79	1,534	0,18	6,72

Scrutongetal Sc

De Scrutongetal Sc word bepaald met:

$$Sc = 2 * \delta_s * m_{i;e} / \rho * b^2$$

ρ is de dichtheid van lucht: $\rho = 1,25$ kg/m^3

b is de referentiebreedte van de doorsnede waarbij resonantie met de wervelvorming optreedt

$$b = d_{w;gem}$$

δ_s is het logaritmische decrement van de constructieve demping

$$\delta_s = 0,030$$

Opmerking:
In Eurocode 1, Tabel F.2 is geen waarde gegeven voor de constructieve demping voor een hoogspanningsmast met een enkel buisprofiel. In de tabel wordt alleen de benaderde waarde van de constructieve demping van een stalen schoorsteen (met of zonder isolatie) aangegeven. In de NEN 1060 (Bovengrondse hoogspanningslijnen – voorloper van NEN-EN 50341) art. 9.2.6.5 wordt het logaritmisch decrement beschreven als $\delta = 2.\pi.D$. D is de dempingsmaat bij responsie loodrecht op de windrichting en is gelijk aan 0.005. Dit resulteert $\delta = 2.\pi.0.005 = 0.0314$. Deze formule is ook aangegeven in de DIN 4133 (Schornsteine aus Stahl) en als benaderde waarde van de constructieve demping van een stalen schoorsteen met 2 of 3 koppelingen is 0.025 en 0.03 aangegeven.
Daarom wordt in deze berekening voor de constructieve demping 0.03 aangehouden.

$m_{i;e}$ is de equivalente massa m_e per lengte eenheid, in kg/m, gewogen naar de trillingsvorm :

$$m_e = \frac{\int_0^{l} m(s) * \phi^2_i(s)\, ds}{\int_0^{l} \phi^2_i(s)\, ds}$$

Zie berekening eigenfrequentie

knoop nummer	verpl. δ mm	$\phi_{i;1}$	staaf nummer	ϕ_i	gewicht mast kg	gewicht traverse kg	massa m kg/m
1	817	1,000		1,000			
2	804	0,984	1 -- 2	0,992	113	411	919,0
3	754	0,923	2 -- 3	0,954	468		214,9
4	692	0,847	3 -- 4	0,885	675		245,3
5	631	0,772	4 -- 5	0,810	768		279,2
6	593	0,726	5 -- 6	0,749	537	2969	2003,7
7	571	0,700	6 -- 7	0,713	324		323,9
8	514	0,629	7 -- 8	0,664	1133		412,1
9	459	0,562	8 -- 9	0,595	1245		452,8
10	407	0,498	9 -- 10	0,530	1357	442	654,4
11	393	0,481	10 -- 11	0,489	472	3014	4647,7
12	356	0,435	11 -- 12	0,458	1376		655,1
13	308	0,377	12 -- 13	0,406	1995		699,9
14	263	0,322	13 -- 14	0,350	2422		850,0
15	231	0,283	14 -- 15	0,303	1984	3058	2292,0
16	222	0,272	15 -- 16	0,277	605		931,2
17	184	0,225	16 -- 17	0,249	2756		967,1
18	150	0,183	17 -- 18	0,204	2923		1025,7
19	137	0,168	18 -- 19	0,175	1370	769	1860,0
20	119	0,146	19 -- 20	0,157	2080		1223,8
21	91	0,112	20 -- 21	0,129	3637	2100	2012,9
22	67	0,083	21 -- 22	0,097	3824		1341,8
23	47	0,058	22 -- 23	0,070	4011		1407,4
24	30	0,037	23 -- 24	0,047	4198		1473,0
25	17	0,021	24 -- 25	0,029	4385		1538,6
26	8	0,009	25 -- 26	0,015	4572		1604,2
27	2	0,002	26 -- 27	0,006	4759		1669,8
28	0	0,000	27 -- 28	0,001	4946	4009	3142,1

staaf nummer	massa m kg/m	ϕ_i	s m	ϕ_i^2 * (s)	ϕ_i^2 *(s)*m	ϕ_i * (s)
1 -- 2	919	0,992	0,570	0,56	515,51	0,57
2 -- 3	215	0,954	2,180	1,98	426,04	2,08
3 -- 4	245	0,885	2,750	2,15	528,56	2,43
4 -- 5	279	0,810	2,750	1,80	503,48	2,23
5 -- 6	2004	0,749	1,750	0,98	1967,74	1,31
6 -- 7	324	0,713	1,000	0,51	164,52	0,71
7 -- 8	412	0,664	2,750	1,21	500,20	1,83
8 -- 9	453	0,595	2,750	0,97	441,45	1,64
9 -- 10	654	0,530	2,750	0,77	505,08	1,46
10 -- 11	4648	0,489	0,750	0,18	835,10	0,37
11 -- 12	655	0,458	2,100	0,44	288,92	0,96
12 -- 13	700	0,406	2,850	0,47	329,09	1,16
13 -- 14	850	0,350	2,850	0,35	296,15	1,00
14 -- 15	2292	0,303	2,200	0,20	461,94	0,67
15 -- 16	931	0,277	0,650	0,05	46,58	0,18
16 -- 17	967	0,249	2,850	0,18	170,35	0,71
17 -- 18	1026	0,204	2,850	0,12	122,07	0,58
18 -- 19	1860	0,175	1,150	0,04	65,84	0,20
19 -- 20	1224	0,157	1,700	0,04	51,00	0,27
20 -- 21	2013	0,129	2,850	0,05	95,09	0,37
21 -- 22	1342	0,097	2,850	0,03	36,16	0,28
22 -- 23	1407	0,070	2,850	0,01	19,68	0,20
23 -- 24	1473	0,047	2,850	0,01	9,37	0,13
24 -- 25	1539	0,029	2,850	0,00	3,66	0,08
25 -- 26	1604	0,015	2,850	0,00	1,04	0,04
26 -- 27	1670	0,006	2,850	0,00	0,16	0,02
27 -- 28	3142	0,001	2,850	0,00	0,01	0,00
		Σ	62,00	13,11	8384,80	21,46

m_e = 8384,8 / 13,1 = 639,4 kg/m

$Sc = 2 * \delta_s * m_{i;e} / \rho * b^2$

buis	$m_{1;e}$ kg/m	δ_s	ρ kg/m^3	b = d_w in m	Sc
500 / 2567	639,4	0,030	1,25	1,534	13,1

Berekening van verplaatsingen

de grootste $y_{f;max}$ verplaatsing kan berekend worden met:

$$y_{F;max} / b = (1/St^2) * (1/Sc) * K * K_w * C_{lat}$$

St is de Strouhal getal = 0,18

Sc is de Scrutongetal = 13,1

K is trillingsvormfactor en is gelijk aan

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{m} \int_{l_i} |\phi_i(s)|\, ds}{4.\pi.\sum_{i=1}^{n} \int_{l_i} \phi^2_i(s)\, ds}$$

Voor i = 1 (eerste trillingsvorm) is m = n = 1

K = 21,46 / (4 * π * 13,11) = 0,130 (tabel E.5)

C_{lat} is de laterale krachtcoëfficiënt gegeven in E.1.5/2.5

C_{lat} : $R_e (V_{crit}) < 3*10^5$; $C_{lat} = 0,7$

$5*10^5 < R_e (V_{crit}) < 5*10^6$; $C_{lat} = 0,2$

$R_e (V_{crit}) > 7*10^7$; $C_{lat} = 0,3$

$R_e (V_{crit}) = b * v(crit) / \nu$;
ν is de kinematische viscositeit van de lucht $\nu = 15*10^{-6}$ m^2/s

$R_e (V_{crit})$ = 1,534 * 6,72 / $15*10^{-6}$ = 6,9E+05

C_{lat} = 0,20

K_w is de effectieve correlatiefactor gegeven in E.1.5.2.4

$$K_w = \frac{\sum_{i=1}^{m} \int_{L_j} |\phi_i(s)|\, ds}{\sum_{i=1}^{n} \int_{l_i} |\phi_i(s)|\, ds} \leq 0,6$$

Voor i = 1 (eerste trillingsvorm) is m = n = 1

Lj / b = 6
Lj = 9,20 m - (effectieve correlatielengte)

K_w = 8,02 / 21,46 = 0,37

$y_{F;max}$ / b = 30,86 * 0,077 * 0,130 * 0,37 * 0,2 = 0,023

$y_{F;max}$ = 1,534 * 0,023 = 0,035 m

$\Delta\sigma_{dyn} = 2 * C_{rd} * y_{F;max}$

De factor C_{rd} volgt uit de spanning door een opgelegde verplaatsing volgens de eerste eigentrilling.

Opgelegde verplaatsing van 1000 mm

knoop nummer	staaf i--j	q_{last} N	F_{last} N	dwarskr. N	moment Nmm	hoekver. rad.	verpl. mm
1	1 -- 2		134278	134278	0,00E+00	5,1E-02	1000
2	2 -- 3			134278	7,65E+07	5,1E-02	971
3	3 -- 4			134278	3,69E+08	4,8E-02	863
4	4 -- 5			134278	7,39E+08	4,3E-02	737
5	5 -- 6			134278	1,11E+09	3,7E-02	626
6	6 -- 7			134278	1,34E+09	3,4E-02	564
7	7 -- 8			134278	1,48E+09	3,2E-02	531
8	8 -- 9			134278	1,85E+09	2,8E-02	449
9	9 -- 10			134278	2,22E+09	2,4E-02	379
10	10 -- 11			134278	2,58E+09	2,0E-02	319
11	11 -- 12			134278	2,69E+09	1,9E-02	304
12	12 -- 13			134278	2,97E+09	1,7E-02	265
13	13 -- 14			134278	3,35E+09	1,5E-02	219
14	14 -- 15			134278	3,73E+09	1,3E-02	180
15	15 -- 16			134278	4,03E+09	1,1E-02	153
16	16 -- 17			134278	4,12E+09	1,1E-02	146
17	17 -- 18			134278	4,50E+09	9,5E-03	116
18	18 -- 19			134278	4,88E+09	8,0E-03	91
19	19 -- 20			134278	5,04E+09	7,5E-03	82
20	20 -- 21			134278	5,26E+09	6,8E-03	70
21	21 -- 22			134278	5,65E+09	5,7E-03	52
22	22 -- 23			134278	6,03E+09	4,7E-03	37
23	23 -- 24			134278	6,41E+09	3,8E-03	25
24	24 -- 25			134278	6,79E+09	2,9E-03	16
25	25 -- 26			134278	7,18E+09	2,1E-03	9
26	26 -- 27			134278	7,56E+09	1,3E-03	4
27	27 -- 28			134278	7,94E+09	6,5E-04	1
28	28 -- 29			134278	8,33E+09	0,0E+00	0

Wissel spanning

$$\Delta\sigma_{dyn} = 2 * C_{rd} * y_{F;max}$$

staaf nummer	profiel D (mm)	profiel t (mm)	$W_{y;el}$ mm^3	$\sigma_{buiging}$ (C_{rd}) N/mm^2	$y_{F;max}$ m	$\Delta\sigma_{dyn}$ MPa
1	519	15,0	2908675	26	0,0353	1,9
2	592	15,0	3821157	97	0,0353	6,8
3	683	15,0	5149742	143	0,0353	10,1
4	775	15,0	6676372	166	0,0353	11,7
5	833	15,0	7750979	173	0,0353	12,2
6	867	15,0	8401049	176	0,0353	12,4
7	958	18,0	12272111	150	0,0353	10,6
8	1050	18,0	14805380	150	0,0353	10,6
9	1142	18,0	17576306	147	0,0353	10,4
10	1167	22,0	22225196	121	0,0353	8,5
11	1237	22,0	25052979	118	0,0353	8,4
12	1332	22,0	29161614	115	0,0353	8,1
13	1427	25,0	37920420	98	0,0353	6,9
14	1500	25,0	42027656	96	0,0353	6,8
15	1522	25,0	43281586	95	0,0353	6,7
16	1617	25,0	48997274	92	0,0353	6,5
17	1712	25,0	55067484	89	0,0353	6,3
18	1750	28,0	64198753	78	0,0353	5,5
19	1807	28,0	68527498	77	0,0353	5,4
20	1902	28,0	76101468	74	0,0353	5,2
21	1997	28,0	84072503	72	0,0353	5,1
22	2092	28,0	92440605	69	0,0353	4,9
23	2187	28,0	101205773	67	0,0353	4,7
24	2282	28,0	110368007	65	0,0353	4,6
25	2377	28,0	119927309	63	0,0353	4,4
26	2472	28,0	129883677	61	0,0353	4,3
27	2567	28,0	140237112	59	0,0353	4,2

Bepaling van het aantal spanningscycli

Het aantal spanningswisseling N veroorzaakt door trilling door wervelvorming wordt berekend met:

$$N = 2 * T * n_{i;y} * \varepsilon_o * [V_{crit} / V_o]^2 * \exp[-(V_{crit} / V_o)^2] >= 10^4$$

$n_y = n_{1;y} =$ 0,79 Hz eigenfrequentie van trillingsvorm loodrecht op wind

T is levensduur in seconden = $3,2 * 10^7$ maal de vervachte levensduur in jaren

$V_{crit,1} =$ 6,72 m/s De kritische windsnelheid

ε_o is bandbreedtefactor = 0,3

V_o is wortel(2) maal de modus van de Weibull waarschijnlijkheidsverdeling van de windsnelheid in m/s
V_o = 20% van de karakteristieke gemiddelde windsnelheid op hoogte waar wervelvorming plaatsvind

$z_s =$ 57,3995 m - hoogte waar wervelvorming plaatsvindt = $L_{mast} - L_j / 2$

Wedgebied II - onbebouwd

Basiswindsnelheid $V_{b,0} =$ 27 m/s

Terreincategorie : II - Onbebouwd gebied

Richtingsfactor $C_{dir} =$ 1,0
Seizoensfactor $C_{season} =$ 1,0
Orografiefactor $C_o(z) =$ 1,0

$z_0 =$ 0,200 m

Gemiddelde windsnelheid $V_m(z) = (V_{b,0} * C_{dir} * C_{season}) * c_r(z)$

$c_r(z) = k_r * \ln\{ z / z_0\}$ voor $z_{min} \leq z \leq z_{max}$
$c_r(z) = c_r (z_{min})$ voor $z \leq z_{min}$

$k_r = 0,19 \ln\{ z_0 / z_{0,II}\}^{0,07}$ $z_{0;II} = 0,05$ m

$k_r = 0,19 \ln\{ 0,200 / 0,05\}^{0,07} =$ 0,21

$c_r(z) = 0,21 * \ln\{ 28,5 / 0,200\} =$ 1,18

$V_m(z) =$ 32,0 m/s

$V_o =$ 32,0 * 20 / 100 = 6,40 m/s

$$N = 2 * 50 * 3,2.10^7 * 0,3 * 0,79 * [6,72 / 6,40]^2 * \exp[-(6,72 / 6,40)^2] = 2,77E+08$$

Vermoeiingsschade t.g.v. dwarstrilling

De vermoeiingsschade vindt plaats door het belastingspectrum te toetsen aan de bij het detail behorende $\Delta\sigma$-N lijn conform NEN 2063.

$\Delta\sigma < 0{,}55\,\Delta\sigma_k$ ------> $N = \infty$

$0{,}55\,\Delta\sigma_k < \Delta\sigma < \Delta\sigma_k$ ------> $N.\Delta\sigma^5 = N_k.\Delta\sigma^5_k$

$\Delta\sigma > \Delta\sigma_k$ ------> $N.\Delta\sigma^3 = N_k.\Delta\sigma^3_k$

$N_k = 10^7$

$\Delta\sigma_i$ is het i^e spanningsniveau

$\Delta\sigma_k$ is het spanningsinterval behorende bij 10^7 wisselingen op de $\Delta\sigma_i$-N lijn.

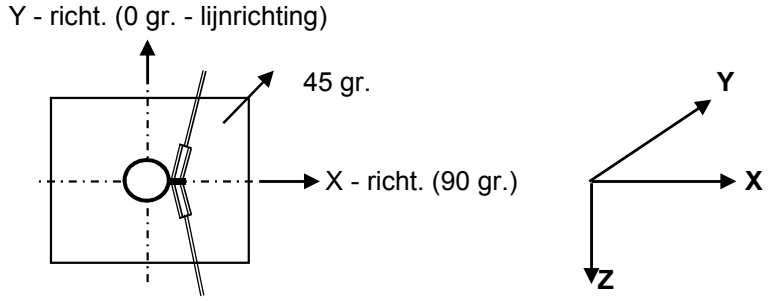
$\gamma * \Delta\sigma = 1{,}2 * \Delta\sigma$

$\Delta\sigma k =$	45	MPa	Voorbewerkt X- las (K45 , lasdetail 112 van NEN 2063).
$\Delta\sigma k =$	35	MPa	Voorbewerkt 1/2V- las (K35 , lasdetail 301 van NEN 2063).

Plaats van trilling		$\gamma * \Delta\sigma =$	$\Delta\sigma_k$	$0{,}55\,\Delta\sigma_k$	N - wissel.	N	D
Knoop		in MPa	in MPa	in MPa	$\Delta\sigma_i$-N lijn	span.wissl.	beschadiging < 1
3	Lasnaad	8,18	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
4	Lasnaad	12,15	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
5	Lasnaad	14,05	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
7	Lasnaad	14,89	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
8	Lasnaad	12,74	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
9	Lasnaad	12,67	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
10	flenzen	12,46	35	19,25	1,000E+10	2,77E+08	0,03
12	Lasnaad	10,03	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
13	Lasnaad	9,73	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
14	Lasnaad	8,34	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
16	Lasnaad	8,05	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
17	Lasnaad	7,78	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
18	Lasnaad	7,51	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
20	Lasnaad	6,51	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
21	flenzen	6,28	35	19,25	1,000E+10	2,77E+08	0,03
22	Lasnaad	6,07	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
23	Lasnaad	5,87	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
24	Lasnaad	5,69	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
25	Lasnaad	5,51	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
26	Lasnaad	5,34	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
27	Lasnaad	5,18	45	24,75	1,000E+10	2,77E+08	0,03
28	voetplaat	5,03	35	19,25	1,000E+10	2,77E+08	0,03

7.0 - Fundatie belastingen

Fundatie belastingen in ULS-toestand - (Ultimate limit state)



Belasting geval / comb	X - reactie kN	Y - reactie kN	Z - reactie kN	M_x - reactie kNm	M_y - reactie kNm	M_z - reactie kNm
Windrich. 90 graden						
1 - EG mast			793			
2 - Windbelasting mast	124				3599	
3 - Belasting geval 1a	815		116		34193	
4 - Belasting geval 1b	533		116		22112	
5 - Belasting geval 3	909		232		37520	
6 - Belasting geval 4	542		139		22467	
Combinatie 1 : BG1 * 1,2 + BG2 * 1,6 + BG3 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	939		909		37792	
Combinatie 2 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG4 * (1,2 eg, 0,3 windbel.)						
	556		908		22787	
Combinatie 3 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,45 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	944		**1025**		**38532**	
Combinatie 4 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	565		931		23142	

Samenvatting Fundatiebelastingen

	B.C. 1 - SLS γ_{eg}=1.0 , γ_q=1.0		B.C. 2 - ULS γ_{eg}=1.2 , γ_q=1.6		B.C. 3 - ULS γ_{eg}=0.9 , γ_q=1.6	
Voetmoment	31611	kNm	38532	kNm	38532	kNm
Dwarskracht	790	kN	944	kN	944	kN
Verticale kracht	757	kN	1025	kN	681	kN

8,0 - Betonspanning onder voetplaat en instortring

st.c in mm	aantal ankers	$F_{t,Ed}$ kN	$F_{v,Ed}$ kN	knoop nummer	aanwezig anker	$F_{t,Rd}$ kN	Percentage belasting
Ankers krachten in ULS-toestand							
st.c buitenkant		2927,00					
st.c binnenkant		2151,00					
2539	96	621,66	9,83	28	M 48 - 8,8	848,45	0,73
Voorspanning ankers in SLS-toestand (100%)							
st.c buitenkant		2927,00					
st.c binnenkant		2151,00					
2539	96	510,88	8,23	28	M 48 - 8,8	848,45	0,60

Maximale trekkracht in de anker :

$F_{t,Ed}$ = 621,7 kN

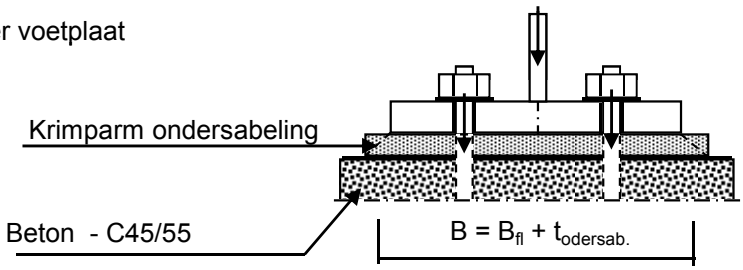
Maximale voorspanning in de anker :

$F_{t,Ed}$ = 510,9 kN

Maximale drukkrackt :

$F_{c,Ed}$ = 643,0 + 1,00 * 510,9 = 1153,9 kN

A - drukspanning onder voetplaat



Toetsing :

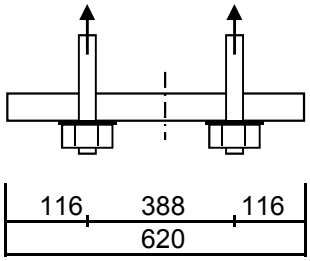
$\sigma_b < 0,7 * f_{cd} = 0,7 * 45 / 1,5 = 21,0$ N/mm^2

B_{fl} =	640,0	mm	D =	2539	mm
$t_{ondersab.}$ =	40,0	mm	n =	96	
B =	680,0	mm			

A_{voetpl} = 680 * 2*π*D / n = 113000 mm^2

$\sigma_{b;voet} = 2 * F_{c,Ed} / A =$ 20,4 N/mm^2 < 21,0 -- Voldoet

B - drukspanning onder instortring

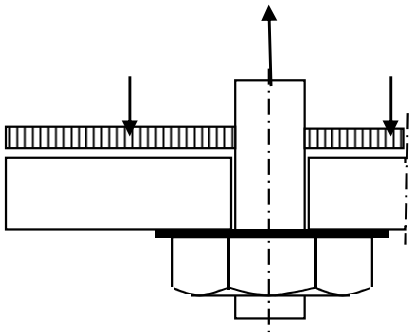


D = 2539 mm
n = 96

$A_{stortring}$ = 620 * $2*\pi*D / n$ = 103030 mm^2

$\sigma_{b;stortr.} = 2 * F_{c,Ed} / A$ = 12,1 N/mm^2 < 21,0 -- Voldoet

Dikte instortring



$L_{uitkr.}$ = 116 mm
L_{veld} = 388 mm

t = 45 mm
$f_{y;d}$ = 355 N/mm^2

$M_{Ed;st}$ = 81190 Nmm/mm' ; $V_{z;Ed;st}$ = 2341 N/mm'

of $M_{Ed;veld}$ = 145896 Nmm/mm' ; $V_{z;Ed;st}$ = 0 N/mm'

$M_{Ed;max}$ = 145896 Nmm/mm' ; $V_{z;Ed;st}$ = 2341 N/mm'

$M_{Rd} = (1/4) *1,0 * t^2 * f_y$ = 179719 Nmm/mm'
$V_{Rd} = 1,0 * t * f_y / 3^{0,5}$ = 9223 N/mm'

M_{Ed} / M_{Rd} = 145896 / 179718,8 = 0,81 < 1,0 -- Voldoet
σ_b = 288,2 N/mm^2

V_{Ed} / V_{Rd} = 2341 / 9223 = 0,25 < 1,0 -- Voldoet
τ_z = 52,0 N/mm^2

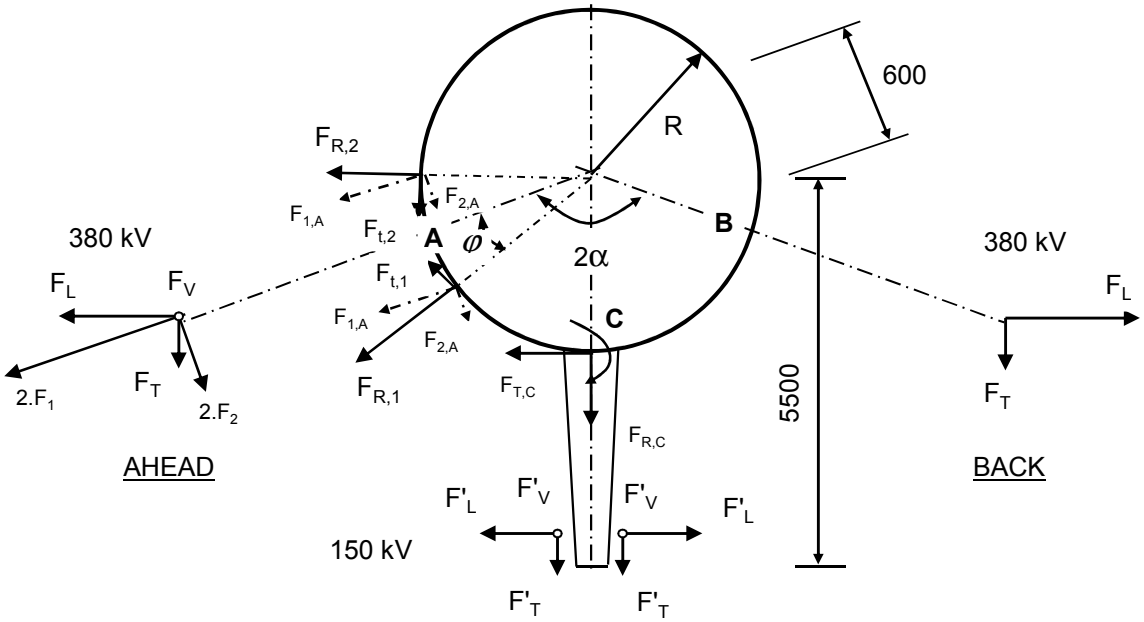
vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (288,2^2 + 3*52,0^2)^{0,5}$
σ_{vlg} = 302 N/mm^2 < 355 MPa -- Voldoet

9.0 - Detailberekeningen

9.1 - Berekening afspanpunt trekisolatoren 380 kV

Schema



F_V en F'_V : Verticale kracht resp. 380kV en 150kV
F_T en F'_T : Transverse kracht resp. 380kV en 150kV
F_L en F'_L : Longitudinale kracht resp. 380kV en 150kV

2α is hoek tussen lijnen en α is bissectrice van hoek tussen de lijnen

380 kV: Per bevevestigingsring

$F_{1;A} = (F_{L,Ah}.\text{Sin}\alpha + F_{T,Ah}.\text{Cos}\alpha) / 4$; $F_{1;B} = (F_{L,Ba}.\text{Sin}\alpha + F_{T,Ba}.\text{Cos}\alpha) / 4$

$F_{2;A} = (F_{L,Ah}.\text{Cos}\alpha - F_{T,Ah}.\text{Sin}\alpha) / 4$; $F_{2;B} = (F_{L,Ba}.\text{Cos}\alpha - F_{T,Ba}.\text{Sin}\alpha) / 4$

$F_{3;A} = F_{V,ah} / 4$; $F_{3;B} = F_{V,bh} / 4$;

$F_{R;1;A} = F_{1,A}.\text{Cos}\varphi + F_{2;A}.\text{Sin}\varphi$; $F_{T;1;A} = F_{1,A}.\text{Sin}\varphi - F_{2;A}.\text{Cos}\varphi$

$F_{R;2;A} = F_{1,A}.\text{Cos}\varphi - F_{2;A}.\text{Sin}\varphi$; $F_{T;2;A} = F_{1,A}.\text{Sin}\varphi + F_{2;A}.\text{Cos}\varphi$

; $M_w = | F_{T;1;A} + F_{T;2;A} | * R$

$F_{R;1;B} = F_{1,B}.\text{Cos}\varphi + F_{2;B}.\text{Sin}\varphi$; $F_{T;1;B} = F_{1,B}.\text{Sin}\varphi - F_{2;B}.\text{Cos}\varphi$

$F_{R;2;B} = F_{1,B}.\text{Cos}\varphi - F_{2;B}.\text{Sin}\varphi$; $F_{T;2;B} = F_{1,B}.\text{Sin}\varphi + F_{2;B}.\text{Cos}\varphi$

; $M_w = | F_{T;1;B} + F_{T;2;B} | * R$

150 kV: Per bevevestigingsring

$F_{T;C} = \Sigma F'_L / 2$ $M_{T;C} = F_{T;C} * (5500 - R)$

$F_{R;C} = \Sigma F'_T / 2$

$F_{V;C} = \Sigma F'_V / 2$ $M_{V;C} = 2 * F_{V;C} * (5500 - R)$

$F'_{R;C} = \pm M_{C;L} / (2 * z)$

$z = 2*(d^3_{uit} - d^3_{inw}) / 3*\pi*(d^2_{uit} - d^2_{inw})$

$F_{R;C;max} = F_{R;C} + F'_{R;C}$

Opmerking:
In mast W2H400+5 zijn de geleiders van de 150 kV niet aanwezig.

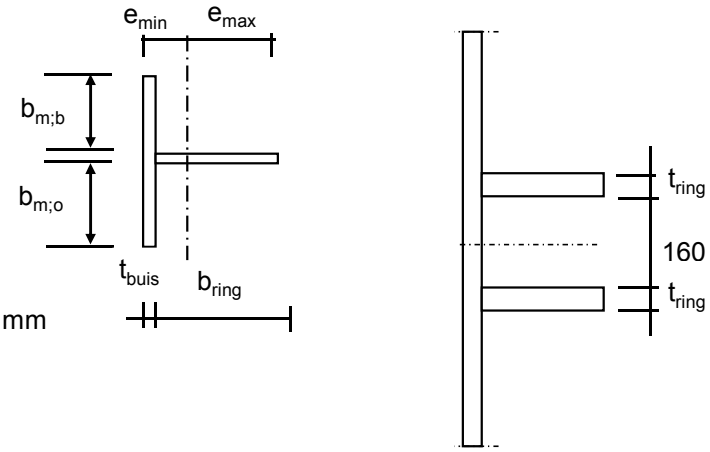
9.1.1 - Afspanpunt trekisolatoren op 52,0 meter hoogte

Ring gegevens:

$t_{buis;nom}$ = 15 mm
$t_{buis;reken}$ = 15 mm

$t_{ring;nom}$ = 20 mm
$t_{ring;reken}$ = 20 mm

b_{ring} = 135 mm
Afstand tussen ringen = 160 mm



Mee werkende breedte :DIN 18801

$b_m = 0{,}138 * t * \lambda_a$

$\lambda_a = \pi * (E / f_y)^{0,5}$

Staal S355 ; f_y = 355,0 N/mm²
E = 210000,0 N/mm²

$b_{m;b}$ = 158,2 mm
$b_{m;o}$ = 80 mm

A = 6573 mm²
e_{min} = 38,3 mm
e_{max} = 111,7 mm

I = 13121674 mm⁴
W_{min} = 117483 mm³

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

N_{Rd} = 1555 kN
$M_{y;Rd}$ = 28 kNm
$M_{w;Rd}$ = 3669 kNm (torsieweerstand mast)
V_{Rd} = 369 kN

Belastingen op 52,0 meter
Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 V10.0 - Appendix N en N1
Belastingen - geleiders 380 kV

	Ahead			Back		
	F_V N	F_T N	F_L N	F_V N	F_T N	F_L N
BG 1a - (wind (90 gr))	17056	124980	205651	17056	124980	-205651
BG 3 - (wind (90) + ijs)	29380	123077	229108	29380	123077	-229108
BG 1a - (wind (45 gr))	17045	67119	135061	17057	130900	-213662
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	29376	103058	216048	29381	125336	-231339
1a- Bundelbr.-(90 gr)	17049	88694	157786	0,0	0,0	0,0
3 - Bundelbr.-(90 gr + ijs)	19805	94794	175433	0,0	0,0	0,0
1a- Bundelbr.-(45 gr)	17045	64613	133947	0,0	0,0	0,0
3 - Bundelbr.-(45 gr + ijs)	19802	76696	160509	0,0	0,0	0,0

Diameter mast t.p.v ringen D = 833 mm

R = 416,7 mm

Mast 8 :	Lijnhoek = 2. α =	130,1	graden
Mast 7 :	Lijnhoek = 2. α =	161,1	graden
Mast 15 :	Lijnhoek = 2. α =	180	graden
Mast 176 :	Lijnhoek = 2. α =	139,3	graden
Mast 149 :	Lijnhoek = 2. α =	169,2	graden
Mast 148 :	Lijnhoek = 2. α =	173,4	graden
Mast 132 :	Lijnhoek = 2. α =	180	graden
Mast 106 :	Lijnhoek = 2. α =	130,4	graden
Mast 105 :	Lijnhoek = 2. α =	155,2	graden
	Lijnhoek = 2. α =	180	graden maatgevenc
	hoek φ = boogsin(300 / (417+80)) =	37,2	graden

	A		B		C	
	$F_{R;1;Ed}$ kN	$F_{R;2;Ed}$ kN	$F_{R;1;Ed}$ kN	$F_{R;2;Ed}$ kN	$F_{R;max;Ed}$ kN	$M_{T;Ed}$ kNm
BG 1a - (wind (90 gr))	59,8	22,1	59,8	22,1		
BG 3 - (wind (90) + ijs)	64,2	27,1	64,2	27,1		
BG 1a - (wind (45 gr))	37,0	16,8	62,3	22,8		
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	58,6	27,5	65,0	27,2		
1a- Bundelbr.-(90 gr)	44,8	18,0	0,0	0,0		
3 - Bundelbr.-(90 gr + ijs)	49,3	20,6	0,0	0,0		
1a- Bundelbr.-(45 gr)	36,4	16,9	0,0	0,0		
3 - Bundelbr.-(45 gr + ijs)	43,6	20,4	0,0	0,0		

Roark's Formulas for stress & strain - tabel 9.2 - 20

Roark's Formulas for stress & strain - tabel 9.2 - 19

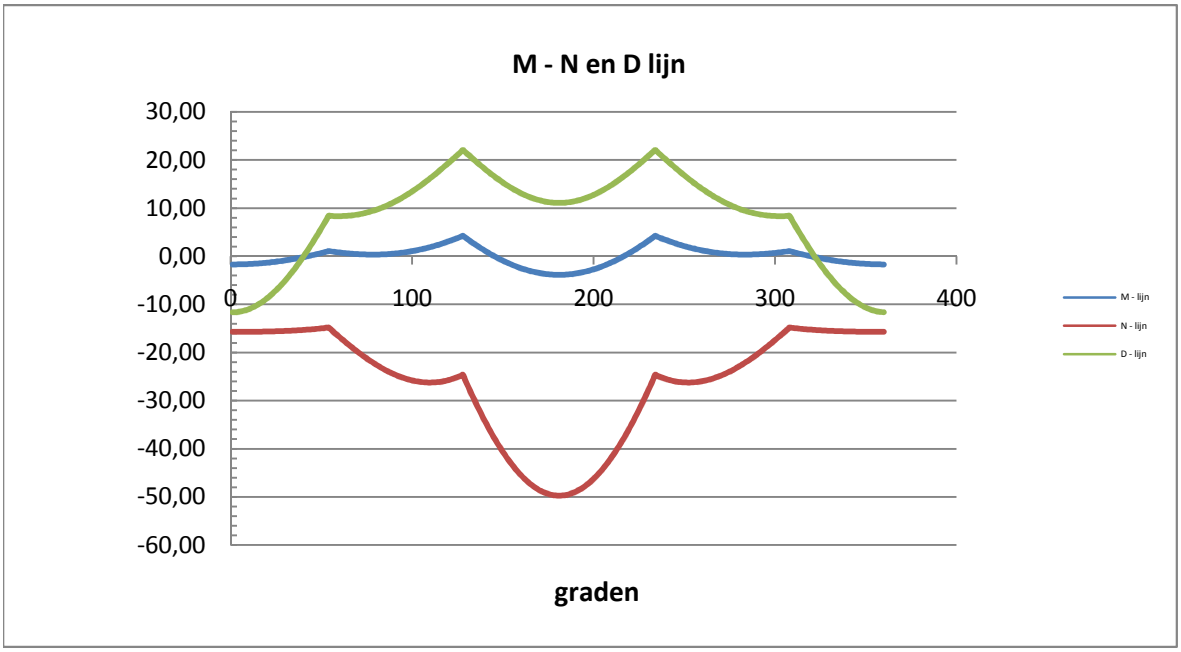
Belastinggeval : BG 1a - wind 90 gr.

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-1,69	-15,68	-11,64	0,22	3,11
15,0	-1,47	-15,64	-9,83	0,67	9,31
30,0	-0,80	-15,47	-4,62	1,11	15,44
45,0	0,31	-15,10	3,34	0,42	5,83
60,0	0,73	-17,09	8,32	0,38	5,22
75,0	0,36	-21,48	9,16	0,24	3,27
90,0	0,59	-24,66	11,42	0,94	12,99
105,0	1,53	-26,16	15,04	1,68	23,30
120,0	3,21	-25,62	19,68	1,07	14,82
135,0	2,14	-31,17	19,40	3,22	44,76
150,0	-1,08	-41,21	15,05	2,05	28,53
165,0	-3,14	-47,58	12,11	0,71	9,80
180,0	-3,84	-49,77	11,08	0,71	9,80
195,0	-3,14	-47,58	12,11	2,05	28,53
210,0	-1,08	-41,21	15,05	3,22	44,76
225,0	2,14	-31,17	19,40	1,07	14,82
240,0	3,21	-25,62	19,68	1,68	23,30
255,0	1,53	-26,16	15,04	0,94	12,99
270,0	0,59	-24,66	11,42	0,24	3,27
285,0	0,36	-21,48	9,16	0,38	5,22
300,0	0,73	-17,09	8,32	0,42	5,83
315,0	0,31	-15,10	3,34	1,11	15,44
330,0	-0,80	-15,47	-4,62	0,67	9,31
345,0	-1,47	-15,64	-9,83	0,22	3,10
360,0	-1,69	-15,68	-11,63	0,00	0,01

$F_{s;d;langs} = \Delta M_{s;d} * S / I$

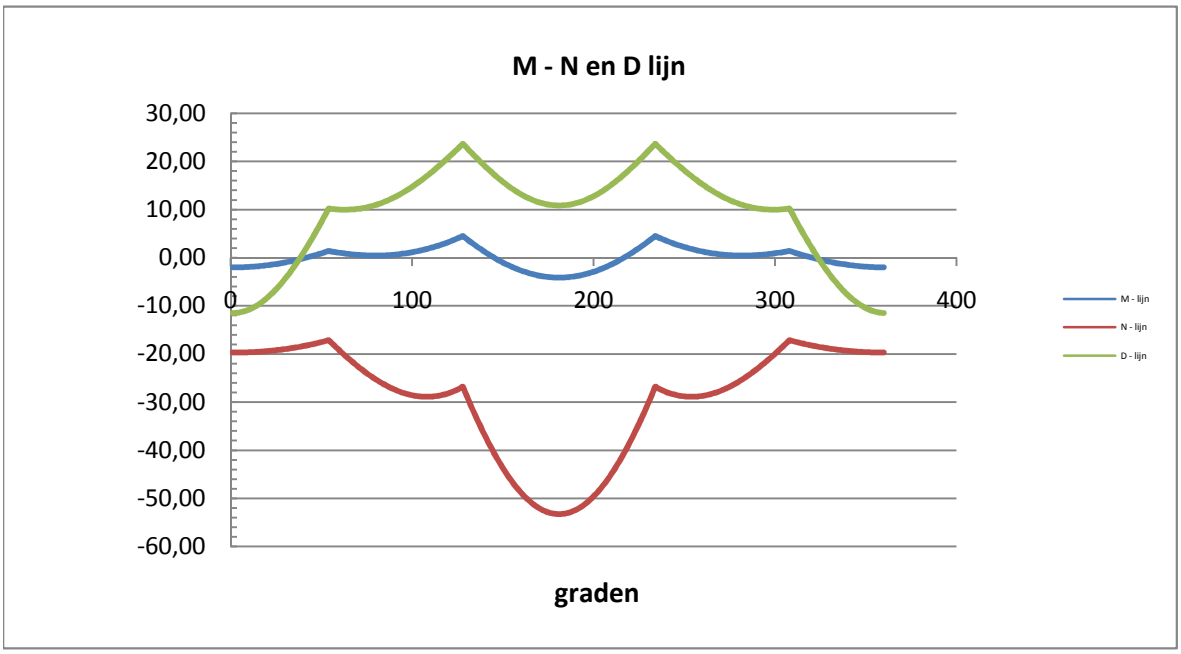
S = 182250 mm^3

I = 13121674 mm^4



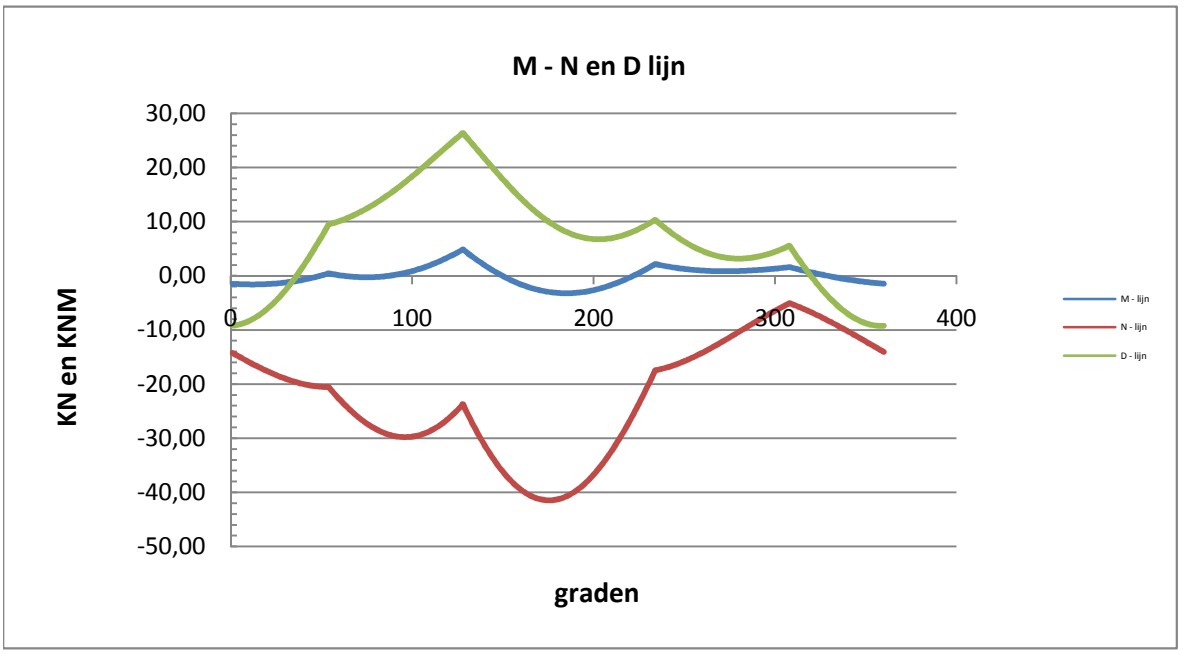
Belastinggeval : BG 3 - wind 90 gr + ijs.

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-2,02	-19,67	-11,49	0,28	3,90
15,0	-1,74	-19,49	-9,53	0,84	11,61
30,0	-0,91	-18,90	-3,88	1,37	19,10
45,0	0,47	-17,87	4,76	0,51	7,08
60,0	0,98	-19,59	10,01	0,50	6,98
75,0	0,48	-24,23	10,58	0,19	2,59
90,0	0,66	-27,47	12,72	0,97	13,42
105,0	1,63	-28,84	16,37	1,78	24,79
120,0	3,41	-27,99	21,19	1,15	15,93
135,0	2,27	-33,69	20,58	3,45	47,97
150,0	-1,19	-44,24	15,49	2,20	30,54
165,0	-3,39	-50,94	12,08	0,75	10,48
180,0	-4,14	-53,24	10,87	0,75	10,48
195,0	-3,39	-50,94	12,08	2,20	30,54
210,0	-1,19	-44,24	15,49	3,45	47,97
225,0	2,27	-33,69	20,58	1,15	15,93
240,0	3,41	-27,99	21,19	1,78	24,79
255,0	1,63	-28,84	16,37	0,97	13,42
270,0	0,66	-27,47	12,72	0,19	2,59
285,0	0,48	-24,23	10,58	0,50	6,98
300,0	0,98	-19,59	10,01	0,51	7,08
315,0	0,47	-17,87	4,76	1,37	19,10
330,0	-0,91	-18,90	-3,88	0,84	11,61
345,0	-1,74	-19,49	-9,53	0,28	3,88
360,0	-2,02	-19,67	-11,49	0,00	0,02



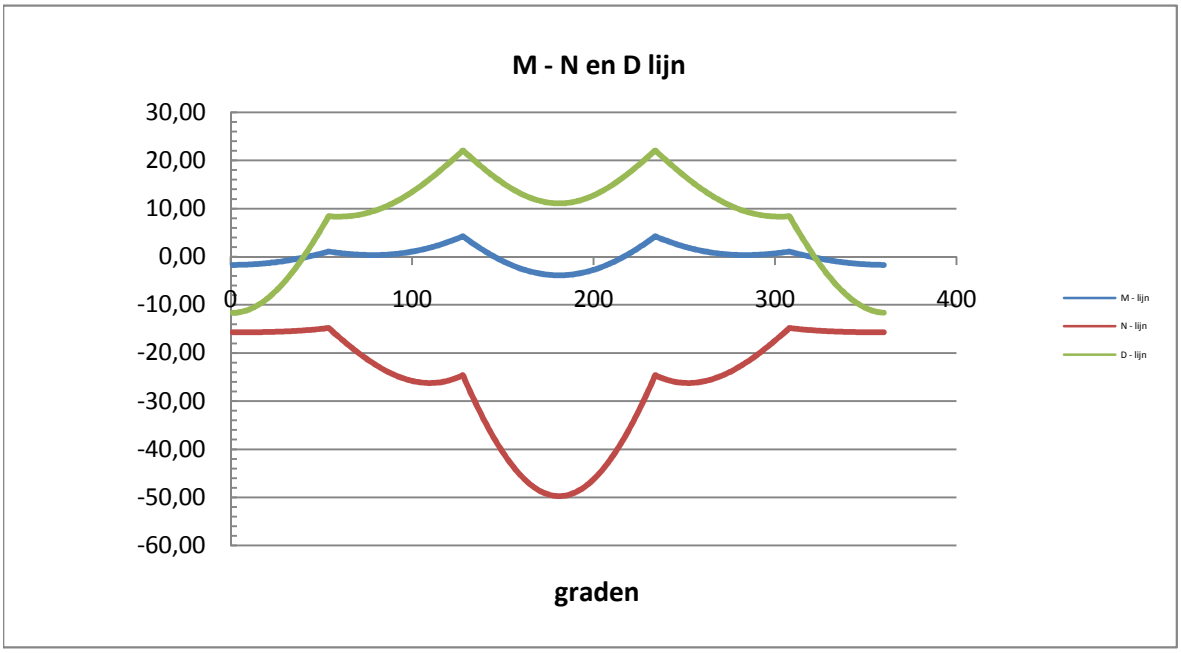
Belastinggeval : BG 1a - wind 45 gr.

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-1,49	-14,25	-9,23	0,11	1,46
15,0	-1,60	-16,95	-7,22	0,38	5,24
30,0	-1,22	-19,11	-2,33	0,92	12,79
45,0	-0,30	-20,37	4,91	0,34	4,75
60,0	0,04	-23,18	10,21	0,32	4,48
75,0	-0,28	-27,52	12,59	0,46	6,36
90,0	0,18	-29,65	15,94	1,30	18,04
105,0	1,48	-29,23	20,00	2,13	29,54
120,0	3,60	-26,09	24,36	0,75	10,40
135,0	2,85	-29,00	23,22	3,09	42,96
150,0	-0,24	-36,59	17,43	2,06	28,56
165,0	-2,30	-40,75	12,39	0,90	12,52
180,0	-3,20	-41,25	8,76	0,27	3,72
195,0	-2,93	-38,15	6,93	1,35	18,75
210,0	-1,58	-31,85	7,00	2,25	31,30
225,0	0,67	-22,97	8,79	1,02	14,22
240,0	1,70	-16,87	8,38	0,65	8,96
255,0	1,05	-14,86	5,17	0,22	3,09
270,0	0,83	-12,16	3,43	0,12	1,73
285,0	0,96	-9,17	3,26	0,39	5,37
300,0	1,34	-6,27	4,53	0,41	5,64
315,0	0,94	-6,14	1,65	1,08	15,02
330,0	-0,15	-8,56	-4,41	0,84	11,61
345,0	-0,98	-11,35	-8,23	0,49	6,80
360,0	-1,47	-14,05	-9,26	0,02	0,31



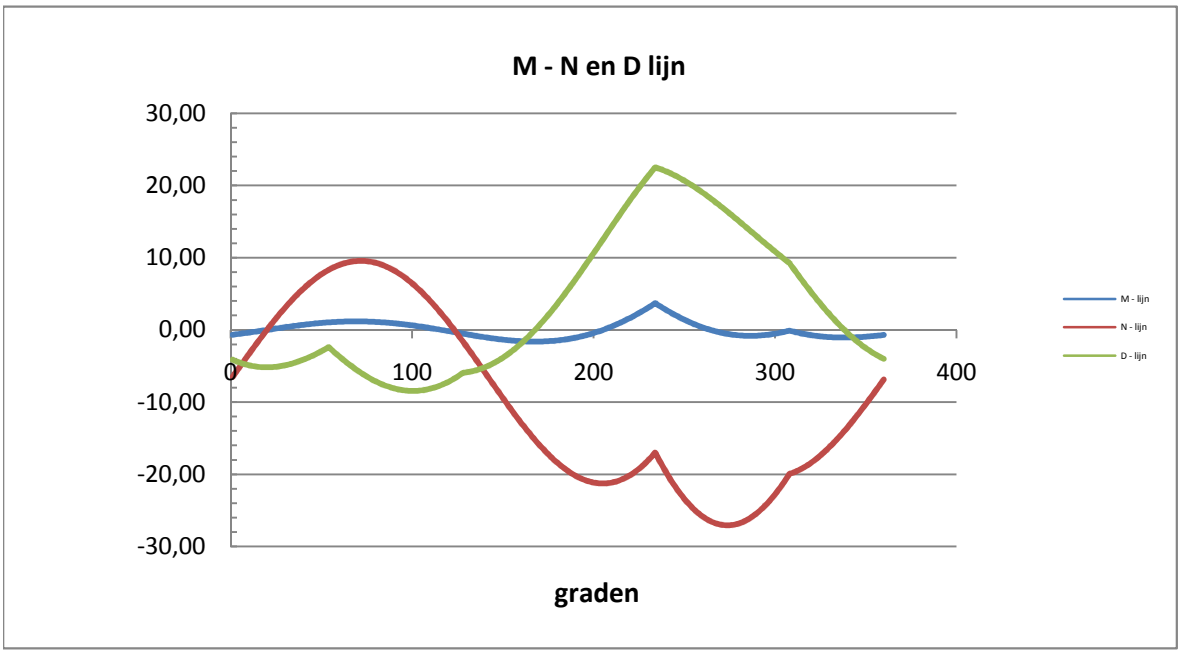
Belastinggeval : BG 3 - wind 45 gr + ijs.

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-1,69	-15,68	-11,64	0,22	3,11
15,0	-1,47	-15,64	-9,83	0,67	9,31
30,0	-0,80	-15,47	-4,62	1,11	15,44
45,0	0,31	-15,10	3,34	0,42	5,83
60,0	0,73	-17,09	8,32	0,38	5,22
75,0	0,36	-21,48	9,16	0,24	3,27
90,0	0,59	-24,66	11,42	0,94	12,99
105,0	1,53	-26,16	15,04	1,68	23,30
120,0	3,21	-25,62	19,68	1,07	14,82
135,0	2,14	-31,17	19,40	3,22	44,76
150,0	-1,08	-41,21	15,05	2,05	28,53
165,0	-3,14	-47,58	12,11	0,71	9,80
180,0	-3,84	-49,77	11,08	0,71	9,80
195,0	-3,14	-47,58	12,11	2,05	28,53
210,0	-1,08	-41,21	15,05	3,22	44,76
225,0	2,14	-31,17	19,40	1,07	14,82
240,0	3,21	-25,62	19,68	1,68	23,30
255,0	1,53	-26,16	15,04	0,94	12,99
270,0	0,59	-24,66	11,42	0,24	3,27
285,0	0,36	-21,48	9,16	0,38	5,22
300,0	0,73	-17,09	8,32	0,42	5,83
315,0	0,31	-15,10	3,34	1,11	15,44
330,0	-0,80	-15,47	-4,62	0,67	9,31
345,0	-1,47	-15,64	-9,83	0,22	3,10
360,0	-1,69	-15,68	-11,63	0,00	0,01



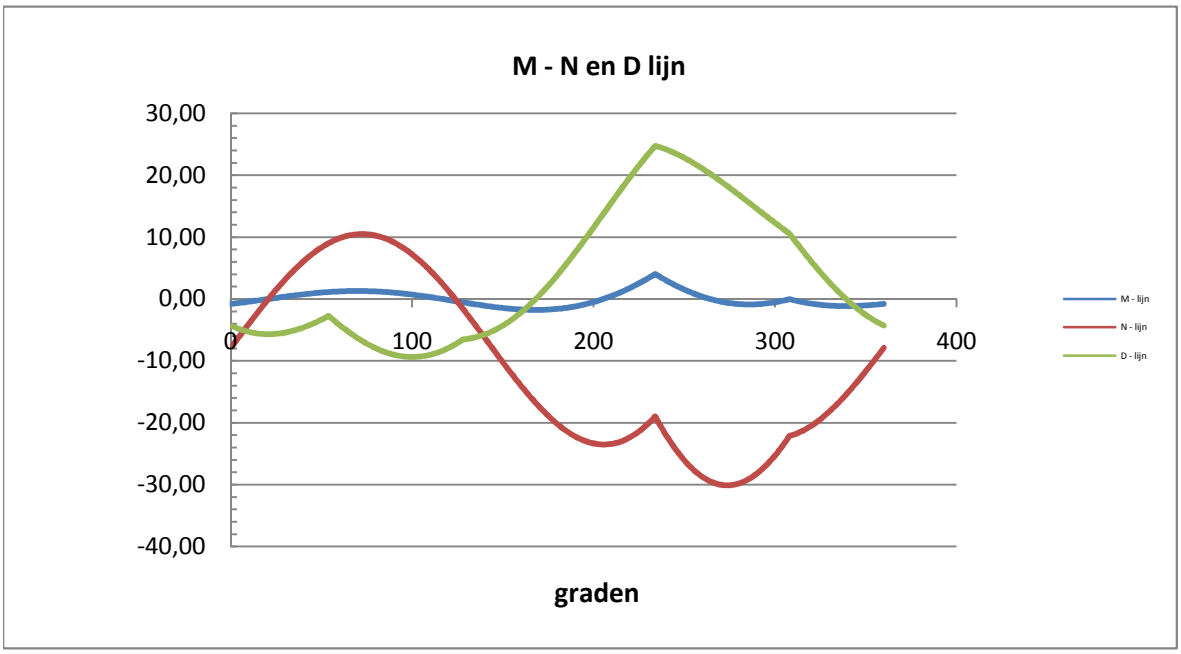
Belastinggeval : BG 1a - Bundelbreuk 90 gr

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-0,68	-6,51	-4,14	0,52	7,21
15,0	-0,16	-1,30	-5,15	0,56	7,74
30,0	0,40	3,38	-4,86	0,46	6,44
45,0	0,86	6,99	-3,48	0,27	3,72
60,0	1,13	9,11	-3,93	0,01	0,16
75,0	1,14	9,50	-6,61	0,26	3,55
90,0	0,88	8,10	-8,17	0,48	6,71
105,0	0,40	5,07	-8,36	0,62	8,67
120,0	-0,22	0,73	-7,07	0,64	8,94
135,0	-0,87	-4,41	-5,55	0,52	7,18
150,0	-1,38	-9,78	-3,69	0,24	3,31
165,0	-1,62	-14,72	-0,47	0,18	2,49
180,0	-1,44	-18,60	3,92	0,71	9,81
195,0	-0,74	-20,87	9,13	1,30	18,02
210,0	0,56	-21,10	14,67	1,89	26,32
225,0	2,46	-19,04	19,98	0,16	2,17
240,0	2,61	-20,15	21,84	1,87	26,03
255,0	0,74	-25,00	19,73	1,17	16,21
270,0	-0,43	-27,02	16,94	0,40	5,58
285,0	-0,83	-26,11	13,81	0,34	4,68
300,0	-0,49	-22,47	10,65	0,07	1,02
315,0	-0,57	-19,04	6,50	0,45	6,25
330,0	-1,02	-16,00	1,88	0,00	0,05
345,0	-1,01	-11,62	-1,75	0,30	4,22
360,0	-0,71	-6,86	-4,02	0,03	0,41



Belastinggeval : BG 3 - Bundelbreuk 90 gr + ijs

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-0,77	-7,50	-4,43	0,56	7,81
15,0	-0,21	-1,73	-5,63	0,61	8,51
30,0	0,40	3,48	-5,38	0,52	7,17
45,0	0,92	7,53	-3,91	0,31	4,24
60,0	1,23	9,95	-4,44	0,03	0,36
75,0	1,25	10,46	-7,39	0,27	3,72
90,0	0,98	9,00	-9,09	0,52	7,23
105,0	0,46	5,73	-9,26	0,68	9,46
120,0	-0,22	1,00	-7,79	0,71	9,82
135,0	-0,93	-4,66	-6,13	0,57	7,97
150,0	-1,50	-10,59	-4,13	0,27	3,78
165,0	-1,77	-16,08	-0,62	0,18	2,56
180,0	-1,59	-20,42	4,19	0,76	10,60
195,0	-0,82	-23,00	9,92	1,41	19,65
210,0	0,59	-23,35	16,04	2,08	28,83
225,0	2,67	-21,17	21,92	0,17	2,39
240,0	2,84	-22,45	24,04	2,05	28,48
255,0	0,79	-27,82	21,80	1,26	17,55
270,0	-0,48	-30,04	18,83	0,41	5,74
285,0	-0,89	-29,01	15,48	0,41	5,67
300,0	-0,48	-24,93	12,08	0,08	1,16
315,0	-0,56	-21,17	7,52	0,53	7,38
330,0	-1,10	-17,89	2,37	0,02	0,34
345,0	-1,12	-13,12	-1,72	0,32	4,40
360,0	-0,80	-7,88	-4,29	0,03	0,44



Maatgevende belastinggeval : BG 1a - wind 45 gr.

Controle spanningen :

$N_{Ed;max}$ =	41,5	kN	N_{Rd} =	1555	kN
$M_{y,Ed;max}$ =	4,86	kNm	M_{Rd} =	28	kNm
$M_{w,Ed;max}$ =	20,8	kNm	M_{Rd} =	3669	kNm
$V_{Ed;max}$ =	26,3	kN	V_{Rd} =	369	kN

$N_{Ed;max} / N_{Rd}$ = 41,49 / 1555 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 6,3 N/mm^2

$M_{y,Ed;max} / M_{y,Rd}$ = 4,86 / 27,8 = 0,17 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 41,3 N/mm^2

$V_{Ed;max} / V_{Rd}$ = 26,34 / 369 = 0,07 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 9,8 N/mm^2

Bij maximale moment : N_{Ed} = 23,71

V_{Ed} = 26,34

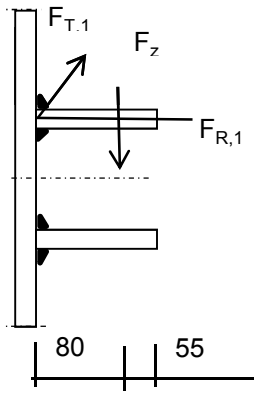
$\sigma_b + \sigma_N$ = 41,3 + 3,6 = 44,9 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

τ_z = 9,8 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = \{ (\sigma_b + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2 \}^{0,5}$

σ_{vlg} = 48 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.



Per bevestiging (2 * bevestigingspunten en 2 * ringen)

$F_{R,1,h}$ =	64,23	kN
$F_{T,1,h}$ =	59,12	kN
F_z =	14,69	kN
$F_{Langs,Ed}$ =	47,97	kN

$L_{las} = b_{m;ring} = 0,138*t*\pi * (E/fy)^{0,5}$ = 210 mm

of

L_{las} = 2 * 80 = 160 mm

L_{las} =160 mm - maatgevend

lasdikte a = 5 mm - hoeklas

t.g.v. $F_{R,1,h}$:

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{R,1,h} / (2*a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 28,4 N/mm^2

t.g.v. $F_{T,1,h}$:

$\tau_2 = F_{T,1,h} / (2*a*L_{las,min})$ = 36,95 N/mm^2

t.g.v. $F_{Langs,Ed}$:

$\tau_2 = F_{Langs,Ed;max} / (2*a*L_{las,min})$ = 29,98 N/mm^2

t.g.v. F_z :

$\sigma_1 = \tau_1 = [(F_z * 1000 * 80)/(t_{ring}+2*a/3)] / (a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 44,52 N/mm^2

$\sigma_1 = \tau_1$ = 72,90 N/mm^2

$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 186,3 N/mm^2

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_{M2} = 1{,}25$

$\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	186,3	/	302,2	=	0,62	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$	72,9	/	244,8	=	0,30	< 1,0 -- Voldoet

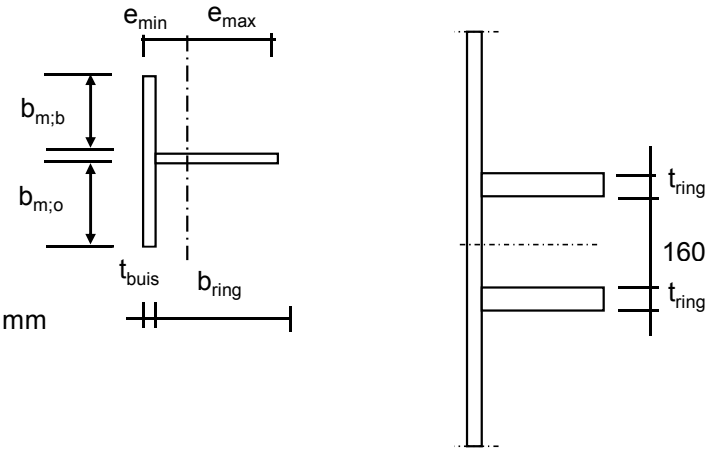
9.1.2 - Afspanpunt trekisolatoren op 42,0 meter hoogte

Ring gegevens:

$t_{buis;nom}$ = 22 mm
$t_{buis;reken}$ = 22 mm

$t_{ring;nom}$ = 20 mm
$t_{ring;reken}$ = 20 mm

b_{ring} = 135 mm
Afstand tussen ringen = 160 mm



Mee werkende breedte :DIN 18801

$b_m = 0{,}138 * t * \lambda_a$

$\lambda_a = \pi * (E / f_y)^{0,5}$

Staal S355 ; f_y = 355,0 N/mm²
E = 210000,0 N/mm²

$b_{m;b}$ = 232,0 mm
$b_{m;o}$ = 80 mm

A = 10004 mm²
e_{min} = 32,2 mm
e_{max} = 124,8 mm

I = 16542576 mm⁴
W_{min} = 132539 mm³

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

N_{Rd} = 2367 kN
$M_{y;Rd}$ = 31 kNm
$M_{w;Rd}$ = 10520 kNm (torsieweerstand mast)
V_{Rd} = 369 kN

Belastingen op 42,0 meter (gelijkgesteld aan de belastingen van de geleiders op 52 m)

Belastingen - geleiders 380 kV

	Ahead			Back		
	F_V N	F_T N	F_L N	F_V N	F_T N	F_L N
BG 1a - (wind (90 gr))	17056	124980	205651	17056	124980	-205651
BG 3 - (wind (90) + ijs)	29380	123077	229108	29380	123077	-229108
BG 1a - (wind (45 gr))	17045	67119	135061	17057	130900	-213662
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	29376	103058	216048	29381	125336	-231339
1a- Bundelbr.-(90 gr)	17049	88694	157786	0,0	0,0	0,0
3 - Bundelbr.-(90 gr + ijs	19805	94794	175433	0,0	0,0	0,0
1a- Bundelbr.-(45 gr)	17045	64613	133947	0,0	0,0	0,0
3 - Bundelbr.-(45 gr + ijs	19802	76696	160509	0,0	0,0	0,0

Diameter mast t.p.v ringen D = 1167 mm

R = 583,4 mm

Mast 8 :	Lijnhoek = 2. α =	130,1	graden
Mast 7 :	Lijnhoek = 2. α =	161,1	graden
Mast 15 :	Lijnhoek = 2. α =	180	graden
Mast 176 :	Lijnhoek = 2. α =	139,3	graden
Mast 149 :	Lijnhoek = 2. α =	169,2	graden
Mast 148 :	Lijnhoek = 2. α =	173,4	graden
Mast 132 :	Lijnhoek = 2. α =	180	graden
Mast 106 :	Lijnhoek = 2. α =	130,4	graden
Mast 105 :	Lijnhoek = 2. α =	155,2	graden

Lijnhoek = 2. α = 169,2 graden maatgevenc

hoek φ = boogsin(300 / (583+80)) = 26,9 graden

	A		B		C	
	$F_{R;1;Ed}$ kN	$F_{R;2;Ed}$ kN	$F_{R;1;Ed}$ kN	$F_{R;2;Ed}$ kN	$F_{R;max;Ed}$ kN	$M_{T;Ed}$ kNm
BG 1a - (wind (90 gr))	60,2	36,4	60,2	36,4		
BG 3 - (wind (90) + ijs)	64,9	42,0	64,9	42,0		
BG 1a - (wind (45 gr))	37,5	25,3	62,6	37,7		
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	59,4	40,8	65,6	42,3		
1a- Bundelbr.-(90 gr)	45,2	28,6	0,0	0,0		
3 - Bundelbr.-(90 gr + ijs	49,7	32,1	0,0	0,0		
1a- Bundelbr.-(45 gr)	36,9	25,2	0,0	0,0		
3 - Bundelbr.-(45 gr + ijs	44,2	30,3	0,0	0,0		

Roark's Formulas for stress & strain - tabel 9.2 - 20

Roark's Formulas for stress & strain - tabel 9.2 - 19

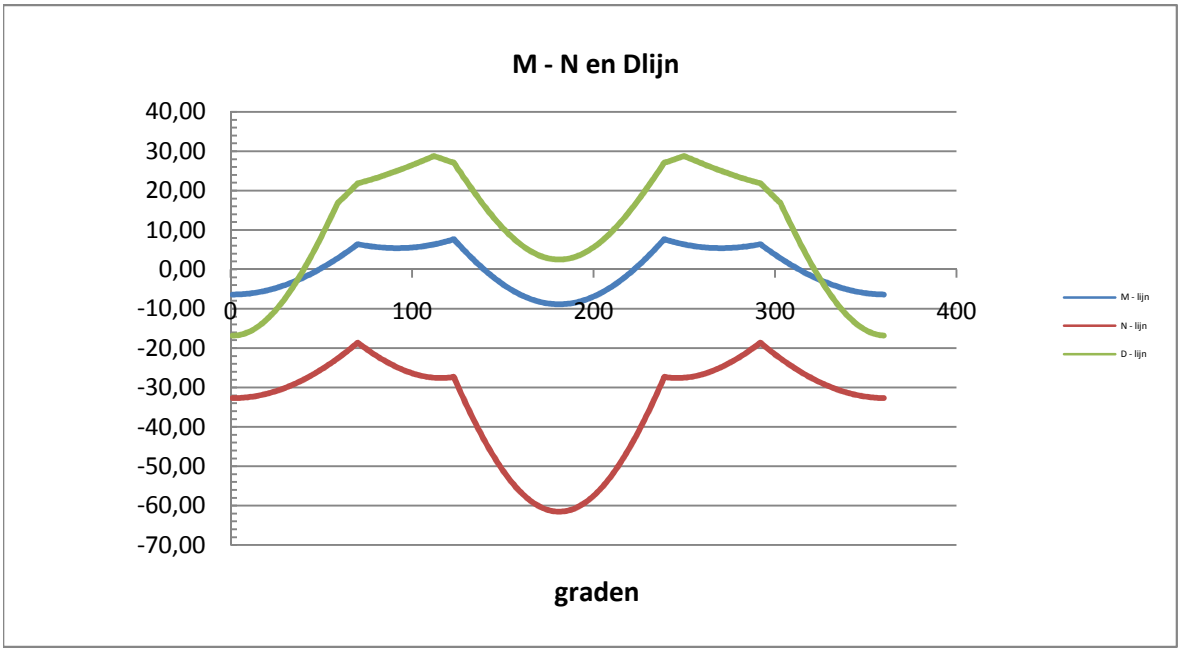
Maatgevende belastinggeval : BG 3 - wind 90 gr. + ijs

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-6,40	-32,70	-16,79	0,65	7,18
15,0	-5,75	-32,00	-14,18	1,93	21,22
30,0	-3,82	-29,93	-6,68	3,12	34,36
45,0	-0,70	-26,53	4,79	4,18	46,00
60,0	3,47	-21,92	17,73	2,49	27,38
75,0	5,96	-20,63	22,61	0,53	5,83
90,0	5,43	-24,71	24,90	0,45	5,00
105,0	5,88	-27,12	27,61	1,53	16,87
120,0	7,41	-27,46	27,38	5,89	64,89
135,0	1,52	-40,10	18,44	5,62	61,90
150,0	-4,09	-51,68	10,04	3,57	39,28
165,0	-7,66	-59,02	4,47	1,22	13,46
180,0	-8,88	-61,54	2,52	1,22	13,46
195,0	-7,66	-59,02	4,47	3,57	39,28
210,0	-4,09	-51,68	10,04	5,62	61,90
225,0	1,52	-40,10	18,44	5,89	64,89
240,0	7,41	-27,46	27,38	1,53	16,87
255,0	5,88	-27,12	27,61	0,45	5,00
270,0	5,43	-24,71	24,90	0,53	5,83
285,0	5,96	-20,63	22,61	2,49	27,38
300,0	3,47	-21,92	17,73	4,18	46,00
315,0	-0,70	-26,53	4,79	3,12	34,36
330,0	-3,82	-29,93	-6,68	1,93	21,22
345,0	-5,75	-32,00	-14,18	0,65	7,14
360,0	-6,40	-32,70	-16,77	0,00	0,03

$F_{s;d;langs} = \Delta M_{s;d} * S / I$

S = 182250 mm^3

I = 16542576 mm^4



Controle spanningen :

$N_{Ed;max}$ =	61,5	kN	N_{Rd} =	2367	kN
$M_{y,Ed;max}$ =	8,88	kNm	M_{Rd} =	31	kNm
$M_{w,Ed;max}$ =	26,3	kNm	M_{Rd} =	10520	kNm
$V_{Ed;max}$ =	28,8	kN	V_{Rd} =	369	kN

$N_{Ed;max} / N_{Rd}$ = 61,54 / 2367 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 6,2 N/mm^2

$M_{y,Ed;max} / M_{y,Rd}$ = 8,88 / 31,4 = 0,28 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 67,0 N/mm^2

$V_{Ed;max} / V_{Rd}$ = 28,77 / 369 = 0,08 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 10,7 N/mm^2

Bij maximale moment : N_{Ed} = 61,54

V_{Ed} = 2,52

$\sigma_b + \sigma_N$ = 67,0 + 6,2 = 73,2 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

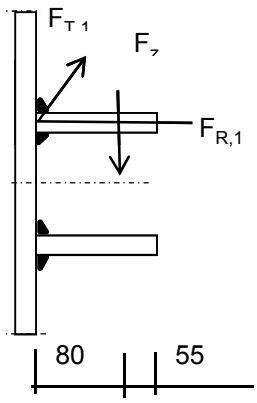
τ_z = 0,9 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = \{ (\sigma_b + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2 \}^{0,5}$

σ_{vlg} = 73 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Per bevestiging (2 * bevestigingspunten en 2 * ringen)



$F_{R,1,h}$ =	64,86	kN
$F_{T,1,h}$ =	49,61	kN
F_z =	14,69	kN
$F_{Langs,Ed}$ =	64,89	kN

$L_{las} = b_{m;ring} = 0,138*t*\pi * (E/fy)^{0,5}$ = 210 mm

of

L_{las} = 2 * 80 = 160 mm

L_{las} =160 mm - maatgevend

lasdikte a = 5 mm - hoeklas

t.g.v. $F_{R,1,h}$:

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{R,1,h} / (2*a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 28,7 N/mm^2

t.g.v. $F_{T,1,h}$:

$\tau_2 = F_{T,1,h} / (2*a*L_{las,min})$ = 31,01 N/mm^2

t.g.v. $F_{Langs,Ed}$:

$\tau_2 = F_{Langs,Ed;max} / (2*a*L_{las,min})$ = 40,56 N/mm^2

t.g.v. F_z :

$\sigma_1 = \tau_1 = [(F_z * 1000 * 80)/(t_{ring}+2*a/3)] / (a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 44,52 N/mm^2

$\sigma_1 = \tau_1$ = 73,18 N/mm^2

$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 191,8 N/mm^2

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\tau_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{w;u;d} = f_{t;d} / (\beta * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_{M2} = 1{,}25$

$\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	191,8	/	302,2	=	0,63	< 1,0 -- Voldoet
$\tau_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$	73,2	/	244,8	=	0,30	< 1,0 -- Voldoet

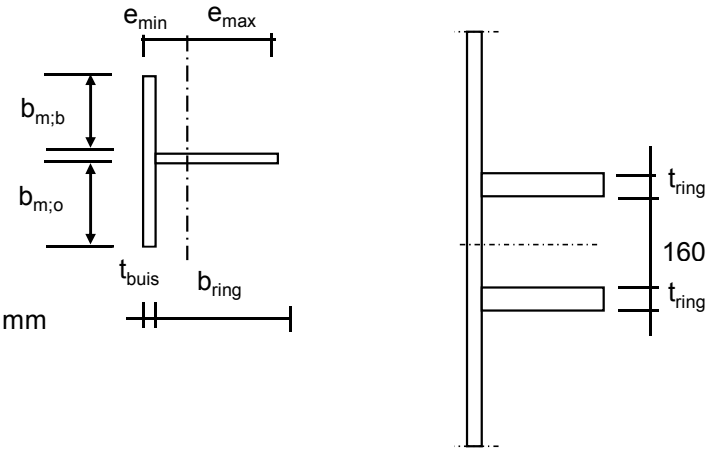
9.1.3 - Afspanpunt trekisolatoren op 32,0 meter hoogte

Ring gegevens:

$t_{buis;nom}$ = 25 mm
$t_{buis;reken}$ = 25 mm

$t_{ring;nom}$ = 20 mm
$t_{ring;reken}$ = 20 mm

b_{ring} = 135 mm
Afstand tussen ringen = 160 mm



Mee werkende breedte :DIN 18801

$b_m = 0{,}138 * t * \lambda_a$

$\lambda_a = \pi * (E / f_y)^{0,5}$

Staal S355 ; f_y = 355,0 N/mm²
E = 210000,0 N/mm²

$b_{m;b}$ = 263,6 mm
$b_{m;o}$ = 80 mm

A = 11790 mm²
e_{min} = 30,8 mm
e_{max} = 129,2 mm

I = 17896923 mm⁴
W_{min} = 138543 mm³

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

N_{Rd} = 2790 kN
$M_{y;Rd}$ = 33 kNm
$M_{w;Rd}$ = 19893 kNm (torsieweerstand mast)
V_{Rd} = 369 kN

Belastingen op 32,0 meter (gelijkgesteld aan de belastingen van de geleiders op 52 m)

Belastingen - geleiders 380 kV

	Ahead			Back		
	F_V N	F_T N	F_L N	F_V N	F_T N	F_L N
BG 1a - (wind (90 gr))	17056	124980	205651	17056	124980	-205651
BG 3 - (wind (90) + ijs)	29380	123077	229108	29380	123077	-229108
BG 1a - (wind (45 gr))	17045	67119	135061	17057	130900	-213662
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	29376	103058	216048	29381	125336	-231339
1a- Bundelbr.-(90 gr)	17049	88694	157786	0,0	0,0	0,0
3 - Bundelbr.-(90 gr + ijs	19805	94794	175433	0,0	0,0	0,0
1a- Bundelbr.-(45 gr)	17045	64613	133947	0,0	0,0	0,0
3 - Bundelbr.-(45 gr + ijs	19802	76696	160509	0,0	0,0	0,0

Diameter mast t.p.v ringen D = 1500 mm

R = 750,1 mm

Mast 8 :	Lijnhoek = 2. α =	130,1	graden
Mast 7 :	Lijnhoek = 2. α =	161,1	graden
Mast 15 :	Lijnhoek = 2. α =	180	graden
Mast 176 :	Lijnhoek = 2. α =	139,3	graden
Mast 149 :	Lijnhoek = 2. α =	169,2	graden
Mast 148 :	Lijnhoek = 2. α =	173,4	graden
Mast 132 :	Lijnhoek = 2. α =	180	graden
Mast 106 :	Lijnhoek = 2. α =	130,4	graden
Mast 105 :	Lijnhoek = 2. α =	155,2	graden

hoek tussen lijnen 2. α = 180 graden maatgevenc

hoek φ = boogsin(300 / (750+80)) = 21,2 graden

	A		B		C	
	$F_{R;1;Ed}$ kN	$F_{R;2;Ed}$ kN	$F_{R;1;Ed}$ kN	$F_{R;2;Ed}$ kN	$F_{R;max;Ed}$ kN	$M_{T;Ed}$ kNm
BG 1a - (wind (90 gr))	59,2	36,6	59,2	36,6		
BG 3 - (wind (90) + ijs)	64,5	42,3	64,5	42,3		
BG 1a - (wind (45 gr))	37,5	25,4	61,6	38,0		
BG 3 - (wind (45)+ ijs)	59,7	41,0	65,2	42,6		
1a- Bundelbr.-(90 gr)	44,8	28,8	0,0	0,0		
3 - Bundelbr.-(90 gr + ijs	49,5	32,3	0,0	0,0		
1a- Bundelbr.-(45 gr)	37,1	25,4	0,0	0,0		
3 - Bundelbr.-(45 gr + ijs	44,3	30,5	0,0	0,0		

Roark's Formulas for stress & strain - tabel 9.2 - 20

Roark's Formulas for stress & strain - tabel 9.2 - 19

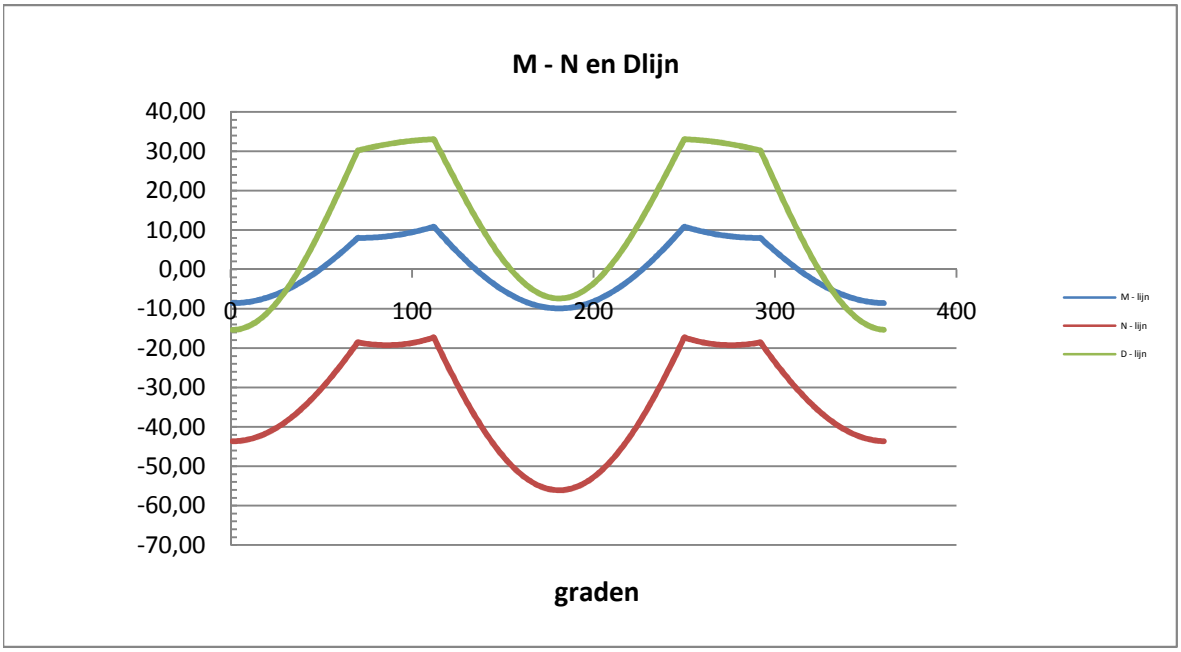
Maatgevende belastinggeval : BG 3 - wind 90 gr. + ijs

φ in gr.	$M_{s;d}$ kNm	$T_{s;d}$ kN	$V_{s;d}$ kN	$\Delta M_{s;d}$ kN	$F_{s;d,langs}$ kN
0,0	-8,58	-43,63	-15,39	0,87	8,84
15,0	-7,71	-42,32	-12,71	2,55	25,98
30,0	-5,16	-38,45	-5,02	4,08	41,56
45,0	-1,08	-32,26	6,75	5,36	54,63
60,0	4,29	-24,12	21,09	3,75	38,14
75,0	8,03	-18,92	30,83	0,64	6,50
90,0	8,67	-19,14	32,13	1,40	14,25
105,0	10,07	-18,05	32,89	3,77	38,41
120,0	6,30	-25,74	25,08	6,68	68,06
135,0	-0,39	-38,25	12,38	5,16	52,59
150,0	-5,55	-47,91	1,88	3,26	33,20
165,0	-8,81	-54,00	-5,02	1,11	11,35
180,0	-9,93	-56,09	-7,42	1,11	11,35
195,0	-8,81	-54,00	-5,02	3,26	33,20
210,0	-5,55	-47,91	1,88	5,16	52,59
225,0	-0,39	-38,25	12,38	6,68	68,06
240,0	6,30	-25,74	25,08	3,77	38,41
255,0	10,07	-18,05	32,89	1,40	14,25
270,0	8,67	-19,14	32,13	0,64	6,50
285,0	8,03	-18,92	30,83	3,75	38,14
300,0	4,29	-24,12	21,09	5,36	54,63
315,0	-1,08	-32,26	6,75	4,08	41,56
330,0	-5,16	-38,45	-5,02	2,55	25,98
345,0	-7,71	-42,32	-12,71	0,86	8,80
360,0	-8,58	-43,62	-15,38	0,00	0,04

$F_{s;d;langs} = \Delta M_{s;d} * S / I$

S = 182250 mm^3

I = 17896923 mm^4



Controle spanningen :

$N_{Ed;max}$ =	56,1	kN	N_{Rd} =	2790	kN
$M_{y,Ed;max}$ =	10,83	kNm	M_{Rd} =	33	kNm
$M_{w,Ed;max}$ =	43,0	kNm	M_{Rd} =	19893	kNm
$V_{Ed;max}$ =	33,0	kN	V_{Rd} =	369	kN

$N_{Ed;max} / N_{Rd}$ = 56,09 / 2790 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 4,8 N/mm^2

$M_{y,Ed;max} / M_{y,Rd}$ = 10,83 / 32,8 = 0,33 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 78,2 N/mm^2

$V_{Ed;max} / V_{Rd}$ = 33,03 / 369 = 0,09 < 1,0 -- Voldoet

τ_z = 12,2 N/mm^2

Bij maximale moment : N_{Ed} = 56,09

V_{Ed} = 7,42

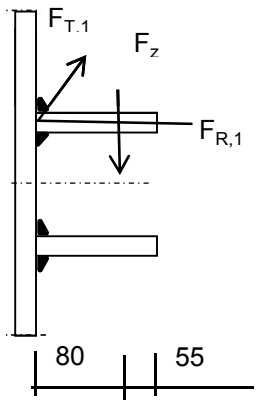
$\sigma_b + \sigma_N$ = 78,2 + 4,8 = 83,0 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

τ_z = 2,7 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = \{ (\sigma_b + \sigma_N)^2 + 3*\tau^2 \}^{0,5}$

σ_{vlg} = 83 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.



Per bevestiging (2 * bevestigingspunten en 2 * ringen)

$F_{R,1,h}$ =	64,53	kN
$F_{T,1,h}$ =	49,39	kN
F_z =	14,69	kN
$F_{Langs,Ed}$ =	68,06	kN

$L_{las} = b_{m;ring} = 0,138*t*\pi * (E/fy)^{0,5}$ = 210 mm

of

L_{las} = 2 * 80 = 160 mm

L_{las} =160 mm - maatgevend

lasdikte a = 5 mm - hoeklas

t.g.v. $F_{R,1,h}$:

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{R,1,h} / (2*a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 28,5 N/mm^2

t.g.v. $F_{T,1,h}$:

$\tau_2 = F_{T,1,h} / (2*a*L_{las,min})$ = 30,87 N/mm^2

t.g.v. $F_{Langs,Ed}$:

$\tau_2 = F_{Langs,Ed;max} / (2*a*L_{las,min})$ = 42,54 N/mm^2

t.g.v. F_z :

$\sigma_1 = \tau_1 = [(F_z * 1000 * 80)/(t_{ring}+2*a/3)] / (a*L_{las,min}*2^{0,5})$ = 44,52 N/mm^2

$\sigma_1 = \tau_1$ = 73,03 N/mm^2

$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 193,7 N/mm^2

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\tau_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{w;u;d} = f_{t;d} / (\beta * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_{M2} = 1{,}25$

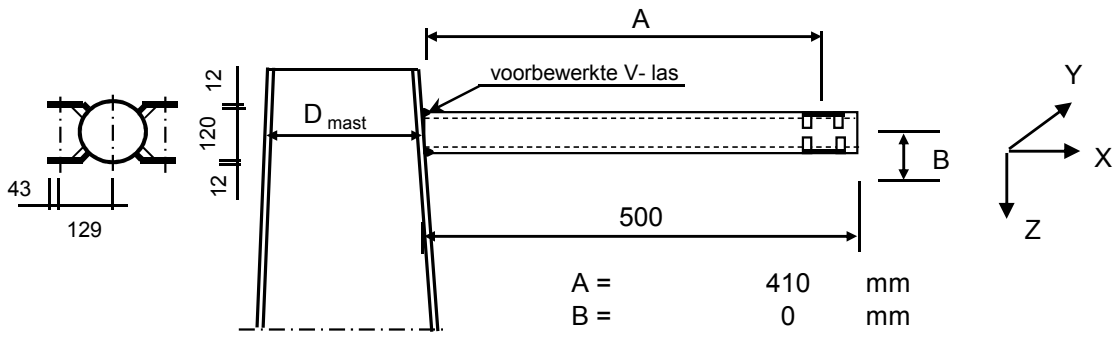
$\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	193,7	/	302,2	=	0,64	< 1,0 -- Voldoet
$\tau_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$	73,0	/	244,8	=	0,30	< 1,0 -- Voldoet

9.2 - Berekening draagarm bliksemdraad



A =	410	mm
B =	0	mm
D_{mast} =	519,0	mm
t_{mast} =	15	mm
Hoogte :	61,43	m

Buisgegevens

Buis Ø168,3 * 8 - S355 ;

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

A =	4029	mm^2	$N_{Ed} = A * f_y$ =	953	kN
$W_y = W_z$ =	1,54E+05	mm^3	$M_{y,Ed} = W_y * f_y$ =	36,5	kNm
W_x =	3,08E+05	mm^3	$M_{z,Ed} = W_z * f_y$ =	36,5	kNm
			$M_{x,Ed} = W_x * f_y / 3^{0,5}$ =	42,1	kNm
			$V_{Rd} = 0,5*A* f_y / 3^{0,5}$ =	275,2	kN

Belastingen : Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 V10.0 - Appendix N en N1

	AHEAD			BACK		
	F_x	F_y	F_z	F_x	F_y	F_z
	N	N	N	N	N	N
BG 1a - (wind (90 gr))	20429	32679	2228	20429	-32679	2228
BG 3 - (wind (90) + ijs)	32450	58151	9246	32450	-58151	9246
BG 1a - (wind (45 gr))	9102	17936	2226	21514	-34170	2228
BG 3 - (wind (45) + ijs)	26385	54955	9244	33116	-58719	9247
BG 1a - bundelbr. (90gr).	13529	23228	2227	0	0	0
BG 3 - bundelbr. (90gr+ijs).	20828	35526	3797	0	0	0
BG 1a - bundelbr. (45gr).	8595	17608	2226	0	0	0
BG 3 - bundelbr. (45gr+ijs).	13832	28363	3796	0	0	0
BG 1a - bundelbr. (-45gr).	14071	23957	2227	0	0	0
BG 3 - bundelbr. (-45gr+ijs)	21594	36481	3798	0	0	0

F_x = Transverse kracht

F_y = Longitudinale kracht

F_z = Verticale kracht

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN	$M_{x,Ed}$ kNm	$M_{y,Ed}$ kNm	$M_{z,Ed}$ kNm
BG 1a - (wind (90 gr))	40,858	0	4,456	0,00	1,83	0,00
BG 3 - (wind (90) + ijs)	64,9	0	18,492	0,00	7,58	0,00
BG 1a - (wind (45 gr))	30,616	16,234	4,454	0,00	1,83	6,66
BG 3 - (wind (45) + ijs)	59,501	3,764	18,491	0,00	7,58	1,54
BG 1a - bundelbr. (90gr).	13,529	23,228	2,227	0,00	0,91	9,52
BG 3 - bundelbr. (90gr+ijs).	20,828	35,526	3,797	0,00	1,56	14,57
BG 1a - bundelbr. (45gr).	8,595	17,608	2,226	0,00	0,91	7,22
BG 3 - bundelbr. (45gr+ijs).	13,832	28,363	3,796	0,00	1,56	11,63
BG 1a - bundelbr. (-45gr).	14,071	23,957	2,227	0,00	0,91	9,82
BG 3 - bundelbr. (-45gr+ijs)	**21,594**	**36,481**	**3,798**	**0,00**	**1,56**	**14,96**

$M_{x,Ed} = F_{y,Ed} * B$; $B = 0$

$M_{y,Ed} = F_{z,Ed} * A \pm F_{x,Ed} * B$; $M_{y,Ed,max} = F_{z,Ed} * A$

$M_{z,Ed} = F_{y,Ed} * A$

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - bundelbreuk (wind -45 gr + ijs)

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd} =$ 1,56 / 36 = 0,04 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y} =$ 10,1 N/mm^2

$M_{z,Ed} / M_{z,Rd} =$ 14,96 / 36 = 0,41 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y} =$ 97,0 N/mm^2

$N_{Ed} / N_{Rd} =$ 21,59 / 953 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_N =$ 5,4 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd} =$ 3,80 / 275 = 0,01 < 1,0 -- Voldoet

$\tau_z =$ 1,9 N/mm^2

$V_{y,Ed} / V_{y,Rd} =$ 36,48 / 275 = 0,13 < 1,0 -- Voldoet

$\tau_y =$ 18,1 N/mm^2

Maximale spanning

$\sigma_{max} = (\sigma^2_{b,y} + \sigma^2_{b,z})^{0,5} + \sigma_N =$ 103 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

$\sigma_{vlg} =$ 108 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

Buis 168,3*8 :

Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.2.1 - Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	519,0	15,0	23751	S355	355	2908675
1	168,3	8,0	4029	S355	355	154162

$M_{ip,1,Rd} = \{4,85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 90 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,32

$\gamma = d_0 / 2*t_0$ = 17,3

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 20,32 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 14,09 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,02 of n_p = -0,011

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 1,00

$M_{ip,1,Rd}$ = 58,3 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d^2_1 / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 58,1 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 7,58 / 58,1 = 0,13 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2,7 / (1 - 0,81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 32,7 kNm

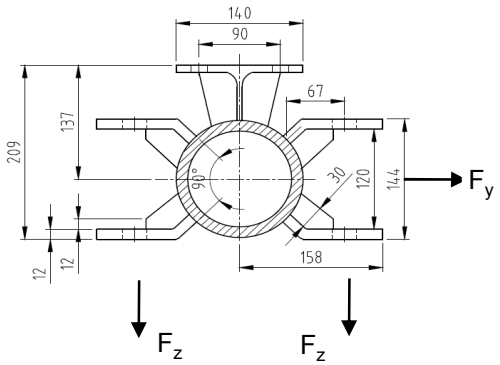
Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

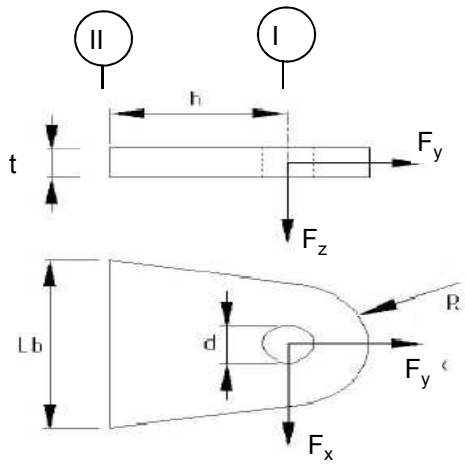
$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d^2_1 / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 58,1 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 14,96 / 32,7 = 0,46 < 1,0 -- Voldoet

9.2,2 - Berekening clip bliksemdraad (clip type 2)





R =	42	mm	;	t =	12	mm
Lb =	120	mm	;	d =	27	mm
h =	65	mm	;	a las =	5	mm (hoeklas)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (wind (90 gr))	20,43	32,68	2,23
BG 3 - (wind (90) + ijs)	**32,45**	**58,15**	**9,25**
BG 1a - (wind (45 gr))	9,10	17,94	2,23
BG 3 - (wind (45) + ijs)	26,39	54,96	9,24

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - (wind 90 gr + ijs)

Per clip :	**16,23**	**29,08**	**9,25**

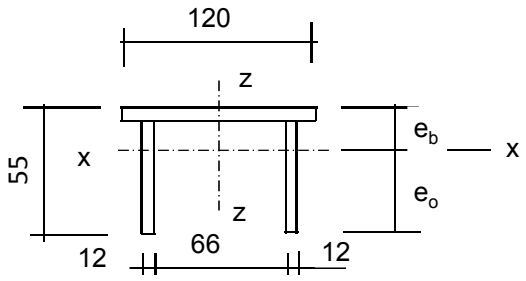
Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{x,Ed}^2 + F_{y,Ed}^2)^{0,5}$ = 29,4 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 43 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips



e_b =	17,5	mm
e_o =	37,5	mm
A =	2472	mm^2
A_{schot} =	1032	mm^3

I_x =	630925	mm^4	I_z =	3310056	mm^4
$W_{x,min}$ =	16816	mm^3	W_z =	55168	mm^3

$N_{Rd} = A * f_y$ =	585	kN
$M_{x,Rd} = W_{x,min} * f_y$ =	4,0	kNm
$M_{z,Rd} = W_z * f_y$ =	10,5	kNm
$V_{z,Rd} = A_{schot} * f_y / 3^{0,5}$ =	141,0	kN
$V_{x,Rd} = A_{ribbe} * f_y / 3^{0,5}$ =	196,8	kN

N_{Ed} =	29,08	kN	$M_{z,Ed} = V_{x,Ed} * h$ =	1,05	kNm
$V_{z,Ed}$ =	9,25	kN	$M_{x,Ed} = V_{z,Ed} * h$ =	0,60	kNm
$V_{x,Ed}$ =	16,23	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	29,08	/	585	=	0,05	< 1,0	-- Voldoet
			σ_N =		11,8	N/mm^2	
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	1,05	/	10,5	=	0,10	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		23,7	N/mm^2	
$M_{x,Ed} / M_{x,Rd}$ =	0,60	/	4,0	=	0,15	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,x}$ =		35,7	N/mm^2	
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	9,25	/	141	/	0,07	< 1,0	-- Voldoet
			τ_z =		9,0	N/mm^2	
$V_{x,Ed} / V_{x,Rd}$ =	16,23	/	197	/	0,08	< 1,0	-- Voldoet
			τ_x =		11,3	N/mm^2	

Maximale spanning

σ_{max} = 71,2 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_x + 3*\tau^2_z)^{0,5}$$

σ_{vlg} = 75 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1{,}25$; $\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0{,}9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0{,}9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a =	5	mm	t =	12	mm
			t_1 =	12	mm

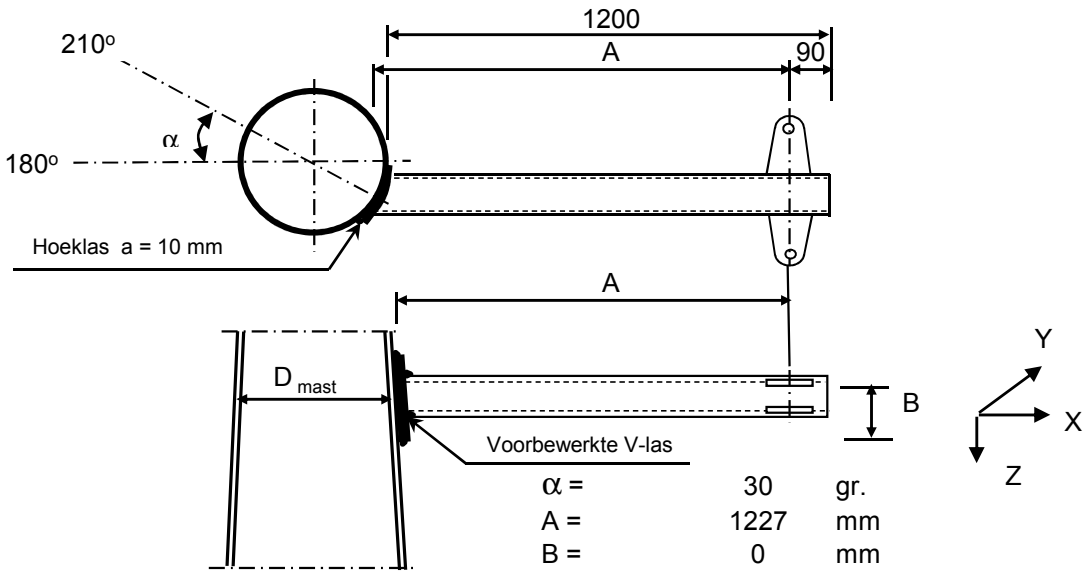
Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{y,max} * t / (2 * a)$ of $\tau_2 = \tau_{z,max} * t_1 / (2 * a)$

σ_1 =	60,4	N/mm^2
τ_1 =	60,4	N/mm^2
τ_2 = 0	13,5	N/mm^2
σ_{Ed} = $\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ =	123,1	N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	123,1	/	302,2	=	0,41	< 1,0 -- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0{,}9 * f_u / \gamma_{M2}$	60,4	/	244,8	=	0,25	< 1,0 -- Voldoet

9.3 - Berekening draagarm "Retourstroomgeleider"



α =	30	gr.
A =	1227	mm
B =	0	mm
D_{mast} =	1750	mm
t_{mast} =	28	mm
Hoogte :	24,5	m

Buisgegevens

Buis Ø273 * 8 - S355 ;

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / $\gamma_{m;extra}$ = 236,7 N/mm^2

A =	6660	mm^2	$N_{Ed} = A * f_y$ =	1576	kN
$W_y = W_z$ =	4,29E+05	mm^3	$M_{y,Ed} = W_y * f_y$ =	101,5	kNm
W_x =	8,57E+05	mm^3	$M_{z,Ed} = W_z * f_y$ =	101,5	kNm
			$M_{x,Ed} = W_x * f_y / 3^{0,5}$ =	117,2	kNm
			$V_{Rd} = 0,5*A* f_y / 3^{0,5}$ =	455,0	kN

Belastingen : Zie KEMA rapport 74100706-ETD/POL 12-001 38 V10,0 - Appendix N en N1

	AHEAD			BACK		
	F_x	F_y	F_z	F_x	F_y	F_z
	N	N	N	N	N	N
BG 1a - (wind (90 gr))	31951	53373	4620	31951	-53373	4620
BG 3 - (wind (90) + ijs)	60012	113159	18678	60012	-113159	18678
BG 1a - (wind (45 gr))	18081	36619	4617	33409	-55362	4620
BG 3 - (wind (45) + ijs)	52715	110835	18676	60793	-113667	18679
BG 1a - bundelbr. (90gr).	23161	41797	4618	0	0	0
BG 3 - bundelbr. (90gr+ijs).	35850	64466	7763	0	0	0
BG 1a - bundelbr. (45gr).	17489	36384	4617	0	0	0
BG 3 - bundelbr. (45gr+ijs).	27716	57669	7762	0	0	0
BG 1a - bundelbr. (-45gr).	23814	42605	4618	0	0	0
BG 3 - bundelbr. (-45gr+ijs)	36772	65513	7764	0	0	0

F_x = Transverse kracht

F_y = Longitudinale kracht

F_z = Verticale kracht

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN	$M_{x,Ed}$ kNm	$M_{y,Ed}$ kNm	$M_{z,Ed}$ kNm
BG 1a - (wind (90 gr))	63,902	0	9,24	0,00	11,34	0,00
BG 3 - (wind (90) + ijs)	120,024	0	37,356	0,00	45,84	0,00
BG 1a - (wind (45 gr))	51,49	18,743	9,237	0,00	11,34	23,00
BG 3 - (wind (45) + ijs)	113,508	2,832	37,355	0,00	45,84	3,48
BG 1a - bundelbr. (90gr).	23,161	41,797	4,618	0,00	5,67	51,30
BG 3 - bundelbr. (90gr+ijs).	35,85	64,466	7,763	0,00	9,53	79,12
BG 1a - bundelbr. (45gr).	17,489	36,384	4,617	0,00	5,67	44,65
BG 3 - bundelbr. (45gr+ijs).	27,716	57,669	7,762	0,00	9,53	70,77
BG 1a - bundelbr. (-45gr).	23,814	42,605	4,618	0,00	5,67	52,29
BG 3 - bundelbr. (-45gr+ijs)	**36,772**	**65,513**	**7,764**	**0,00**	**9,53**	**80,40**

$M_{x,Ed} = F_{y,Ed} * B$; $B = 0$

$M_{y,Ed} = F_{z,Ed} * A \pm F_{x,Ed} * B$; $M_{y,Ed,max} = F_{z,Ed} * A$

$M_{z,Ed} = F_{y,Ed} * A$

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - bundelbreuk (wind -45 gr + ijs)

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd} =$ 9,53 / 101 = 0,09 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y} =$ 22,2 N/mm^2

$M_{z,Ed} / M_{z,Rd} =$ 80,40 / 101 = 0,79 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y} =$ 187,5 N/mm^2

$N_{Ed} / N_{Rd} =$ 36,77 / 1576 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_N =$ 5,5 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd} =$ 7,76 / 455 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

$\tau_z =$ 2,3 N/mm^2

$V_{y,Ed} / V_{y,Rd} =$ 65,51 / 455 = 0,14 < 1,0 -- Voldoet

$\tau_y =$ 19,7 N/mm^2

Maximale spanning

$\sigma_{max} = (\sigma^2_{b,y} + \sigma^2_{b,z})^{0,5} + \sigma_N =$ 194 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_y + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

$\sigma_{vlg} =$ 197 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

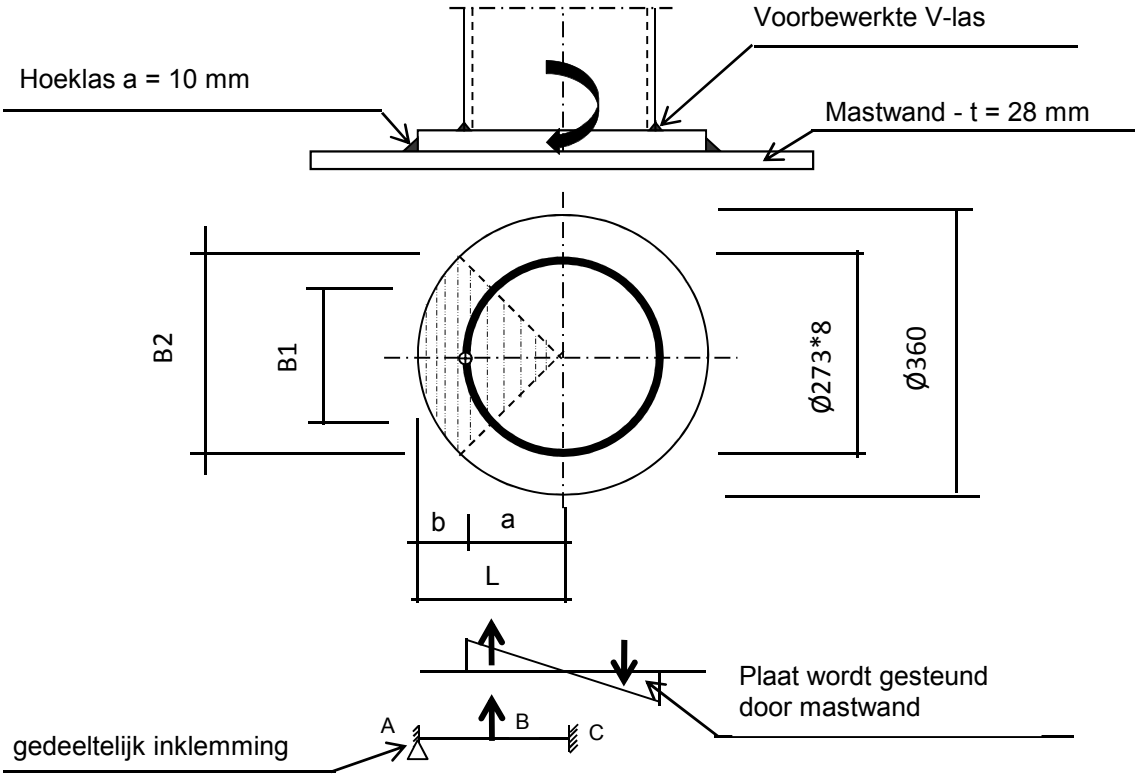
$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra} =$ 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) = 302$ N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2} = 245$ N/mm^2

Buis 273*8 aan de versterkingsplaat
Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

Berekening versterkingsplaat



Plaat rond 360 * 25 - S355

Buis Ø273 * 8 - S355 ;

A =	6660	mm^2
W =	428697	mm^3
I =	58517143	mm^4
R =	137	mm

Hoeklas a= 10,0 mm

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Maatgevend belasting

$M_{ed,max} = (M_{y,Ed}^2 + M_{z,Ed}^2)^{0,5} =$ 81,0 kNm

$F_{Ed} = [((M_{Ed} * R_{buis} / I) * (1+\cos 45^o))/2] * (A_{buis} / 4)$

$F_{Ed} =$ 268,4 kN

a = R_{buis} = 136,5

b = R_{pl} - a = 43,5

B1 =	193,0	mm ;	Boog B1 =	214	mm
B2 =	254,6	mm ;	Boog B2 =	283	mm

Percentage inklemming= a_{las} / t_{pl} = 40,0%

Percentage vrij oplegging = 60,0%

Volledig opleggingg:

$M_{A;Ed} = 0$ 0,00 kNm

$M_{B;Ed} = (F_{Ed} * b/2)*(2 - 3*b/L + b^3/L^3) =$ 7,53 kNm

$R_{A;Ed} = (F_{Ed} * a^2 / 2.L^3)* (b + 2.L) =$ 173,0 kN

Volledig inklemming:

$M_{A;Ed}$ = (F_{Ed} * b * a^2 / L^2) = 6,71 kNm

$M_{B;Ed}$ = (2 * F_{Ed} * a^2 * b^2 / L^3) = 3,25 kNm

$R_{A;Ed}$ = F_{Ed} * $(a / L)^2$ * (1 + 2* b / L) = 229,0 kN

Gedeeltelijk inklemming:

$M_{A;Ed}$ =	0,0	*	60,0%	+	6,7	*	40,0%	=	2,69	kNm
$M_{B;Ed}$ =	7,5	*	60,0%	+	3,2	*	40,0%	=	5,81	kNm
$R_{A;Ed}$ =	173,0	*	60,0%	+	229,0	*	40,0%	=	195,4	kN

$M_{A;Rd}$ = ((1/4) * t_{pl}^2 * Boog B2 * 355 / 1,5) / 10^{-6} = 10,46 kNm

$M_{B;Rd}$ = ((1/4) * t_{pl}^2 * Boog B1 * 355 / 1,5) / 10^{-6} = 7,93 kNm

$M_{A,Ed}$ / $M_{A,Rd}$ = 2,69 / 10,46 = 0,26 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,A}$ = 60,8 N/mm^2

$M_{B,Ed}$ / $M_{B,Rd}$ = 5,81 / 7,93 = 0,73 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,B}$ = 173,5 N/mm^2

Ter plaatse van buiten ring:

V_{Ed} = 195,4 kN

τ = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * Boog B2 = 27,6 N/mm^2

Ter plaatse van binnen ring :

τ = V_{Ed} * 1000 / t_{pl} * Boog B1 = 36,4 N/mm^2

$\sigma_{vlg,max}$ = $\{\sigma_b^2 + 3*\tau^2\}^{0,5}$ = 184,7 N/mm^2

< 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M$ * wortel(3))

γ_M = 1,25 ; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> f_u = 510 N/mm^2 en β_w = 0,9

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen hoeklas a = 10 mm rondom

Per mm las:

t.g.v buigspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_b * t / (1 * a * 2^{0,5})$ = 107,5 N/mm^2

t.g.v schuifspanning:

$\sigma_1 = \tau_1 = \pm \tau * t / (1 * a * 2^{0,5})$ = 48,9 N/mm^2

$\sigma_{1,max}$ =	107,5	+	48,9	=		156,3	N/mm^2	
$\tau_{1,max}$ =	107,5	-	48,9	=		58,6	N/mm^2	
$\tau_2 = 0$								
σ_{Ed} =	$\{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$			=		186,4	N/mm^2	
$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$=	186,4	/	302,2	=		0,62	< 1,0	-- Voldoet
$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$	156,3	/	244,8	=		0,64	< 1,0	-- Voldoet

9.3.1 - Controle capaciteit van de aansluiting - draagarm aan mast

Momentcapaciteit in het vlak

buis	d_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1750,2	28,0	151493	S355	355	64198753
Plaat	360,0		101788	S355	355	4580442

$M_{ip,1,Rd} = \{4,85 * (f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (\beta * k_p * g^{0,5})\} / \gamma_{M5}$

γ_{M5} = 1,50 (extra materiaalfactor)

θ_1 = 90 graden ; $\beta = d_i / d_0$ = 0,21

$\gamma = d_0 / 2*t_0$ = 31,3

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed}$ = 514,4 kN drukkracht
$M_{0,Ed}$ = 15584,4 kNm
} t.g.v. max. belasting

n_p = 0,69 of n_p = -0,674

k_p = 1,0 , voor $n_p \leq 0$ (trek) ;

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

k_p = 0,65

$M_{ip,1,Rd}$ = 241,3 kNm

Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

$M_{ip,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d^2_1 / 3^{0,5})*((1+ 3*\sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,1,Rd}$ = 495,8 kNm

$M_{y,Ed} / M_{ip,1,Rd}$ = 45,84 / 241,3 = 0,19 < 1,0 -- Voldoet

Momentcapaciteit uit het vlak

$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t^2_0 * d_1 / \sin\theta_1) * (2,7 / (1 - 0,81*\beta)) * k_p \} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 140,2 kNm

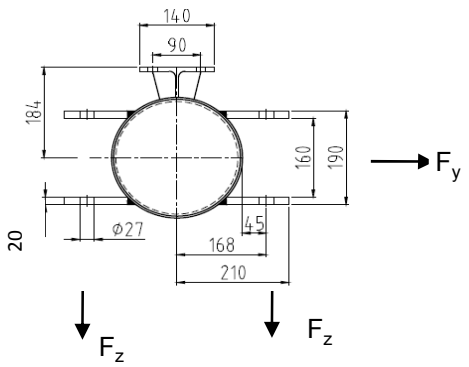
Pons controle ; Voor $d_1 \leq d_0 - 2*t_0$:

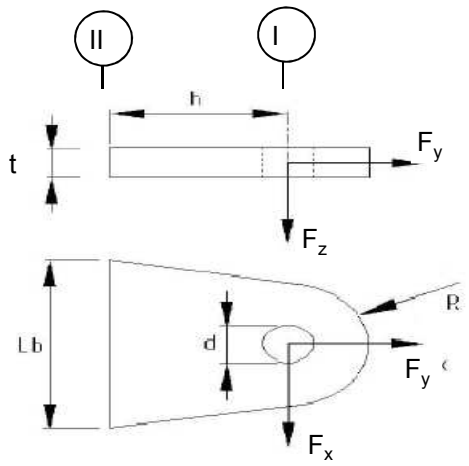
$M_{op,1,Rd} = \{(f_{y0} * t_0 * d^2_1 / 3^{0,5})*((3+ \sin\theta_1)/ 4*\sin^2\theta_1)\} / \gamma_{M5}$

$M_{op,1,Rd}$ = 495,8 kNm

$M_{z,Ed} / M_{op,1,Rd}$ = 80,40 / 140,2 = 0,57 < 1,0 -- Voldoet

9.3,2 - Berekening clip "Retourstroomgeleider" (clip type 2)





R =	42	mm ;	t =	20	mm
Lb =	140	mm ;	d =	27	mm
h =	75	mm ;	a las =	voorbewerkte V-las	

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 1a - (wind (90 gr))	31,95	53,37	4,62
BG 3 - (wind (90) + ijs)	**60,01**	**113,16**	**18,68**
BG 1a - (wind (45 gr))	18,08	36,62	4,62
BG 3 - (wind (45) + ijs)	52,72	110,84	18,68

Maatgevend belastinggeval : BG 3 - (wind 90 gr + ijs)

Per clip :	**30,01**	**56,58**	**18,68**

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{x,Ed}^2 + F_{y,Ed}^2)^{0,5}$ = 57,3 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 50 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	2800	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	663	kN
W_z =	6,53E+04	mm^3	$M_{z,Rd}$ = W_z * f_y =	15,5	kNm
W_x =	9,33E+03	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_x * f_y =	2,2	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	382,6	kN

N_{Ed} =	56,58	kN	$M_{z,Ed}$ = $V_{x,Ed}$ * h =	2,25	kNm
$V_{z,Ed}$ =	18,68	kN	$M_{x,Ed}$ = $V_{z,Ed}$ * h =	1,40	kNm
$V_{x,Ed}$ =	30,01	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} =	56,58	/	663	=	0,09	< 1,0	-- Voldoet
			σ_N =		20,2	N/mm^2	
$M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ =	2,25	/	15,5	=	0,15	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,z}$ =		34,4	N/mm^2	
$M_{x,Ed} / M_{x,Rd}$ =	1,40	/	2,2	=	0,63	< 1,0	-- Voldoet
			$\sigma_{b,x}$ =		150,1	N/mm^2	
$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ =	18,68	/	383	/	0,05	< 1,0	-- Voldoet
			τ_z =		6,7	N/mm^2	
$V_{x,Ed} / V_{x,Rd}$ =	30,01	/	383	/	0,08	< 1,0	-- Voldoet
			τ_x =		10,7	N/mm^2	

Maximale spanning

σ_{max} = 204,7 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{max} + 3*\tau^2_x + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 206 N/mm^2 < 236 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

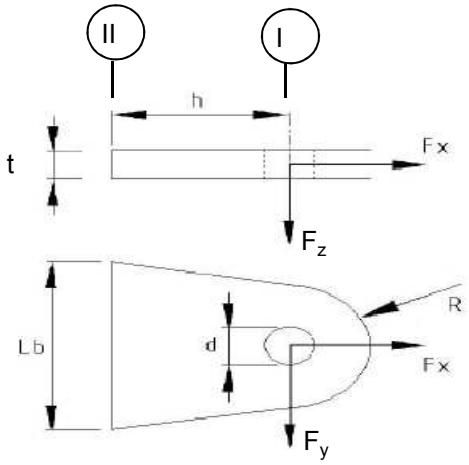
$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.4 - Berekening Clip 17 - t.b.v installatie geleiders (op 0,5m hoogte)



R =	55	mm	;	t =	20	mm
Lb =	110	mm	;	d =	27	mm
h =	55	mm	;	las :	Voorbeverklte K-las	

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

	$F_{x,Ed}$ kN	$F_{y,Ed}$ kN	$F_{z,Ed}$ kN
BG 200 kN	141,42	141,42	0,00
of	0,00	200,00	

Doorsnede I ; ter hoogte van de gat (twee clips)

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $0,5 * (F_{y,Ed}^2 + F_{x,Ed}^2)^{0,5}$ = 100,0 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2

τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 60 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips (twee clips)

A =	2200	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	521	kN
W_y =	4,03E+04	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_y * f_y =	9,5	kNm
W_z =	7,33E+03	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_z * f_y =	1,7	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	300,6	kN

N_{Ed} =	70,71	kN	$M_{y,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =	3,889	kNm
$V_{y,Ed}$ =	70,71	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} = 70,71 / 521 = 0,14 < 1,0 -- Voldoet
σ_N = 32,1 N/mm^2

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 3,89 / 10 = 0,41 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_{b,y}$ = 96,4 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 70,71 / 301 = 0,24 < 1,0 -- Voldoet
τ_y = 32,1 N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 32,1 + 96,4 } = 128,6 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 140 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

N_{Ed} = 0,00 kN
$V_{y,Ed}$ = 100,00 kN

$M_{y,Ed} = V_{y,Ed} * h$ = 5,500 kNm

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 5,50 / 10 = 0,58 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_{b,y}$ = 136,4 N/mm^2

$V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ = 100,00 / 301 = 0,33 < 1,0 -- Voldoet
τ_y = 45,5 N/mm^2

vergelijkingsspanning :

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 157 N/mm^2 < 230 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las.

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Voorbewerkte K- las met volledige doorsnede doorlassen

9.4.1 - Controle capaciteit van de aansluiting

Plaats van de aansluiting ; 0,5m boven voetplaat

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	2550,3	28,0	221876	S355	355	138392000
clip	110,0	20,0	2200	S355	355	40333

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,04 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,04

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 1024,7 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 38531,8 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,80 of $n_p =$ -0,771

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,57

$N_{1,Rd} =$ 534,6 kN ---> > N1,Ed ; voldoet

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 70,71 / 534,6 = 0,13 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 58,8 kNm ---> > M1,Ed ; voldoet

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 3,89 / 58,8 = 0,07 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

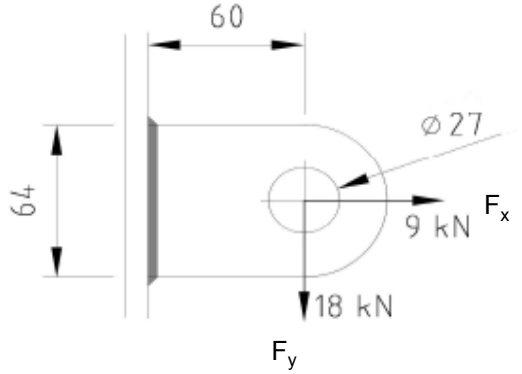
$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 70,71 kN ; $M_{1,Ed} =$ 3,889 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 2571 N/mm'
$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 7652 N/mm' ---> voldoet

9.5 - Berekening clip hulprail - clip 8

Clip hoogte:
61,43 - 59,93 - 51,8 - 49,3 - 41,8 - 39,3 - 31,8 - 29,3 m



R =	32	mm ;	t =	20	mm
Lb =	64	mm ;	d =	27	mm
h =	60	mm ;	a las =	5	mm - hoeklas

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)
Materiaal - S 355 ; f_y = 355 / 1,5 = 236,7 N/mm^2

$F_{x,Ed}$	$F_{y,Ed}$	$F_{z,Ed}$
kN	kN	kN
9,00	18,00	0,00

Doorsnede I ; ter hoogte van het gat

Per clip: $F_{Ed;max}$ = $(F_{y,Ed}^2 + F_{y,Ed}^2)^{0,5}$ = 20,1 kN

τ_{toel} = (355 / 1,5) / $3^{0,5}$ = 137 N/mm^2
τ = $F_{Ed,max}$ / (2 *(t * (R - d/2)) = 27 N/mm^2 < 137 MPa -- Voldoet

Doorsnede II ; per clips

A =	1280	mm^2	N_{Rd} = A * f_y =	303	kN
W_y =	1,37E+04	mm^3	$M_{x,Rd}$ = W_y * f_y =	3,2	kNm
W_z =	4,27E+03	mm^3	$M_{y,Rd}$ = W_z * f_y =	1,0	kNm
			V_{Rd} = A* f_y / $3^{0,5}$ =	174,9	kN

N_{Ed} =	9,00	kN	$M_{y,Ed}$ = $V_{y,Ed}$ * h =	1,080	kNm
$V_{y,Ed}$ =	18,00	kN			

N_{Ed} / N_{Rd} = 9,00 / 303 = 0,03 < 1,0 -- Voldoet
σ_N = 7,0 N/mm^2

$M_{y,Ed}$ / $M_{y,Rd}$ = 1,08 / 3 = 0,33 < 1,0 -- Voldoet
$\sigma_{b,y}$ = 79,1 N/mm^2

$V_{z,Ed}$ / $V_{z,Rd}$ = 18,00 / 175 = 0,10 < 1,0 -- Voldoet
τ_y = 14,1 N/mm^2

Maximale buigspanning

$\sigma_{b,max}$ = { 7,0 + 79,1 } = 86,1 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_y)^{0,5}$

σ_{vlg} = 90 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : hoeklas 5 mm rondom

a = 5 mm t = 20 mm

Per mm las: : $\sigma_1 = \tau_1 = \sigma_{max} * t / (2 * a * 2^{0,5})$

$\tau_2 = \tau_{max} * t / (2 * a)$

σ_1 = 121,8 N/mm^2

τ_1 = 121,8 N/mm^2

τ_2 = 0 28,1 N/mm^2

$\sigma_{Ed} = \{\sigma_1^2 + 3 * (\tau_1^2 + \tau_2^2)\}^{0,5}$ = 248,4 N/mm^2

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$= 248,4 / 302,2 = 0,82 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_1 \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ 121,8 / 244,8 = 0,50 < 1,0 -- Voldoet

9.5.1 - Controle capaciteit van de aansluiting

Clip op 29.3 meter hoogte - (diameter buis maximum)

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	1590,2	25,0	122929	S355	355	47357080
clip	64,0	20,0	1280	S355	355	13653

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,04 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,04

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 425,5 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 12278,1 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,74 of $n_p =$ -0,721

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,61

$N_{1,Rd} =$ 458,4 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 9,00 / 458,4 = 0,02 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 29,3 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 1,08 / 29,3 = 0,04 < 1,0 -- Voldoet

Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 9,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 1,080 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 1723 N/mm'
$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 6832 N/mm' ---> voldoet

Clip op 51,8 m hoogte -(wanddikte buis minimum / diameter maximum)

buis/plaat	d_i / h_i (mm)	t_i (mm)	A (mm^2)	kwaliteit	f_y	W_b (mm^3)
0	840,1	15,0	38880	S355	355	7878898
clip	64,0	20,0	1280	S355	355	13653

$N_{i,Rd} = \{(5 * k_p * f_{y0} * t^2_0) * (1 + 0,25 * \eta)\} / \gamma_{M5}$

$M_{ip,i,Rd} = h_i * N_{i,Rd}$; $M_{op,i,Rd} = 0$

Toepassingsgebied:

$\eta = h_i / d_0 \leq 4$ $h_i / d_0 =$ 0,08 voldoet

$\gamma_{M5} =$ 1,50 (extra materiaalfactor)

$\eta = h_i / d_0 =$ 0,08

$n_p = \{N_{0,Ed} / (A_0 * f_{y,0})\} + \{M_{0,Ed} / (W_0 * f_{y,0})\}$

$N_{0,Ed} =$ 113,9 kN drukkracht
$M_{0,Ed} =$ 959,2 kNm
} t.g.v. max. belasting

$n_p =$ 0,35 of $n_p =$ -0,335

$k_p = 1,0$, voor $n_p \leq 0$ (trek)

$k_p = 1,0 - 0,3 * n_p - 0,3 * n_p^2$, voor $n_p > 0$ (druk) maar $k_p \leq 1$

$k_p =$ 0,86

$N_{1,Rd} =$ 232,7 kN

$N_{1,Ed} / N_{1,Rd} =$ 9,00 / 232,7 = 0,04 < 1,0 -- Voldoet

$M_{op,i,Rd} =$ 14,9 kNm

$M_{1,Ed} / M_{op,1,Rd} =$ 1,08 / 14,9 = 0,07 < 1,0 -- Voldoet

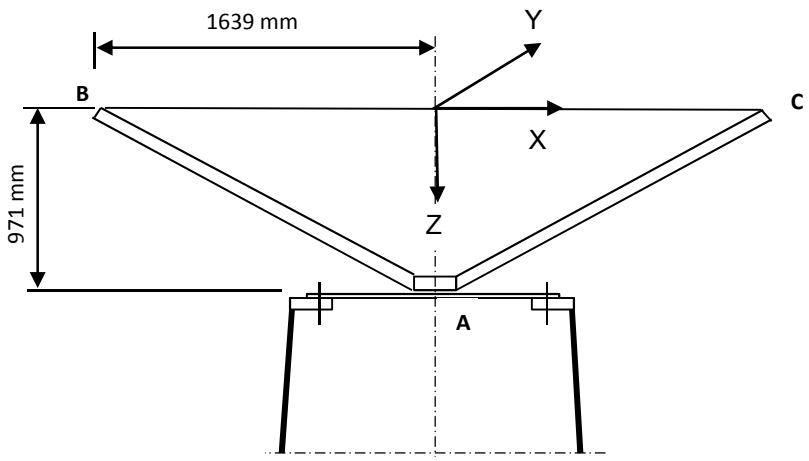
Pons controle

$\sigma_{max.}t_i = (N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_{el}) * t_i \leq \{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5}$

$N_{1,Ed} =$ 9,00 kN ; $M_{1,Ed} =$ 1,080 kNm

$\sigma_{max.}t_i =$ 1723 N/mm'
$\{(f_{y,0} / 3^{0,5}) * 2 * t_0 \} / \gamma_{M5} =$ 4099 N/mm' ---> voldoet

9.6 - Ondersteuning hijsbalk op de top van de mast



Buis rond 500 * 15

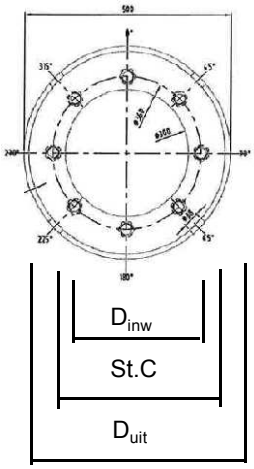
Afstand aangrijpingspunt tot as =	1639	mm
Hoogte aangrijpingspunt boven ring =	971	mm
Verticale belasting $F_{z,Ed}$ =	35	kN
Horizontale belasting $F_{x,Ed}$ = $F_{y,Ed}$ =	15	kN

	BG 1	BG 2	BG 3	BG 4
$F_{z;B,Ed}$	35	35	35	35
$F_{z;c,Ed}$	35	0	35	0
$F_{x;B,Ed}$	15	15	0	0
$F_{x;c,Ed}$	15	0	0	0
$F_{y;B,Ed}$	0	0	15	15
$F_{y;c,Ed}$	0	0	-15	0

Verticaal:	$R_{z;A}$ (kN)	70	35	70	35
Horizontaal:	$R_{x(y);A}$ (kN)	30	15	0	0
Moment:	$M_{y(x);A}$ (kNm)	29,13	71,93	0	57,365
Wringing:	$M_{z;A}$ (kNm)	0	0	49,17	24,585

Ringgegevens ;

D-uitwendig	500	mm
D-inwendig	300	mm
StC	360	mm
plaat dikte t =	30	mm
Staalkwaliteit S-355; f_y =	355	N/mm^2
Aantal bouten	8	
BoutenM24 - 8,8		



M24 -8,8 :	$F_{t,Rd}$ =	203,03 / 1,5	=	135,4	kN
	$F_{v,Rd}$ =	135,36 / 1,5	=	90,2	kN

$\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

controle bouten

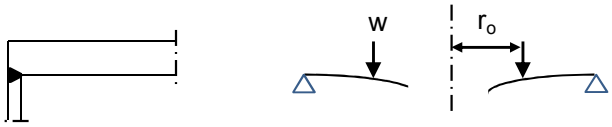
	BG 1	BG 2	BG 3	BG 4	
$F_{t,Ed}$ - kN	31,7	95,5	0,0	75,3	
$F_{v,Ed}$ - kN	3,8	1,9	34,1	17,1	
$F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$ =	0,23	0,71	0,00	0,56	< 1 ; voldoet
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$ =	0,04	0,02	0,38	0,19	< 1 ; voldoet
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 * F_{t,Rd}$ =	0,21	0,52	0,38	0,59	< 1 ; voldoet

Controle ring :

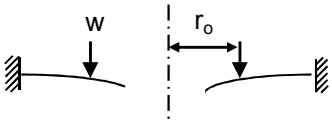
maatgevend belastinggeval : BG2.

Ten gevolge van verticale belasting ; F_z = 35 kN

Voor de formule zie: Roark's formulas for stress & strain - Tabel 11,2 - 1



Voor de formule zie: Roark's formulas for stress & strain - Tabel 11,2 - 1e



De ring wordt ondersteunt door buis met een las gelijk aan de dikte van de buis.

Verdeling van belasting:

Percentage inklemming (tabel 11,2-1e) = t_{buis} / t_{pl} = 50,0%

Percentage vrij oplegging = 50,0%

W =	35,0	kN			
$w_{(ro)}$ =	31	N/mm'	ν =	0,3	
a =	250	mm	E =	210000	N/mm^2
b =	150	mm	f_y =	237	N/mm^2
r_o =	180	mm			

$D = E.t^3 / 12.(1-\nu^2)$ = 519230769

$C_1 = 0,5.(1+\nu).((b/a).\ln(a/b)) + 0,25.((1-\nu).((a/b)-(b/a))$ = 0,3859

$C_4 = 0,5.[(1+\nu).(b/a).+ (1-\nu).(a/b)]$ = 0,9733

$C_7 = 0,5.(1-\nu^2).((a/b)-(b/a))$ = 0,4853

$L_3 = (r_o/4a).\{[(r_o/a)^2+1].\ln(a/r_o) + (r_o/a)^2 -1\}$ = 0,0031

$L_6 = (r_o/4a).[(r_o/a)^2 -1+ 2.\ln(a/r_o)]$ = 0,0316

$L_9 = (r_o/a).\{ 0,5*(1+\nu).\ln(a/r_o) +0,25*(1-\nu).[1 - (r_o/a)^2]\}-$ = 0,2144

$F_7 = 0,5.(1-\nu^2).((r/b)-(b/r))$; en voor $r = r_o$ = 0,1668

$\theta_b = w . a^2 . L_6 / D. C_4$ = 0,0001

M_{ra} =percentage inkl. * $w . a (L_9 - C_7 . L_6 / C_4)$ = 769 Nmm/mm'

$Q_a = w \cdot r_o / a$ = 22 N/mm'

Ten gevolge van moment ; $M_{y;Ed}$ = 71,93 kNm

$w = F_{bout,max} / (2 * \pi * r_o / n_{bout})$

$w = (4*M_{y,Ed}*1000 / (360 * 8)) / (2\pi * 180 / 8)$ = 707 N/mm'

M_{ra} =percentage inkl. * $w \cdot a (L_9 - C_7 \cdot L_6 / C_4)$ = 17550 Nmm/mm'

$M_{ra;max,Ed}$ = 18318 Nmm/mm'

$Q_a = w \cdot r_o / a$ = 509 N/mm'

Q_{amax} = 531

$M_{Rd} = (1/6) * 1 * t^2 * f_y$ = 35500 Nmm/mm'

M_{Ed} / M_{Rd} = 18318 / 35500 = 0,52 < 1,0 -- Voldoet

σ_b = 122,1 N/mm^2

$\tau_z = w_{tot} / t$ = 531 / 30 = 17,70 N/mm^2

$\sigma_{vlg} = (\sigma^2_{b,max} + 3*\tau^2_z)^{0,5}$

σ_{vlg} = 126 N/mm^2 < 237 MPa -- Voldoet

Controle spanning in de buis

Buis Ø500 * 15 - S355 ;

A = 22855 mm^2 $N_{Ed} = A * f_y$ = 8114 kN

$W_y = W_z$ = 2,69E+06 mm^3 $M_{y,Ed} = W_y * f_y$ = 955,2 kNm

N_{Ed} = 35 kN

$M_{y,Ed}$ = 71,93 kNm

N_{Ed} / N_{Rd} = 35,00 / 8114 = 0,00 < 1,0 -- Voldoet

σ_N = 1,5 N/mm^2

$M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ = 71,93 / 955 = 0,08 < 1,0 -- Voldoet

$\sigma_{b,y}$ = 26,7 N/mm^2

σ_{max} = 28,3 N/mm^2

Controle spanningen in las:

Toetsing regel :

$\sigma_{Ed} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ of $\sigma_1 = \sigma_{loodrecht} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2}$

$f_{v,w,d} = f_u / (\beta_w * \gamma_M *$ wortel(3))

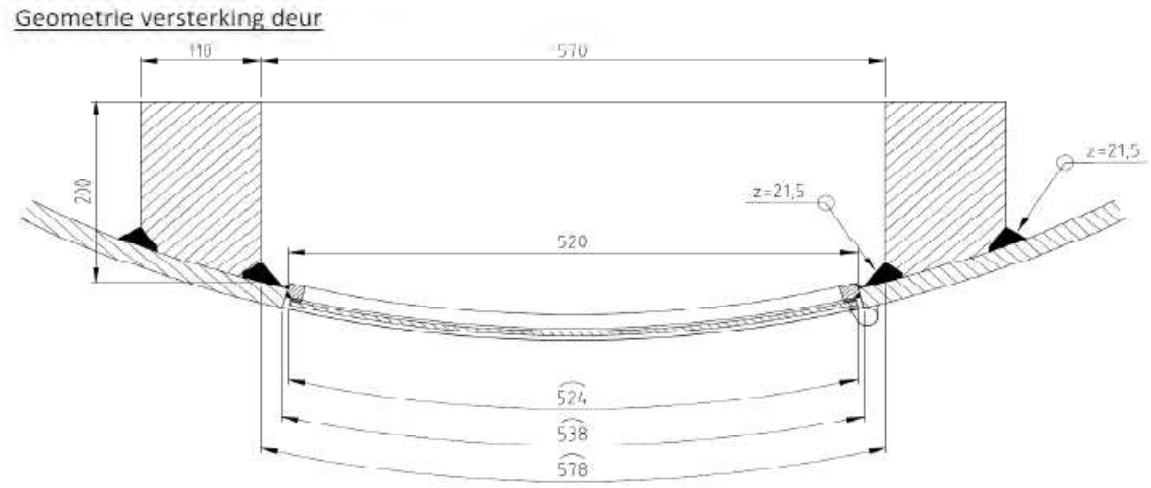
$\gamma_M = 1,25$; $\gamma_{m;extra}$ = 1,5 (extra materiaalfactor)

Materiaal S 355 ----> $f_u = 510$ N/mm^2 en $\beta_w = 0,9$

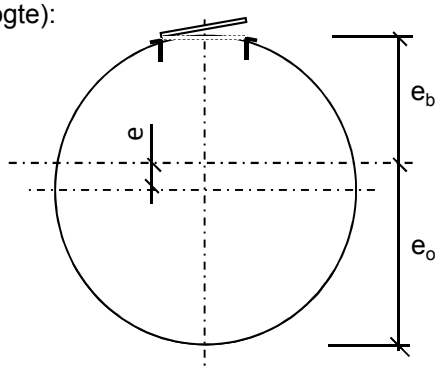
$f_u / (\beta_w * \gamma_{M2})$ = 302 N/mm^2 $0,9 * f_u / \gamma_{M2}$ = 245 N/mm^2

Lassen : Rondom voorbewerkte V- las met volledige doorsnede doorlassen

9.7 - Berekening versterking deur



Doorsnede ter hoogte van de hart opening (1,225m hoogte):



Buisdiameter : 2526 mm
dikte t ; 28 mm

A_{buis} = 219750 mm^2
$A_{versterking}$ = 40531 mm^2
$A_{verlies}$ = 14502 mm^2

A_{tot} = 245778 mm^2

e = 107,2 mm
e_b = 1155,9 mm ; e_o = 1370,3 mm

I_{tot} = 1,95E+11 mm^4
W_{min} = 1,42E+08 mm^3
W_{max} = 1,69E+08 mm^3

Krachten: Maximale krachten t.p.v. mastvoet - knoop 28 (inclusief 2^e orde effect)

M_{Ed} = 39022 kNm ; N_{Ed} = 1025 kN

σ_N = N_{Ed} / A_{tot} = 4,2 N/mm^2
σ_b = M_{Ed} / W_{min} = 274,3 N/mm^2

σ_{max} = 4,2 + 274,3 = 278,5 N/mm^2 < 355 MPa -- Voldoet

Bijlage A

Rapport KEMA - 74100224-ETD/POL 12-00138 V10,0 - 18 -11-2013

bijlage N, N1 en N2

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N**

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
1a	380C1F1 / 380C2F1	17046	70458	137544	17046	70458	-137544
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17046	69655	136876	17046	69655	-136876
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17045	68668	136110	17045	68668	-136110
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2226	9796	18590	2226	9796	-18590
	Comp. gl	4617	18864	37163	4617	18864	-37163
1b	380C1F1 / 380C2F1	17036	72973	153782	17036	72973	-153782
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17036	72875	153781	17036	72875	-153781
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	72751	153785	17036	72751	-153785
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2225	9509	19909	2225	9509	-19909
	Comp. gl	4615	19347	40832	4615	19347	-40832
3	380C1F1 / 380C2F1	29376	104312	216126	29376	104312	-216126
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	29376	104020	216089	29376	104020	-216089
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	29376	103654	216058	29376	103654	-216058
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	9244	26783	54949	9244	26783	-54949
	Comp. gl	18676	53224	110761	18676	53224	-110761
4	380C1F1 / 380C2F1	20053	73762	155471	20053	73762	-155471
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20053	73667	155479	20053	73667	-155479
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20053	73547	155493	20053	73547	-155493
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2978	10784	22643	2978	10784	-22643
	Comp. gl	6122	21974	46465	6122	21974	-46465
6	380C1F1 / 380C2F1	19177	68716	147362	19177	68716	-147362
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19177	68716	147362	19177	68716	-147362
Permanent loads yg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	19177	68716	147362	19177	68716	-147362
	GW / opgw	2505	9033	19371	2505	9033	-19371
	Comp. gl	5195	18706	40116	5195	18706	-40116
1a	380C1F1 / 380C2F1	17045	67119	135061	17057	130900	-213662
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17045	66677	134803	17056	124305	-204739
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17045	66131	134516	17054	115909	-193419
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2226	9102	17936	2228	21514	-34170
	Comp. gl	4617	18081	36619	4620	33409	-55362

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N**

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
1b	380C1F1 / 380C2F1	17036	72547	153803	17037	79755	-157640
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17036	72487	153812	17036	78948	-156952
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	72410	153824	17036	77958	-156163
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2225	9428	19902	2225	10900	-20985
	Comp. gl	4615	19245	40840	4615	20946	-41664
3	380C1F1 / 380C2F1	29376	103058	216048	29381	125336	-231339
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	29376	102881	216055	29380	122823	-228863
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	29376	102659	216072	29379	119728	-225957
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	9244	26385	54955	9247	33116	-58719
	Comp. gl	18676	52715	110835	18679	60793	-113667
4	380C1F1 / 380C2F1	20053	73350	155525	20053	79986	-158127
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20053	73291	155536	20053	79261	-157616
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20053	73217	155553	20053	78368	-157037
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2978	10709	22648	2978	11966	-23269
	Comp. gl	6122	21877	46484	6122	23381	-46885
1a	380C1F1 / 380C2F1	17056	124980	205651	17056	124980	-205651
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17055	118872	197406	17055	118872	-197406
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17053	111117	186995	17053	111117	-186995
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2228	20429	32679	2228	20429	-32679
	Comp. gl	4620	31951	53373	4620	31951	-53373
1b	380C1F1 / 380C2F1	17036	79030	157020	17036	79030	-157020
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17036	78303	156430	17036	78303	-156430
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	77410	155757	17036	77410	-155757
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2225	10748	20825	2225	10748	-20825
	Comp. gl	4615	20776	41527	4615	20776	-41527
3	380C1F1 / 380C2F1	29380	123077	229108	29380	123077	-229108
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	29380	120807	226950	29380	120807	-226950
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	29379	118012	224428	29379	118012	-224428
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	9246	32450	58151	9246	32450	-58151
	Comp. gl	18678	60012	113159	18678	60012	-113159
4	380C1F1 / 380C2F1	20053	79334	157666	20053	79334	-157666
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20053	78680	157232	20053	78680	-157232

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N**

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20053	77872	156743	20053	77872	-156743
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2978	11840	23167	2978	11840	-23167
	Comp. gl	6122	23237	46803	6122	23237	-46803
1a	380C1F1 / 380C2F1	17057	130900	213662	17045	67119	-135061
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17056	124305	204739	17045	66677	-134803
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17054	115909	193419	17045	66131	-134516
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2228	21514	34170	2226	9102	-17936
	Comp. gl	4620	33409	55362	4617	18081	-36619
1b	380C1F1 / 380C2F1	17037	79755	157640	17036	72547	-153803
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17036	78948	156952	17036	72487	-153812
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	77958	156163	17036	72410	-153824
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2225	10900	20985	2225	9428	-19902
	Comp. gl	4615	20946	41664	4615	19245	-40840
3	380C1F1 / 380C2F1	29381	125336	231339	29376	103058	-216048
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	29380	122823	228863	29376	102881	-216055
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	29379	119728	225957	29376	102659	-216072
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	9247	33116	58719	9244	26385	-54955
	Comp. gl	18679	60793	113667	18676	52715	-110835
4	380C1F1 / 380C2F1	20053	79986	158127	20053	73350	-155525
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	20053	79261	157616	20053	73291	-155536
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	20053	78368	157037	20053	73217	-155553
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2978	11966	23269	2978	10709	-22648
	Comp. gl	6122	23381	46885	6122	21877	-46484
1a	380C1F1 / 380C2F1	12782	58487	111876	12782	58487	-111876
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12782	57534	110884	12782	57534	-110884
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12781	56365	109729	12781	56365	-109729
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1669	8291	15363	1669	8291	-15363
	Comp. gl	3462	15495	29938	3462	15495	-29938
1b	380C1F1 / 380C2F1	12774	59266	124389	12774	59266	-124389
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12774	59160	124371	12774	59160	-124371
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12774	59026	124354	12774	59026	-124354
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1668	7663	15950	1668	7663	-15950

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N**

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
	Comp. gl	3461	15550	32688	3461	15550	-32688
3	380C1F1 / 380C2F1	25109	93214	192328	25109	93214	-192328
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25109	92908	192258	25109	92908	-192258
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	25109	92524	192190	25109	92524	-192190
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	8685	25652	52524	8685	25652	-52524
	Comp. gl	17518	50875	105724	17518	50875	-105724
4	380C1F1 / 380C2F1	15788	61248	128638	15788	61248	-128638
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15788	61149	128635	15788	61149	-128635
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15788	61023	128636	15788	61023	-128636
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2421	9163	19167	2421	9163	-19167
	Comp. gl	4966	18625	39284	4966	18625	-39284
6	380C1F1 / 380C2F1	12781	49433	106010	12781	49433	-106010
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12781	49433	106010	12781	49433	-106010
Permanent loads yg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	12781	49433	106010	12781	49433	-106010
	GW / opgw	1669	6441	13813	1669	6441	-13813
	Comp. gl	3462	13367	28666	3462	13367	-28666
1a	380C1F1 / 380C2F1	12781	54545	108097	12792	126013	-203187
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12781	54030	107683	12791	119007	-193383
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12781	53398	107211	12789	110005	-180763
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1669	7466	14428	1671	21038	-33151
	Comp. gl	3462	14575	29100	3465	31889	-52105
1b	380C1F1 / 380C2F1	12774	58810	124344	12775	67185	-130687
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12774	58746	124344	12775	66217	-129653
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12774	58665	124348	12774	65032	-128446
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1668	7574	15927	1669	9312	-17579
	Comp. gl	3461	15441	32682	3461	17403	-34068
3	380C1F1 / 380C2F1	25109	91902	192127	25114	116091	-211518
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25109	91720	192120	25113	113341	-208533
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	25109	91490	192121	25112	109949	-204991
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	8685	25248	52517	8688	32173	-56698
	Comp. gl	17518	50360	105786	17520	58644	-109062
4	380C1F1 / 380C2F1	15788	60818	128650	15789	68194	-132843

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N**

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15788	60757	128657	15788	67364	-132105
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15788	60680	128668	15788	66345	-131256
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2421	9084	19165	2421	10470	-20062
	Comp. gl	4966	18525	39296	4966	20153	-39964
1a	380C1F1 / 380C2F1	12791	119726	194390	12791	119726	-194390
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12790	113193	185234	12790	113193	-185234
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12789	104817	173489	12789	104817	-173489
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1671	19913	31574	1671	19913	-31574
	Comp. gl	3464	30325	49888	3464	30325	-49888
1b	380C1F1 / 380C2F1	12775	66315	129755	12775	66315	-129755
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12774	65444	128858	12774	65444	-128858
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12774	64379	127815	12774	64379	-127815
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1669	9129	17354	1669	9129	-17354
	Comp. gl	3461	17200	33860	3461	17200	-33860
3	380C1F1 / 380C2F1	25113	113619	208830	25113	113619	-208830
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25112	111132	206207	25112	111132	-206207
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	25112	108069	203109	25112	108069	-203109
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	8688	31486	56084	8688	31486	-56084
	Comp. gl	17520	57838	108499	17520	57838	-108499
4	380C1F1 / 380C2F1	15788	67448	132178	15788	67448	-132178
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15788	66700	131544	15788	66700	-131544
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15788	65782	130818	15788	65782	-130818
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2421	10329	19926	2421	10329	-19926
	Comp. gl	4966	19993	39847	4966	19993	-39847
1a	380C1F1 / 380C2F1	12792	126013	203187	12781	54545	-108097
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12791	119007	193383	12781	54030	-107683
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12789	110005	180763	12781	53398	-107211
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1671	21038	33151	1669	7466	-14428
	Comp. gl	3465	31889	52105	3462	14575	-29100
1b	380C1F1 / 380C2F1	12775	67185	130687	12774	58810	-124344
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12775	66217	129653	12774	58746	-124344
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12774	65032	128446	12774	58665	-124348

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N**

Loadcases for tower strength (ultimate limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1669	9312	17579	1668	7574	-15927
	Comp. gl	3461	17403	34068	3461	15441	-32682
3	380C1F1 / 380C2F1	25114	116091	211518	25109	91902	-192127
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	25113	113341	208533	25109	91720	-192120
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	25112	109949	204991	25109	91490	-192121
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	8688	32173	56698	8685	25248	-52517
	Comp. gl	17520	58644	109062	17518	50360	-105786
4	380C1F1 / 380C2F1	15789	68194	132843	15788	60818	-128650
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15788	67364	132105	15788	60757	-128657
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15788	66345	131256	15788	60680	-128668
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2421	10470	20062	2421	9084	-19165
	Comp. gl	4966	20153	39964	4966	18525	-39296

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N1**

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
1a	380C1F1 / 380C2F1	17045	65978	134443	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17045	65655	134298	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17045	65254	134141	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2226	8869	17762	0	0	0
	Comp. gl	4617	17812	36487	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	17036	72723	153787	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17036	72647	153793	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	72551	153803	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2225	9461	19903	0	0	0
	Comp. gl	4615	19287	40835	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	19802	77768	160718	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19802	77517	160650	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	19802	77203	160581	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	3796	14234	28538	0	0	0
	Comp. gl	7762	28198	57773	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	19451	71802	151812	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19451	71728	151822	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	19451	71635	151838	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2828	10310	21723	0	0	0
	Comp. gl	5821	21063	44642	0	0	0
6	380C1F1 / 380C2F1	19177	68716	147362	0	0	0
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19177	68716	147362	0	0	0
Permanent loads yg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	19177	68716	147362	0	0	0
	GW / opgw	2505	9033	19371	0	0	0
	Comp. gl	5195	18706	40116	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	17045	64613	133947	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17045	64427	133907	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17045	64193	133866	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2226	8595	17608	0	0	0
	Comp. gl	4617	17489	36384	0	0	0

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N1**

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
1b	380C1F1 / 380C2F1	17036	72393	153827	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17036	72346	153837	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	72286	153850	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2225	9399	19903	0	0	0
	Comp. gl	4615	19208	40847	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	19802	76696	160509	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19802	76547	160498	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	19802	76360	160493	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	3796	13832	28363	0	0	0
	Comp. gl	7762	27716	57669	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	19451	71480	151870	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19451	71434	151881	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	19451	71375	151896	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2828	10251	21731	0	0	0
	Comp. gl	5821	20986	44660	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	17049	88694	157786	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17048	85924	154369	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17048	82496	150248	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2227	13529	23228	0	0	0
	Comp. gl	4618	23161	41797	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	17036	77213	155617	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17036	76684	155257	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	76032	154852	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2225	10368	20455	0	0	0
	Comp. gl	4615	20350	41219	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	19805	94794	175433	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19805	92704	173118	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	19804	90133	170380	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	3797	20828	35526	0	0	0
	Comp. gl	7763	35850	64466	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	19451	76022	153058	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19451	75535	152787	0	0	0

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N1**

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	19451	74931	152486	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2828	11112	22051	0	0	0
	Comp. gl	5821	22032	44825	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	17049	91433	161228	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17049	88385	157402	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17048	84603	152765	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2227	14071	23957	0	0	0
	Comp. gl	4618	23814	42605	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	17036	77740	155999	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	17036	77154	155575	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	17036	76433	155096	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2225	10478	20558	0	0	0
	Comp. gl	4615	20473	41302	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	19806	96873	177802	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19805	94560	175171	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	19805	91711	172045	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	3798	21594	36481	0	0	0
	Comp. gl	7764	36772	65513	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	19451	76507	153348	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	19451	75968	153026	0	0	0
Permanent loads yg= 1.2	380C1F3 / 380C2F3	19451	75302	152666	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2828	11206	22119	0	0	0
	Comp. gl	5821	22141	44877	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	12781	53222	107088	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12781	52851	106842	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12781	52394	106564	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1669	7191	14164	0	0	0
	Comp. gl	3462	14265	28881	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	12774	58997	124352	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12774	58915	124346	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12774	58813	124344	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1668	7610	15934	0	0	0

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N1**

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
	Comp. gl	3461	15485	32682	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	15538	65149	133659	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15538	64872	133536	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15538	64529	133402	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	3239	12761	25380	0	0	0
	Comp. gl	6606	25101	51132	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	15186	59156	124693	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15186	59079	124696	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15186	58981	124702	0	0	0
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2271	8662	18188	0	0	0
	Comp. gl	4665	17660	37346	0	0	0
6	380C1F1 / 380C2F1	12781	49433	106010	0	0	0
Permanent, +10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12781	49433	106010	0	0	0
Permanent loads yg= 1.35	380C1F3 / 380C2F3	12781	49433	106010	0	0	0
	GW / opgw	1669	6441	13813	0	0	0
	Comp. gl	3462	13367	28666	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	12781	51673	106197	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12781	51465	106111	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12781	51207	106018	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1669	6874	13917	0	0	0
	Comp. gl	3462	13901	28691	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	12774	58647	124349	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12774	58597	124354	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12774	58535	124361	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1668	7543	15924	0	0	0
	Comp. gl	3461	15402	32684	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	15538	63979	133237	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15538	63819	133203	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15538	63619	133169	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	3238	12329	25139	0	0	0
	Comp. gl	6606	24590	50966	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	15186	58821	124722	0	0	0

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N1**

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15186	58773	124730	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15186	58713	124742	0	0	0
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2271	8600	18190	0	0	0
	Comp. gl	4665	17581	37358	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	12785	79869	138866	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12784	76688	134567	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12784	72715	129277	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1670	12565	21162	0	0	0
	Comp. gl	3463	20558	36215	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	12774	64146	127595	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12774	63519	127026	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12774	62750	126371	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1668	8672	16819	0	0	0
	Comp. gl	3461	16694	33380	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	15541	84746	153890	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15541	82341	150899	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15541	79370	147304	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	3240	19918	33574	0	0	0
	Comp. gl	6608	33469	59363	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	15187	63819	126890	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15186	63265	126476	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15186	62582	126005	0	0	0
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2271	9546	18692	0	0	0
	Comp. gl	4665	18707	37695	0	0	0
1a	380C1F1 / 380C2F1	12785	82990	143126	0	0	0
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12785	79515	138386	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12784	75162	132522	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1670	13162	22007	0	0	0
	Comp. gl	3463	21310	37236	0	0	0
1b	380C1F1 / 380C2F1	12774	64772	128192	0	0	0
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	12774	64075	127530	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	12774	63221	126766	0	0	0

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N1**

Loadcases for tower strength (special limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1668	8804	16969	0	0	0
	Comp. gl	3461	16840	33512	0	0	0
3	380C1F1 / 380C2F1	15542	87128	156909	0	0	0
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15541	84477	153553	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15541	81195	149498	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	3240	20730	34631	0	0	0
	Comp. gl	6608	34473	60583	0	0	0
4	380C1F1 / 380C2F1	15187	64373	127328	0	0	0
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	15187	63757	126842	0	0	0
Permanent loads yg=0.9	380C1F3 / 380C2F3	15186	63001	126289	0	0	0
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2271	9652	18786	0	0	0
	Comp. gl	4665	18828	37773	0	0	0

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N2**

Loadcases for tower defliction analyses (Servicability limit state)

Loadcase according to 50341-3-15		**AHEAD**			**BACK**		
		Vertical	Transverse	Longitudinal	Vertical	Transverse	Longitudinal
	Attachment point	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
1a	380C1F1 / 380C2F1	14202	58927	117336	14202	58927	-117336
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14202	58429	116970	14202	58429	-116970
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14202	57816	116556	14202	57816	-116556
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1855	8041	15633	1855	8041	-15633
	Comp. gl	3847	15792	31671	3847	15792	-31671
1b	380C1F1 / 380C2F1	14194	63543	134464	14194	63543	-134464
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14194	63480	134467	14194	63480	-134467
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14194	63399	134474	14194	63399	-134474
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	1854	8213	17290	1854	8213	-17290
	Comp. gl	3845	16749	35479	3845	16749	-35479
3	380C1F1 / 380C2F1	22419	84618	176416	22419	84618	-176416
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	22419	84425	176396	22419	84425	-176396
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	22419	84184	176381	22419	84184	-176381
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	6530	20638	42602	6530	20638	-42602
	Comp. gl	13213	41150	85996	13213	41150	-85996
4	380C1F1 / 380C2F1	16206	62101	131369	16206	62101	-131369
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16206	62039	131376	16206	62039	-131376
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	16206	61960	131388	16206	61960	-131388
Wind angle: 0 dgr	GW / opgw	2356	8891	18744	2356	8891	-18744
	Comp. gl	4850	18179	38547	4850	18179	-38547
1a	380C1F1 / 380C2F1	14202	56851	116000	14208	98189	-165882
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14202	56574	115867	14208	93717	-159769
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14202	56231	115721	14207	88077	-152129
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1855	7613	15270	1856	15816	-25944
	Comp. gl	3847	15304	31383	3849	25141	-43062
1b	380C1F1 / 380C2F1	14194	63266	134493	14195	67811	-136493
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14194	63227	134500	14195	67309	-136112
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14194	63177	134510	14195	66693	-135679
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	1854	8160	17289	1854	9080	-17879
	Comp. gl	3845	16682	35488	3846	17755	-35908
3	380C1F1 / 380C2F1	22419	83790	176382	22421	98433	-186136

W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N2**

Loadcases for tower defliction analyses (Servicability limit state)

Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	**AHEAD** Vertical [N]	**AHEAD** Transverse [N]	**AHEAD** Longitudinal [N]	**BACK** Vertical [N]	**BACK** Transverse [N]	**BACK** Longitudinal [N]
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	22419	83673	176389	22421	96774	-184519
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	22419	83526	176403	22420	94735	-182634
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	6530	20371	42601	6531	24969	-45353
	Comp. gl	13213	40808	86040	13214	46287	-88135
4	380C1F1 / 380C2F1	16206	61831	131414	16207	66084	-132786
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16206	61792	131422	16207	65626	-132496
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	16206	61743	131435	16207	65059	-132172
Wind angle: 45 dgr	GW / opgw	2356	8841	18749	2356	9651	-19102
	Comp. gl	4850	18115	38561	4850	19090	-38769
1a	380C1F1 / 380C2F1	14208	94173	160390	14208	94173	-160390
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14207	90060	154804	14207	90060	-154804
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14206	84889	147858	14206	84889	-147858
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1856	15062	24884	1856	15062	-24884
	Comp. gl	3848	24165	41727	3848	24165	-41727
1b	380C1F1 / 380C2F1	14195	67360	136149	14195	67360	-136149
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14195	66908	135825	14195	66908	-135825
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14195	66351	135458	14195	66351	-135458
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	1854	8986	17788	1854	8986	-17788
	Comp. gl	3846	17650	35833	3846	17650	-35833
3	380C1F1 / 380C2F1	22421	96941	184679	22421	96941	-184679
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	22420	95445	183276	22420	95445	-183276
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	22420	93607	181648	22420	93607	-181648
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	6531	24509	44940	6531	24509	-44940
	Comp. gl	13214	45753	87767	13214	45753	-87767
4	380C1F1 / 380C2F1	16207	65672	132524	16207	65672	-132524
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16207	65257	132281	16207	65257	-132281
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	16206	64744	132009	16206	64744	-132009
Wind angle: 90 dgr	GW / opgw	2356	9570	19041	2356	9570	-19041
	Comp. gl	4850	18997	38722	4850	18997	-38722
1a	380C1F1 / 380C2F1	14208	98189	165882	14202	56851	-116000
Wind, 10 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14208	93717	159769	14202	56574	-115867
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14207	88077	152129	14202	56231	-115721

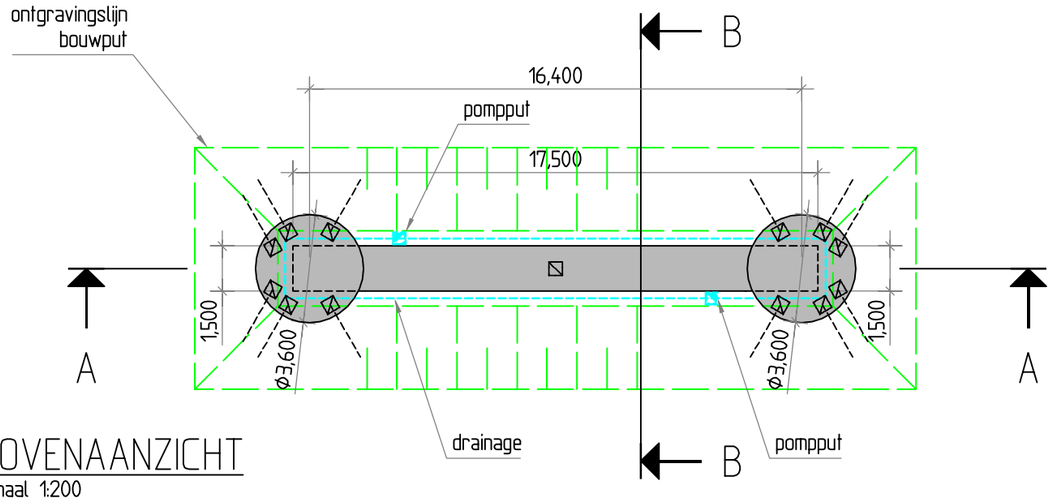
W2H400+5 TOWER **APPENDIX: N2**

Loadcases for tower defliction analyses (Servicability limit state)

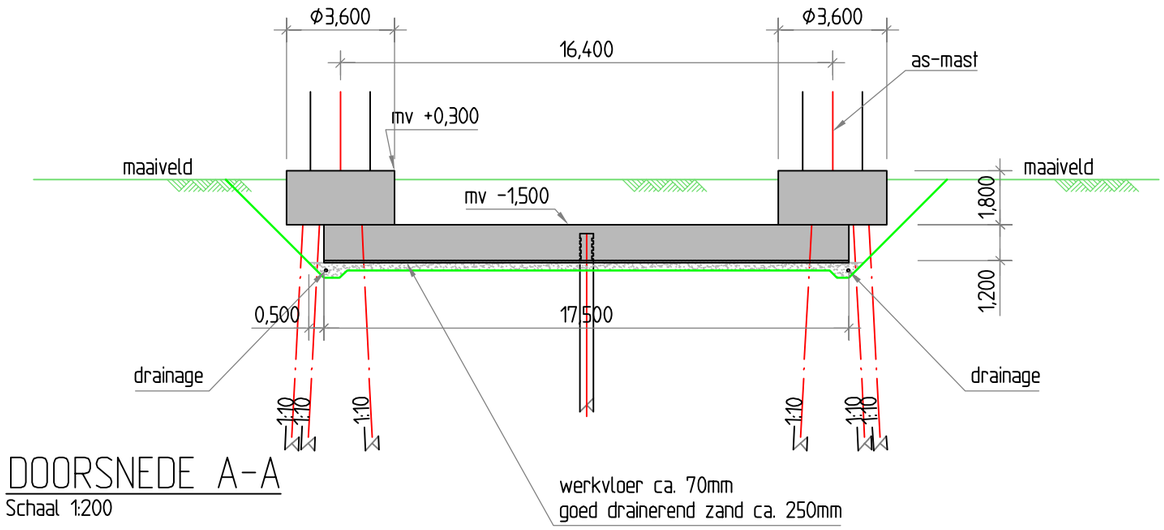
Loadcase according to 50341-3-15	Attachment point	**AHEAD** Vertical [N]	**AHEAD** Transverse [N]	**AHEAD** Longitudinal [N]	**BACK** Vertical [N]	**BACK** Transverse [N]	**BACK** Longitudinal [N]
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1856	15816	25944	1855	7613	-15270
	Comp. gl	3849	25141	43062	3847	15304	-31383
1b	380C1F1 / 380C2F1	14195	67811	136493	14194	63266	-134493
Wind, -20 dgr	380C1F2 / 380C2F2	14195	67309	136112	14194	63227	-134500
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	14195	66693	135679	14194	63177	-134510
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	1854	9080	17879	1854	8160	-17289
	Comp. gl	3846	17755	35908	3845	16682	-35488
3	380C1F1 / 380C2F1	22421	98433	186136	22419	83790	-176382
Wind+ice, -5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	22421	96774	184519	22419	83673	-176389
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	22420	94735	182634	22419	83526	-176403
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	6531	24969	45353	6530	20371	-42601
	Comp. gl	13214	46287	88135	13213	40808	-86040
4	380C1F1 / 380C2F1	16207	66084	132786	16206	61831	-131414
Construction/maintenance, +5 dgr	380C1F2 / 380C2F2	16207	65626	132496	16206	61792	-131422
Permanent loads yg= 1.0	380C1F3 / 380C2F3	16207	65059	132172	16206	61743	-131435
Wind angle: -45 dgr	GW / opgw	2356	9651	19102	2356	8841	-18749
	Comp. gl	4850	19090	38769	4850	18115	-38561

Bijlage 7a

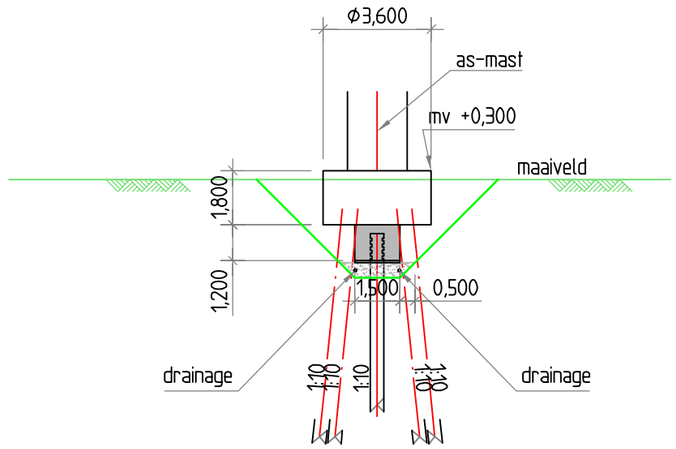
Mastfundatie type A



BOVENAANZICHT
Schaal 1:200



DOORSNEDE A-A
Schaal 1:200



DOORSNEDE B-B
Schaal 1:200

OPMERKINGEN:

Aantal van deze funderingen op verschillende locaties tbv. masten type A = 25 stuks

Toe te passen palen: beton 450mm x 450mm, lengte n.t.b.

Toe te passen betonwerk;
- Betonkwaliteit onderbalk C30/37, montagebalk C35/45, milieuklasse XC2
- Wapeningsstaal kwaliteit B500B

wijzigingen rev 02:
Onderbalk aangepast, ontgravingsprofiel aangepast, werkvloer, zandbed, drainage en pompputten toegevoegd.
Aantal aangepast (mast 126 heeft funderingstype C gekregen).

Combining Knowledge and Experience

bam COFELY FABRICOM GDF SUEZ

Randstad 380kV Noordring

		P. de Jager	A. Hogenboom
		Controleur	Vrijgegeven door
Omschrijving: Definitief Ontwerp Mastfundaties Mastfundatie type A	03		
	02	onderbalk, ontgraving,drain	04-10-2013	R.G.J. Caspers
	01	zie opmerkingen	06-08-2013	R.G.J. Caspers
	Rev.	Wijziging	Datum	Naam
Projekt: Randstad 380kV Noordring	Schaal: 1:100		Formaat: A3	
	Naam: R.G.J. Caspers		Datum: 19-07-2013	

TenneT Taking power further

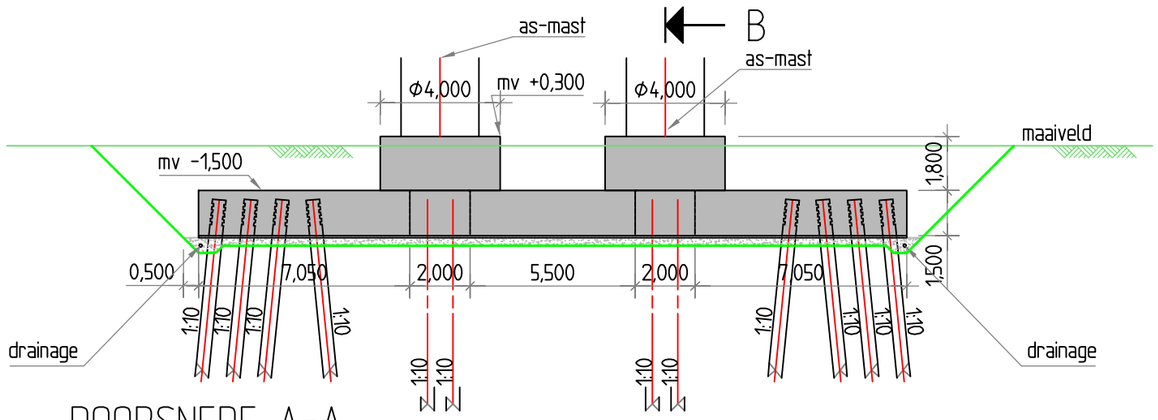
Tekeningnummer: R3N-TEK-0019 blad 001

AutoCAD filename::

Systnr:

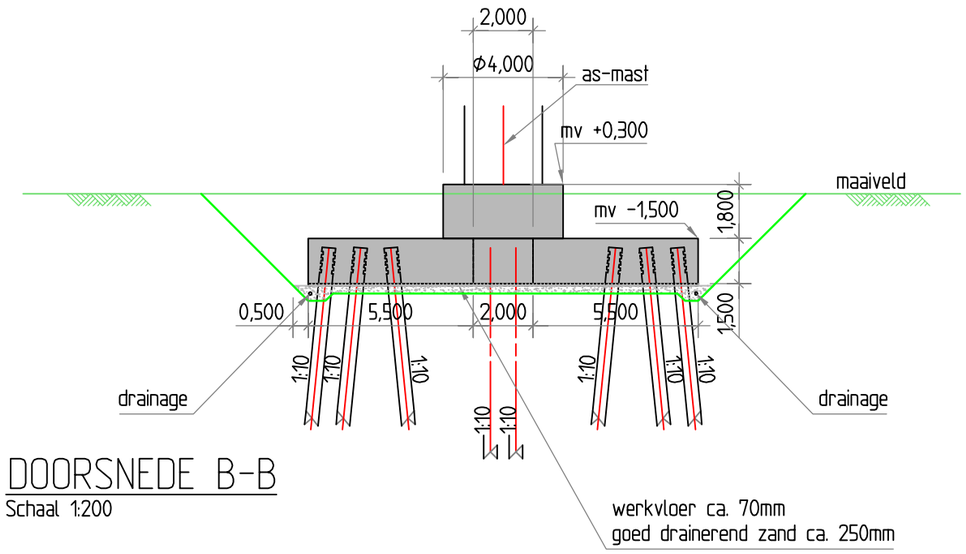
Bijlage 7b

Mastfundatie type C



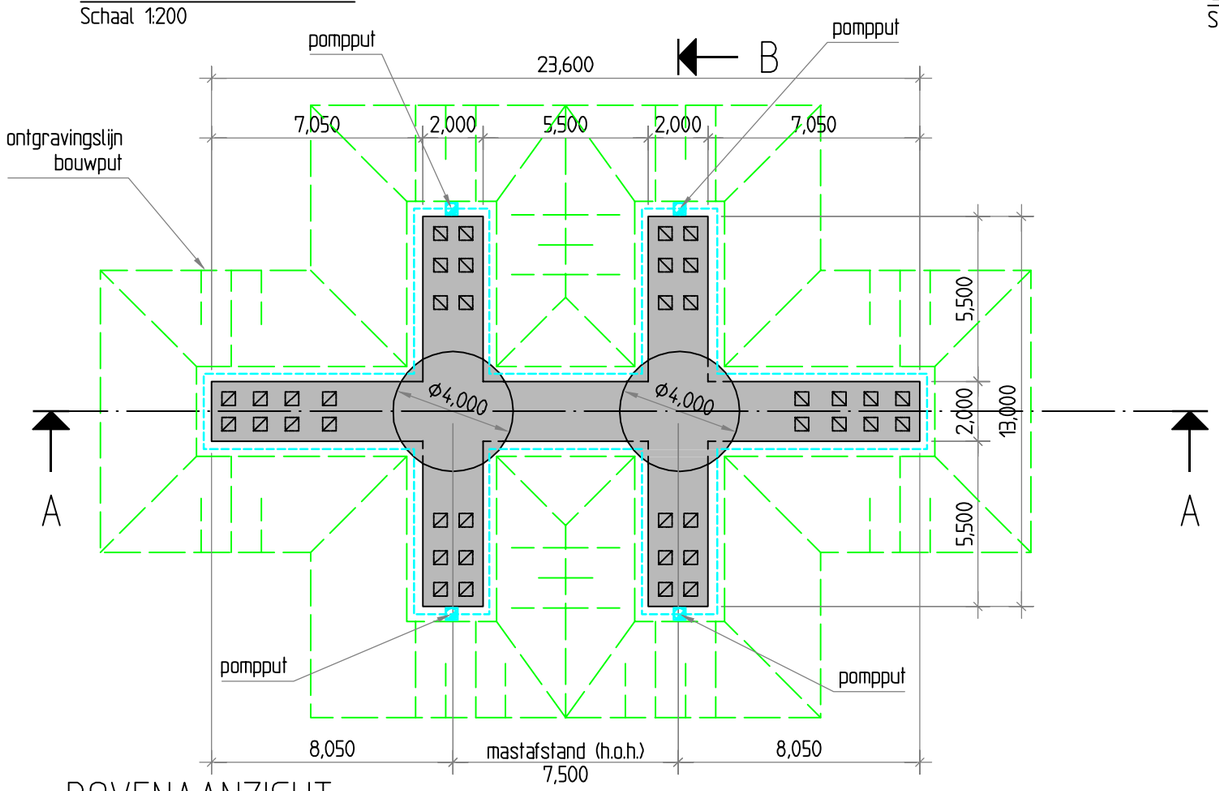
DOORSNEDE A-A

Schaal 1:200



DOORSNEDE B-B

Schaal 1:200



BOVENAANZICHT

Schaal 1:200

OPMERKINGEN:

Aantal van deze funderingen op verschillende locaties tbv. masten type C = 14 stuks

Toe te passen palen: beton 450mm x 450mm, lengte n.t.b.

Toe te passen betonwerk;
- Betonkwaliteit onderbalk C28/35, montagebalk C35/45, milieuklasse XC2
- Wapeningsstaal kwaliteit B500B

wijzigingen rev 02:
Ontgravingsprofiel aangepast, werkvloer, zandbed, drainage en pompputten toegevoegd.
Aantal aangepast (mast 126 heeft nu ook funderingstype C gekregen).

Combining Knowledge and Experience

bam COFELY FABRICOM GDF SUEZ

Randstad 380kV Noordring

		P. de Jager	A. Hogenboom
		Controleur	Vrijgegeven door
03			
02	Ontgravingen en voorz.	04-10-2013	R.G.J. caspers
01	AFW-0050: mastafstand	06-09-2013	R.G.J. Caspers
Rev.	Wijziging	Datum	Naam

Omschrijving: Definitief Ontwerp
Mastfundaties
Mastfundatie type C

Schaal: 1:100 — Formaat: A3

Projekt: Randstad 380kV Noordring — Naam: R.G.J. Caspers — Datum: 19-07-2013

TenneT Taking power further

Tekeningnummer: R3N-TEK-0021 blad 001

AutoCAD filename:: — Systnr:

Bijlage 8a

Constructieberekening mastfundatie type A

Constructieberekening mastfundatie type A

Project:
Randstad 380kV Noordring

Opdrachtgever:
TenneT TSO

Revisie	Datum	Wijzigingen ten opzichte van vorige revisie
00	19-07-2013	Eerste uitgave
01	06-08-2013	Definitief. Externe review verwerkt
02	02-10-2013	T.b.v. 2e uitgave

Documentnummer: R3N-OWR-0003

Opsteller	*Controleur*	*Vrijgever*
A.L.A. van Noort Constructeur	P. de Jager Ontwerpmanager	Arjan Hogenboom Project Manager

Distributie

Naam	Bedrijf
Extern	
Guido Volman	TenneT TSO
Intern	
Arjan Hogenboom	BAM
Pieter de Jager	BAM
Eric van Rooijen	BAM
David van Loenen	BAM
Rob Bakker	BAM
Erwin ten Cate	BAM
Michael DeSmet	Fabricom
Hein Pijnappel	Mott MacDonald

Beheer

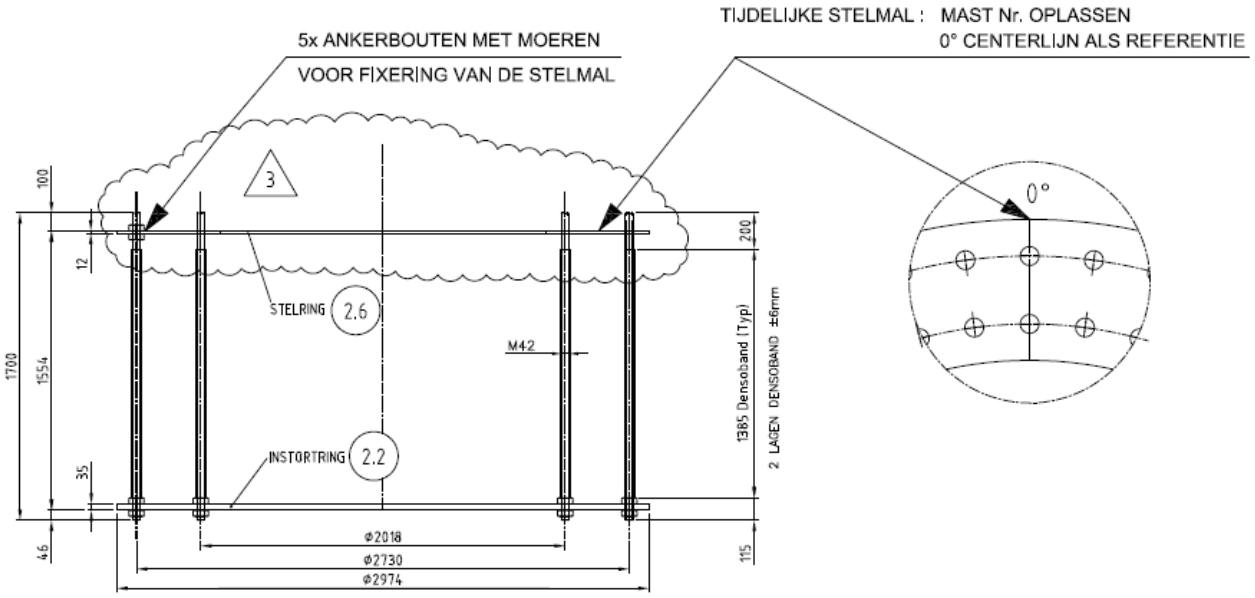
De documentbeheerder van de combinatie verzorgt de distributie. Alleen houders van een geregistreerde kopie ontvangen automatisch aanvullingen en/of wijzigingen. Het is de verantwoordelijkheid van de houders het document up to date te houden. De laatste versie is altijd beschikbaar in ThinkProject!

Indien documenten worden geprint, geldt het volgende: een geregistreerde kopie is geldig vanaf de datum van uitgifte. Bij uitgifte van een document met een hoger revisienummer verliest de voorgaande versie automatisch haar geldigheid. Kopiehouders dienen het voorblad van een ongeldige versie te markeren met een diagonale lijn samen met de tekst 'vervallen'.

Neem bij twijfel over de geldende versie contact op met de documentbeheerder.

Inhoudsopgave

1. Inleiding 5
1.1. Overzicht verschillende typen 5
1.1.1. Fundatietype A 6
1.1.2. Fundatietype B 6
1.1.3. Fundatietype C 7
1.1.4. Fundatietype D 7
1.1.5. Fundatietype F 8
1.2. Mastbeeld bij fundatie type A 9
1.3. Gerelateerde documenten 9
1.4. Openstaande punten 9
1.5. Revisiebeheer 10
2. Uitgangspunten en eisen 11
2.1. Uitgangspunten 11
2.2. Gehanteerde normen 11
2.3. Eisen 11
2.4. Vermoeiing 11
2.5. Materiaalgegevens 11
2.5.1. Betonkwaliteiten 11
2.5.2. Milieuklasse 12
2.5.3. Betondekking 12
2.5.4. Staalkwaliteiten 12
2.6. Veerconstante funderingspalen 12
3. Berekening poer type A 14
3.1. Geometrie 14
3.2. Belastingen en belastingcombinaties 14
3.2.1. Belastingsfactoren 14
3.2.2. Belastingsgevallen 15
3.2.3. Belastingcombinaties 17
3.3. Wisselende belastingen en vermoeiing 18
3.4. Berekening fundering 21
4. Verbinding mast-fundering 21



DETAIL VERANKERING

NOTA : ALLE RESTERENDE MOEREN EN ONDERLEGRINGEN WORDEN LOS MEEGELEVERD

Prepared by: LV Revision: 3 Date: 5-7-2011	Material: – Quantity: 2 Equipm. no.: W4E350	**VDL KTI**	Project No.: 36002 Workprep. No.: Pos. No.: ANKERKOOI	

..... 21

DE ANKERS EN PLATEN ZIJN BEREKEND DOOR VOLKER INFRA DESIGN BIJ HET ONTWERP VAN DE MASTEN. DE ANKERKOOI BEVINDT ZICH IN DE RONDE OPSTORT. DE RONDE OPSTORT IS D.M.V. STEKKEN VERBONDEN MET DE KRUISVORMIGE BALKEN. 21

DE STEKKEN WORDEN IN DE UO FASE BEREKEND. 21

5. Bijlagen.....22
Bijlage 1 Uitvoer SCIA Engineer – lage E-waarde (model 1) 23
Bijlage 2 Uitvoer SCIA Engineer – Matige E-waarde (model 2) 24

1. INLEIDING

De komende jaren werken het ministerie van Economische Zaken en TenneT aan de aanleg van een nieuwe 380 kV hoogspanningsverbinding in de Randstad. De nieuwe verbinding stelt de voorziening van elektriciteit in de Randstad veilig.

Het ontwerptracé van de nieuwe Randstad 380 kV verbinding is sinds eind 2008 bekend. De plannen gaan uit van twee ringen, tussen Wateringen en Zoetermeer (de Zuidring) en tussen Zoetermeer en Beverwijk (de Noordring). Eind 2012 heeft Tennet de aanbesteding opgestart voor het gedeelte van de Noordring tussen station Vijfhuizen en Bleiswijk. Het contract is opgedeeld in twee percelen, waarbij de grens ligt bij Zuidelijke Ringvaart. Dit document heeft betrekking op perceel 2 (het zuidelijke gedeelte).

BAM heeft op 8 juli 2013 het contract ondertekend met TenneT voor het ontwerp en realiseren van perceel 2. Het voorliggende document is onderdeel van het Definitief Ontwerp en behandelt de mastfundaties. Dit betreft ook de masten welke ter plaatse van een OSP zijn gelokaliseerd. De overige onderdelen van de OSP's zijn in een afzonderlijk document berekend evenals de funderingspalen.

Dit rapport betreft een poer A. Op poer A worden de volgende masttypen geplaatst: W2S400 + 5, W2S350 + 5.

De wapening wordt in het UO ontwerp uitgewerkt.

1.1. OVERZICHT VERSCHILLENDE TYPEN

Binnen het project komen verschillende typen masten voor.
De verschillen komen voort uit:

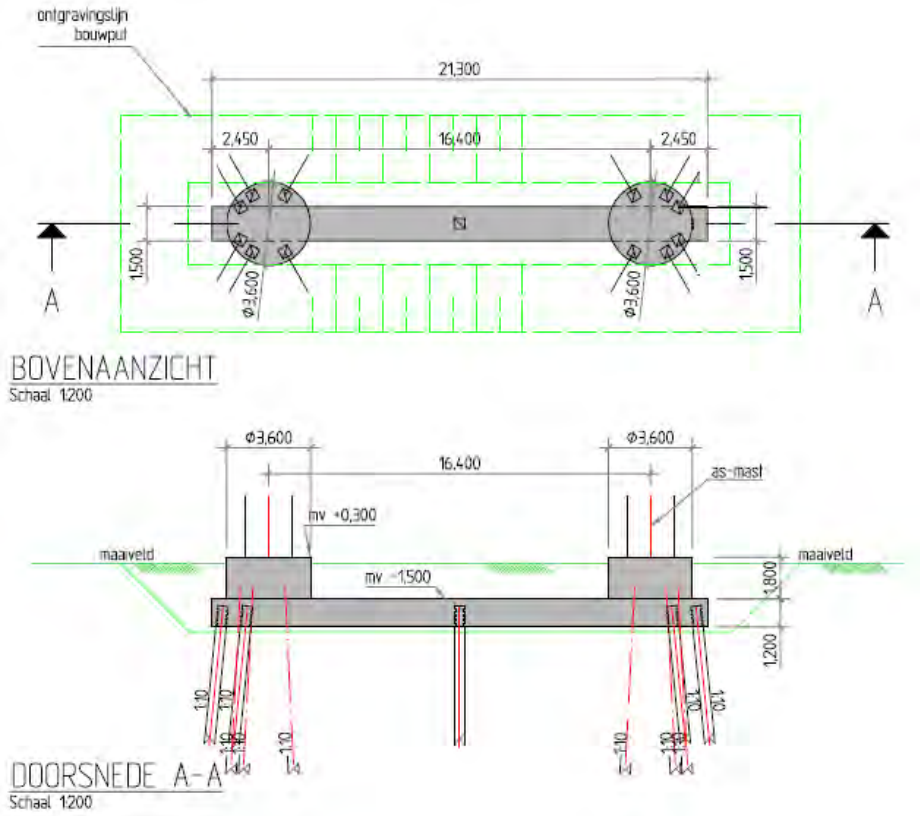
- aantal systemen dat een mastenpaar draagt, 2 systemen (2x380 kV) of 4 systemen (2x380 kV en 2x150 kV),
- de functie van de mast, Steunmast, Hoekmast of Eindmast,
- maximale veldlengte tussen masten 350 of 400 m,
- aanpassingen aan mast (b.v. +10 m extra hoogte).

Elke mast heeft een eigen belastingpatroon. Na analyse van de verschillende belastingen en geometrische eisen zijn er uiteindelijk 5 mastfundatie typen bepaal. Met deze 5 typen is er voor elke mast een geschikte fundatie beschikbaar.

De fundatietypen zijn hieronder weergegeven.

1.1.1. FUNDATIETYPE A

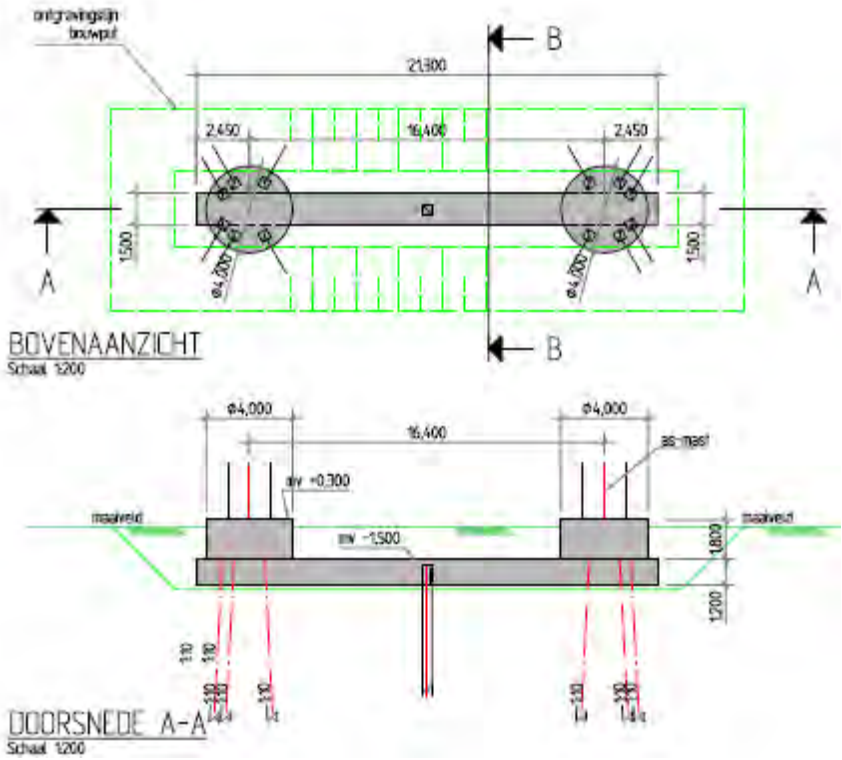
Toegepast bij masttype:
- W2S400 + 5
- W2S350 + 5
- W2S400A+10



1.1.2. FUNDATIETYPE B

Toegepast bij masttype:
- W4S400Z + 5
- W2S400 + 24
- W2S400 + 24
- W4S400Z + 14

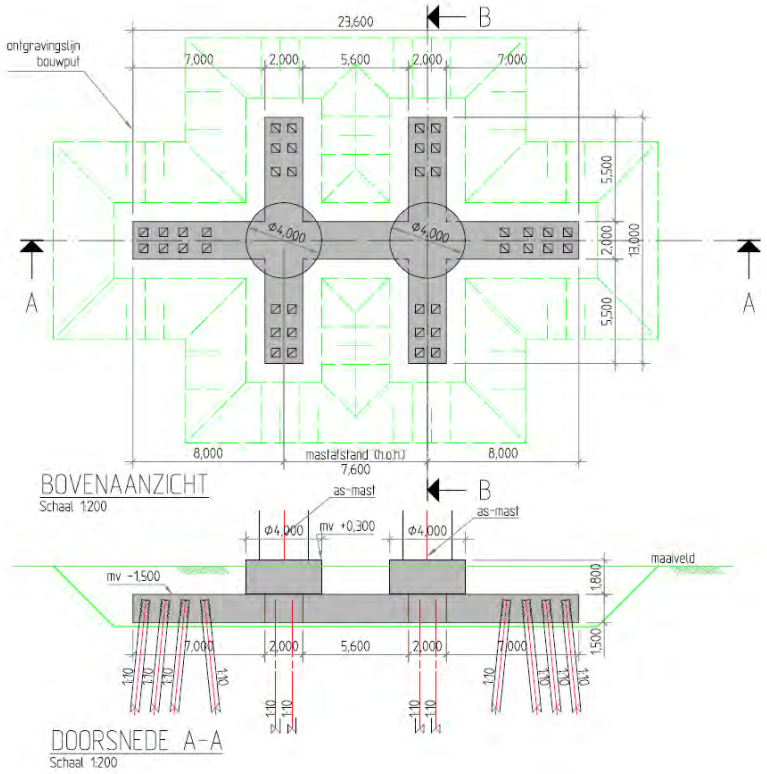
Opm: verschil met type A is diameter opstort.



1.1.3. FUNDATIETYPE C

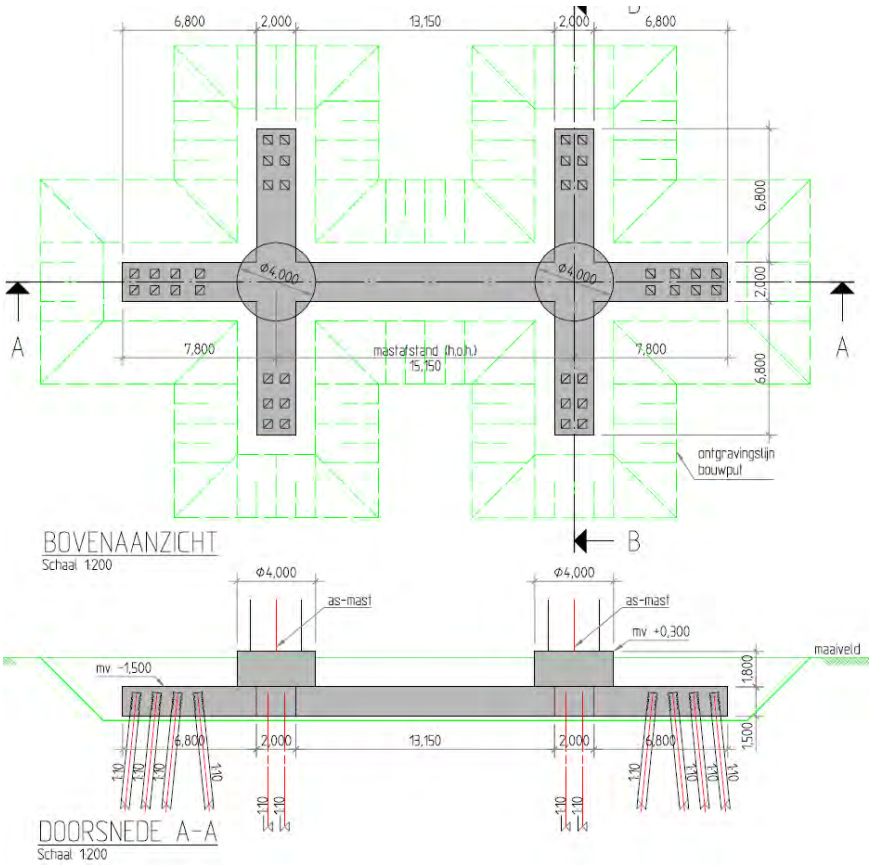
Toegepast bij masttype:
- W2H400 + 5
- W2H400 + 5
- W2H400 + 10
- W2H400 + 10 mast 133
- W2H400 + 15

Opm: mast 133 was in de oude nummering mast 82.



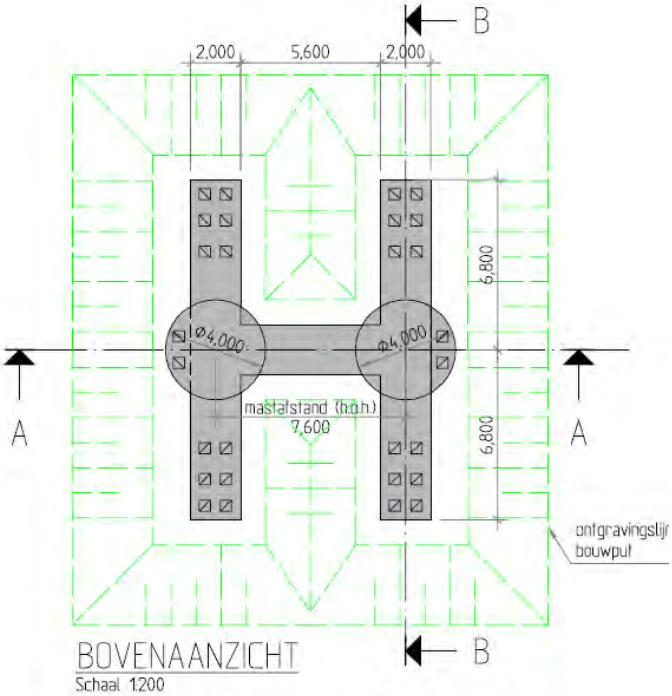
1.1.4. FUNDATIETYPE D

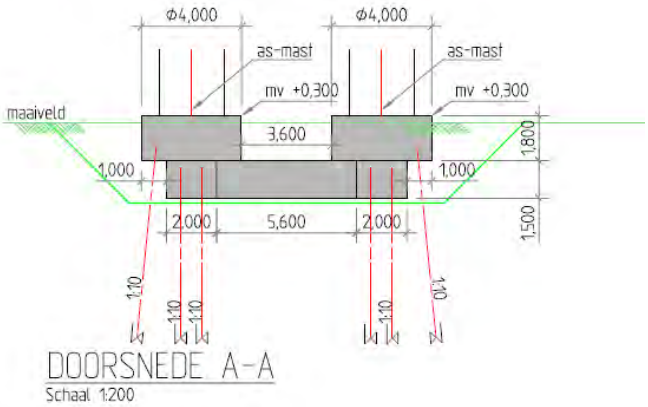
Toegepast bij masttype:
- W4H400Z + 5 (Afstap 150kV)
- W4H400Z +10 (Afstap 150kV)



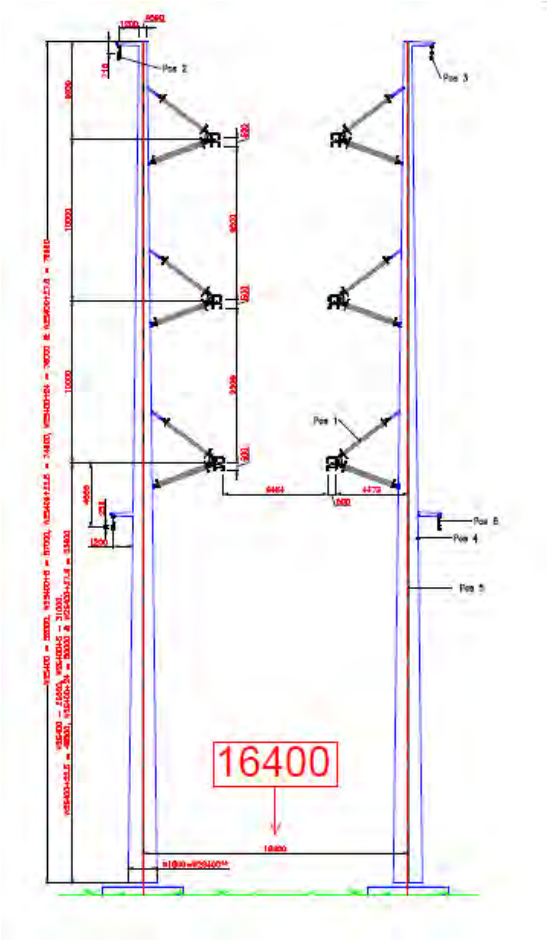
1.1.5. FUNDATIETYPE F

Toegepast bij masttype:
- W2E350 + 5
- W2E400
- W2E350





1.2. MASTBEELD BIJ FUNDATIE TYPE A



1.3. GERELATEERDE DOCUMENTEN

R3N-OWN-0001 Ontwerpnota Systeem Noordring
R3N-OWR-0003 Constructieberekening mastfundaties type A
R3N-OWR-0004 Constructieberekening mastfundaties type B
R3N-OWR-0005 Constructieberekening mastfundaties type C
R3N-OWR-0006 Constructieberekening mastfundaties type D
R3N-OWR-0007 Constructieberekening mastfundaties type F
R3N-OWR-0008 Ontwerpberekening paalfundering mastfundaties
R3N-OWR-0033 Bepaling belastingen mastfundaties
R3N-OWR-0039 Bemalingsadvies beheersgebied Rijnland
R3N-OWR-0040 Bemalingsadvies beheersgebied Schieland en de Krimpenerwaard

1.4. OPENSTAANDE PUNTEN

De volgende punten dienen in een latere fase nader uitgewerkt te worden:

- Aarding, de wijze van aarden kan invloed hebben op de vermoeiing van het wapeningsstaal.
- Temperatuursinvloeden op fundering
- Model verbeteren d.m.v. dummy elementen aan bovenzijde palen
- Invloed krimp op fundering
- Optimalisatie wapening
- Optimalisatie palen
- Detailontwerp prefab beton

1.5. REVISIEBEHEER

Aangepast in 2e uitgave
Er zijn nog vrijwel geen grondgegevens beschikbaar. Dit rapport is een principe berekening. Toegevoegd zijn enkele betonberekeningen. Daarnaast zijn er nu 2 modellen van de fundering gedraaid.

Aangepast in 3e uitgave
Dit is de 3e uitgave. In deze revisie is toegevoegd:

- Mastbeeld toegevoegd,
- Nadere uitwerking milieuklasse
- Masttype W2H400 + 15 was in het overzicht zowel bij poer type C als D genoemd. Mast komt op type C.
- Masttype W2S400A+10 ontbrak in het overzicht. Toegevoegd bij poertype A
- Toelichting koppeling mast met fundatie

2. UITGANGSPUNTEN EN EISEN

2.1. UITGANGSPUNTEN

Op de funderingen worden de lasten geplaatst zoals afgeleid in document R3N-OWR-0033 'Bepaling belasting mastfundaties'. Deze zijn afgeleid van de mastberekeningen zoals door TenneT beschikbaar gesteld.

2.2. GEHANTEERDE NORMEN

De eurocode serie NEN-EN-1990 tm 1997 wordt gehanteerd

NEN-EN50341

2.3. EISEN

De eisen zoals vermeld in ontwerpnota R3N-OWN-0001 §3 zijn gehanteerd bij het ontwerp.
Voor de masten gelden specifiek onderstaande eisen:

- De fundamenten van de staalconstructies ten behoeve van de masten worden gedimensioneerd op een maximale vervorming van 0.005 RAD onder representatieve waarden van de belastingen,
- Tot 1,5 m diepte mag de straalomtrek van de fundering niet groter zijn dan 1,0 m meer dan de straal van de mast,
- De ZRO-breedte tussen de (schoor)paalpunten en andere ondergrondse constructies van de masten is maximaal 2x 22 m voor de 2x 380kV (solo) verbinding en 2 x 27 m voor de 2 x 150 kV/380 kV (combi) verbinding.
- Tolerantie van mastlocatie naar buiten is 10 cm, tollerantie naar binnen is 0 cm.

2.4. VERMOEIING

De aan te leggen fundamenten worden gedimensioneerd op een vermoeiingsbelasting. De wisseling van belasting komt uit wind. Het aantal en de grote van de wisselingen gedurende 50 jaar is bepaald conform de ROK. De toetsingsprocedure van de constructie conform NEN-EN 1992-1-1:2005.

2.5. MATERIAALGEGEVENS

In onderstaande paragrafen worden de gehanteerde materiaaleigenschappen benoemd.

2.5.1. BETONKWALITEITEN

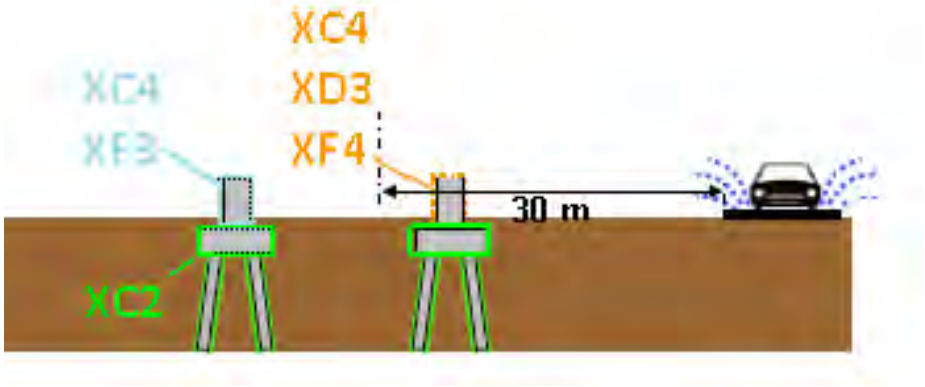
Voor het constructief beton worden bij de detaillering de volgende sterkteklassen aangehouden. De betonkwaliteit van de ronde opstort (C35/45) is voorgeschreven. Bij gescheurd beton wordt in eerste instantie gerekend met $E_{beton;gescheurd} \approx 1/3\ E_{beton;ongescheurd}$. Tevens is een ca. 2 x zo hoge E-modulus beschouwd.

Onderdeel	Sterkteklasse	Elastisciteitsmodulus [N/mm²]		
		ongescheurd	Gescheurd lage E	Gescheurd matige E
in het werk gestort gewapend beton:	C30/37	31.000	11.000	22.000
in het werk gestort gewapend beton, ronde opstort	C35/45	33.500		
geprefabriceerd beton (U-bakken):	C35/45	33.500		
geprefabriceerd voorgespannen beton (palen):	C45/55	36.000		

Tabel 2.5.1-1 Betonkwaliteiten

2.5.2. MILIEUKLASSE

Voor de betondelen welke meer dan 1,0 m onder maaiveld liggen geldt milieuklasse XC2
Voor de hoger gelegen betondelen is de milieuklasse afhankelijk van de aanwezigheid van openbare wegen. De wegen naar de OSP's zullen niet gestrooid worden en bovendien nauwelijks bereden worden, waardoor het wegspatten van water met dooizouten niet aan de orde is. De afstanden in onderstaande schets geldt voor snelwegen, bij ander wegen zou deze eventueel kleiner kunnen.



2.5.3. BETONDEKKING

Betondekking conform NEN EN 1992-1-1:2011

$$c_{min} = \max\{c_{min,b};\ c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add};\ 10\ mm\} \qquad (4.2)$$

waarin:

$c_{min,b}$	is de minimumdekking op basis van de aanhechtingseisen, zie 4.4.1.2 (3);
$c_{min,dur}$	is de minimumdekking op basis van de milieu-omstandigheden, zie 4.4.1.2 (5);
$\Delta c_{dur,\gamma}$	is een aanvullende veiligheidsmarge, zie 4.4.1.2 (6);
$\Delta c_{dur,st}$	is een reductie van de minimumdekking bij gebruik van roestvast staal, zie 4.4.1.2 (7);
$\Delta c_{dur,add}$	is een reductie van de minimumdekking bij gebruik van aanvullende bescherming, zie 4.4.1.2 (8).

De verwachting is dat $c_{min;b}$ maatgevend wordt. Deze warade is afhankelijk van de staafdiameter, welk enog niet bekend is. Betondekking wordt in UO bepaald.

2.5.4. STAALKWALITEITEN

Voor het wapeningsstaal worden de volgende staalkwaliteiten aangehouden:

Omschrijving	Kwaliteit
betonstaal (staven)	B500 B

Tabel 2.5.2 Staalkwaliteiten

2.6. VEERCONSTANTE FUNDERINGSPALEN

De constructie wordt gefundeerd op prefab betonpalen. De palen worden horizontaal gesteund door de grond wat resulteert in een horizontale beddingconstante op de funderingspaal. Verticaal wordt de funderingspaal gesteund door een verticale puntveer. Beide veerconstanten zijn bepaald door de geotechnische adviseur in rapport R3N-OWR-0008.

In het model wordt gerekend met een verticale veerstijfheid van 120.000 kN/m.
Voor de horizontale bedding worden onderstaande waarden aangehouden.

Bij de palen voor funderingstype A staan er geen palen in elkaars schaduw. De factor voor groepswerking is daarom niet aanwezig. De groepswerking reduceerde de stijfheid in rapport R3N-OWR-0008 tot resp 39% in Y richting en 54 % in X richting.
Zonder groepswerking zijn de waarden dus aanzienlijk hoger. Pas een factor van 1,5 op de gegeven horizontale bedding in X-richting toe voor de palen bij fundatietype A. Hiermee is er nog steeds een reductie tot 81% van de bedding van een vrijstaande paal.

In de volgende tabel wordt de gehanteerde beddingsconstanten gepresenteerd. Er wordt alleen met de lage veerstijfheid gerekend, omdta dzee resulteerd in de grootste vervormingen.

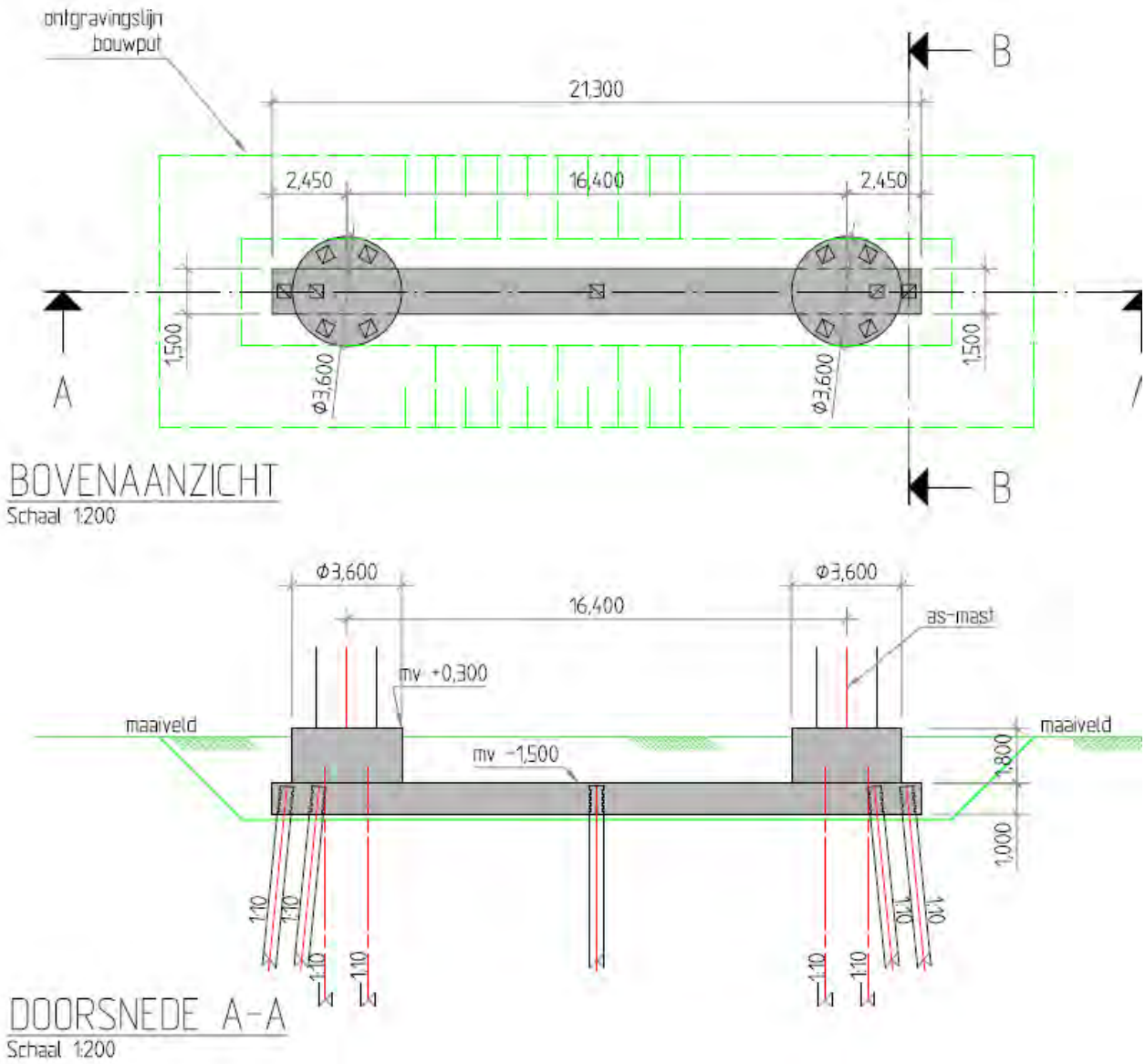
X-richting		Voor ESA berekeningen			
soort	b.k. laag			per m'paal	
	[m+ NAP]			$k_{h,rep,laag}$ [kN/m/m]	
Veen	-1.6			1,050	
Klei	-2.7			450	
Veen	-5.1			1,050	
Klei	-6.0			600	
Veen	-11.2			1,050	
Zand	-12.1			10,35	
Zand	-22.0			12,45	

Figuur 3 Horizontale beddingsconstanten per belastingsrichting

3. BEREKENING POER TYPE A

3.1. GEOMETRIE

De geometrie van de type A poeren is als volgt:



3.2. BELASTINGEN EN BELASTINGCOMBINATIES

3.2.1. BELASTINGSFACTOREN

De opdrachtgever schrijft veiligheidsklasse 3 voor in combinatie met de Eurocode. Voorlopig wordt gewerkt met CC3.

De belasting uit de poeren bestaat vooral uit lasten uit de mast cq lijnen. Deze lasten zijn, incl. partiële factoren gegeven door de opdrachtgever op basis van een rapport van KEMA.

Daarnaast zijn er lasten op de poeren zelf. Hiervoor geldt dat vergelijking 6.10 b van de EN 1990 maatgevend is. Gecombineerd met CC3 gelden de volgende partiële factoren:

γ_G (ongunstig)	=	1,3	
γ_G (gunstig)	=	0,9	(zie §3.2.2, op eigen gewicht fundering wordt factor 0,54 toegepast)
γ_Q	=	1,65	

Opm: De meeste lasten zijn door de klant incl de factoren gegeven. Bovenstaande factoren hebben dus alleen invloed op het eigen gewicht , grond en belastingen op maaiveld.

3.2.2. BELASTINGSGEVALLEN

Eigen gewichtpoer
Eigen gewicht van de betonconstructie wordt gegenereerd in het model. Er wordt gerekend met een eigengewicht voor beton van 2500 kg/m$^{3.}$

Omdat er ook trek op de palen komt, is eigen gewicht al snel een gunstige belasting (druk eenvoudiger op te nemen dan trek).Indien de poer zich onderwater bevindt zal er een opwaartse kracht gelijk aan het gewicht van het verplaatste water op de poer aanwezig zijn. Het effectieve gewicht van de poer reduceert hierdoor tot 1500 kg/m^3. Inclusief partiële factor van 0,9 volgt 1350 kg/m^3. In totaal bedraagt de factor dan dus 1350/2500 = 0,54.

Eigen gewicht grond op poer
Op de poer ligt 1,5 m grond. Indien het grondwater lager ligt, is de last:
1,5 * 17 = 25,5 kN/m^2

Bij waterstand gelijk aan 0,5m onder maaiveld niveau is de last:
0,5 * 17 + 1,0 * (17-10) = 15,5 kN/m^2

Inclusief partiële factor van 0,9 volgt 13,95 kN/m^2. In totaal bedraagt de factor dan dus 13,95/25,5 = 0,54.

Reken met droge grond en pas een partiële factor van 0,54 op eigen gewicht poer en grond toe in het geval deze gunstig werken.

Belastingen uit de mast
Zie rapport 'Afleiding belasting uit masten'.

Er wordt gerekend met de volgende, donker aangegeven ULS en SLS lasten uit het rapport. De overige lasten zijn met deze gevallen afgedekt.

Voor het variabele deel dat zijn oorsprong vindt in wind, wordt gerekend met:

ψ_0	ψ_1	ψ_2
0,6	0,2	0

ULS

Mast	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W2S400+5	90 deg	1a	0	14507	565	0	374
W2S400+5	90 deg	3	0	10025	681	0	238
W2S400+5	45 deg	1a	3748	8380	424	113	218
W2S350+5	90 deg	1a	0	11432	419	0	327
W2S350+5	90 deg	3	0	8116	521	0	215
W2S350+5	45 deg	1a	2951	6660	315	98	192
W2S400A+10	0 deg	1a	4809	461	617	158	0
W2S400A+10	0 deg	3	4914	862	737	156	0
W2S400A+10	90 deg	1a	2270	13052	603	71	312

SLS

Type	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W2S400+5	0 deg	1b	1805	3943	471	65	109
W2S400+5	45 deg	1a	2765	6731	471	88	176
W2S400+5	90 deg	1a	1805	10053	471	65	257
W2S400+5	90 deg	3	1805	8494	548	65	216
W2S350+5	45 deg	1a	2148	5387	350	75	156
W2S350+5	45 deg	1b	1397	3750	349	55	112
W2S350+5	90 deg	1a	1356	7975	350	54	226
W2S350+5	90 deg	3	1356	6860	417	54	193
W2S400A+10	90 deg	1a	4083	8775	505	133	208
W2S400A+10	90 deg	3	5585	6660	592	180	157

Belastingen op maaiveld
Op het maaiveld wordt gerekend met een verdeelde last van 10 kN/m^2 . Er is geen stempellast op de fundering voorzien. Echter, door spreiding van een puntlast over een diepte van 1,5 m, zal een lastvlak van 2 (breedte balk) x 3 (2*1,5) = 6 m^2 ontstaan, waardoor bij 10 kN/m^2 dus ook een puntlast van 60 kN toelaatbaar is.

Voor deze belastingen wordt in de combinatie gerekend met:

ψ_0	ψ_1	ψ_2
0,7	0,5	0,3

3.2.3. BELASTINGCOMBINATIES

Belastingcombinaties in ULS conform vergelijking 6.10b van NEN EN 1990, waarbij:
0,7 * 1,65 = 1,16

En de belastingsfactoren voor de last uit de masten reeds in de ingevoerde belasting is meegenomen (factor 1,0 toegepast).

ULS							
Belastinggeval	**Omschrijving**	**Combi 1**	**Combi 2**	**Combi 3**	**Combi 4**	**Combi 5**	**Combi 6**
1	Eigen gewicht	1,3	1,3	1,3	1,3	0,54	0,54
2	Grond	1,3	1,3	1,3	1,3	0,54	0,54
3	Belasting mast ULS 1	1,0		0,6		1,0	
4	Belasting mast ULS 2		1,0		0,6		1,0
7	Belasting op maaiveld	1,16	1,16	1,65	1,65		

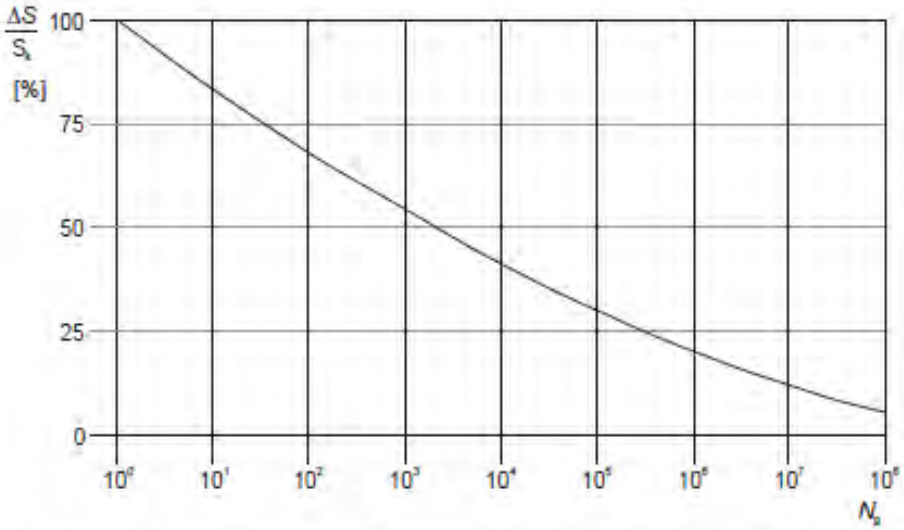
SLS							
Belastinggeval	**Omschrijving**	**Combi 7**	**Combi 8**	**Combi 9**	**Comb i 10**	**Combi 11**	**Combi 12**
5	Eigen gewicht	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,6
6	Grond	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,6
5	Belasting mast SLS 1	1,0		0,6		1,0	
6	Belasting mast SLS 2		1,0		0,6		1,0
7	Belasting op maaiveld	0,7	0,7	1,0	1,0		

3.3. WISSELENDE BELASTINGEN EN VERMOEIING

Door de wisselende belastingen van wind dient belasting door vermoeiing te worden meegenomen. Bij vermoeiing is het aantal wisselingen en de grootte van de wisseling van belang. In de NEN-EN 1991-1-4:2005 is in bijlage B.3 een figuur opgenomen waarin de verhouding tussen de grootte van de windlast en het aantal keren dat deze optreedt weergegeven.

B.3 Aantal belastingen voor dynamische respons

(1) Figuur B.3 geeft het aantal keren N_g dat de waarden ΔS van een windeffect worden bereikt of overschreden gedurende een periode van 50 jaar. ΔS wordt uitgedrukt in percentage van de waarde S_k, waar S_k het effect is van een windbelasting met een herhalingstijd van 50 jaar.



Figuur B.3 — Aantal windvlaagbelastingen N_g voor een effect $\Delta S/S_k$ gedurende een herhalingstijd van 50 jaar

De relatie wordt omschreven met de volgende uitdrukking

$$\frac{\Delta S}{S_k} = 0{,}7 \cdot (\log(N_g))^2 - 17{,}4 \cdot \log(N_g) + 100 \qquad \text{(B.9)}$$

Bij vermoeiing wordt bij een bepaald spanningsniveau het aantal wisselingen op dit spanningsniveau bepaald en vervolgens wordt dit vergeleken met het aantal toelaatbare wisselingen op dat spanningsniveau. Door dit voor de voorkomende spanningsniveaus te doen is de weerstand tegen vermoeiing te controleren.

In de ROK van RWS is bovenstaande verdeling gediscretiseerd tot onderstaande tabel:

Tabel 5-1: Aantal wisselingen per windbelasting (referentieperiode 50 jaar)

ΔS / S_k (%)	n
100	1
98	1
90	8
75	90
61	900
48	9000
36	90000
25	900000
16	9000000
9	90000000

Van beton en wapeningsstaal is bekend hoeveel wisselingen bij een bepaald spanningsniveau toelaatbaar zijn. S_K is de spanning met een herhalingstijd van 50 jaar (de spanning waarop de constructie ontworpen is).

Met bovenstaande gegevens is te bepalen welke maximale spanning t.g.v. wind eens in de 50 jaar toelaatbaar is opdat de constructie ook voldoende weerstand tegen vermoeiing heeft.

Wapening
De totale schade van de belastingen dient volgens de beschadigingsregel van Miner kleiner dan 1 te zijn.
De toetsingsprocedure per wisseling conform NEN-EN 1992-1-1:2005, §6.8.4:
Voor de wapening is gekeken naar de toelaatbare spanning voor:

- Rechte staven
- Staven gebogen met een doordiameter 2,5*D
- Gelaste staven

Er volgt (zie berekening hieronder) dat voor gewone rechte staven er geen beperking is, echter gebogen of gelaste staven hebben de volgende spanningsbeperking

Buigdoorn 2,5ø → 244 N/mm^2
Buigdoorn 5ø → 283 N/mm^2
Gelaste staven → 317 N/mm^2

Omdat bij de toetsing van vermoeiing een ULS toestand met veiligheid 1,0 wordt getoetst, is de spanning altijd minimaal een factor van ca. 1,3 lager dan de normale ULS toestanden.

Bij een toelaatbare spanning van 435 N/mm^2 in ULS volgt bij toetsing op vermoeiing een spanning van maximaal 335 N/mm^2. De toelaatbare spanningen bij vermoeiing zijn nog iets lager. Hier dient in de detaillering rekening mee gehouden te worden. Een toetsing achteraf zal volstaan.

Rechte staven

maximale gebruiksspanning			435	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			162,5	
		k1	5	
		k2	9	
		N*	1,00E+06	
	ROK	Wisseling spanning	Toelaatbaar aantal	
aantal wisselingen	dS/S	wapening	wisselingen	Schade
[-]	[-]	[N/mm2]	[-]	[-]
1	100	435	7275	0,000137
1	98	426	8048	0,000124
8	90	392	12320	0,000649
90	75	326	30656	0,002936
900	61	265	86133	0,010449
9000	48	209	285505	0,031523
90000	36	157	1394937	0,064519
900000	25	109	37137862	0,024234
9000000	16	70	2061565470	0,004366
90000000	9	39	365674259232	0,000246
			Totale schade	**0,139183665**

Staven gebogen met doorndiameter 2,5*D

maximale gebruiksspanning			244	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			67,4	
		k1	5	
		k2	9	
		N*	1,00E+06	

aantal wisselingen [-]	ROK dS/S [-]	Wisseling spanning wapening [N/mm2]	Toelaatbaar aantal wisselingen [-]	Schade [-]
1	100	244	1613	0,000620
1	98	239	1784	0,000560
8	90	220	2731	0,002929
90	75	183	6796	0,013243
900	61	149	19095	0,047134
9000	48	117	63292	0,142197
90000	36	88	266714	0,337440
900000	25	61	2466861	0,364836
9000000	16	39	136938283	0,065723
90000000	9	22	24289699180	0,003705
			Totale schade	**0,978388484**

Staven gebogen met doorndiameter 5*D

maximale gebruiksspanning			283	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			78,0	
		k1	5	
		k2	9	
		N*	1,00E+06	

aantal wisselingen [-]	ROK dS/S [-]	Wisseling spanning wapening [N/mm2]	Toelaatbaar aantal wisselingen [-]	Schade [-]
1	100	283	1591	0,000629
1	98	277	1760	0,000568
8	90	255	2694	0,002970
90	75	212	6702	0,013428
900	61	173	18832	0,047792
9000	48	136	62422	0,144181
90000	36	102	263044	0,342148
900000	25	71	2406099	0,374050
9000000	16	45	133565305	0,067383
90000000	9	25	23691410595	0,003799
			Totale schade	**0,996946687**

Gelaste staven

maximale gebruiksspanning			317	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			58,5	
		k1	3	
		k2	5	
		N*	1,00E+07	

aantal wisselingen [-]	ROK dS/S [-]	Wisseling spanning wapening [N/mm2]	Toelaatbaar aantal wisselingen [-]	Schade [-]
1	100	317	62848	0,000016
1	98	311	66775	0,000015
8	90	285	86211	0,000093
90	75	238	148972	0,000604
900	61	193	276886	0,003250
9000	48	152	568285	0,015837
90000	36	114	1347046	0,066813
900000	25	79	4022257	0,223755
9000000	16	51	20411885	0,440920
90000000	9	29	362468668	0,248297
			Totale schade	**0,999600179**

3.4. BEREKENING FUNDERING

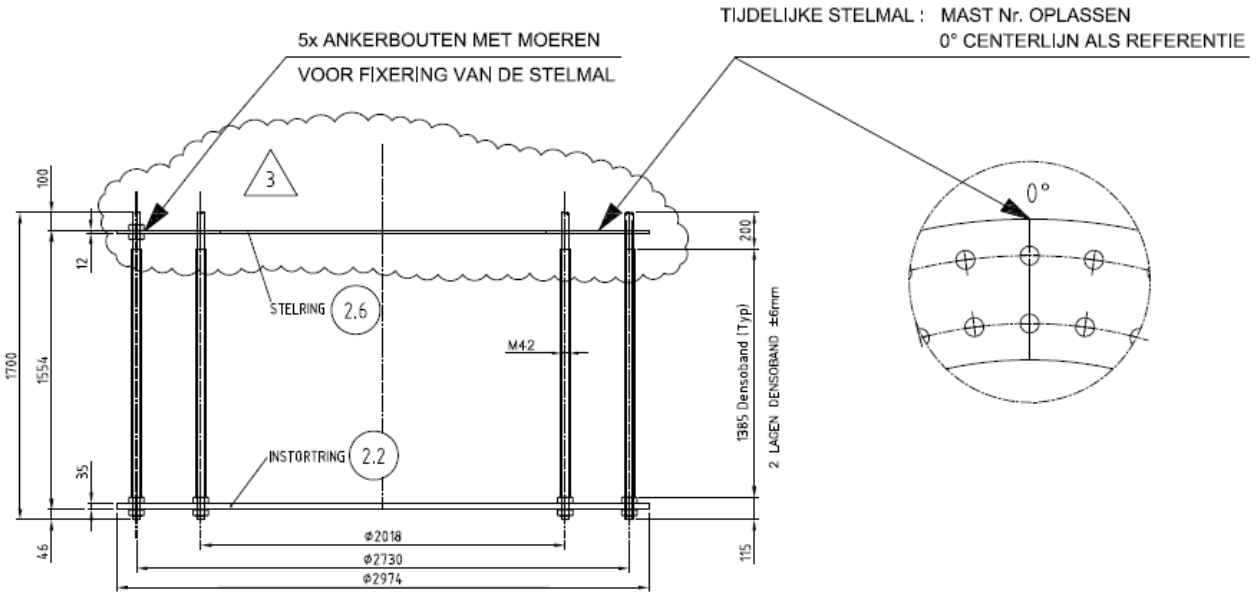
De poer is ingevoerd in een SCIA engineer model.

Er zijn 2 modellen gedraaid:

Model 1: Lage gescheurde E modulus
Model 2: Matige gescheurde E modulus

4. VERBINDING MAST-FUNDERING

De masten worden verbonden met de fundering d.m.v. een ingestorte ankerkooi. Een ankerkooi is hieronder weergegeven



DETAIL VERANKERING

NOTA : ALLE RESTERENDE MOEREN EN ONDERLEGRINGEN WORDEN LOS MEEGELEVERD

Prepared by: LV Revision: 3 Date: 5-7-2011	Material: – Quantity: 2 Equipm. no.: W4E350	**VDL KTI**	Project No.: 36002 Workprep. No.: Pos. No.: ANKERKOOI

De ankers en platen zijn berekend door Volker Infra Design bij het ontwerp van de masten. De ankerkooi bevindt zich in de ronde opstort. De ronde opstort is d.m.v. stekken verbonden met de kruisvormige balken. De stekken worden in de UO fase berekend.

5. BIJLAGEN

Bijlage 1 Uitvoer SCIA Engineer – lage E-waarde (model 1)

Bijlage 2 Uitvoer SCIA Engineer – matige E-waarde (model 2)

BIJLAGE 1 UITVOER SCIA ENGINEER – LAGE E-WAARDE (MODEL 1)

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Overzicht	2
3. Materialen	2
4. Doorsneden	2
5. Knoop	3
6. 1D-staaf	3
7. 2D-element	3
8. Subregio	3
9. Knoopondersteuningen	4
10. Lijnondersteuning op staaf	4
11. Belastingsgevallen	7
11.1. Belastingsgevallen - BG1	7
11.1.1. Belasting grafisch	7
11.2. Belastingsgevallen - BG3	7
11.2.1. Vrije puntmomenten	7
11.2.2. Genereer vrije lasten	7
11.2.3. Belasting grafisch	8
11.3. Belastingsgevallen - BG2	8
11.3.1. Lasten op oppervlak	8
11.3.2. Belasting grafisch	9
11.4. Belastingsgevallen - BG4	9
11.4.1. Vrije puntmomenten	9
11.4.2. Genereer vrije lasten	9
11.4.3. Belasting grafisch	10
11.5. Belastingsgevallen - BG5	10
11.5.1. Vrije puntmomenten	10
11.5.2. Genereer vrije lasten	11
11.5.3. Belasting grafisch	11
11.6. Belastingsgevallen - BG6	12
11.6.1. Vrije puntmomenten	12
11.6.2. Genereer vrije lasten	12
11.6.3. Belasting grafisch	12
11.7. Belastingsgevallen - BG7	13
11.7.1. Lasten op oppervlak	13
11.7.2. Belasting grafisch	13
12. Combinaties	13
13. Verplaatsing van knopen SLS 1	14
14. Verplaatsing van knopen SLS 2	14
15. Reacties	14
16. 2D element - Interne krachten; mxD+	15
17. 2D element - Interne krachten; mxD-	16
18. 2D element - Interne krachten; myD+	16
19. 2D element - Interne krachten; myD-	17
20. 2D element - Interne krachten; vx	17
21. 2D element - Interne krachten; vy	18

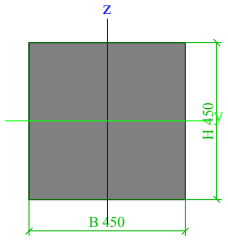
2.Overzicht

3. Materialen

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]	Karakteristieke cylinderdruksterkte fck(28) [MPa]
C30/37	Beton	2500,0	1,1000e+04	0,2	4,5833e+03	0,00	30,00
C45/55	Beton	2500,0	3,6300e+04	0,2	1,5125e+04	0,00	45,00

4. Doorsneden

Naam	CS1	
Type	Rechthoek	
Uitgebreid	450; 450	
Onderdeelmateriaal	C45/55	
Bouwwijze	Algemeen	
Knik y-y, z-z	b	b
EEM berekening	×	



A [m²]	2,0250e-01	
A y, z [m²]	1,6875e-01	1,6875e-01
I y, z [m⁴]	3,4172e-03	3,4172e-03
I w [m⁶], t [m⁴]	0,0000e+00	5,7655e-03
Wel y, z [m³]	1,5188e-02	1,5188e-02
Wpl y, z [m³]	2,2781e-02	2,2781e-02
d y, z [mm]	0	0
c YLCS, ZLCS [mm]	225	225
alpha [deg]	0,00	
AL [m²/m]	1,8000e+00	

5. Knoop

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K81	0,400	-2,962	-19,000
K86	1,950	-0,762	0,000
K92	0,400	4,462	-19,000
K94	1,950	2,262	0,000
K143	-1,000	0,000	0,000
K144	0,814	0,000	0,000
K145	4,086	0,000	0,000
K146	2,450	-1,050	0,000
K147	17,214	0,000	0,000
K148	20,486	0,000	0,000
K149	18,850	-1,050	0,000
K150	22,300	0,000	0,000
K151	22,300	1,500	0,000
K152	20,486	1,500	0,000
K153	17,214	1,500	0,000
K154	18,850	2,550	0,000
K155	4,086	1,500	0,000
K156	0,814	1,500	0,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K157	2,450	2,550	0,000
K158	-1,000	1,500	0,000
K159	0,650	0,750	0,000
K160	4,100	0,000	0,000
K161	4,100	1,500	0,000
K162	4,300	0,750	0,000
K163	17,200	1,500	0,000
K164	17,200	0,000	0,000
K165	17,000	0,750	0,000
K166	20,650	0,750	0,000
K169	2,950	-0,762	0,000
K171	2,950	2,262	0,000
K175	20,900	-2,932	-19,000
K176	20,900	4,462	-19,000
K177	18,350	-0,762	0,000
K178	18,350	2,262	0,000
K179	19,350	-0,762	0,000
K180	19,350	2,262	0,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K181	21,600	-1,500	-19,000
K183	20,050	0,000	0,000
K186	20,050	1,500	0,000
K187	21,600	3,000	-19,000
K218	-0,300	-1,500	-19,000
K219	-0,300	3,000	-19,000
K220	1,250	0,000	0,000
K221	1,250	1,500	0,000
K242	1,750	0,750	0,000
K246	19,550	0,750	0,000
K252	4,500	-2,962	-19,000
K253	4,500	4,462	-19,000
K254	16,800	-2,962	-19,000
K255	16,800	4,462	-19,000
K258	10,650	0,750	-19,000
K259	10,650	0,750	0,000

6. 1D-staaf

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Vorm	Beginknoop	Eindknoop	Type	EEM-type	Laag
S19	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K86	K81	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S24	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K94	K92	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S54	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,186	Lijn	K179	K175	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S55	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K180	K176	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S56	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,122	Lijn	K183	K181	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S59	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,122	Lijn	K186	K187	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S66	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,122	Lijn	K220	K218	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S67	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,122	Lijn	K221	K219	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S79	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K169	K252	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S80	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K171	K253	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S81	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K177	K254	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S82	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K178	K255	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S83	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,000	Lijn	K259	K258	Algemeen (0)	standaard	Laag2

7. 2D-element

Naam	Materiaal	D. [mm]	Dikte type	Type	Laag
E2	C30/37	3000	konstant	vloer (90)	Laag1

8. Subregio

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio3	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K156	Cirkelboog
					K157	
					K155	Lijn

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio4	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K144	Lijn
					K145	Cirkelboog
					K146	

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio6	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K153	Cirkelboog
					K154	
					K152	Lijn

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio7	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K147	Lijn
					K148	Cirkelboog
					K149	

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio8	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1200	K158	Lijn
					K156	Cirkelboog
					K159	
					K144	Lijn
					K143	Lijn

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio9	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1200	K160	Cirkelboog
					K162	
					K161	Lijn
					K163	Cirkelboog

2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1200	K165 K164	 Lijn
Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio10	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1200	K152 K151 K150 K148 K166	Lijn Lijn Lijn Cirkelboog

9. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Stijfheid Z [MN/m]	Rx	Ry	Rz
Sn9	K81	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn14	K92	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn43	K181	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn47	K176	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn49	K175	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn50	K187	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn58	K218	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn59	K219	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn71	K252	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn72	K253	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn73	K254	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn74	K255	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn75	K258	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij

10. Lijnondersteuning op staaf

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S19	Slb14 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb79 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb53 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb27 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb66 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb40 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb1 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb2 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb41 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb80 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb15 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb28 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb54 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb67 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb81 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb29 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb68 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb42 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb55 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb16 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S54	Slb3 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb43 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb56 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb82 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb30 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb17 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb69 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb4 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb18 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb70 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb57 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb5 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb44 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb83 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb31 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb71 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb45 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb58 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb84 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb6 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb19 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb32 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb72 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb85 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb7 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb20 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb46 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb33 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb59 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb21 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb60 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb86 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb47 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb8 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb34 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb73 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij

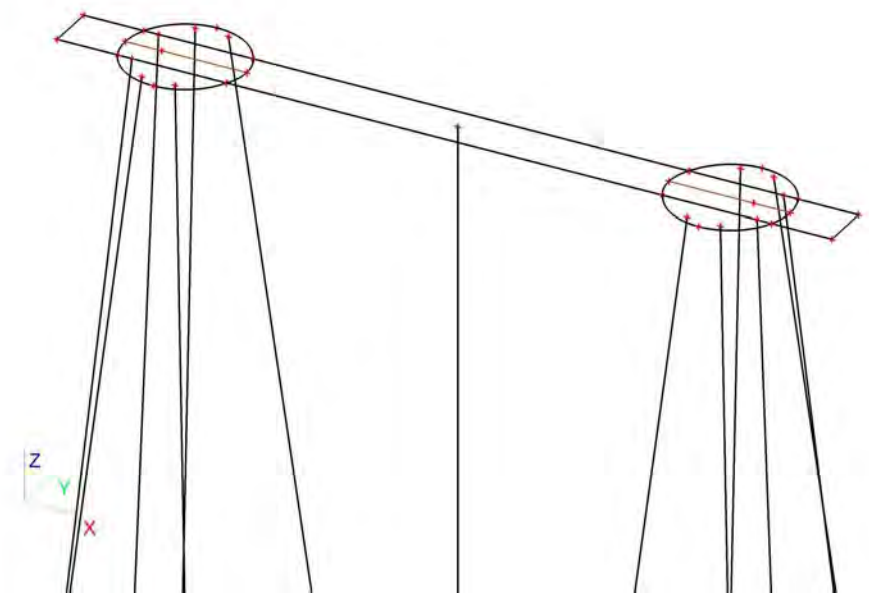
Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S79	Slb62 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb23 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb88 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb10 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb36 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb75 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb49 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb89 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb76 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb24 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb37 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb50 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb11 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb63 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb38 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb90 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb12 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb25 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb77 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb51 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb64 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb52 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb91 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb65 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb78 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb39 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb13 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb26 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb96 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb97 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb98 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb95 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb92 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb93 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb94 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij

11. Belastingsgevallen

11.1. Belastingsgevallen - BG1

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Richting
BG1	Eigengewicht	Permanent	LG8	Eigen gewicht	-Z

11.1.1. Belasting grafisch



11.2. Belastingsgevallen - BG3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG3	ULS 1	Variabel	LG7	Statisch	Standaard	Kort	Geen

11.2.1. Vrije puntmomenten

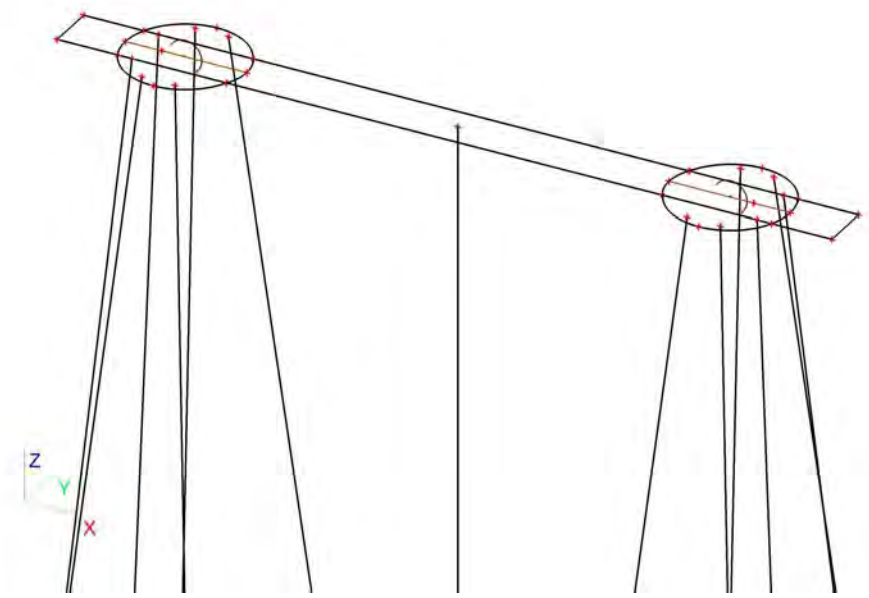
Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM1	Mx	Moment	Alle	Auto	0,00	BG3 - ULS 1	2,450	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM2	Mx	Moment	Alle	Auto	0,00	BG3 - ULS 1	18,850	0,750	0,000	18,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM3	My	Moment	Alle	Auto	14507,00	BG3 - ULS 1	2,450	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM4	My	Moment	Alle	Auto	14507,00	BG3 - ULS 1	18,850	0,750	0,000	18,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM5	Mx	Moment	Alle	Auto	0,00	BG3 - ULS 1	2,450	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM6	Mx	Moment	Alle	Auto	0,00	BG3 - ULS 1	18,850	0,750	0,000	18,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM7	My	Moment	Alle	Auto	953,70	BG3 - ULS 1	2,450	0,750	0,000	-13,960	0,757	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM8	My	Moment	Alle	Auto	953,70	BG3 - ULS 1	18,850	0,750	0,000	2,440	0,757	0,000	GCS

11.2.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF1	BG3 - ULS 1	E2	Z	Punt Kracht	FF1	-565,00	GCS Lengte
GFF4	BG3 - ULS 1	E2	Z	Punt Kracht	FF2	-565,00	GCS Lengte
GFF5	BG3 - ULS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM6	0,00	GCS Lengte
GFF6	BG3 - ULS 1	E2	Y	Punt Kracht	FF3	0,00	GCS Lengte
GFF7	BG3 - ULS 1	E2	X	Punt Kracht	FF5	374,00	GCS Lengte

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF9	BG3 - ULS 1	E2	Y	Punt Kracht	FF4	0,00	GCS Lengte
GFF10	BG3 - ULS 1	E2	X	Punt Kracht	FF6	374,00	GCS Lengte
GFF25	BG3 - ULS 1	E2	My	Punt Moment	FM7	953,70	GCS Lengte
GFF27	BG3 - ULS 1	E2	My	Punt Moment	FM8	953,70	GCS Lengte
GFF41	BG3 - ULS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM1	0,00	GCS Lengte
GFF42	BG3 - ULS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM2	0,00	GCS Lengte
GFF43	BG3 - ULS 1	E2	My	Punt Moment	FM3	14507,00	GCS Lengte
GFF44	BG3 - ULS 1	E2	My	Punt Moment	FM4	14507,00	GCS Lengte
GFF45	BG3 - ULS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM5	0,00	GCS Lengte

11.2.3. Belasting grafisch



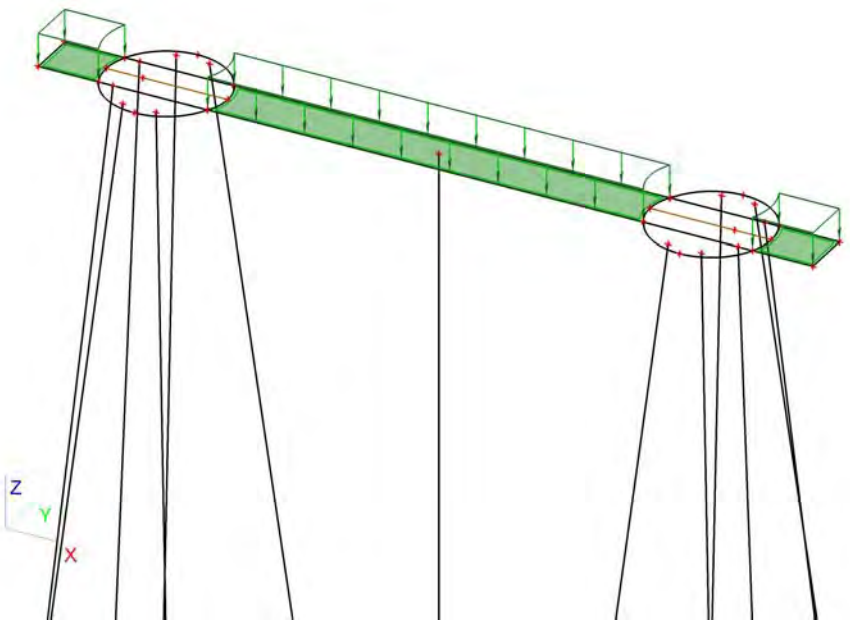
11.3. Belastingsgevallen - BG2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype
BG2	Grond	Permanent	LG8	Standaard

11.3.1. Lasten op oppervlak

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m²]	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF1	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte
SF2	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte
SF3	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte

11.3.2. Belasting grafisch



11.4. Belastingsgevallen - BG4

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG4	ULS 2	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

11.4.1. Vrije puntmomenten

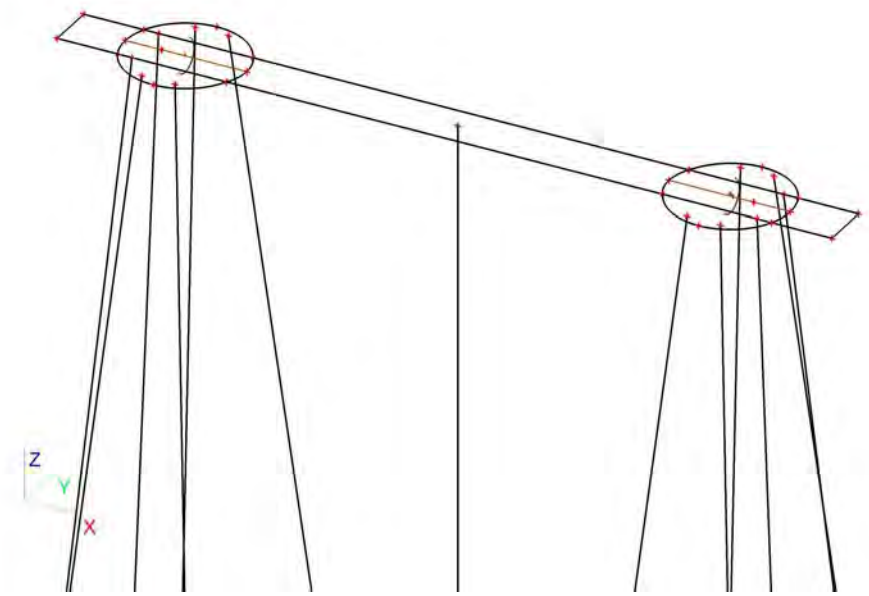
Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM9	Mx	Moment	Alle	Auto	-4914,00	BG4 - ULS 2	2,450	0,750	0,000	3,703	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM10	Mx	Moment	Alle	Auto	-4914,00	BG4 - ULS 2	18,850	0,750	0,000	20,275	0,744	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM11	My	Moment	Alle	Auto	862,00	BG4 - ULS 2	2,450	0,750	0,000	-12,525	0,744	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM12	My	Moment	Alle	Auto	862,00	BG4 - ULS 2	18,850	0,750	0,000	3,703	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM13	Mx	Moment	Alle	Auto	397,80	BG4 - ULS 2	2,450	0,750	0,000	-13,950	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM14	Mx	Moment	Alle	Auto	397,80	BG4 - ULS 2	18,850	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM15	My	Moment	Alle	Auto	0,00	BG4 - ULS 2	2,450	0,750	0,000	-13,950	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM16	My	Moment	Alle	Auto	0,00	BG4 - ULS 2	18,850	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS

11.4.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF2	BG4 - ULS 2	E2	Y	Punt Kracht	FF9	156,00	GCS Lengte
GFF12	BG4 - ULS 2	E2	Z	Punt Kracht	FF7	-737,00	GCS Lengte
GFF13	BG4 - ULS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM13	397,80	GCS Lengte
GFF14	BG4 - ULS 2	E2	Z	Punt Kracht	FF8	-737,00	GCS Lengte
GFF15	BG4 - ULS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM14	397,80	GCS Lengte
GFF16	BG4 - ULS 2	E2	Y	Punt Kracht	FF10	156,00	GCS Lengte
GFF18	BG4 - ULS 2	E2	X	Punt Kracht	FF11	0,00	GCS Lengte
GFF19	BG4 - ULS 2	E2	X	Punt Kracht	FF12	0,00	GCS Lengte
GFF20	BG4 - ULS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM10	-4914,00	GCS Lengte

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF22	BG4 - ULS 2	E2	My	Punt Moment	FM15	 0,00	GCS Lengte
GFF24	BG4 - ULS 2	E2	My	Punt Moment	FM16	 0,00	GCS Lengte
GFF29	BG4 - ULS 2	E2	My	Punt Moment	FM11	 862,00	GCS Lengte
GFF31	BG4 - ULS 2	E2	My	Punt Moment	FM12	 862,00	GCS Lengte
GFF46	BG4 - ULS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM9	 -4914,00	GCS Lengte

11.4.3. Belasting grafisch



11.5. Belastingsgevallen - BG5

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG5	SLS 1	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

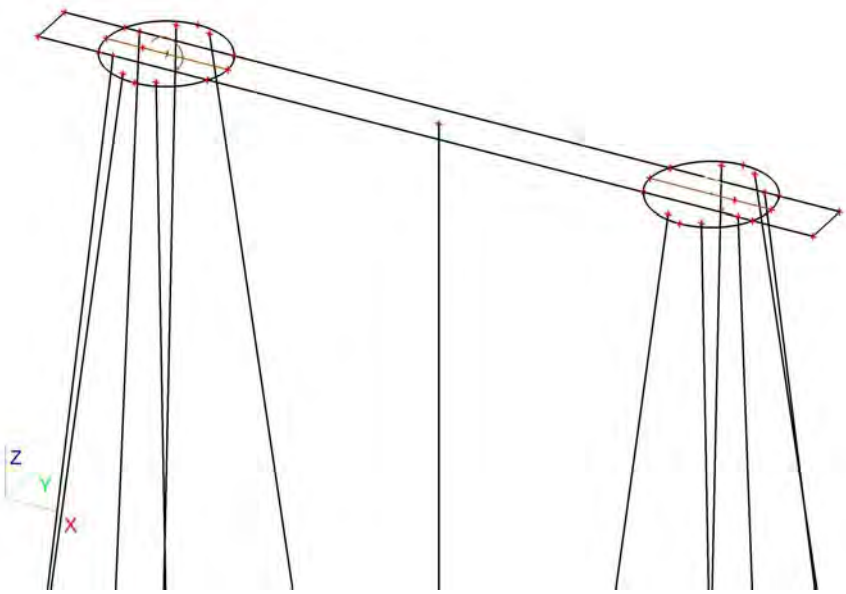
11.5.1. Vrije puntmomenten

Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM17	Mx	Moment	Alle	Auto	-1805,00	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM18	Mx	Moment	Alle	Auto	-1805,00	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM19	My	Moment	Alle	Auto	10053,00	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM20	My	Moment	Alle	Auto	10053,00	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM21	Mx	Moment	Alle	Auto	165,75	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM22	Mx	Moment	Alle	Auto	165,75	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM23	My	Moment	Alle	Auto	165,75	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM24	My	Moment	Alle	Auto	165,75	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM29	Mx	Moment	Alle	Auto	459,00	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM30	Mx	Moment	Alle	Auto	459,00	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM31	My	Moment	Alle	Auto	400,35	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	-14,960	0,757	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM32	My	Moment	Alle	Auto	400,35	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	1,440	0,757	0,000	GCS

11.5.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF3	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM19	10053,00	GCS Lengte
GFF8	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM17	-1805,00	GCS Lengte
GFF11	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM18	-1805,00	GCS Lengte
GFF17	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM20	10053,00	GCS Lengte
GFF21	BG5 - SLS 1	E2	Z	Punt Kracht	FF13	-471,00	GCS Lengte
GFF23	BG5 - SLS 1	E2	Z	Punt Kracht	FF14	-471,00	GCS Lengte
GFF26	BG5 - SLS 1	E2	Y	Punt Kracht	FF15	65,00	GCS Lengte
GFF28	BG5 - SLS 1	E2	Y	Punt Kracht	FF16	65,00	GCS Lengte
GFF30	BG5 - SLS 1	E2	X	Punt Kracht	FF17	257,00	GCS Lengte
GFF32	BG5 - SLS 1	E2	X	Punt Kracht	FF18	257,00	GCS Lengte
GFF38	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM29	459,00	GCS Lengte
GFF40	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM30	459,00	GCS Lengte
GFF47	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM21	165,75	GCS Lengte
GFF48	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM22	165,75	GCS Lengte
GFF49	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM23	165,75	GCS Lengte
GFF50	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM24	165,75	GCS Lengte
GFF55	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM31	400,35	GCS Lengte
GFF56	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM32	400,35	GCS Lengte

11.5.3. Belasting grafisch



11.6. Belastingsgevallen - BG6

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG6	SLS 2	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

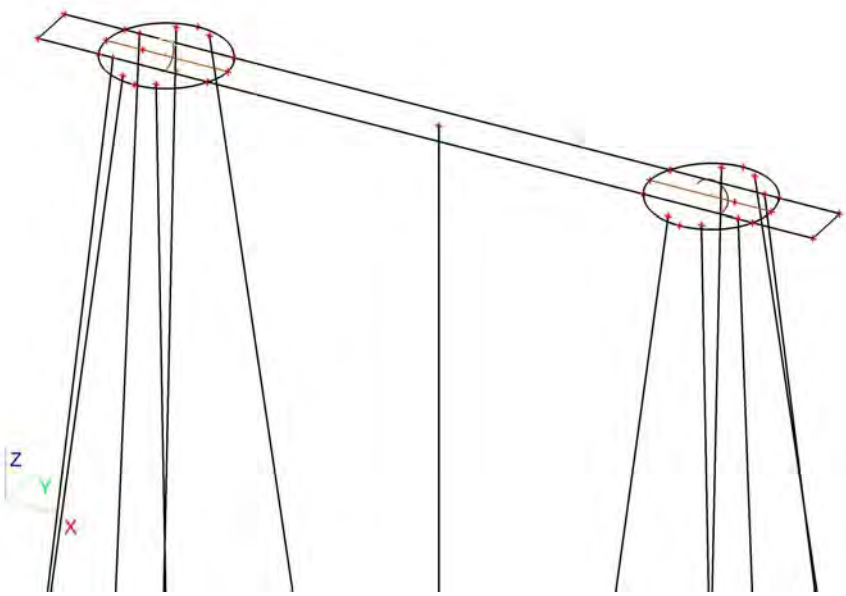
11.6.1. Vrije puntmomenten

Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM25	Mx	Moment	Alle	Auto	-5585,00	BG6 - SLS 2	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM26	Mx	Moment	Alle	Auto	-5585,00	BG6 - SLS 2	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM27	My	Moment	Alle	Auto	6660,00	BG6 - SLS 2	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM28	My	Moment	Alle	Auto	6660,00	BG6 - SLS 2	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS

11.6.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF33	BG6 - SLS 2	E2	Z	Punt Kracht	FF19	-592,00	GCS Lengte
GFF34	BG6 - SLS 2	E2	Z	Punt Kracht	FF20	-592,00	GCS Lengte
GFF35	BG6 - SLS 2	E2	Y	Punt Kracht	FF21	180,00	GCS Lengte
GFF36	BG6 - SLS 2	E2	Y	Punt Kracht	FF22	180,00	GCS Lengte
GFF37	BG6 - SLS 2	E2	X	Punt Kracht	FF23	157,00	GCS Lengte
GFF39	BG6 - SLS 2	E2	X	Punt Kracht	FF24	157,00	GCS Lengte
GFF51	BG6 - SLS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM25	-5585,00	GCS Lengte
GFF52	BG6 - SLS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM26	-5585,00	GCS Lengte
GFF53	BG6 - SLS 2	E2	My	Punt Moment	FM27	6660,00	GCS Lengte
GFF54	BG6 - SLS 2	E2	My	Punt Moment	FM28	6660,00	GCS Lengte

11.6.3. Belasting grafisch



11.7. Belastingsgevallen - BG7

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG7	Belasting op maaiveld	Variabel	LG7	Statisch	Standaard	Kort	Geen

11.7.1. Lasten op oppervlak

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m²]	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF4	Z	Kracht	-10,00	BG7 - Belasting op maaiveld	LCS	Lengte
SF5	Z	Kracht	-10,00	BG7 - Belasting op maaiveld	LCS	Lengte
SF6	Z	Kracht	-10,00	BG7 - Belasting op maaiveld	LCS	Lengte

11.7.2. Belasting grafisch

[redacted]

12. Combinaties

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG3 - ULS 1	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,30
Combi2	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG4 - ULS 2	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,30
Combi3	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG3 - ULS 1	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,65
		BG2 - Grond	1,30
Combi4	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG4 - ULS 2	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,65
		BG2 - Grond	1,30
Combi5	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	0,54
		BG3 - ULS 1	1,00
		BG2 - Grond	0,54
Combi6	Omhullende -	BG1 - Eigengewicht	0,54

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi6	Omhullende - sterkte	BG4 - ULS 2	1,00
		BG2 - Grond	0,54
Combi7	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG5 - SLS 1	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,00
Combi8	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG6 - SLS 2	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	0,70
		BG2 - Grond	1,00
Combi9	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG5 - SLS 1	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,00
		BG2 - Grond	1,00
Combi10	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG6 - SLS 2	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,00
		BG2 - Grond	1,00
Combi11	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	0,60
		BG5 - SLS 1	1,00
		BG2 - Grond	0,60
Combi12	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	0,60
		BG6 - SLS 2	1,00
		BG2 - Grond	0,60

13. Verplaatsing van knopen SLS 1

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Belastingsgevallen : BG5

BG	Snede	elem	dx [m]	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]	Fix [mrad]	Fiy [mrad]	Fiz [mrad]
BG5	Snede3	155	3,650	**13,9**	2,0	-9,0	-1,0	4,7	**0,4**
BG5	Snede2	18	2,750	**13,9**	2,0	-5,6	-1,0	4,7	-0,4
BG5	Snede3	126	2,250	13,9	**2,0**	-2,5	-1,0	4,8	0,4
BG5	Snede2	77	3,626	13,9	**2,0**	**-9,6**	-1,0	4,5	-0,4
BG5	Snede3	174	0,000	13,9	2,0	**7,8**	-1,0	**4,4**	0,4
BG5	Snede2	14	1,750	13,9	2,0	-1,0	**-1,0**	**5,0**	-0,4
BG5	Snede2	57	0,000	13,9	2,0	7,4	**-1,0**	4,8	**-0,5**

14. Verplaatsing van knopen SLS 2

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Belastingsgevallen : BG6

BG	Snede	elem	dx [m]	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]	Fix [mrad]	Fiy [mrad]	Fiz [mrad]
BG6	Snede3	155	3,650	**8,5**	5,1	-6,2	-4,7	2,9	**2,8**
BG6	Snede2	18	2,750	**8,6**	5,1	-4,1	-4,8	2,9	-2,5
BG6	Snede2	90	1,500	8,6	**5,1**	-0,4	-4,8	3,1	-2,6
BG6	Snede3	174	0,000	8,5	**5,1**	**4,3**	-4,8	**2,8**	2,3
BG6	Snede2	77	3,626	8,6	5,1	**-6,6**	-4,8	2,8	-2,3
BG6	Snede2	14	1,750	8,6	5,1	-1,2	**-5,0**	**3,2**	-2,6
BG6	Snede2	57	0,000	8,6	5,1	4,1	**-4,7**	3,0	**-2,8**

15. Reacties

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Klasse : UGT

Steunpunt	BG	dx [m]	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Slb70/S56	Combi1/1	18,164	**-46,28**	44,54	-7,29	0,00	0,00	0,00
Slb78/S82	Combi2/2	18,224	**42,16**	-59,92	-10,38	0,00	0,00	0,00
Slb76/S80	Combi2/2	18,224	-43,61	**-61,95**	-10,73	0,00	0,00	0,00
Slb75/S79	Combi1/1	18,224	-39,34	**55,41**	-9,63	0,00	0,00	0,00
Sn58/K218	Combi5/3		-20,66	-20,06	**-609,06**	0,00	0,00	0,00
Sn43/K181	Combi1/1		-39,47	38,18	**1172,73**	0,00	0,00	0,00
Sn47/K176	Combi6/4		-26,62	-37,63	787,55	**0,00**	0,00	0,00
Sn59/K219	Combi1/5		-15,40	15,00	-450,20	**0,00**	0,00	0,00

Steunpunt	BG	dx [m]	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn50/K187	Combi1/1		-39,46	-38,17	1172,50	0,00	**0,00**	0,00
Sn47/K176	Combi1/5		-26,63	-37,77	791,36	0,00	**0,00**	0,00
Sn72/K253	Combi5/3		-24,34	-34,64	722,02	0,00	0,00	**0,00**
Sn9/K81	Combi5/3		-5,52	-7,92	-161,29	0,00	0,00	**0,00**

BIJLAGE 2 UITVOER SCIA ENGINEER – MATIGE E-WAARDE (MODEL 2)

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Overzicht	2
3. Materialen	2
4. Doorsneden	2
5. Knoop	3
6. 1D-staaf	3
7. 2D-element	3
8. Subregio	3
9. Knoopondersteuningen	4
10. Lijnondersteuning op staaf	4
11. Belastingsgevallen	7
11.1. Belastingsgevallen - BG1	7
11.1.1. Belasting grafisch	7
11.2. Belastingsgevallen - BG3	7
11.2.1. Vrije puntmomenten	7
11.2.2. Genereer vrije lasten	7
11.2.3. Belasting grafisch	8
11.3. Belastingsgevallen - BG2	8
11.3.1. Lasten op oppervlak	8
11.3.2. Belasting grafisch	9
11.4. Belastingsgevallen - BG4	9
11.4.1. Vrije puntmomenten	9
11.4.2. Genereer vrije lasten	9
11.4.3. Belasting grafisch	10
11.5. Belastingsgevallen - BG5	10
11.5.1. Vrije puntmomenten	10
11.5.2. Genereer vrije lasten	11
11.5.3. Belasting grafisch	11
11.6. Belastingsgevallen - BG6	12
11.6.1. Vrije puntmomenten	12
11.6.2. Genereer vrije lasten	12
11.6.3. Belasting grafisch	12
11.7. Belastingsgevallen - BG7	13
11.7.1. Lasten op oppervlak	13
11.7.2. Belasting grafisch	13
12. Combinaties	13
13. Verplaatsing van knopen SLS 1	14
14. Verplaatsing van knopen SLS 2	14
15. Reacties	14
16. 2D element - Interne krachten; mxD+	15
17. 2D element - Interne krachten; mxD-	15
18. 2D element - Interne krachten; myD+	16
19. 2D element - Interne krachten; myD-	16
20. 2D element - Interne krachten; vx	17
21. 2D element - Interne krachten; vy	17

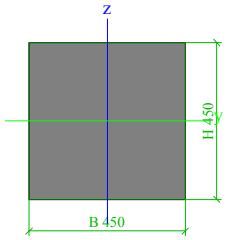
2. Overzicht

3. Materialen

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]	Karakteristieke cylinderdruksterkte fck(28) [MPa]
C30/37	Beton	2500,0	2,2000e+04	0,2	9,1667e+03	0,00	30,00
C45/55	Beton	2500,0	3,6300e+04	0,2	1,5125e+04	0,00	45,00

4. Doorsneden

Naam	CS1	
Type	Rechthoek	
Uitgebreid	450; 450	
Onderdeelmateriaal	C45/55	
Bouwwijze	Algemeen	
Knik y-y, z-z	b	b
EEM berekening	×	



A [m²]	2,0250e-01	
A y, z [m²]	1,6875e-01	1,6875e-01
I y, z [m⁴]	3,4172e-03	3,4172e-03
I w [m⁶], t [m⁴]	0,0000e+00	5,7655e-03
Wel y, z [m³]	1,5188e-02	1,5188e-02
Wpl y, z [m³]	2,2781e-02	2,2781e-02
d y, z [mm]	0	0
c YLCS, ZLCS [mm]	225	225
alpha [deg]	0,00	
AL [m²/m]	1,8000e+00	

5. Knoop

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K81	0,400	-2,962	-19,000
K86	1,950	-0,762	0,000
K92	0,400	4,462	-19,000
K94	1,950	2,262	0,000
K143	-1,000	0,000	0,000
K144	0,814	0,000	0,000
K145	4,086	0,000	0,000
K146	2,450	-1,050	0,000
K147	17,214	0,000	0,000
K148	20,486	0,000	0,000
K149	18,850	-1,050	0,000
K150	22,300	0,000	0,000
K151	22,300	1,500	0,000
K152	20,486	1,500	0,000
K153	17,214	1,500	0,000
K154	18,850	2,550	0,000
K155	4,086	1,500	0,000
K156	0,814	1,500	0,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K157	2,450	2,550	0,000
K158	-1,000	1,500	0,000
K159	0,650	0,750	0,000
K160	4,100	0,000	0,000
K161	4,100	1,500	0,000
K162	4,300	0,750	0,000
K163	17,200	1,500	0,000
K164	17,200	0,000	0,000
K165	17,000	0,750	0,000
K166	20,650	0,750	0,000
K169	2,950	-0,762	0,000
K171	2,950	2,262	0,000
K175	20,900	-2,932	-19,000
K176	20,900	4,462	-19,000
K177	18,350	-0,762	0,000
K178	18,350	2,262	0,000
K179	19,350	-0,762	0,000
K180	19,350	2,262	0,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K181	21,600	-1,500	-19,000
K183	20,050	0,000	0,000
K186	20,050	1,500	0,000
K187	21,600	3,000	-19,000
K218	-0,300	-1,500	-19,000
K219	-0,300	3,000	-19,000
K220	1,250	0,000	0,000
K221	1,250	1,500	0,000
K242	1,750	0,750	0,000
K246	19,550	0,750	0,000
K252	4,500	-2,962	-19,000
K253	4,500	4,462	-19,000
K254	16,800	-2,962	-19,000
K255	16,800	4,462	-19,000
K258	10,650	0,750	-19,000
K259	10,650	0,750	0,000

6. 1D-staaf

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Vorm	Beginknoop	Eindknoop	Type	EEM-type	Laag
S19	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K86	K81	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S24	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K94	K92	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S54	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,186	Lijn	K179	K175	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S55	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K180	K176	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S56	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,122	Lijn	K183	K181	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S59	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,122	Lijn	K186	K187	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S66	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,122	Lijn	K220	K218	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S67	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,122	Lijn	K221	K219	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S79	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K169	K252	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S80	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K171	K253	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S81	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K177	K254	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S82	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,190	Lijn	K178	K255	Algemeen (0)	standaard	Laag2
S83	CS1 - Rechthoek (450; 450)	19,000	Lijn	K259	K258	Algemeen (0)	standaard	Laag2

7. 2D-element

Naam	Materiaal	D. [mm]	Dikte type	Type	Laag
E2	C30/37	3000	konstant	vloer (90)	Laag1

8. Subregio

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio3	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K156	Cirkelboog
					K157	
					K155	Lijn

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio4	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K144	Lijn
					K145	Cirkelboog
					K146	

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio6	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K153	Cirkelboog
					K154	
					K152	Lijn

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio7	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Boven	0		1800	K147	Lijn
					K148	Cirkelboog
					K149	

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio8	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1200	K158	Lijn
					K156	Cirkelboog
					K159	
					K144	Lijn
					K143	Lijn

Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio9	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1200	K160	Cirkelboog
					K162	
					K161	Lijn
					K163	Cirkelboog

2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1200	K165 K164	 Lijn
Naam, 2D-element, Materiaal, Dikte type	Regio10	E2	C30/37	konstant		
2D-element systeemvlak op, Exc. z [mm], D. [mm], Punt 4, Knoop, Rand, Gewicht	Onder	0		1200	K152 K151 K150 K148 K166	Lijn Lijn Lijn Cirkelboog

9. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Stijfheid Z [MN/m]	Rx	Ry	Rz
Sn9	K81	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn14	K92	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn43	K181	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn47	K176	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn49	K175	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn50	K187	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn58	K218	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn59	K219	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn71	K252	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn72	K253	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn73	K254	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn74	K255	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sn75	K258	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	1,2000e+02	Vrij	Vrij	Vrij

10. Lijnondersteuning op staaf

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S19	Slb14 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb79 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb53 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb27 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb66 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb40 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S19	Slb1 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb2 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb41 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb80 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb15 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb28 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb54 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S24	Slb67 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb81 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb29 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb68 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb42 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb55 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S54	Slb16 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij

Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S54	Slb3 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb43 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb56 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb82 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb30 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb17 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb69 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S55	Slb4 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb18 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb70 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb57 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb5 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb44 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb83 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S56	Slb31 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb71 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb45 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb58 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb84 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb6 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb19 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S59	Slb32 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb72 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb85 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb7 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb20 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb46 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb33 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S66	Slb59 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb21 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb60 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb86 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb47 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb8 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb34 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S67	Slb73 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij

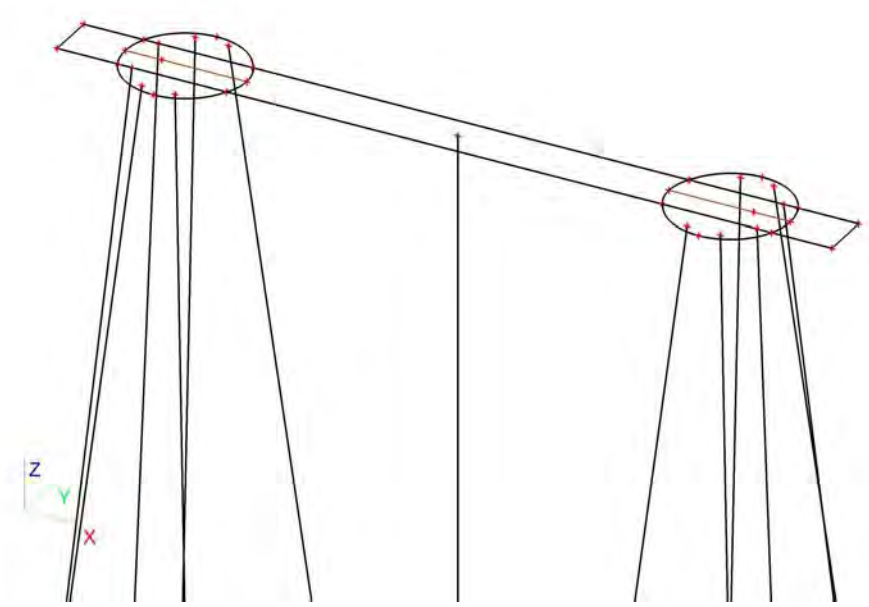
Staaf	Naam Systeem	Pos x_1 [m] Pos x_2 [m]	Coör Oors	X	Y	Stijfheid Y [MN/m²]	Z	Stijfheid Z [MN/m²]	Rx	Ry	Rz
S79	Slb62 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb23 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb88 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb10 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb36 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb75 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S79	Slb49 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb89 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb76 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb24 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb37 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb50 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb11 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S80	Slb63 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb38 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb90 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb12 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb25 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb77 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb51 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S81	Slb64 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb52 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb91 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb65 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb78 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb39 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb13 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S82	Slb26 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb96 LCS	9,600 10,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb97 LCS	10,500 20,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0350e+01	Verend	1,0350e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb98 LCS	20,400 22,000	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,2450e+01	Verend	1,2450e+01	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb95 LCS	4,400 9,600	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	6,0000e-01	Verend	6,0000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb92 LCS	0,000 1,100	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb93 LCS	1,100 3,500	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	4,5000e-01	Verend	4,5000e-01	Vrij	Vrij	Vrij
S83	Slb94 LCS	3,500 4,400	Abso Vanaf begin	Vrij	Verend	1,0500e+00	Verend	1,0500e+00	Vrij	Vrij	Vrij

11. Belastingsgevallen

11.1. Belastingsgevallen - BG1

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Richting
BG1	Eigengewicht	Permanent	LG8	Eigen gewicht	-Z

11.1.1. Belasting grafisch



11.2. Belastingsgevallen - BG3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG3	ULS 1	Variabel	LG7	Statisch	Standaard	Kort	Geen

11.2.1. Vrije puntmomenten

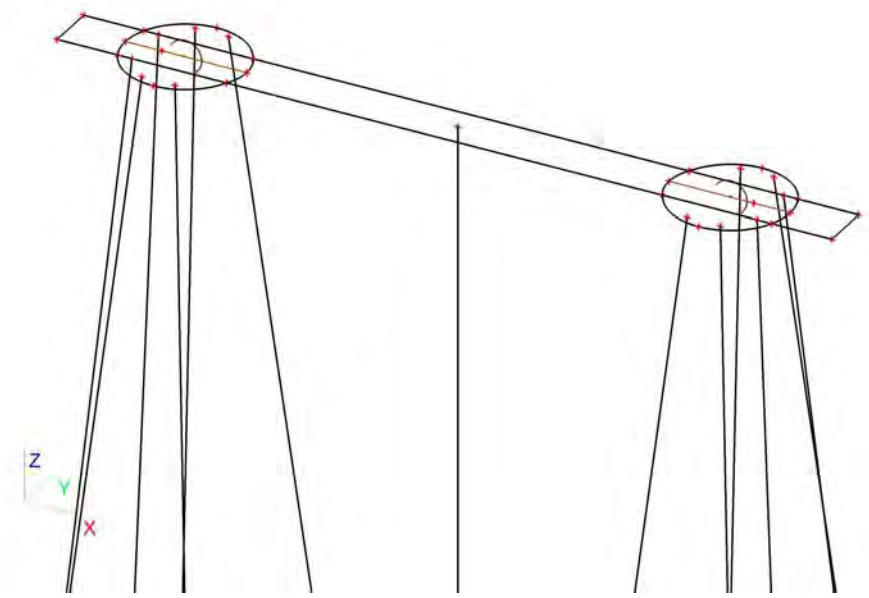
Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM1	Mx	Moment	Alle	Auto	0,00	BG3 - ULS 1	2,450	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM2	Mx	Moment	Alle	Auto	0,00	BG3 - ULS 1	18,850	0,750	0,000	18,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM3	My	Moment	Alle	Auto	14507,00	BG3 - ULS 1	2,450	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM4	My	Moment	Alle	Auto	14507,00	BG3 - ULS 1	18,850	0,750	0,000	18,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM5	Mx	Moment	Alle	Auto	0,00	BG3 - ULS 1	2,450	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM6	Mx	Moment	Alle	Auto	0,00	BG3 - ULS 1	18,850	0,750	0,000	18,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM7	My	Moment	Alle	Auto	953,70	BG3 - ULS 1	2,450	0,750	0,000	-13,960	0,757	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM8	My	Moment	Alle	Auto	953,70	BG3 - ULS 1	18,850	0,750	0,000	2,440	0,757	0,000	GCS

11.2.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF1	BG3 - ULS 1	E2	Z	Punt Kracht	FF1	-565,00	GCS Lengte
GFF4	BG3 - ULS 1	E2	Z	Punt Kracht	FF2	-565,00	GCS Lengte
GFF5	BG3 - ULS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM6	0,00	GCS Lengte
GFF6	BG3 - ULS 1	E2	Y	Punt Kracht	FF3	0,00	GCS Lengte
GFF7	BG3 - ULS 1	E2	X	Punt Kracht	FF5	374,00	GCS Lengte

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF9	BG3 - ULS 1	E2	Y	Punt Kracht	FF4	0,00	GCS Lengte
GFF10	BG3 - ULS 1	E2	X	Punt Kracht	FF6	374,00	GCS Lengte
GFF25	BG3 - ULS 1	E2	My	Punt Moment	FM7	953,70	GCS Lengte
GFF27	BG3 - ULS 1	E2	My	Punt Moment	FM8	953,70	GCS Lengte
GFF41	BG3 - ULS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM1	0,00	GCS Lengte
GFF42	BG3 - ULS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM2	0,00	GCS Lengte
GFF43	BG3 - ULS 1	E2	My	Punt Moment	FM3	14507,00	GCS Lengte
GFF44	BG3 - ULS 1	E2	My	Punt Moment	FM4	14507,00	GCS Lengte
GFF45	BG3 - ULS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM5	0,00	GCS Lengte

11.2.3. Belasting grafisch



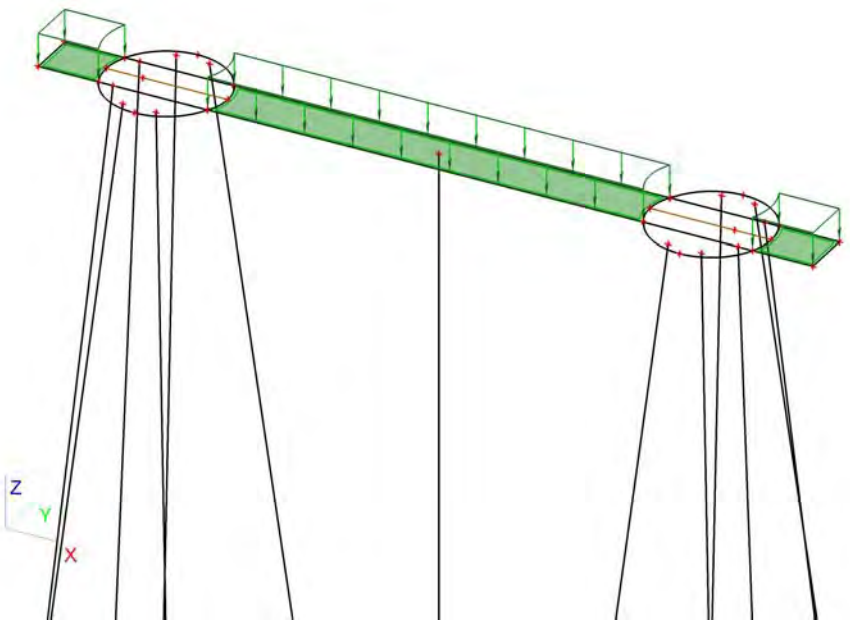
11.3. Belastingsgevallen - BG2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype
BG2	Grond	Permanent	LG8	Standaard

11.3.1. Lasten op oppervlak

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m²]	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF1	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte
SF2	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte
SF3	Z	Kracht	-25,50	BG2 - Grond	LCS	Lengte

11.3.2. Belasting grafisch



11.4. Belastingsgevallen - BG4

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG4	ULS 2	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

11.4.1. Vrije puntmomenten

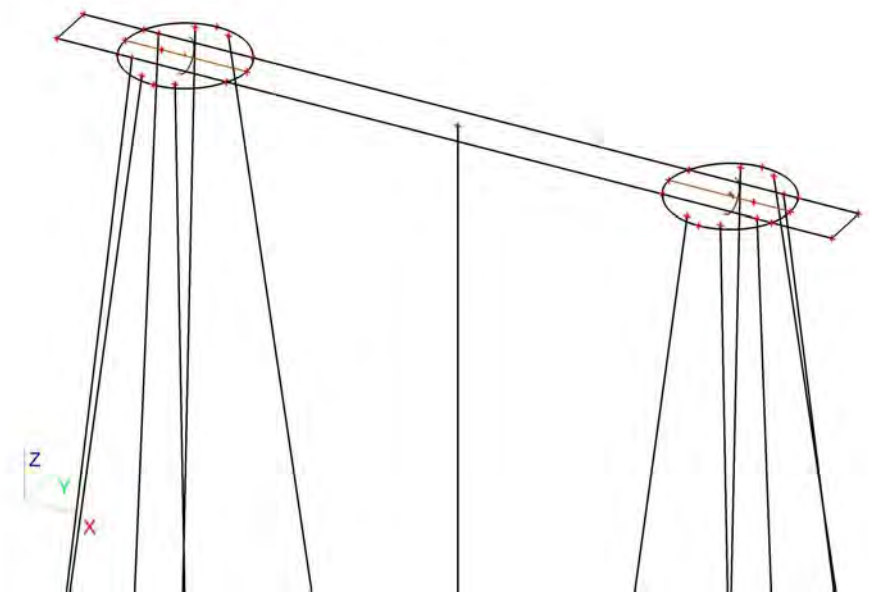
Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM9	Mx	Moment	Alle	Auto	-4914,00	BG4 - ULS 2	2,450	0,750	0,000	3,703	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM10	Mx	Moment	Alle	Auto	-4914,00	BG4 - ULS 2	18,850	0,750	0,000	20,275	0,744	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM11	My	Moment	Alle	Auto	862,00	BG4 - ULS 2	2,450	0,750	0,000	-12,525	0,744	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM12	My	Moment	Alle	Auto	862,00	BG4 - ULS 2	18,850	0,750	0,000	3,703	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM13	Mx	Moment	Alle	Auto	397,80	BG4 - ULS 2	2,450	0,750	0,000	-13,950	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM14	Mx	Moment	Alle	Auto	397,80	BG4 - ULS 2	18,850	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM15	My	Moment	Alle	Auto	0,00	BG4 - ULS 2	2,450	0,750	0,000	-13,950	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM16	My	Moment	Alle	Auto	0,00	BG4 - ULS 2	18,850	0,750	0,000	2,450	0,750	0,000	GCS

11.4.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF2	BG4 - ULS 2	E2	Y	Punt Kracht	FF9	156,00	GCS Lengte
GFF12	BG4 - ULS 2	E2	Z	Punt Kracht	FF7	-737,00	GCS Lengte
GFF13	BG4 - ULS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM13	397,80	GCS Lengte
GFF14	BG4 - ULS 2	E2	Z	Punt Kracht	FF8	-737,00	GCS Lengte
GFF15	BG4 - ULS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM14	397,80	GCS Lengte
GFF16	BG4 - ULS 2	E2	Y	Punt Kracht	FF10	156,00	GCS Lengte
GFF18	BG4 - ULS 2	E2	X	Punt Kracht	FF11	0,00	GCS Lengte
GFF19	BG4 - ULS 2	E2	X	Punt Kracht	FF12	0,00	GCS Lengte
GFF20	BG4 - ULS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM10	-4914,00	GCS Lengte

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF22	BG4 - ULS 2	E2	My	Punt Moment	FM15	 0,00	GCS Lengte
GFF24	BG4 - ULS 2	E2	My	Punt Moment	FM16	 0,00	GCS Lengte
GFF29	BG4 - ULS 2	E2	My	Punt Moment	FM11	 862,00	GCS Lengte
GFF31	BG4 - ULS 2	E2	My	Punt Moment	FM12	 862,00	GCS Lengte
GFF46	BG4 - ULS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM9	 -4914,00	GCS Lengte

11.4.3. Belasting grafisch



11.5. Belastingsgevallen - BG5

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG5	SLS 1	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

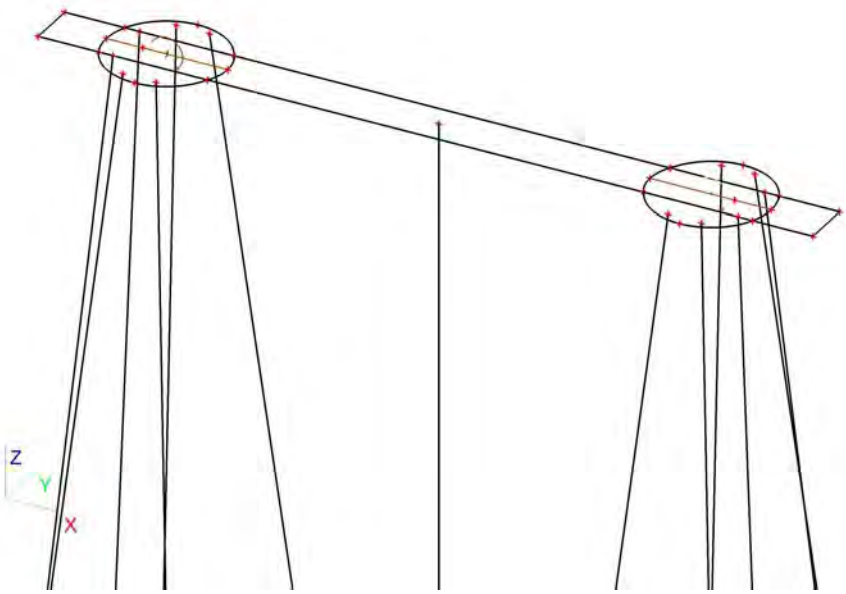
11.5.1. Vrije puntmomenten

Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM17	Mx	Moment	Alle	Auto	-1805,00	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM18	Mx	Moment	Alle	Auto	-1805,00	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM19	My	Moment	Alle	Auto	10053,00	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM20	My	Moment	Alle	Auto	10053,00	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM21	Mx	Moment	Alle	Auto	165,75	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM22	Mx	Moment	Alle	Auto	165,75	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM23	My	Moment	Alle	Auto	165,75	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM24	My	Moment	Alle	Auto	165,75	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM29	Mx	Moment	Alle	Auto	459,00	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM30	Mx	Moment	Alle	Auto	459,00	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM31	My	Moment	Alle	Auto	400,35	BG5 - SLS 1	2,450	0,750	0,000	-14,960	0,757	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM32	My	Moment	Alle	Auto	400,35	BG5 - SLS 1	18,850	0,750	0,000	1,440	0,757	0,000	GCS

11.5.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF3	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM19	10053,00	GCS Lengte
GFF8	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM17	-1805,00	GCS Lengte
GFF11	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM18	-1805,00	GCS Lengte
GFF17	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM20	10053,00	GCS Lengte
GFF21	BG5 - SLS 1	E2	Z	Punt Kracht	FF13	-471,00	GCS Lengte
GFF23	BG5 - SLS 1	E2	Z	Punt Kracht	FF14	-471,00	GCS Lengte
GFF26	BG5 - SLS 1	E2	Y	Punt Kracht	FF15	65,00	GCS Lengte
GFF28	BG5 - SLS 1	E2	Y	Punt Kracht	FF16	65,00	GCS Lengte
GFF30	BG5 - SLS 1	E2	X	Punt Kracht	FF17	257,00	GCS Lengte
GFF32	BG5 - SLS 1	E2	X	Punt Kracht	FF18	257,00	GCS Lengte
GFF38	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM29	459,00	GCS Lengte
GFF40	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM30	459,00	GCS Lengte
GFF47	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM21	165,75	GCS Lengte
GFF48	BG5 - SLS 1	E2	Mx	Punt Moment	FM22	165,75	GCS Lengte
GFF49	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM23	165,75	GCS Lengte
GFF50	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM24	165,75	GCS Lengte
GFF55	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM31	400,35	GCS Lengte
GFF56	BG5 - SLS 1	E2	My	Punt Moment	FM32	400,35	GCS Lengte

11.5.3. Belasting grafisch



11.6. Belastingsgevallen - BG6

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG6	SLS 2	Variabel	LG9	Statisch	Standaard	Kort	Geen

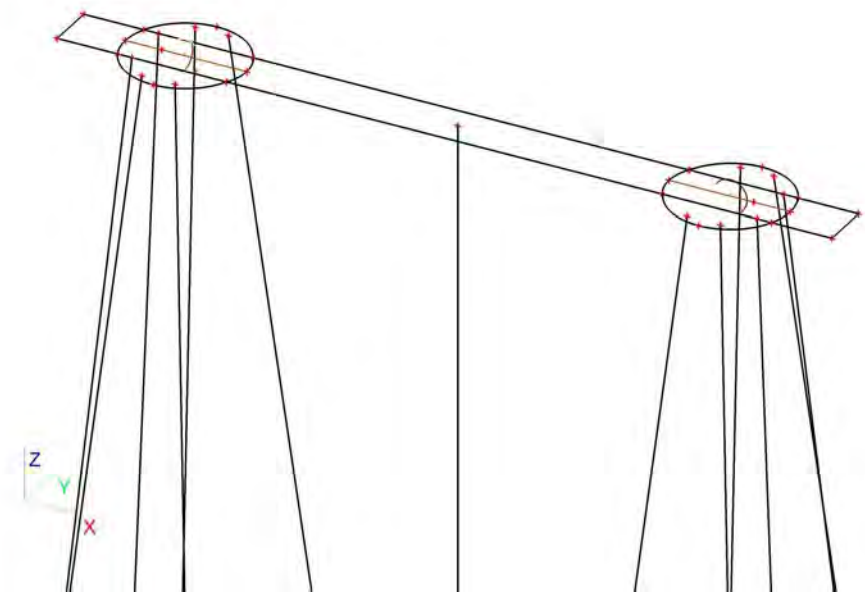
11.6.1. Vrije puntmomenten

Typenaam	Naam	Rich	Type	Geldigheid	Selecteer	Waarde - F [kNm]	Belastingsgeval	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Coördinaat ux [m]	Coördinaat uy [m]	Coördinaat uz [m]	Systeem
Vrij puntmoment	FM25	Mx	Moment	Alle	Auto	-5585,00	BG6 - SLS 2	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM26	Mx	Moment	Alle	Auto	-5585,00	BG6 - SLS 2	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM27	My	Moment	Alle	Auto	6660,00	BG6 - SLS 2	2,450	0,750	0,000	1,450	0,750	0,000	GCS
Vrij puntmoment	FM28	My	Moment	Alle	Auto	6660,00	BG6 - SLS 2	18,850	0,750	0,000	17,850	0,750	0,000	GCS

11.6.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	Waarde - F [kN] Waarde - F [kNm]	Systeem Locatie
GFF33	BG6 - SLS 2	E2	Z	Punt Kracht	FF19	-592,00	GCS Lengte
GFF34	BG6 - SLS 2	E2	Z	Punt Kracht	FF20	-592,00	GCS Lengte
GFF35	BG6 - SLS 2	E2	Y	Punt Kracht	FF21	180,00	GCS Lengte
GFF36	BG6 - SLS 2	E2	Y	Punt Kracht	FF22	180,00	GCS Lengte
GFF37	BG6 - SLS 2	E2	X	Punt Kracht	FF23	157,00	GCS Lengte
GFF39	BG6 - SLS 2	E2	X	Punt Kracht	FF24	157,00	GCS Lengte
GFF51	BG6 - SLS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM25	-5585,00	GCS Lengte
GFF52	BG6 - SLS 2	E2	Mx	Punt Moment	FM26	-5585,00	GCS Lengte
GFF53	BG6 - SLS 2	E2	My	Punt Moment	FM27	6660,00	GCS Lengte
GFF54	BG6 - SLS 2	E2	My	Punt Moment	FM28	6660,00	GCS Lengte

11.6.3. Belasting grafisch



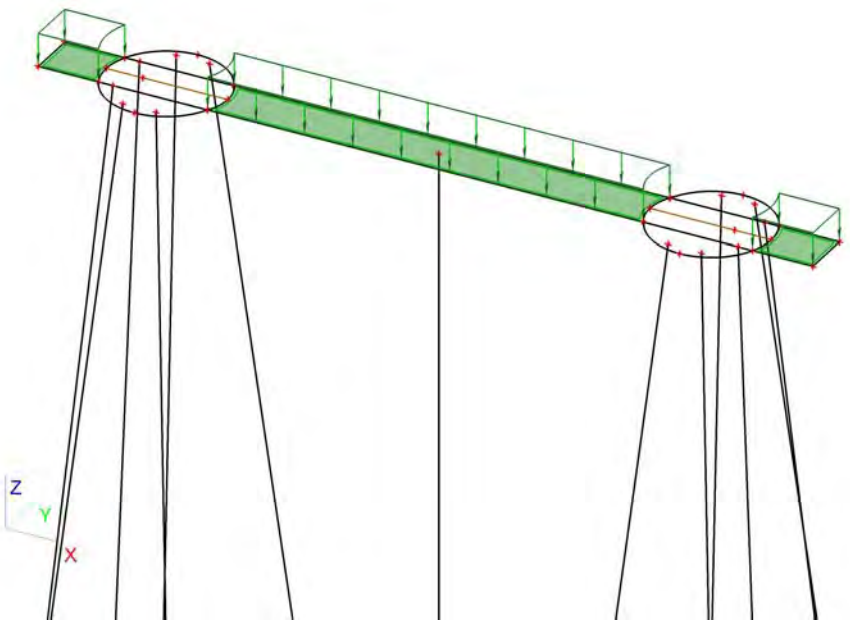
11.7. Belastingsgevallen - BG7

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Duur	'Master' belastingsgeval
BG7	Belasting op maaiveld	Variabel	LG7	Statisch	Standaard	Kort	Geen

11.7.1. Lasten op oppervlak

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m²]	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF4	Z	Kracht	-10,00	BG7 - Belasting op maaiveld	LCS	Lengte
SF5	Z	Kracht	-10,00	BG7 - Belasting op maaiveld	LCS	Lengte
SF6	Z	Kracht	-10,00	BG7 - Belasting op maaiveld	LCS	Lengte

11.7.2. Belasting grafisch



12. Combinaties

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG3 - ULS 1	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,30
Combi2	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG4 - ULS 2	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,30
Combi3	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG3 - ULS 1	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,65
		BG2 - Grond	1,30
Combi4	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	1,30
		BG4 - ULS 2	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,65
		BG2 - Grond	1,30
Combi5	Omhullende - uiterst	BG1 - Eigengewicht	0,54
		BG3 - ULS 1	1,00
		BG2 - Grond	0,54
Combi6	Omhullende -	BG1 - Eigengewicht	0,54

Naam	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi6	Omhullende - sterkte	BG4 - ULS 2	1,00
		BG2 - Grond	0,54
Combi7	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG5 - SLS 1	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,16
		BG2 - Grond	1,00
Combi8	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG6 - SLS 2	1,00
		BG7 - Belasting op maaiveld	0,70
		BG2 - Grond	1,00
Combi9	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG5 - SLS 1	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,00
		BG2 - Grond	1,00
Combi10	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	1,00
		BG6 - SLS 2	0,60
		BG7 - Belasting op maaiveld	1,00
		BG2 - Grond	1,00
Combi11	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	0,60
		BG5 - SLS 1	1,00
		BG2 - Grond	0,60
Combi12	Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigengewicht	0,60
		BG6 - SLS 2	1,00
		BG2 - Grond	0,60

13. Verplaatsing van knopen SLS 1

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Belastingsgevallen : BG5

BG	Snede	elem	dx [m]	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]	Fix [mrad]	Fiy [mrad]	Fiz [mrad]
BG5	Snede3	155	3,650	**11,6**	2,0	**-6,6**	-1,0	2,8	**0,3**
BG5	Snede2	19	3,000	**11,7**	2,0	-3,4	-1,0	2,7	-0,3
BG5	Snede3	126	2,250	11,6	**2,0**	-2,8	-1,0	2,8	0,3
BG5	Snede2	57	0,000	11,7	**2,0**	**4,9**	**-1,0**	2,8	**-0,3**
BG5	Snede2	14	1,750	11,7	2,0	0,0	**-1,0**	**2,9**	-0,3
BG5	Snede3	174	0,000	11,6	2,0	3,2	-1,0	**2,6**	0,2

14. Verplaatsing van knopen SLS 2

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Belastingsgevallen : BG6

BG	Snede	elem	dx [m]	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]	Fix [mrad]	Fiy [mrad]	Fiz [mrad]
BG6	Snede3	155	3,650	**7,1**	**5,2**	**-4,7**	-4,7	1,7	**1,8**
BG6	Snede2	19	3,000	**7,2**	5,1	-2,7	-4,7	1,7	-1,6
BG6	Snede2	16	2,250	7,2	**5,1**	-1,4	-4,8	1,8	-1,6
BG6	Snede2	57	0,000	7,2	5,2	**2,5**	**-4,7**	1,8	**-1,7**
BG6	Snede2	14	1,750	7,2	5,1	-0,5	**-4,8**	**1,8**	-1,6
BG6	Snede3	174	0,000	7,1	5,2	1,5	-4,7	**1,6**	1,5

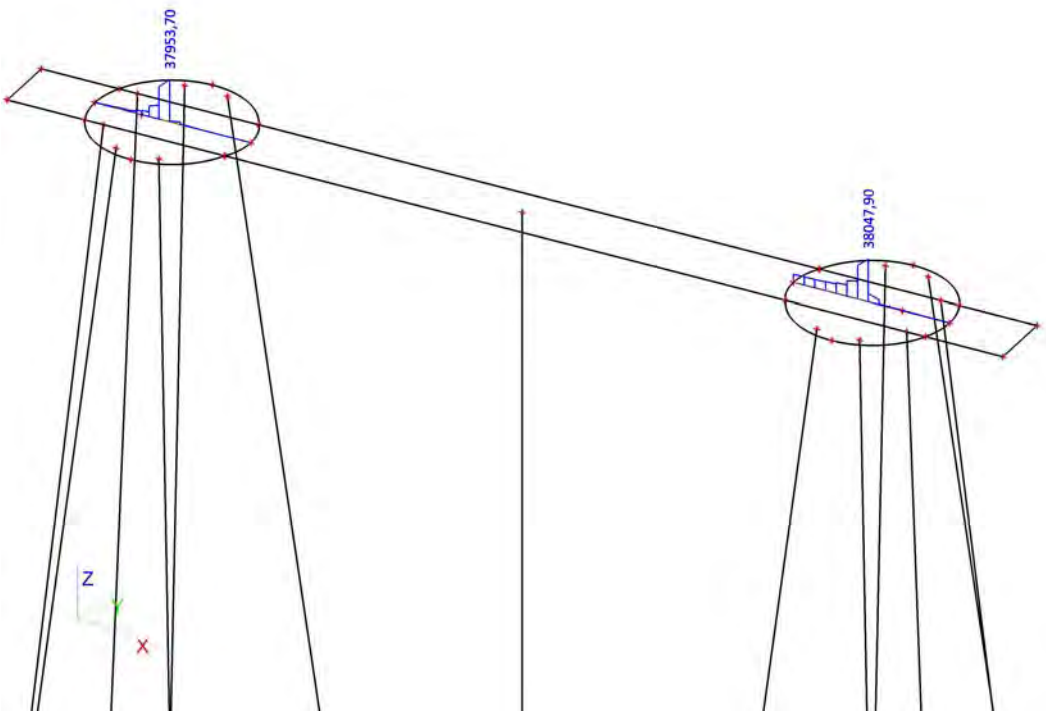
15. Reacties

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Klasse : UGT

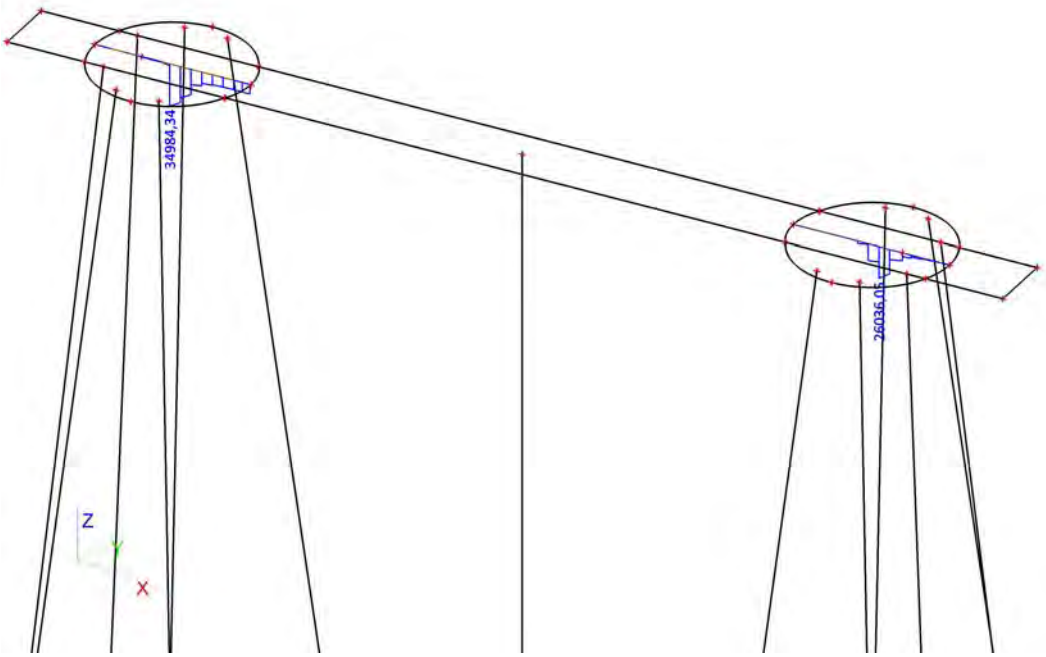
Steunpunt	BG	dx [m]	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Slb76/S80	Combi2/1	18,224	**-42,45**	**-60,32**	-10,45	0,00	0,00	0,00
Slb78/S82	Combi2/1	18,224	**42,17**	-59,92	-10,38	0,00	0,00	0,00
Slb68/S54	Combi1/2	18,221	-31,64	**44,05**	-7,61	0,00	0,00	0,00
Sn58/K218	Combi5/3		-14,45	-13,91	**-421,41**	0,00	0,00	0,00
Sn72/K253	Combi2/1		-36,50	-51,69	**1084,25**	0,00	0,00	0,00
Sn50/K187	Combi1/2		-34,24	-33,00	1014,63	**0,00**	0,00	0,00
Sn14/K92	Combi6/4		25,60	-36,13	756,50	**0,00**	0,00	0,00
Sn9/K81	Combi1/2		1,63	2,37	56,84	0,00	**0,00**	0,00
Sn47/K176	Combi1/2		-27,24	-38,46	805,56	0,00	**0,00**	0,00
Sn50/K187	Combi2/5		-23,90	-22,94	712,73	0,00	0,00	**0,00**

Steunpunt	BG	dx [m]	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn9/K81	Combi1/6		1,14	1,68	42,59	0,00	0,00	**0,00**

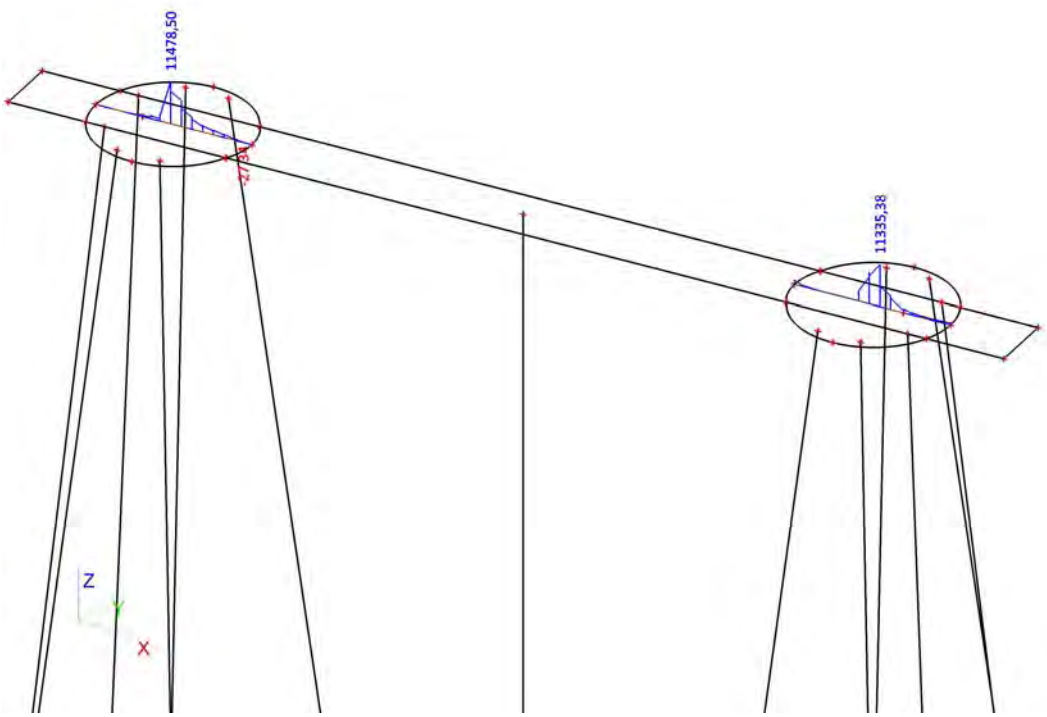
16. 2D element - Interne krachten; mxD+



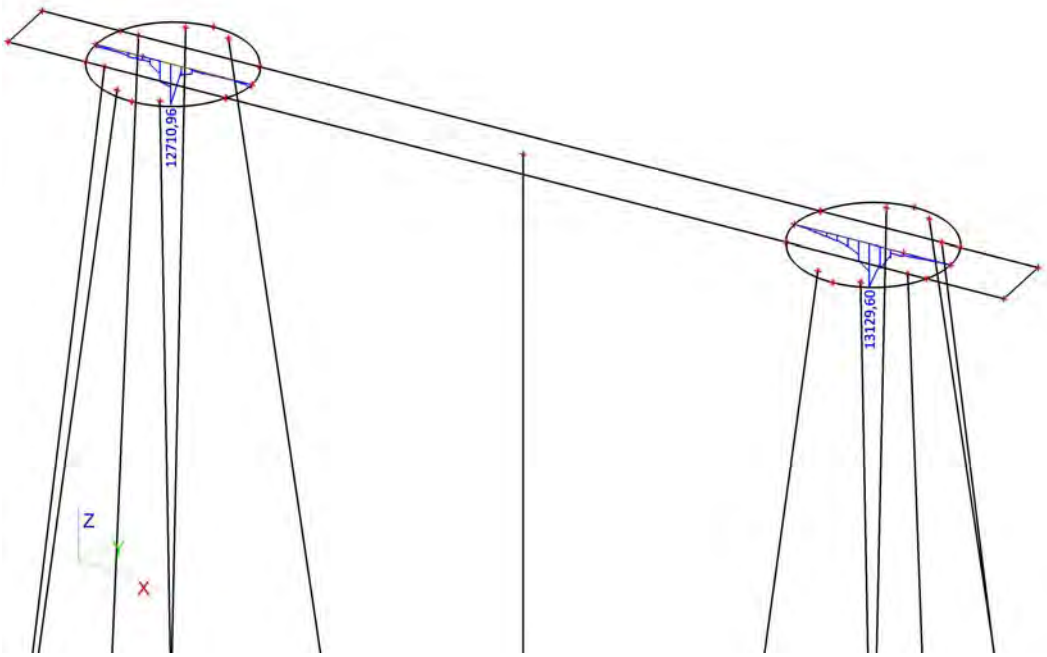
17. 2D element - Interne krachten; mxD-



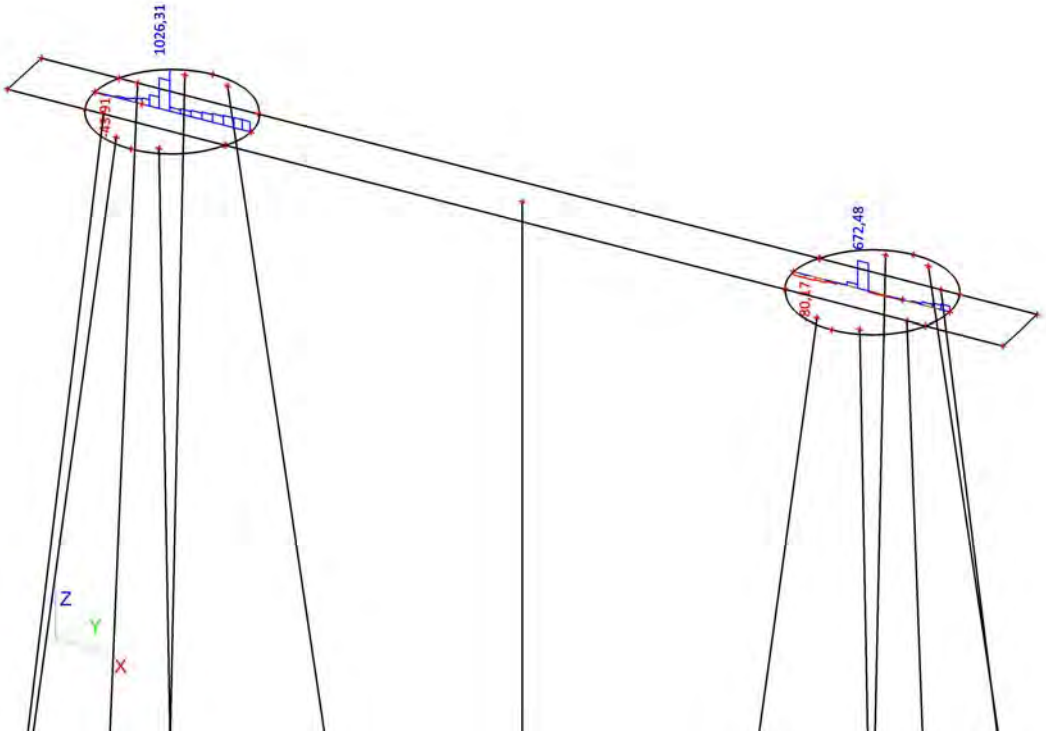
18. 2D element - Interne krachten; myD+



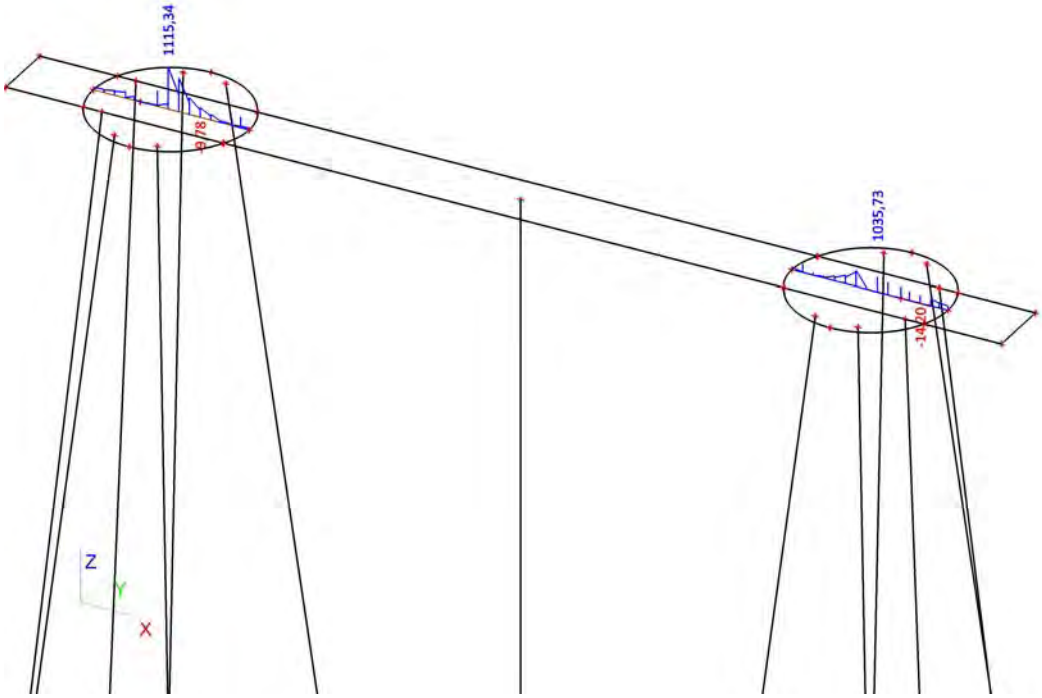
19. 2D element - Interne krachten; myD-



20. 2D element - Interne krachten; vx



21. 2D element - Interne krachten; vy



Bijlage 8b

Constructieberekening mastfundatie type C

Constructieberekening mastfundatie type C

Project:
Randstad 380 kV Noordring

Opdrachtgever:
TenneT TSO

Revisie	Datum	Wijzigingen ten opzichte van vorige revisie
00	19-07-2013	Eerste uitgave
01	06-08-2013	Tweede uitgave
02	02-10-2013	T.b.v. 3e uitgave

Documentnummer: R3N-OWR-0005

Opsteller	*Controleur*	*Vrijgever*
A.L.A. van Noort Constructeur	P. de Jager Ontwerpmanager	Arjan Hogenboom Project Manager

Distributie

Naam	Bedrijf
Extern	
Guido Volman	TenneT TSO
Intern	
Arjan Hogenboom	BAM
Pieter de Jager	BAM
Eric van Rooijen	BAM
David van Loenen	BAM
Rob Bakker	BAM
Erwin ten Cate	BAM
Michael Desmet	Fabricom
Hein Pijnappel	Mott MacDonald

Beheer

De documentbeheerder van de combinatie verzorgt de distributie. Alleen houders van een geregistreerde kopie ontvangen automatisch aanvullingen en/of wijzigingen. Het is de verantwoordelijkheid van de houders het document up to date te houden. De laatste versie is altijd beschikbaar in ThinkProject!

Indien documenten worden geprint, geldt het volgende: een geregistreerde kopie is geldig vanaf de datum van uitgifte. Bij uitgifte van een document met een hoger revisienummer verliest de voorgaande versie automatisch haar geldigheid. Kopiehouders dienen het voorblad van een ongeldige versie te markeren met een diagonale lijn samen met de tekst 'vervallen'.

Neem bij twijfel over de geldende versie contact op met de documentbeheerder.

Inhoudsopgave

1. Inleiding 4
1.1. Overzicht verschillende typen 4
1.1.1. Fundatietype A 5
1.1.2. Fundatietype B 5
1.1.3. Fundatietype C 6
1.1.4. Fundatietype D 6
1.1.5. Fundatietype F 7
1.2. Mastbeeld bij fundatie type C 8
1.3. Gerelateerde documenten 8
1.4. Openstaande punten 9
1.5. Revisiebeheer 9
2. Uitgangspunten en eisen 11
2.1. Uitgangspunten 11
2.2. Gehanteerde normen 11
2.3. Eisen 11
2.4. Vermoeiing 11
2.5. Materiaalgegevens 11
2.5.1. Betonkwaliteiten 11
2.5.2. Milieuklasse 12
2.5.3. Betondekking 12
2.5.4. Staalkwaliteiten 12
2.6. Veerconstante funderingspalen 12
3. Berekening poer type C 15
3.1. Geometrie 15
3.2. Belastingen en belastingcombinaties 15
3.2.1. Belastingsfactoren 15
3.2.2. Belastingsgevallen 16
3.2.3. Belastingcombinaties 18
3.3. Wisselende belastingen en vermoeiing 20
4. Verbinding mast-fundering 23
4.1. Berekening fundering 23
5. Bijlagen 24
Bijlage 1 Uitvoer SCIA Engineer – lage E-waarde (model 1) 25
Bijlage 2 Uitvoer SCIA Engineer – Matige E-waarde (model 2) 26

1. INLEIDING

De komende jaren werken het ministerie van Economische Zaken en TenneT aan de aanleg van een nieuwe 380 kV hoogspanningsverbinding in de Randstad. De nieuwe verbinding stelt de voorziening van elektriciteit in de Randstad veilig.

Het ontwerptracé van de nieuwe Randstad 380 kV verbinding is sinds eind 2008 bekend. De plannen gaan uit van twee ringen, tussen Wateringen en Zoetermeer (de Zuidring) en tussen Zoetermeer en Beverwijk (de Noordring). Eind 2012 heeft Tennet de aanbesteding opgestart voor het gedeelte van de Noordring tussen station Vijfhuizen en Bleiswijk. Het contract is opgedeeld in twee percelen, waarbij de grens ligt bij Zuidelijke Ringvaart. Dit document heeft betrekking op perceel 2 (het zuidelijke gedeelte).

BAM heeft op 8 juli 2013 het contract ondertekend met TenneT voor het ontwerp en realiseren van perceel 2. Het voorliggende document is onderdeel van het Definitief Ontwerp en behandelt de mastfundaties. Dit betreft ook de masten welke ter plaatse van een OSP zijn gelokaliseerd. De overige onderdelen van de OSP's zijn in een afzonderlijk document berekend evenals de funderingspalen.

Dit rapport betreft poer C. Een overzicht van de verschillende poertypen is gegeven is de ontwerpbasis R3N-OWR-0001.

1.1. OVERZICHT VERSCHILLENDE TYPEN

Binnen het project komen verschillende typen masten voor.
De verschillen komen voort uit:

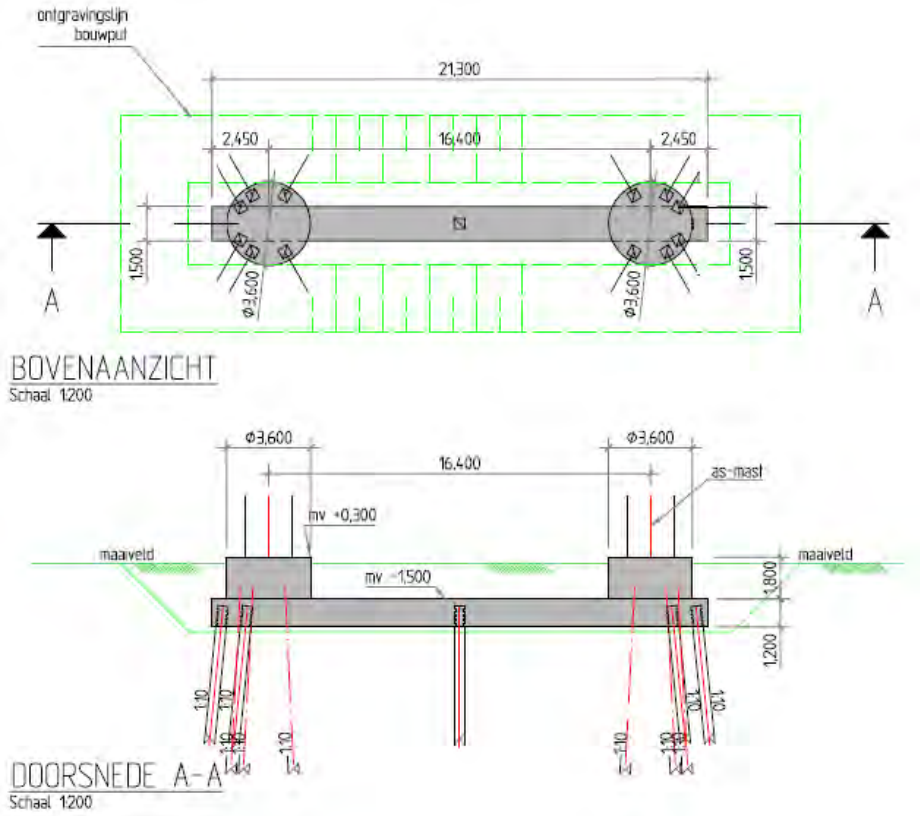
- aantal systemen dat een mastenpaar draagt, 2 systemen (2x380 kV) of 4 systemen (2x380 kV en 2x150 kV),
- de functie van de mast, Steunmast, Hoekmast of Eindmast,
- maximale veldlengte tussen masten 350 of 400 m,
- aanpassingen aan mast (b.v. +10 m extra hoogte).

Elke mast heeft een eigen belastingpatroon. Na analyse van de verschillende belastingen en geometrische eisen zijn er uiteindelijk 5 mastfundatie typen bepaal. Met deze 5 typen is er voor elke mast een geschikte fundatie beschikbaar.

De fundatietypen zijn hieronder weergegeven.

1.1.1. FUNDATIETYPE A

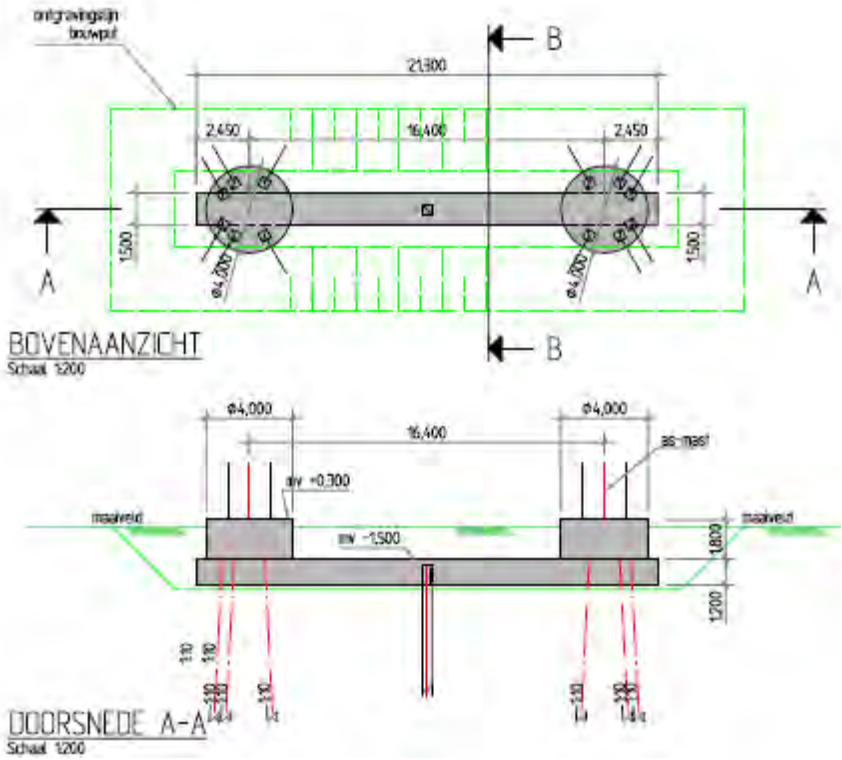
Toegepast bij masttype:
W2S400 + 5
W2S350 + 5
W2S400A+10



1.1.2. FUNDATIETYPE B

Toegepast bij masttype:
W4S400Z + 5
W2S400 + 24
W2S400 + 24
W4S400Z + 14

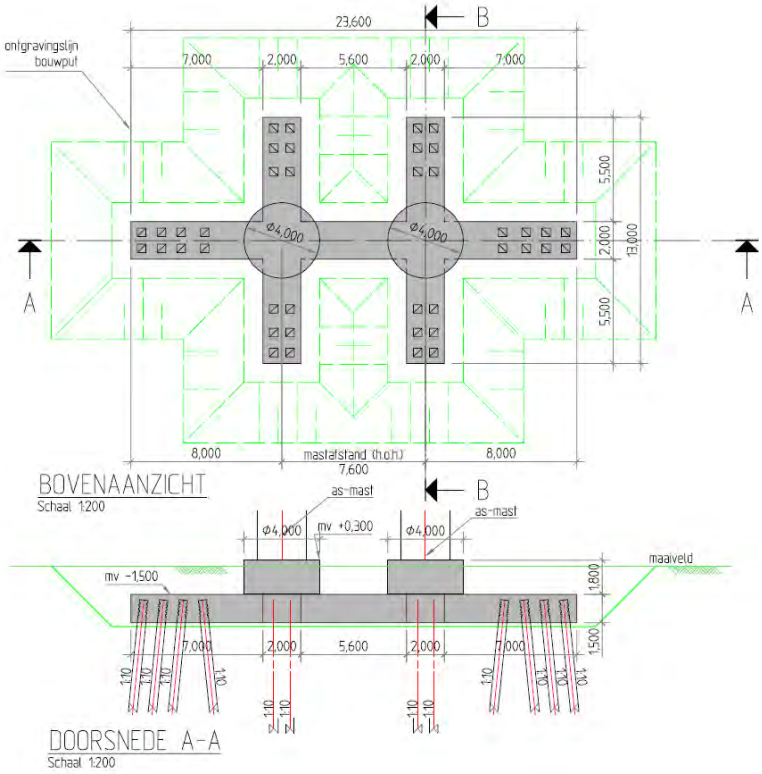
Opm: verschil met type A is diameter opstort.



1.1.3. FUNDATIETYPE C

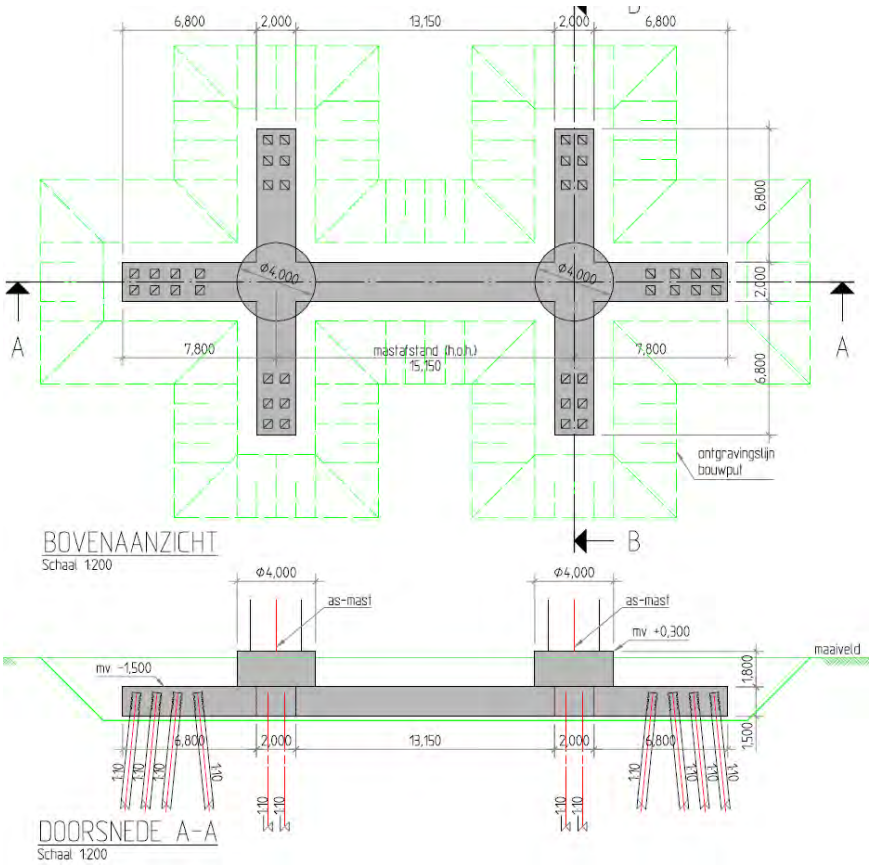
Toegepast bij masttype:
- W2H400 + 5
- W2H400 + 5
- W2H400 + 10
- W2H400 + 10 mast 133
- W2H400 + 15

Opm: mast 133 was in de oude nummering mast 82.



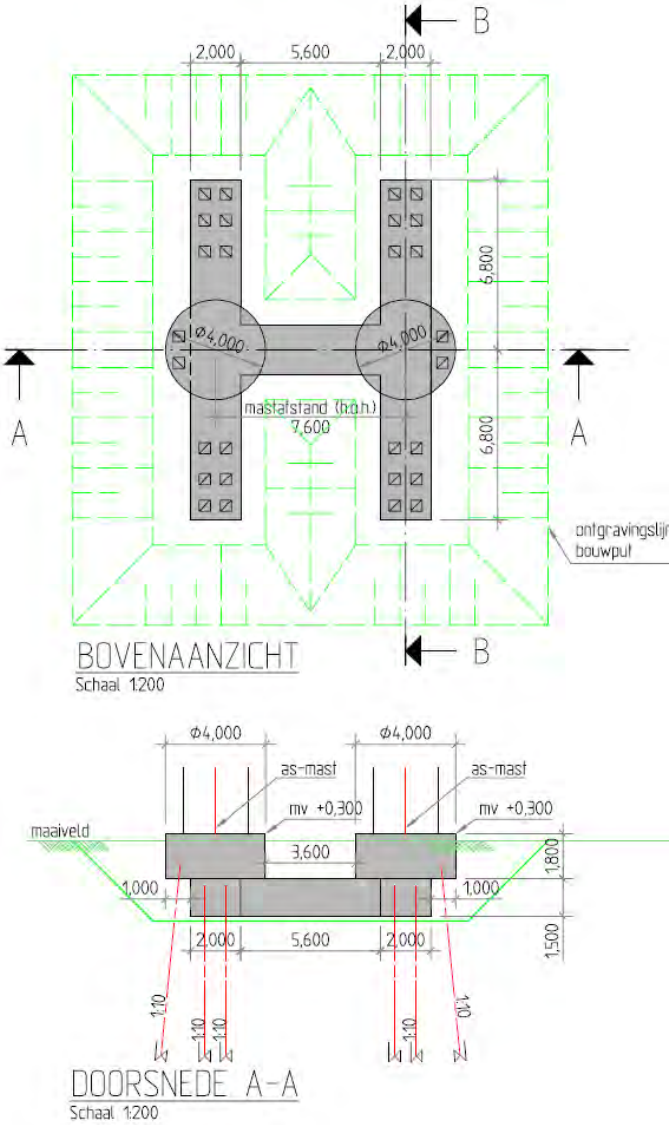
1.1.4. FUNDATIETYPE D

Toegepast bij masttype:
- W4H400Z + 5 (Afstap 150kV)
- W4H400Z +10 (Afstap 150kV)

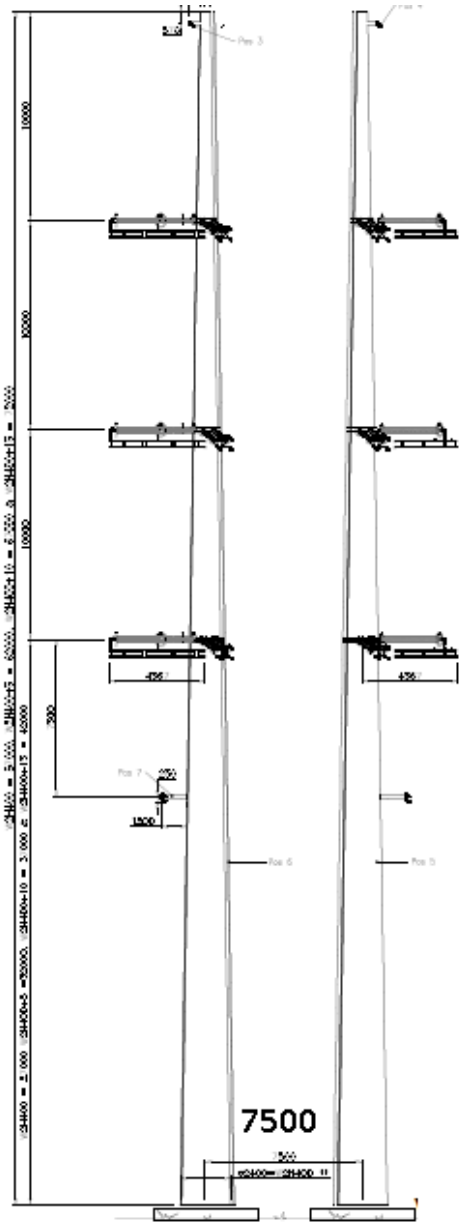


1.1.5. FUNDATIETYPE F

Toegepast bij masttype:
W2E350 + 5
W2E400
W2E350



1.2. MASTBEELD BIJ FUNDATIE TYPE C



De h.o.h. afstand van de masten bedraagt 7500 mm i.p.v. de in de berekening aangehouden 7600mm. Dit kleine verschil heeft voor de berekening geen invloed

1.3. GERELATEERDE DOCUMENTEN

R3N-OWN-0001 Ontwerpnota Systeem Noordring
R3N-OWR-0003 Constructieberekening mastfundaties type A
R3N-OWR-0004 Constructieberekening mastfundaties type B
R3N-OWR-0005 Constructieberekening mastfundaties type C
R3N-OWR-0006 Constructieberekening mastfundaties type D
R3N-OWR-0007 Constructieberekening mastfundaties type F
R3N-OWR-0008 Ontwerpberekening paalfundering mastfundaties
R3N-OWR-0033 Bepaling belastingen mastfundaties
R3N-OWR-0039 Bemalingsadvies beheersgebied Rijnland
R3N-OWR-0040 Bemalingsadvies beheersgebied Schieland en de Krimpenerwaard

1.4. OPENSTAANDE PUNTEN

De volgende punten dienen in een latere fase nader uitgewerkt te worden:

- Aarding, de wijze van aarden kan invloed hebben op de vermoeiing van het wapeningsstaal.
- Temperatuursinvloeden op fundering
- Model verbeteren d.m.v. dummy elementen aan bovenzijde palen
- Invloed krimp op fundering
- Optimalisatie wapening
- Optimalisatie palen
- Detailontwerp prefab beton\
- H.o.h afstand masten aanpassen van 7600 naar 7500 mm

1.5. REVISIEBEHEER

Aangepast in 2^{e} uitgave
Er zijn nog vrijwel geen grondgegevens beschikbaar. Dit rapport is een principe berekening. Toegevoegd zijn enkele betonberekeningen. Daarnaast zijn er nu 2 modellen van de fundering gedraaid.

Aangepast in 3^{e} uitgave
Dit is de 3^{e} uitgave. In deze revisie is toegevoegd:

- Mastbeeld toegevoegd,
- Nadere uitwerking milieuklasse
- Masttype W2H400 + 15 was in het overzicht zowel bij poer type C als D genoemd. Mast komt op type C.
- Masttype W2S400A+10 ontbrak in het overzicht. Toegevoegd bij poertype A
- Toelichting koppeling mast met fundatie

2. UITGANGSPUNTEN EN EISEN

2.1. UITGANGSPUNTEN

De uitgangspunten vermeldt in de ontwerpnota R3N-OWR-00001 dienen als basis voor het ontwerp van de fundatie van de Wintrackmasten.

Op de funderingen worden de lasten geplaatst zoals afgeleid in document R3N-OWR-0033 'Bepaling belasting mastfundaties'.

2.2. GEHANTEERDE NORMEN

De normen zoals vermeld in ontwerpnota R3N-OWN-0001 §3 zijn gehanteerd bij het ontwerp.

2.3. EISEN

De eisen zoals vermeld in ontwerpnota R3N-OWN-0001 §3 zijn gehanteerd bij het ontwerp.
Voor de masten gelden specifiek onderstaande eisen:

- De fundamenten van de staalconstructies ten behoeve van de masten worden gedimensioneerd op een maximale vervorming van 0.005 RAD onder representatieve waarden van de belastingen;
- Tot 1,5 m diepte mag de straalomtrek van de fundering niet groter zijn dan 1,0 m meer dan de straal van de mast;
- De ZRO-breedte tussen de (schoor)paalpunten en andere ondergrondse constructies van de masten is maximaal 2x 22 m voor de 2x 380kV (solo) verbinding en 2 x 27 m voor de 2 x 150 kV/380 kV (combi) verbinding;
- Tolerantie van mastlocatie naar buiten is 10 cm, tolerantie naar binnen is 0 cm.

2.4. VERMOEIING

De aan te leggen fundamenten worden gedimensioneerd op een vermoeiingsbelasting. De wisseling van belasting komt uit wind. Het aantal en de grote van de wisselingen gedurende 50 jaar is bepaald conform de ROK. De toetsingsprocedure van de constructie conform NEN-EN 1992-1-1:2005.

2.5. MATERIAALGEGEVENS

In onderstaande paragrafen worden de gehanteerde materiaaleigenschappen benoemd.

2.5.1. BETONKWALITEITEN

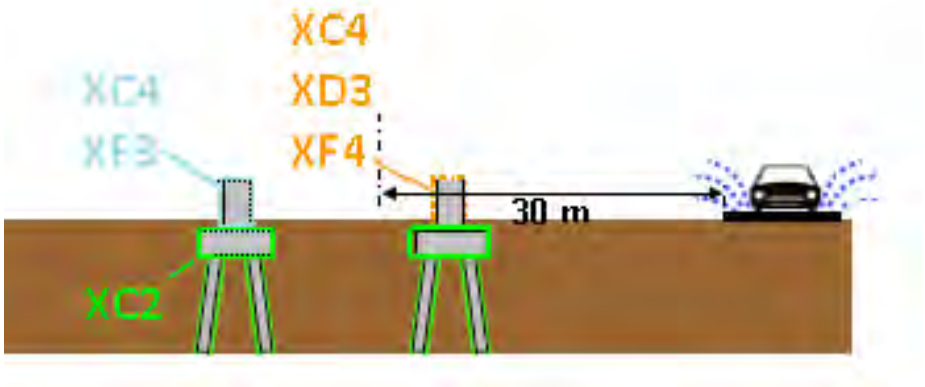
Voor het constructief beton worden bij de detaillering de volgende sterkteklassen aangehouden. De betonkwaliteit van de ronde opstort (C35/45) is voorgeschreven. Bij gescheurd beton wordt in eerste instantie gerekend met $E_{beton;gescheurd} \approx 1/3\ E_{beton;ongescheurd}$. Tevens is een ca. 2 x zo hoge E-modulus beschouwd.

Onderdeel	Sterkteklasse	Elastisciteitsmodulus [N/mm²]		
		ongescheurd	Gescheurd lage E	Gescheurd matige E
in het werk gestort gewapend beton:	C30/37	31.000	11.000	22.00
in het werk gestort gewapend beton, ronde opstort	C35/45	33.500		
geprefabriceerd beton (U-bakken):	C35/45	33.500		
geprefabriceerd voorgespannen beton (palen):	C45/55	36.000		

Tabel 2.5.1-1 Betonkwaliteiten

2.5.2. MILIEUKLASSE

Voor de betondelen welke meer dan 1,0 m onder maaiveld liggen geldt milieuklasse XC2
Voor de hoger gelegen betondelen is de milieuklasse afhankelijk van de aanwezigheid van openbare wegen. De wegen naar de OSP's zullen niet gestrooid worden en bovendien nauwelijks bereden worden, waardoor het wegspatten van water met dooizouten niet aan de orde is. De afstanden in onderstaande schets geldt voor snelwegen, bij ander wegen zou deze eventueel kleiner kunnen.



2.5.3. BETONDEKKING

Betondekking conform NEN EN 1992-1-1:2011

$$c_{min} = \max\{c_{min,b};\ c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add};\ 10\ mm\} \qquad (4.2)$$

waarin:

$c_{min,b}$	is de minimumdekking op basis van de aanhechtingseisen, zie 4.4.1.2 (3);
$c_{min,dur}$	is de minimumdekking op basis van de milieu-omstandigheden, zie 4.4.1.2 (5);
$\Delta c_{dur,\gamma}$	is een aanvullende veiligheidsmarge, zie 4.4.1.2 (6);
$\Delta c_{dur,st}$	is een reductie van de minimumdekking bij gebruik van roestvast staal, zie 4.4.1.2 (7);
$\Delta c_{dur,add}$	is een reductie van de minimumdekking bij gebruik van aanvullende bescherming, zie 4.4.1.2 (8).

De verwachting is dat $c_{min;b}$ maatgevend wordt. Deze warade is afhankelijk van de staafdiameter, welk enog niet bekend is. Betondekking wordt in UO bepaald.

2.5.4. STAALKWALITEITEN

Voor het wapeningsstaal worden de volgende staalkwaliteiten aangehouden:

Omschrijving	Kwaliteit
betonstaal (staven)	B500 B
betonstaal (gepuntlaste wapeningsnetten):	B500 B

Tabel 2.5.2 Staalkwaliteiten

2.6. VEERCONSTANTE FUNDERINGSPALEN

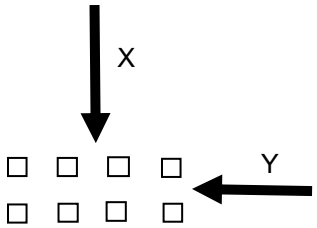
De constructie wordt gefundeerd op prefab betonpalen. De palen worden horizontaal gesteund door de grond wat resulteert in een horizontale beddingconstante op de funderingspaal. Verticaal wordt de funderingspaal gesteund door een verticale puntveer. Beide veerconstanten zijn bepaald door de geotechnische adviseur in rapport R3N-OWR-0008.

In het model wordt gerekend met een verticale veerstijfheid van 90.000 kN/m.
Voor de horizontale bedding worden onderstaande waarden aangehouden.

In de volgende tabellen worden deze gereduceerde beddingsconstanten gepresenteerd.

X-richting		Voor ESA berekeningen			
soort	b.k. laag	per m^2 paal		per m'paal	
	[m+ NAP]	$k_{h,rep,laag}$ [kN/m^3]	$k_{h,rep,hoog}$ [kN/m^3]	$k_{h,rep,laag}$ [kN/m/m]	$k_{h,rep,hoog}$ [kN/m/m]
Veen	-1.6	1,400	3,200	700	1,600
Klei	-2.7	500	1,200	300	600
Veen	-5.1	1,400	3,200	700	1,600
Klei	-6.0	800	1,800	400	900
Veen	-11.2	1,400	3,200	700	1,600
Zand	-12.1	13,600	30,600	6,900	15,600
Zand	-22.0	16,300	36,700	8,300	18,700

Tabel 6 - Horizontale beddingsconstanten voor belasting uit de X-richting



Y-richting		Voor ESA berekeningen			
soort	b.k. laag	per m^2 paal		per m'paal	
	[m+ NAP]	$k_{h,rep,laag}$ [kN/m^3]	$k_{h,rep,hoog}$ [kN/m^3]	$k_{h,rep,laag}$ [kN/m/m]	$k_{h,rep,hoog}$ [kN/m/m]
Veen	-1.6	1,000	2,300	500	1,200
Klei	-2.7	400	900	200	400
Veen	-5.1	1,000	2,300	500	1,200
Klei	-6.0	600	1,300	300	700
Veen	-11.2	1,000	2,300	500	1,200
Zand	-12.1	9,800	22,100	5,000	11,300
Zand	-22.0	11,800	26,500	6,000	13,500

Tabel 7 - Horizontale beddingsconstanten voor belasting uit de Y-richting

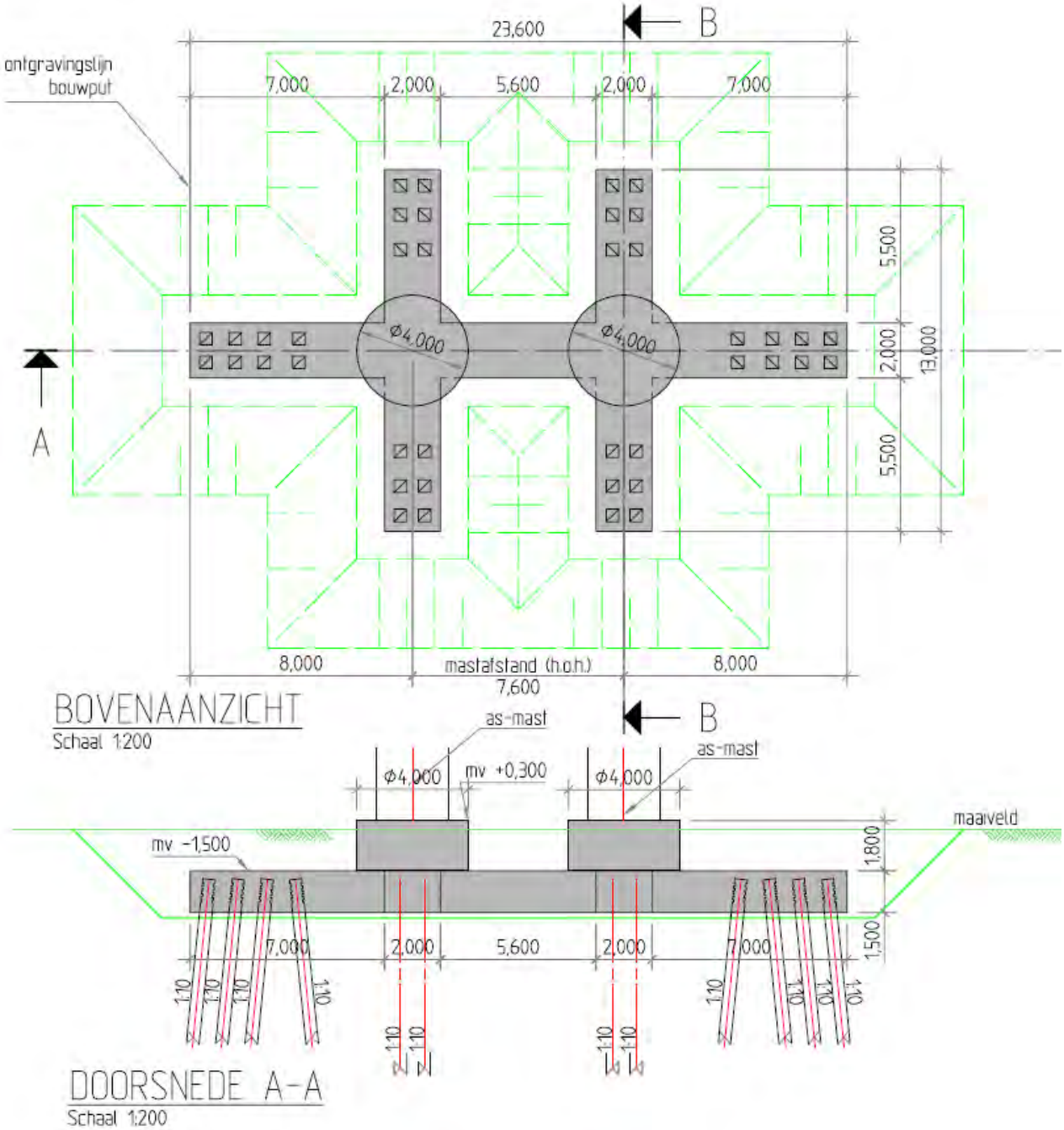
Figuur 3 Horizontale beddingsconstanten per belastingsrichting

Voor alle richtingen is steeds de lage waarde van de beddingsconstante, richting Y aangehouden.

3. BEREKENING POER TYPE C

3.1. GEOMETRIE

De geometrie van de type C poeren is als volgt:



3.2. BELASTINGEN EN BELASTINGCOMBINATIES

3.2.1. BELASTINGSFACTOREN

De belasting uit de poeren bestaat vooral uit lasten uit de mast cq lijnen. Deze lasten zijn, incl. partiële factoren gegeven door de opdrachtgever op basis van een rapport van KEMA.

Daarnaast zijn er lasten op de poeren zelf. Hiervoor geldt dat vergelijking 6.10 b van de EN 1990 maatgevend is. Gecombineerd met CC3 gelden de volgende partiële factoren:

γ_G (ongunstig)	=	1,3	
γ_G (gunstig)	=	0,9	(zie §3.2.2, op eigen gewicht fundering wordt factor 0,54 toegepast)
γ_Q	=	1,65	

Opm: De meeste lasten zijn door de klant incl de factoren gegeven. Bovenstaande factoren hebben dus alleen invloed op het eigen gewicht , grond en belastingen op maaiveld.

3.2.2. BELASTINGSGEVALLEN

Eigen gewichtpoer
Eigen gewicht van de b etonconstructie wordt gegenereerd in het model. Er wordt gerekend met een eigengewicht voor beton van 2500 kg/m$^{3.}$

Omdat er ook trek op de palen komt, is eigen gewicht al snel een gunstige belasting (druk eenvoudiger op te nemen dan trek).Indien de poer zich onderwater bevindt zal er een opwaartse kracht gelijk aan het gewicht van het verplaatste water op de poer aanwezig zijn. Het effectieve gewicht van de poer reduceert hierdoor tot 1500 kg/m^3. Inclusief partiële factor van 0,9 volgt 1350 kg/m^3. In totaal bedraagt de factor dan dus 1350/2500 = 0,54.

Eigen gewicht grond op poer
Op de poer ligt 1,5 m grond. Indien het grondwater lager ligt, is de last:
1,5 * 17 = 25,5 kN/m^2

Bij waterstand gelijk aan 0,5m onder maaiveld niveau is de last:
0,5 * 17 + 1,0 * (17-10) = 15,5 kN/m^2

Inclusief partiële factor van 0,9 volgt 13,95 kN/m^2. In totaal bedraagt de factor dan dus 13,95/25,5 = 0,54.

Reken met droge grond en pas een partiële factor van 0,54 op eigen gewicht poer en grond toe in het geval deze gunstig werken.

Belastingen uit de mast
Zie rapport 'Afleiding belasting uit masten'.

Er wordt gerekend met de volgende, donker aangegeven ULS en SLS lasten uit het rapport. De overige lasten zijn met deze gevallen afgedekt.

Voor het variabele deel dat zijn oorsprong vindt in wind, wordt gerekend met:

ψ_0	ψ_1	ψ_2
0,6	0,2	0

ULS

Mast	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W2H400+5	90 deg	3	0	37867	1025	0	943
W2H400+5	0 deg	1b	665	16478	682	23	401
W2H400+5	45 deg	1a	14930	27013	682	382	678
W2H400+5	90 deg	1a	21715	14294	385	527	379
W2H400+5	-45 deg	3	26019	14403	398	644	358
W2H400A+5 (mast 74)	0 deg	3	1034	31674	1024	36	784
W2H400A+5 (mast 74)	90 deg	1a	1308	36670	903	53	910
W2H400A+5 (mast 74)	-45 deg	1a	15738	26743	678	415	667
W2H400A+5 (mast 74)	90 deg	1a	21715	14294	385	527	379
W2H400A+5 (mast 74)	-45 deg	3	26019	14403	398	644	358
W2H400+10	0 deg	3	1300	38231	1280	42	829
W2H400+10	90 deg	3	0	45178	1276	0	990
W2H400+10	45 deg	1a	17515	32392	853	404	726
W2H400+10	0 deg	3	1300	26959	1176	42	582
W2H400+10	90 deg	1a	0	33107	1139	0	757
W2H400+10	90 deg	3	0	33678	1172	0	738
W2H400+10	45 deg	1a	8721	25248	855	218	575
W2H400+10 (mast 82)	0 deg	3	4565	34528	1258	152	731
W2H400+10 (mast 82)	90 deg	1a	1574	41927	1127	53	931
W2H400+10 (mast 82)	-45 deg	1a	18211	30577	848	430	682
W2H400+10 (mast 82)	0 deg	3	3002	24614	1167	99	522
W2H400+10 (mast 82)	90 deg	1a	1233	31402	1133	42	712
W2H400+10 (mast 82)	0 deg	1b	21118	11542	847	471	245
W2H400+15	0 deg	3	1560	40126	1413	47	785
W2H400+15	90 deg	1a	0	49086	1264	0	1006
W2H400+15	45 deg	1a	20418	35375	952	433	725
W2H400+15	0 deg	1a	5546	1538	1284	167	18
W2H400+15	0 deg	3	1560	2784	1425	47	31
W2H400+15	90 deg	1a	0	21043	1265	0	422
W2H400+15	0 deg	1a	5546	1201	964	167	14

SLS

Type	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W2H400+5	0 deg	1b	2363	20045	757	81	512
W2H400+5	45 deg	1a	8801	23569	757	234	595
W2H400+5	90 deg	3	2363	31280	835	81	794
W2H400+5	-45 deg	1a	8108	23569	757	234	595
W2H400A+5 (mast 74)	0 deg	1b	3321	19716	753	120	499
W2H400A+5 (mast 74)	90 deg	3	4602	30221	821	172	751
W2H400A+5 (mast 74)	-45 deg	1a	8941	23276	753	269	583
W2H400+10	0 deg	3	3081	33806	1046	99	765
W2H400+10	45 deg	1a	10468	28323	949	253	639
W2H400+10	90 deg	1a	3081	32890	946	99	734
W2H400+10	90 deg	3	3081	37539	1043	99	843
W2H400+10 (mast 82)	0 deg	1a	4010	21112	949	130	481
W2H400+10 (mast 82)	45 deg	3	4263	32798	1029	158	726
W2H400+10 (mast 82)	90 deg	1a	4307	31284	941	140	691
W2H400+10 (mast 82)	90 deg	3	5665	34675	1028	186	765
W2H400+10 (mast 82)	-45 deg	1a	10407	26626	945	283	597
W2H400+15	0 deg	3	3697	35947	1157	111	742
W2H400+15	45 deg	1a	12353	30742	1060	276	634
W2H400+15	90 deg	1a	3697	36518	1056	111	745
W2H400+15	90 deg	3	3697	40557	1154	111	830
W2H400+15	-45 deg	1a	11270	30742	1060	276	634

Belastingen op maaiveld

Op het maaiveld wordt gerekend met een verdeelde last van 10 kN/m^2 . Er is geen stempellast op de fundering voorzien. Echter, door spreiding van een puntlast over een diepte van 1,5 m, zal een lastvlak van 2 (breedte balk) x 3 (2*1,5) = 6 m^2 ontstaan, waardoor bij 10 kN/m^2 dus ook een puntlast van 60 kN toelaatbaar is.

Voor deze belastingen wordt in de combinatie gerekend met:

ψ_0	ψ_1	ψ_2
0,7	0,5	0,3

3.2.3. BELASTINGCOMBINATIES

Belastingcombinaties in ULS conform vergelijking 6.10b van NEN EN 1990, waarbij:

0,7 * 1,65 = 1,16

En de belastingsfactoren voor de last uit de masten reeds in de ingevoerde belasting is meegenomen (factor 1,0 toegepast).

ULS							
Belastinggeval	**Omschrijving**	**Combi 1**	**Combi 2**	**Combi 3**	**Combi 4**	**Combi 5**	**Combi 6**
1	Eigen gewicht	1,3	1,3	1,3	1,3	0,54	0,54
2	Grond	1,3	1,3	1,3	1,3	0,54	0,54
3	Belasting mast ULS 1	1,0		0,6		1,0	
4	Belasting mast ULS 2		1,0		0,6		1,0
7	Belasting op maaiveld	1,16	1,16	1,65	1,65		

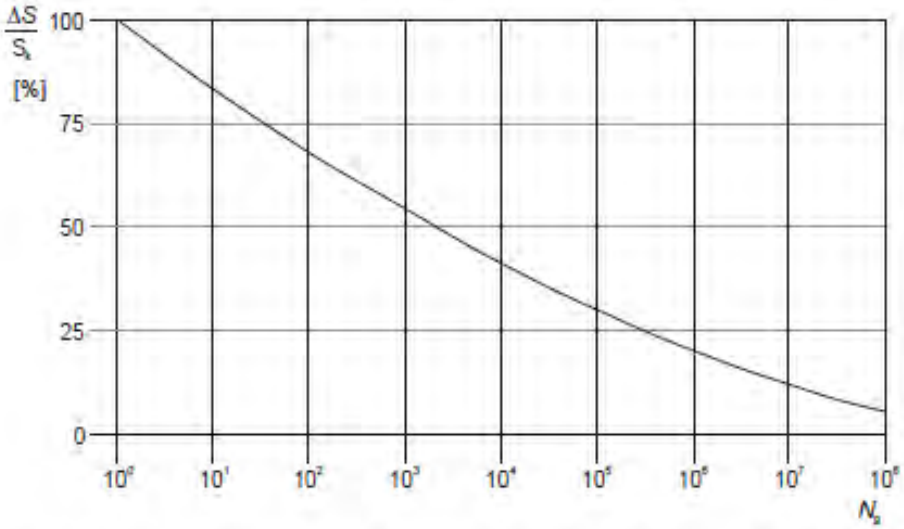
SLS							
Belastinggeval	**Omschrijving**	**Combi 7**	**Combi 8**	**Combi 9**	**Comb i 10**	**Combi 11**	**Combi 12**
5	Eigen gewicht	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,6
6	Grond	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,6
5	Belasting mast SLS 1	1,0		0,6		1,0	
6	Belasting mast SLS 2		1,0		0,6		1,0
7	Belasting op maaiveld	0,7	0,7	1,0	1,0		

3.3. WISSELENDE BELASTINGEN EN VERMOEIING

Door de wisselende belastingen van wind dient belasting door vermoeiing te worden meegenomen. Bij vermoeiing is het aantal wisselingen en de grootte van de wisseling van belang. In de NEN-EN 1991-1-4:2005 is in bijlage B.3 een figuur opgenomen waarin de verhouding tussen de grootte van de windlast en het aantal keren dat deze optreedt weergegeven.

B.3 Aantal belastingen voor dynamische respons

(1) Figuur B.3 geeft het aantal keren N_g dat de waarden ΔS van een windeffect worden bereikt of overschreden gedurende een periode van 50 jaar. ΔS wordt uitgedrukt in percentage van de waarde S_k, waar S_k het effect is van een windbelasting met een herhalingstijd van 50 jaar.



Figuur B.3 — Aantal windvlaagbelastingen N_g voor een effect $\Delta S/S_k$ gedurende een herhalingstijd van 50 jaar

De relatie wordt omschreven met de volgende uitdrukking

$$\frac{\Delta S}{S_k} = 0{,}7 \cdot (\log(N_g))^2 - 17{,}4 \cdot \log(N_g) + 100 \qquad \text{(B.9)}$$

Bij vermoeiing wordt bij een bepaald spanningsniveau het aantal wisselingen op dit spanningsniveau bepaald en vervolgens wordt dit vergeleken met het aantal toelaatbare wisselingen op dat spanningsniveau. Door dit voor de voorkomende spanningsniveaus te doen is de weerstand tegen vermoeiing te controleren.

In de ROK van RWS is bovenstaande verdeling gediscretiseerd tot onderstaande tabel:

Tabel 5-1: Aantal wisselingen per windbelasting (referentieperiode 50 jaar)

ΔS / S_k (%)	n
100	1
98	1
90	8
75	90
61	900
48	9000
36	90000
25	900000
16	9000000
9	90000000

Van beton en wapeningsstaal is bekend hoeveel wisselingen bij een bepaald spanningsniveau toelaatbaar zijn. S_K is de spanning met een herhalingstijd van 50 jaar (de spanning waarop de constructie ontworpen is).

Met bovenstaande gegevens is te bepalen welke maximale spanning t.g.v. wind eens in de 50 jaar toelaatbaar is opdat de constructie ook voldoende weerstand tegen vermoeiing heeft.

Wapening
De totale schade van de belastingen dient volgens de beschadigingsregel van Miner kleiner dan 1 te zijn.
De toetsingsprocedure per wisseling conform NEN-EN 1992-1-1:2005, §6.8.4:
Voor de wapening is gekeken naar de toelaatbare spanning voor:

- Rechte staven
- Staven gebogen met een doordiameter 2,5*D
- Gelaste staven

Er volgt (zie berekening hieronder) dat voor gewone rechte staven er geen beperking is, echter gebogen of gelaste staven hebben de volgende spanningsbeperking:

Buigdoorn 2,5ø → 244 N/mm^2
Buigdoorn 5ø → 283 N/mm^2
Gelaste staven → 317 N/mm^2

Omdat bij de toetsing van vermoeiing een ULS toestand met veiligheid 1,0 wordt getoetst, is de spanning altijd minimaal een factor van ca. 1,3 lager dan de normale ULS toestanden.

Bij een toelaatbare spanning van 435 N/mm^2 in ULS volgt bij toetsing op vermoeiing een spanning van maximaal 335 N/mm^2. De toelaatbare spanningen bij vermoeiing zijn nog iets lager. Hier dient in de detaillering rekening mee gehouden te worden. Een toetsing achteraf zal volstaan.

Rechte staven

maximale gebruiksspanning			435	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			162,5	
		k1	5	
		k2	9	
		N*	1,00E+06	
	ROK	Wisseling spanning	Toelaatbaar aantal	
aantal wisselingen	dS/S	wapening	wisselingen	Schade
[-]	[-]	[N/mm2]	[-]	[-]
1	100	435	7275	0,000137
1	98	426	8048	0,000124
8	90	392	12320	0,000649
90	75	326	30656	0,002936
900	61	265	86133	0,010449
9000	48	209	285505	0,031523
90000	36	157	1394937	0,064519
900000	25	109	37137862	0,024234
9000000	16	70	2061565470	0,004366
90000000	9	39	365674259232	0,000246
			Totale schade	**0,139183665**

Staven gebogen met doorndiameter 2,5*D

maximale gebruiksspanning			244	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			67,4	
		k1	5	
		k2	9	
		N*	1,00E+06	

aantal wisselingen [-]	ROK dS/S [-]	Wisseling spanning wapening [N/mm2]	Toelaatbaar aantal wisselingen [-]	Schade [-]
1	100	244	1613	0,000620
1	98	239	1784	0,000560
8	90	220	2731	0,002929
90	75	183	6796	0,013243
900	61	149	19095	0,047134
9000	48	117	63292	0,142197
90000	36	88	266714	0,337440
900000	25	61	2466861	0,364836
9000000	16	39	136938283	0,065723
90000000	9	22	24289699180	0,003705
			Totale schade	**0,978388484**

Staven gebogen met doorndiameter 5*D

maximale gebruiksspanning			283	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			78,0	
		k1	5	
		k2	9	
		N*	1,00E+06	

aantal wisselingen [-]	ROK dS/S [-]	Wisseling spanning wapening [N/mm2]	Toelaatbaar aantal wisselingen [-]	Schade [-]
1	100	283	1591	0,000629
1	98	277	1760	0,000568
8	90	255	2694	0,002970
90	75	212	6702	0,013428
900	61	173	18832	0,047792
9000	48	136	62422	0,144181
90000	36	102	263044	0,342148
900000	25	71	2406099	0,374050
9000000	16	45	133565305	0,067383
90000000	9	25	23691410595	0,003799
			Totale schade	**0,996946687**

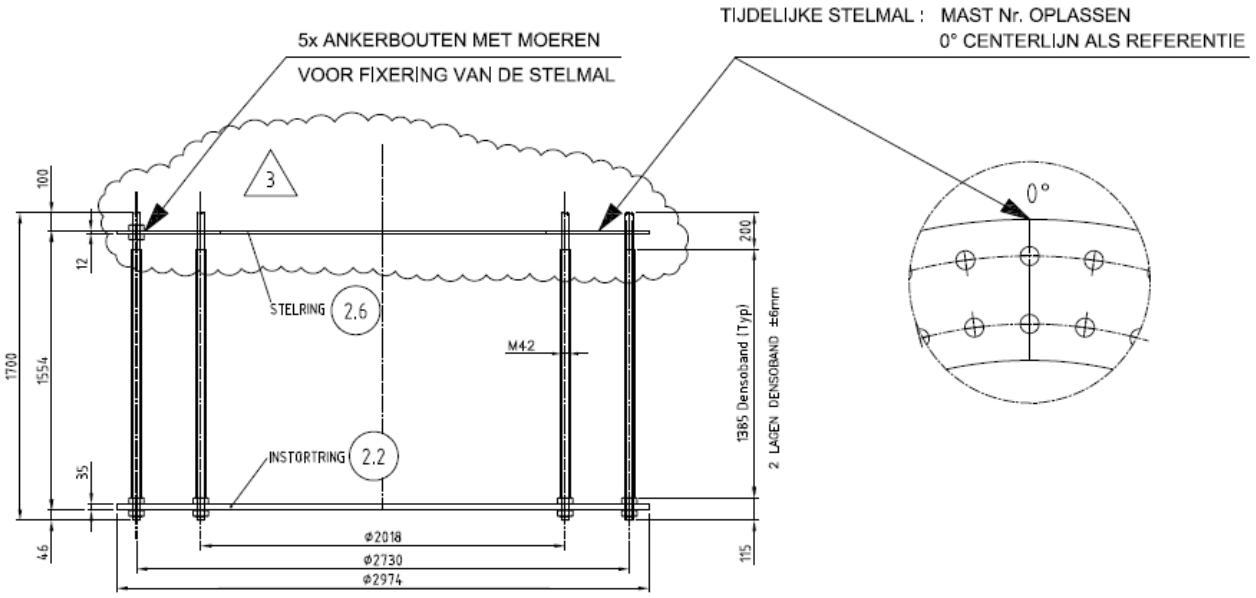
Gelaste staven

maximale gebruiksspanning			317	
Toelaatbare spanningswisseling bij N* wisselingen			58,5	
		k1	3	
		k2	5	
		N*	1,00E+07	

aantal wisselingen [-]	ROK dS/S [-]	Wisseling spanning wapening [N/mm2]	Toelaatbaar aantal wisselingen [-]	Schade [-]
1	100	317	62848	0,000016
1	98	311	66775	0,000015
8	90	285	86211	0,000093
90	75	238	148972	0,000604
900	61	193	276886	0,003250
9000	48	152	568285	0,015837
90000	36	114	1347046	0,066813
900000	25	79	4022257	0,223755
9000000	16	51	20411885	0,440920
90000000	9	29	362468668	0,248297
			Totale schade	**0,999600179**

4. VERBINDING MAST-FUNDERING

De masten worden verbonden met de fundering d.m.v. een ingestorte ankerkooi. Een ankerkooi is hieronder weergegeven



DETAIL VERANKERING

NOTA : ALLE RESTERENDE MOEREN EN ONDERLEGRINGEN WORDEN LOS MEEGELEVERD

Prepared by: LV Revision: 3 Date: 5-7-2011	Material: – Quantity: 2 Equipm. no.: W4E350	**VDL KTI**	Project No.: 36002 Workprep. No.: Pos. No.: ANKERKOOI

De ankers en platen zijn berekend door Volker Infra Design bij het ontwerp van de masten. De ankerkooi bevindt zich in de ronde opstort. De ronde opstort is d.m.v. stekken verbonden met de kruisvormige balken. De stekken worden in de UO fase berekend.

4.1. BEREKENING FUNDERING

De poer is ingevoerd in een SCIA engineer model.

Er zijn 2 modellen gedraaid:

Model 1: Lage gescheurde E modulus
Model 2: Matige gescheurde E modulus

5. BIJLAGEN

Bijlage 1 Uitvoer SCIA Engineer – lage E-waarde (model 1)

Bijlage 2 Uitvoer SCIA Engineer – matige E-waarde (model 2)

BIJLAGE 1 UITVOER SCIA ENGINEER – LAGE E-WAARDE (MODEL 1)

BIJLAGE 2 UITVOER SCIA ENGINEER – MATIGE E-WAARDE (MODEL 2)

Bijlage 8c

Bepaling belastingen op mastfundaties

Bepaling belasting mastfundaties

Project:
Randstad 380kV Noordring

Opdrachtgever:
TenneT TSO

Revisie	Datum	Wijzigingen ten opzichte van vorige revisie
00	19-07-2013	Eerste uitgave
01	06-08-2013	Status naar definitief

Documentnummer: R3N-OWR-0033

Opsteller	*Verificateur*	*Vrijgever*
A.L.A. van Noort Constructeur	Pieter de Jager Ontwerpmanager	Arjan Hogenboom Project Manager

Distributie

Naam	Bedrijf
Extern	
Guido Volman	TenneT TSO
Intern	
Arjan Hogenboom	BAM
Pieter de Jager	BAM
Eric van Rooijen	BAM
David van Loenen	BAM
Rob Bakker	BAM
Erwin ten Cate	BAM
Michael Desmet	Fabricom
Hein Pijnappel	Mott MacDonald

Beheer

De documentbeheerder van de combinatie verzorgt de distributie. Alleen houders van een geregistreerde kopie ontvangen automatisch aanvullingen en/of wijzigingen. Het is de verantwoordelijkheid van de houders het document up to date te houden. De laatste versie is altijd beschikbaar in ThinkProject!

Indien documenten worden geprint, geldt het volgende: een geregistreerde kopie is geldig vanaf de datum van uitgifte. Bij uitgifte van een document met een hoger revisienummer verliest de voorgaande versie automatisch haar geldigheid. Kopiehouders dienen het voorblad van een ongeldige versie te markeren met een diagonale lijn samen met de tekst 'vervallen'.

Neem bij twijfel over de geldende versie contact op met de documentbeheerder.

Inhoudsopgave

1. Inleiding 4
2. Bron van de belastingen 5
3. Overzicht masttypen in het werk 6
4. Verificatie 7
4.1. Afwijkingen in ULS 8
4.2. Afwijkingen in SLS 9
4.3. Conclusie verificatie 11
5. Fundatietype A 12
6. Fundatietype B 13
7. Fundatietype C 14
8. Fundatietype D 16
9. Fundatietype F 17
Bijlagen 18
Bijlage 1 Afleiding belastingen per masttype 19

1. INLEIDING

De komende jaren werken het ministerie van Economische Zaken en TenneT aan de aanleg van een nieuwe 380 kV hoogspanningsverbinding in de Randstad. De nieuwe verbinding stelt de voorziening van elektriciteit in de Randstad veilig.

Het ontwerptracé van de nieuwe Randstad 380 kV verbinding is sinds eind 2008 bekend. De plannen gaan uit van twee ringen, tussen Wateringen en Zoetermeer (de Zuidring) en tussen Zoetermeer en Beverwijk (de Noordring). Eind 2012 heeft Tennet de aanbesteding opgestart voor het gedeelte van de Noordring tussen station Vijfhuizen en Bleiswijk. Het contract is opgedeeld in twee percelen, waarbij de grens ligt bij Zuidelijke Ringvaart. Dit document heeft betrekking op perceel 2 (het zuidelijke gedeelte).

BAM heeft op 8 juli 2013 het contract ondertekend met TenneT voor het ontwerp en realiseren van perceel 2. Het voorliggende document is onderdeel van het ontwerp van de mastfundaties.

De leverancier van de masten, Volker Wessels Telecom, heeft de masten berekend en daarbij ook de belasting op de fundering bepaald. Omdat de masten rond zijn is hierbij alleen naar de maatgevende belasting gekeken.

De verschillende typen masten hebben echter een duidelijk richting waarin de belasting dominant is. In het ontwerp van de mastfundaties is wel rekening gehouden met deze richting afhankelijke belasting. Daarvoor zijn de belastingen opnieuw afgeleid. Dit document bevat de afleiding en de verificatie van deze lasten.

2. BRON VAN DE BELASTINGEN

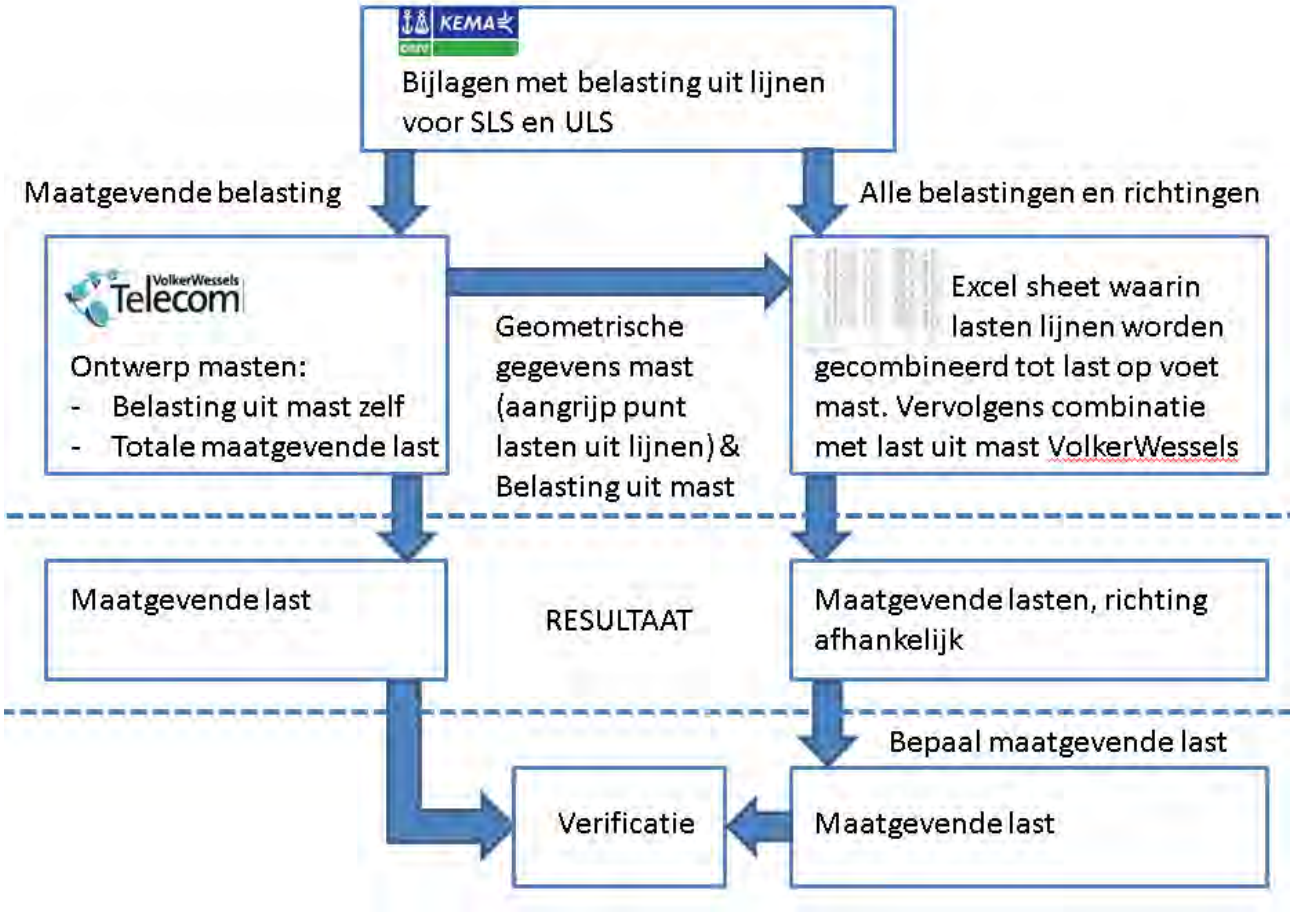
De belastingen uit de lijnen zijn berekend door KEMA in rapport 74100224-ETD/POL 12-00138 Rev 003 'Design Loads for Wintrack II – R380 BEV-VHZ & VHZ-BEV' 18 juli 2012.

Dit rapport is niet in ons bezit.

Onderdeel van het rapport van KEMA zijn de verschillende bijlagen waarbij telkens per type mast de lasten uit de lijnen zijn gegeven. Deze bijlagen zijn door Volker Wessels Telecom (VWT) in de verschillende berekeningsrapporten opgenomen.

Daarnaast heeft VWT de belasting uit de mast zelf (exclusief last uit lijnen) bepaald. Deze lasten heeft VWT gecombineerd tot de maatgevende belasting op de fundering.

Onderstaand stroomschema geeft de wijze waarop de lasten door VWT (linker zijde schema) en in dit rapport (rechter zijde schema) zijn bepaald. Vervolgens is uit de lasten zoals bepaald in dit rapport een selectie van maatgevende belastingen gemaakt, welke is vergeleken met de maatgevende lasten zoals bepaald door VWT. Deze verificatie is opgenomen in dit rapport.



3. OVERZICHT MASTTYPEN IN HET WERK

In onderstaande tabel zijn de verschillende masttypen welke in het werk voorkomen aangegeven. Tijdens de Tenderfase zijn de verschillende berekeningen van de masten arbitrair genummerd (in volgorde van de mastenlijst in bijlage 1 van de vraagspecificatie voor de tender). Omdat in het gewonnen perceel niet meer alle masttypen aanwezig zijn, is de nummeringen van de berekeningen ook niet meer doorlopend. Al naar gelang de grote en richting van de belasting uit de masten en de diameter van de mastvoet zijn een 5-tal fundatietypen bepaald. In Tabel 1 zijn deze ook weergegeven.

Masttype	Berekeningsnummer	Fundatietype
W2S400+5	03	A
W2S350+5	09	A
W2S400A+10	27	A
W4S400Z+5	15	B
W2S400+24	21	B
W2S400+22.5	23	B
W4S400Z+14	24	B
W2H400+5	08	C
W2H400A+5 (mast 74)	08A	C
W2H400+10	17	C
W2H400+10 (mast 82)	17A	C
W2H400+15	22	C
W4H400Z+5	14	D
W4H400ZA+5	25	D
W4H400ZA+10 (Aftakm ast m ast 92)	26	D
W2E350+5	05	F
W2E400	07	F
W2E350	10	F

Tabel 1 Overzicht masttypen met bijhorende berekeningsnummer en fundatietype

4. VERIFICATIE

De waarden zoals door ons berekend zijn vergeleken met de waarden zoals gegeven door VWT in de samenvatting fundatiebelastingen.

Dit resulteert in onderstaande tabel, waarin de verhouding tussen de resultaten van VWT en de door ons afgeleide waarden gegeven zijn.

De kleurcodering is als volgt:
waarde bepaald door VWT > 102% van onze waarde → rood
waarde bepaald door VWT > 99,5% en < 100,5% van onze waarde →groen
waarde bepaald door VWT < 98% van onze waarde → geel

De groene waarden geven dus aan waar de resultaten gelijk zijn.

Geen kleur hebben de waarden met een kleine afwijking en de rode en gele waarden verdienen extra aandacht.

		Verhouding opgegeven waarde t.o.v. afgeleide waarde						
		Kleiner dan 100% is veilig, afgeleide waarde hoger						
		SLS			ULS			
		M	V	N	Mmax	V	Nmax	Nmin
W2S400 + 5	3	99%	99%	86%	100%	100%	83%	100%
W2E350 + 5	5	110%	118%	95%	101%	100%	100%	100%
W2E400	7	110%	111%	95%	101%	100%	100%	100%
W2H400 + 5	8	106%	106%	91%	102%	100%	100%	177%
W2H400 + 5	8a	106%	107%	64%	101%	98%	88%	123%
W2S350 + 5	9	99%	99%	100%	100%	100%	81%	100%
W2E350	10	106%	108%	94%	101%	101%	100%	100%
W4H400Z + 5	14	103%	104%	90%	100%	100%	100%	100%
W4S400Z + 5	15	99%	99%	99%	100%	100%	79%	79%
W2H400 + 10	17	104%	106%	59%	100%	100%	100%	66%
W2H400 + 10	17a	105%	103%	52%	100%	100%	90%	66%
W2S400 + 24	21	98%	98%	62%	100%	100%	83%	70%
W2H400 + 15	22	105%	107%	62%	100%	100%	89%	68%
W2S400 + 22.5	23	99%	100%	63%	100%	100%	84%	70%
W4S400Z + 14	24	100%	100%	67%	93%	100%	80%	54%
W4H400Z + 5 (Afsta	25	146%	142%	91%	103%	104%	85%	78%
W4H400Z +10 (Afst	26	130%	127%	93%	94%	96%	89%	86%
W2S400 + 10 (afs. c	27	101%	103%	58%	102%	104%	82%	52%

Tabel 2 Verhouding tussen resultatenVWT en door ons afgeleide waarden BAM/Cofely Fabricom

4.1. AFWIJKINGEN IN ULS

Over het algemeen zijn de normaalkrachten welke wij afleiden iets hoger dan de waarden zoals bepaald door VWT. Dit komt omdat in de samenvatting van de lasten zoals gegeven door VWT niet de hoogste verticale kracht is aangegeven. Zie bijvoorbeeld onderstaand fragment uit berekening W2S400(+24).
De afwijking is dus geen gevolg van onjuistheden in onze afleiding.

Belasting geval / comb	X - reactie kN	Y - reactie kN	Z - reactie kN	M_x - reactie kNm	M_y - reactie kNm	M_z - reactie kNm
Windrich. 90 graden						
1 - EG mast			757			
2 - Windbelasting mast	163				5841	
3 - Belasting geval 1a	220		135		13718	
4 - Belasting geval 1b	44		167		3256	
5 - Belasting geval 3	137		304		9105	
6 - Belasting geval 4	44		192		3335	
Combinatie 1 : BG1 * 1,2 + BG2 * 1,6 + BG3 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	383		892		19559	
Combinatie 2 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG4 * (1,2 eg, 0,3 windbel.)						
	75		923		4351	
Combinatie 3 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,45 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	183		1060		10748	
Combinatie 4 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	75		949		4430	

Samenvatting Fundatiebelastingen

	B.C. 1 - SLS γ_{eg}=1.0 , γ_q=1.0		B.C. 2 - ULS γ_{eg}=1.2 , γ_q=1.6		B.C. 3 - ULS γ_{eg}=0.9 , γ_q=1.6	
Voetmoment	12892	kNm	19559	kNm	19559	kNm
Dwarskracht	249	kN	383	kN	383	kN
Verticale kracht	540	kN	892	kN	486	kN

Bij masttype W4H400Z + 5 (Afstap 150kV) en W2S400 + 10 (afs. comp.gl) is voor het moment een hogere waarde gegeven door VWT dan door ons afgeleid.

Bij masttype W4H400Z + 5 (Afstap 150kV komt het verschil doordat het maximale moment optreed in langsrichting van het trace, in een belastingsgeval waarbij de windbelasting haaks op deze richting is. In de opgave van de belasting door VWT worden deze 2 lasten echter bij elkaar geteld, hetgene resulteert in een hogere last.

Bij masttype W2S400 + 10 (afs. comp.gl) is in de samenvatting van de lasten een hoger moment (13349 kNm) gegeven dan dat er door VWT is afgeleid (12988 kNm). De afgeleide waarde van 12988 is zelfs iets lager dan de door ons bepaalde waarde van 13052. Met deze waarde zou het vak zelfs groen kleuren.

Hetzelfde geldt voor de dwarskracht, waar onze berekening op 312 kN uitkomt, de berekening van VWT op 308 kN , maar de opgave 324 kN bedraagt.

Belasting geval / comb	X - reactie kN	Y - reactie kN	Z - reactie kN	M_x - reactie kNm	M_y - reactie kNm	M_t - reactie kNm
Windrich. 90 graden						
1 - EG mast			481			
2 - Windbelasting mast	115	27		814	3428	
3 - Belasting geval 1a	194	71	122	2270	9561	129
4 - Belasting geval 1b	39	47	137	1511	2352	86
5 - Belasting geval 3	117	131	249	4195	6356	239
6 - Belasting geval 4	39	53	159	1689	2431	96
Combinatie 1 : BG1 * 1,2 + BG2 * 1,6 + BG3 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	308	98	603	3084	**12988**	**129**
Combinatie 2 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG4 * (1,2 eg, 0,3 windbel.)						
	60	52	619	1663	2995	86
Combinatie 3 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,45 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	149	139	731	4424	7320	239
Combinatie 4 : BG1 * 1,2 + BG2 * 0,3 + BG5 * (1,2 eg, 1,5 windbel.)						
	60	58	641	1842	3074	96

Samenvatting Fundatiebelastingen

	B.C. 1 - SLS γ_{eg}=1.0 , γ_q=1.0		B.C. 2 - ULS γ_{eg}=1.2 , γ_q=1.6		B.C. 3 - ULS γ_{eg}=0.9 , γ_q=1.6	
Voetmoment - XY	8897	kNm	13349	kNm	13349	kNm
Dwarskracht - XY	214	kN	324	kN	324	kN
Verticale kracht	348	kN	603	kN	313	kN

4.2. AFWIJKINGEN IN SLS

Uit de tabel volgt dat de waarden van de Steunmasten redelijk overeenkomen, maar onze waarden van de Hoek en Eindmasten zijn aanzienlijk lager.

Uit nadere analyse is het volgende gebleken. Conform NEN-EN 50341 dienen de verschillende belastingen als volgt gecombineerd te worden. (zie onderstaande tabellen) . Zoals te zien is bij combinatie 1b, 3 en 4 slechts een deel van de windbelasting aanwezig. In de bepaling door VWT is dit niet meegenomen, bij elke last is telkens de maximale belasting uit de mast in SLS meegerekend.

Daarnaast is geen rekening gehouden met de richting van de wind, de belasting uit de mast is altijd maximaal meegenomen.

Table 4.2.11/NL.4 - Partial factor and combination factor (serviceability limit state)

Load case and temperature	Value for γ_G, γ_Q, χ_Q and γ_A for the serviceability limit state				
	γ_G	γ_Q or χ_Q			γ_A
Loads	G_K	Q_{PK}	Q_{WK}	Q_{iK}	A_K
1a Wind, 10° C	1,0	-	1,0	-	-
1b Wind, - 20° C	1,0	-	0,2	-	-
3 Wind+ice - 5° C	1,0	-	0,3	1,0	-
4 Construction/maintenance + 5° C	1,0	1,0	0,2	-	-

Table 4.2.11/NL.1 - Partial factor and combination factor (ultimate limit state)

Load case and temperature	Value for γ_G, γ_Q, χ_Q and γ_A for the ultimate limit state				
	γ_G [1]	γ_Q or χ_Q [3]			γ_A
Loads	G_K	Q_{PK}	Q_{WK}	Q_{iK}	A_k
1a Wind, 10° C	1,2	-	1,5	-	-
1b Wind, - 20 °C	1,2	-	0,3	-	-
2 Not relevant	-	-	-	-	-
3 Wind+ice, - 5 °C	1,2		0,45	1,5	
4 Construction/maintenance + 5 °C	1,2	1,5	0,3	-	
5a Torsional, + 10 °C	1,0	1,0 [2]	-	-	1,0
5b Not relevant	-	-	-	-	-
6 Permanent, + 10 °C	1,35	-	-	-	-
7 Special, + 10 °C	1,0	-	-	-	1,0

[1] If permanent loads have a positive effect on the structural forces e.g. uplift forces on foundation $\gamma_G = 0{,}9$.
[2] Only the load at the end of the crossarm, see 4.2.6.
[3] $\chi_Q = \chi_0 - \gamma_Q$, with reference to ENV 1991-1 "Basis of Design".

Indien we bovenstaande uitgangspunten ook op onze afleiding toepassen, dan volgt onderstaande tabel:

		Verhouding opgegeven waarde t.o.v. afgeleide waarde						
		Kleiner dan 100% is veilig, afgeleide waarde hoger						
		SLS			ULS			
		M	V	N	Mmax	V	Nmax	Nmin
W2S400 + 5	3	99%	99%	86%	100%	100%	83%	100%
W2E350 + 5	5	100%	100%	95%	101%	100%	100%	100%
W2E400	7	100%	100%	95%	101%	100%	100%	100%
W2H400 + 5	8	101%	99%	91%	102%	100%	100%	177%
W2H400 + 5	8a	101%	100%	64%	101%	98%	88%	123%
W2S350 + 5	9	99%	99%	84%	100%	100%	81%	100%
W2E350	10	100%	100%	94%	101%	101%	100%	100%
W4H400Z + 5	14	99%	99%	90%	100%	100%	100%	100%
W4S400Z + 5	15	99%	99%	83%	100%	100%	79%	79%
W2H400 + 10	17	99%	99%	59%	100%	100%	100%	66%
W2H400 + 10	17a	100%	100%	60%	100%	100%	90%	66%
W2S400 + 24	21	98%	98%	62%	100%	100%	83%	70%
W2H400 + 15	22	99%	99%	62%	100%	100%	89%	68%
W2S400 + 22.5	23	98%	98%	62%	100%	100%	84%	70%
W4S400Z + 14	24	92%	98%	57%	93%	100%	80%	54%
W4H400Z + 5 (Afsta	25	146%	142%	91%	103%	104%	85%	78%
W4H400Z +10 (Afst	26	130%	127%	93%	94%	96%	89%	86%
W2S400 + 10 (afs. c	27	101%	103%	59%	102%	104%	82%	52%

Tabel 3

Zoals te zien zijn nu vrijwel alle SLS lasten vrijwel gelijk aan de lasten welke VWT heeft afgeleid, behoudens de lasten van mast W4H400Z+5 (afstappunt) en W4H400Z+10 (afstappunt).

Bij deze masten zijn veel speciale belasting gevallen in de ULS aanwezig welke verband houden met installatie. Deze maken geen deel uit van de combinaties in de SLS. Indien de lasten voor SLS zijn bepaald op basis van de resultaten van de ULS geeft dit te hoge waarden voor de SLS.
Voorlopig zullen wij de afgeleide waarden in de SLS vermenigvuldigen met een extra veiligheid van 1,4 opdat de door ons afgeleide waarde overeenkomt met de waarde van de opdrachtgever. Nader onderzoek is gewenst.

4.3. CONCLUSIE VERIFICATIE

De waarden zoals door ons afgeleid komen goed overeen met de door de opdrachtgever verstrekte maximale waarden. Bij de SLS waarden zijn de combinaties zoals gemaakt door de opdrachtgever strenger dan de eisen uit de norm. Wij gaan hier toch de combinaties van de opdrachtgever volgen.

Twee afspanmasten hebben in de SLS een aanzienlijk lagere belasting in onze afleiding dan de waarde van de opdrachtgever. Hier wordt een extra factor van 1,4 op onze waarden toegepast.

5. FUNDATIETYPE A

Samenvatting maatgevende belastingcombinaties:

ULS

Mast	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W2S400+5	90 deg	1a	0	14507	565	0	374
W2S400+5	90 deg	3	0	10025	681	0	238
W2S400+5	45 deg	1a	3748	8380	424	113	218
W2S350+5	90 deg	1a	0	11432	419	0	327
W2S350+5	90 deg	3	0	8116	521	0	215
W2S350+5	45 deg	1a	2951	6660	315	98	192
W2S400A+10	0 deg	1a	4809	461	617	158	0
W2S400A+10	0 deg	3	4914	862	737	156	0
W2S400A+10	90 deg	1a	2270	13052	603	71	312

SLS

Type	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W2S400+5	0 deg	1b	1805	3943	471	65	109
W2S400+5	45 deg	1a	2765	6731	471	88	176
W2S400+5	90 deg	1a	1805	10053	471	65	257
W2S400+5	90 deg	3	1805	8494	548	65	216
W2S350+5	45 deg	1a	2148	5387	350	75	156
W2S350+5	45 deg	1b	1397	3750	349	55	112
W2S350+5	90 deg	1a	1356	7975	350	54	226
W2S350+5	90 deg	3	1356	6860	417	54	193
W2S400A+10	90 deg	1a	4083	8775	505	133	208
W2S400A+10	90 deg	3	5585	6660	592	180	157

6. FUNDATIETYPE B

ULS

Mast	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W4S400Z+5	0 deg	1a	2857	2634	600	102	54
W4S400Z+5	0 deg	3	804	4607	746	29	94
W4S400Z+5	90 deg	1a	0	17967	592	0	463
W4S400Z+5	0 deg	1a	2857	2069	561	102	43
W2S400+24	0 deg	1a	5841	547	921	163	0
W2S400+24	0 deg	3	1643	1036	1075	46	0
W2S400+24	90 deg	1a	0	19609	892	0	383
W2S400+24	0 deg	1a	5841	417	693	163	0
W2S400+22.5	0 deg	1a	5508	1538	878	157	18
W2S400+22.5	0 deg	3	1549	2784	1019	44	31
W2S400+22.5	90 deg	1a	0	21005	859	0	412
W2S400+22.5	0 deg	1a	5508	1201	659	157	14
W4S400Z+14	0 deg	1a	4319	443	777	136	0
W4S400Z+14	0 deg	3	1215	897	944	38	0
W4S400Z+14	90 deg	1a	0	18317	752	0	385
W4S400Z+14	0 deg	1a	4319	284	732	136	0

SLS

Type	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W4S400Z+5	0 deg	3	1905	5592	599	68	144
W4S400Z+5	90 deg	1a	1905	12556	494	68	321
W2S400+24	0 deg	1a	3894	4355	769	109	109
W2S400+24	0 deg	3	3894	4689	874	109	109
W2S400+24	90 deg	1a	3894	13158	748	109	255
W2S400+22.5	0 deg	3	3672	5880	828	105	130
W2S400+22.5	45 deg	1a	4314	9532	726	116	197
W2S400+22.5	90 deg	1a	3672	14266	718	105	278
W4S400Z+14	0 deg	3	2879	3560	763	91	91
W4S400Z+14	90 deg	1a	2879	12281	631	91	257

7. FUNDATIETYPE C

ULS

Mast	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W2H400+5	90 deg	3	0	37867	1025	0	943
W2H400+5	0 deg	1b	665	16478	682	23	401
W2H400+5	45 deg	1a	14930	27013	682	382	678
W2H400+5	90 deg	1a	21715	14294	385	527	379
W2H400+5	-45 deg	3	26019	14403	398	644	358
W2H400A+5 (mast 74)	0 deg	3	1034	31674	1024	36	784
W2H400A+5 (mast 74)	90 deg	1a	1308	36670	903	53	910
W2H400A+5 (mast 74)	-45 deg	1a	15738	26743	678	415	667
W2H400A+5 (mast 74)	90 deg	1a	21715	14294	385	527	379
W2H400A+5 (mast 74)	-45 deg	3	26019	14403	398	644	358
W2H400+10	0 deg	3	1300	38231	1280	42	829
W2H400+10	90 deg	3	0	45178	1276	0	990
W2H400+10	45 deg	1a	17515	32392	853	404	726
W2H400+10	0 deg	3	1300	26959	1176	42	582
W2H400+10	90 deg	1a	0	33107	1139	0	757
W2H400+10	90 deg	3	0	33678	1172	0	738
W2H400+10	45 deg	1a	8721	25248	855	218	575
W2H400+10 (mast 82)	0 deg	3	4565	34528	1258	152	731
W2H400+10 (mast 82)	90 deg	1a	1574	41927	1127	53	931
W2H400+10 (mast 82)	-45 deg	1a	18211	30577	848	430	682
W2H400+10 (mast 82)	0 deg	3	3002	24614	1167	99	522
W2H400+10 (mast 82)	90 deg	1a	1233	31402	1133	42	712
W2H400+10 (mast 82)	0 deg	1b	21118	11542	847	471	245
W2H400+15	0 deg	3	1560	40126	1413	47	785
W2H400+15	90 deg	1a	0	49086	1264	0	1006
W2H400+15	45 deg	1a	20418	35375	952	433	725
W2H400+15	0 deg	1a	5546	1538	1284	167	18
W2H400+15	0 deg	3	1560	2784	1425	47	31
W2H400+15	90 deg	1a	0	21043	1265	0	422
W2H400+15	0 deg	1a	5546	1201	964	167	14

SLS

Type	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W2H400+5	0 deg	1b	2363	20045	757	81	512
W2H400+5	45 deg	1a	8801	23569	757	234	595
W2H400+5	90 deg	3	2363	31280	835	81	794
W2H400+5	-45 deg	1a	8108	23569	757	234	595
W2H400A+5 (mast 74)	0 deg	1b	3321	19716	753	120	499
W2H400A+5 (mast 74)	90 deg	3	4602	30221	821	172	751
W2H400A+5 (mast 74)	-45 deg	1a	8941	23276	753	269	583
W2H400+10	0 deg	3	3081	33806	1046	99	765
W2H400+10	45 deg	1a	10468	28323	949	253	639
W2H400+10	90 deg	1a	3081	32890	946	99	734
W2H400+10	90 deg	3	3081	37539	1043	99	843
W2H400+10 (mast 82)	0 deg	1a	4010	21112	949	130	481
W2H400+10 (mast 82)	45 deg	3	4263	32798	1029	158	726
W2H400+10 (mast 82)	90 deg	1a	4307	31284	941	140	691
W2H400+10 (mast 82)	90 deg	3	5665	34675	1028	186	765
W2H400+10 (mast 82)	-45 deg	1a	10407	26626	945	283	597
W2H400+15	0 deg	3	3697	35947	1157	111	742
W2H400+15	45 deg	1a	12353	30742	1060	276	634
W2H400+15	90 deg	1a	3697	36518	1056	111	745
W2H400+15	90 deg	3	3697	40557	1154	111	830
W2H400+15	-45 deg	1a	11270	30742	1060	276	634

8. FUNDATIETYPE D

ULS

Mast	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W4H400Z+5	90 deg	3	0	44494	1133	0	1119
W4H400Z+5	45 deg	1a	16697	31259	749	436	799
W4H400Z+5	45 deg	3	24827	13896	943	780	434
W4H400Z+5	90 deg	1a	-9505	20923	970	-260	683
W4H400Z+5	90 deg	3	-11374	20604	992	-318	663
W4H400ZA+5	90 deg	1a	7658	15619	986	188	421
W4H400ZA+5	90 deg	3	7995	10376	1111	197	264
W4H400ZA+5	-45 deg	1a	9456	9314	986	259	254
W4H400ZA+5	90 deg	1a	5652	10385	986	139	292
W4H400ZA+5	90 deg	3	6162	8221	1014	152	212
W4H400ZA+5	90 deg	3	35215	4924	943	880	130
W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	90 deg	1a	6367	23846	1084	137	570
W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	90 deg	3	43362	18257	1190	951	415
W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	90 deg	1a	3804	12106	971	115	390
W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	90 deg	3	4371	10353	995	132	324
W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	90 deg	3	27696	6071	948	865	191

SLS

Type	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W4H400Z+5	0 deg	1b	2098	23277	832	77	603
W4H400Z+5	45 deg	1a	9556	27308	832	259	700
W4H400Z+5	90 deg	3	2098	36338	922	77	931
W4H400ZA+5	0 deg	1b	6590	4113	821	188	126
W4H400ZA+5	45 deg	1b	6564	4721	821	187	141
W4H400ZA+5	90 deg	1a	7976	10768	821	221	289
W4H400ZA+5	90 deg	3	8480	8911	905	234	243
W4H400ZA+5	-45 deg	1b	6065	4732	821	190	141
W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	0 deg	1b	7912	8572	896	205	219
W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	90 deg	1a	7700	16972	902	198	403
W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	90 deg	3	9134	15504	972	231	372
W4H400ZA+10 (Aftakmast 92)	-45 deg	1a	9410	11965	898	253	293

9. FUNDATIETYPE F

ULS

Mast	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W2E350+5	90 deg	1a	33589	4631	725	933	225
W2E350+5	90 deg	3	35789	3589	776	985	125
W2E350+5	-45 deg	1b	18592	1449	544	508	43
W2E400	90 deg	1a	34497	5038	819	940	235
W2E400	90 deg	3	37033	3864	877	1007	131
W2E400	45 deg	1b	18118	1547	614	489	45
W2E350	90 deg	1a	28011	3814	616	888	202
W2E350	90 deg	3	30575	2997	667	972	116
W2E350	45 deg	1b	16106	1260	462	507	42

SLS

Type	Wind	Loadcase	M_{langs}	M_{dwars}	N	V_{langs}	V_{dwars}
W2E350+5	0 deg	1b	21038	2595	604	591	91
W2E350+5	90 deg	1a	25824	4981	604	715	154
W2E350+5	90 deg	3	29952	4348	638	838	138
W2E400	0 deg	1b	20659	2688	682	573	91
W2E400	45 deg	1b	20800	2957	682	576	98
W2E400	90 deg	1a	26286	5362	682	715	161
W2E400	90 deg	3	30704	4640	721	847	143
W2E350	45 deg	1b	18150	2296	513	583	86
W2E350	90 deg	1a	21622	4034	513	684	139
W2E350	90 deg	1b	18412	2470	513	591	91
W2E350	90 deg	3	25542	3543	547	821	124

BIJLAGEN

Bijlage 1 Afleiding belastingen per masttype

BIJLAGE 1 AFLEIDING BELASTINGEN PER MASTTYPE

Bijlage 9a

Ontwerpberekening mast M74

Ontwerpberekening mast 74, 150 kV-lijn Zoetermeer-Leiden

Project:
Randstad 380 kV Noordring

Opdrachtgever:

TenneT TSO

Revisie	Datum	Wijzigingen ten opzichte van vorige revisie
00	06-08-2013	Eerste versie
01	13-11-2013	Toevoegen van aanzichttekeningen
02	25-04-2014	Aanpassing berekening: Afdaling met 2 ipv 3 circuits

Documentnummer: R3N-OWR-0036

Opsteller	*Controleur*	*Vrijgever*
Koen Pieters Project Leider	Pieter de Jager Ontwerp Manager	Erik Duwel Project Manager

Distributie

Naam	Bedrijf
Extern	
Guido Volman	TenneT TSO
Intern	
Erik Duwel	BAM
Pieter de Jager	BAM
Eric van Rooijen	BAM
Rob Bakker	BAM
Erwin ten Cate	BAM
Michaël Desmet	Cofely Fabricom
Koen Pieters	Cofely Fabricom
Hein Pijnappel	Mott McDonald

Beheer

De documentbeheerder van de combinatie verzorgt de distributie. Alleen houders van een geregistreerde kopie ontvangen automatisch aanvullingen en/of wijzigingen. Het is de verantwoordelijkheid van de houders het document up to date te houden. De laatste versie is altijd beschikbaar in ThinkProject!

Indien documenten worden geprint, geldt het volgende: een geregistreerde kopie is geldig vanaf de datum van uitgifte. Bij uitgifte van een document met een hoger revisienummer verliest de voorgaande versie automatisch haar geldigheid. Kopiehouders dienen het voorblad van een ongeldige versie te markeren met een diagonale lijn samen met de tekst 'vervallen'.

Neem bij twijfel over de geldende versie contact op met de documentbeheerder.

Inhoudsopgave

1. Inleiding 4
2. Ontwerp berekening 5
3. Bijlage: Aanzichttekeningen 6

1. INLEIDING

De komende jaren werken het ministerie van Economische Zaken en TenneT aan de aanleg van een nieuwe 380 kV hoogspanningsverbinding in de Randstad. De nieuwe verbinding stelt de voorziening van elektriciteit in de Randstad veilig.

Het ontwerptracé van de nieuwe Randstad 380 kV verbinding is sinds eind 2008 bekend. De plannen gaan uit van twee ringen, tussen Wateringen en Zoetermeer (de Zuidring) en tussen Zoetermeer en Beverwijk (de Noordring). Eind 2012 heeft Tennet de aanbesteding opgestart voor het gedeelte van de Noordring tussen station Vijfhuizen en Bleiswijk. Het contract is opgedeeld in twee percelen, waarbij de grens ligt bij Zuidelijke Ringvaart. Dit document heeft betrekking op perceel 2 (het zuidelijke gedeelte).

BAM heeft op 8 juli 2013 het contract ondertekend met TenneT voor het ontwerp en realiseren van perceel 2. Het voorliggende document is onderdeel van het Definitief Ontwerp en behandelt de ontwerpberekening van mast 74.
.

2. ONTWERP BEREKENING

Postbus 1
2950 AA Alblasserdam
Nieuwland Parc 301-302
2952 DD Alblasserdam
T +31 (0) 78 - 691 9222
E info@dcengineering.nl
W www.dcengineering.nl

Mastcontrole

Onderwerp	:	Ontwerpberekening mast 74, 150 kV-lijn Zoetermeer -Leiden
Opdrachtgever	:	Cofely Fabricom Koen Pieters
Referentienr :	:	13039140509
Opgesteld	:	M. Glegola
Gecontroleerd	:	J.Hollaar
Goedgekeurd	:	J.Hollaar
Revisie	:	0
Datum	:	16-Apr-2014
D&C documentnr.	:	B.14015

2012 © All rights reserved. Disclosure to third parties and copying of this document or any part thereof, or the use of any information contained therein for the purpose other than provided for by this document, is not permitted, except with the prior and express written consent of D&C ENGINEERING, Alblasserdam, The Netherlands.

Rev.	Datum	Omschrijving	Opgesteld	Gecontr.	Goedgek.
0	16-Apr-14	Ontwerpberekening	M. Glegola	J.Hollaar	J.Hollaar

Inhoudsopgave

1	Algemeen
1.1	Inleiding
1.2	Normen en tekeningen en documenten en andere uitgangspunten
1.3	Nadere bepalingen
1.4	Materialen
1.5	Overzicht mast
1.5.1	Overzicht voorvlak mastlichaam
1.5.2	Overzicht zijvlak mastlichaam
1.5.3	Overzicht vakindelingen
2	Ontwerpgegevens mast
2.1	Ontwerpcode
2.2	Ontwerpgegevens
2.3	Geleidergegevens
2.4	Gegevens isolatoren
2.5	Mastbelastingen uit geleiders
2.6	Aanvullende belastingen
2.6.1	Aflopers naar eindsluitingen
2.6.2	Belastingen t.p.v. tafelconstructie
3.0	Berekening mast
3.1	Uitgangspunten berekening
3.2	Berekening met behulp van computerprogramma
3.3	Berekening geleiderafstanden onderling tpv de isolator aan de ondertraverse
3.4	Berekening van geleider-afstanden tot mast
3.5	Berekening van geleider-afstanden tot klimweg
4.0	Fundatie
4.1	Algemeen
4.2	Fundatie belastingen
4.3	Berekening Fundatie
5.0	Controleberekeningen van ankers en voetplaat
5.1	Controle van ankerdoorsnede
5.2	Controle van voetplaat
6.0	Resultaten
6.1	Overzicht spanningniveau's
Bijlage A	Geleiderbelastingen
Bijlage B	Berekening mast
Bijlage C	Controle staven mastlichaam

1 Algemeen

1.1 Inleiding

Door Cofely Fabricom is aan D&C engineering te Alblasserdam opdracht verstrekt voor o.a. het uitvoeren van een ontwerpberekening voor mast nr.74 in de 150 kV-lijn Zoetermeer -Leiden. Mast 74 moet opnieuw ontworpen worden, omdat vanaf Zoetermeer tot aan deze mast de lijn verkabelt wordt.
Mast 74 wordt dan een eindmast met tafelconstructie t.b.v. de eindafsluitingen.
De berekeningen worden uitgevoerd conform de vigerende norm NEN-EN-50341-1 en 3.
Voor de geleiderbelasting vanuit de bliksemdraden wordt ijsgebied A aangehouden, conform afspraak (aanvullende eis van TenneT), zoals vermeld in: "Lijnen; Standaard programma van eisen; PVE.05.000;25 november 2010; versie 1.0".

1.2 Normen en tekeningen en documenten en andere uitgangspunten

Tekeningen Cofely Fabricom:

mast nr.74 in de 150 kV-lijn Zoetermeer -Leiden.	
tek.nr.	omschrijving
50600	Masttype DD
WK1783,2	wegkaart kruising rijksweg 4A
BV 65-1-1 Blad-1	Klapper op de wegkaarten
AALG0059033	Volgorde, klokgetallen en kleuren van de fasen
BV065-2	Lengteprofiel

Normen:

NEN-EN 50341-1 : 2001
NEN-EN 50341-3 : 2001

Andere uitgangspunten:

Fundatiehoogte 0,50 m boven maaiveld.

1.3 Nadere bepalingen

De geleiderbelastingen en de benodigde verzwaringen van de mastconstructies worden berekend volgens NEN-EN 50341-1 en 3 met spanningscontroles volgens EC-3.

De mastconstructie wordt 3D doorgerekend.

Voor de mastconstructie zal een maximum totaalspanning van 100% worden gehanteerd.

Er is gerekend dat er geen antenne-opstellingen in de te controleren mastconstructie aanwezig zijn.

De berekening is uitgevoerd met het rekenpakket Scia LTA programma 2012

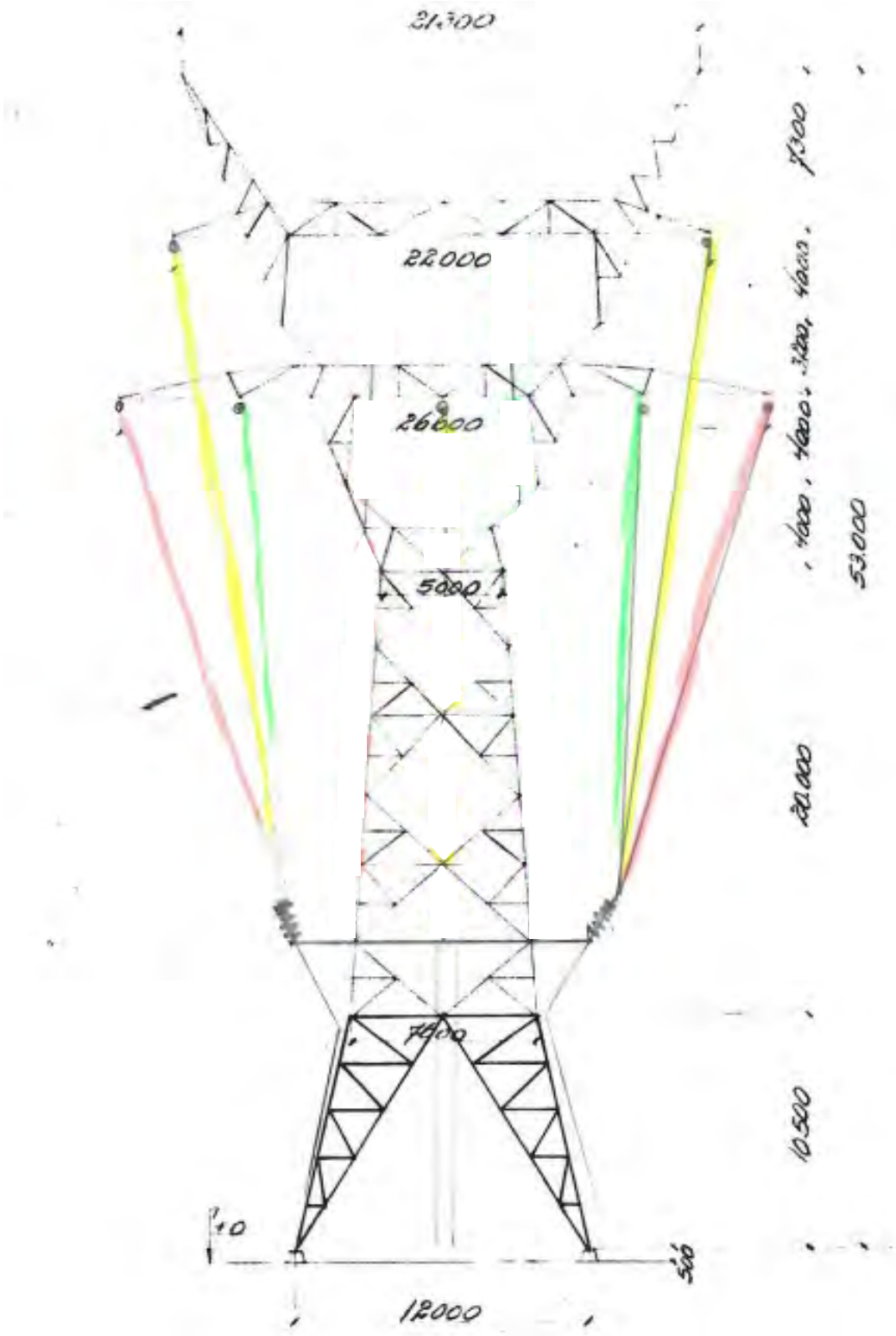
Voor de geleiderbelasting vanuit de bliksemdraden wordt gerekend met ijsgebied A. Zie richtlijn van Tennet: "Lijnen; standaard programma van eisen; PVE.05.000; 25 november 2010; versie 1.0; artikel 5.3".

1.4 Materialen

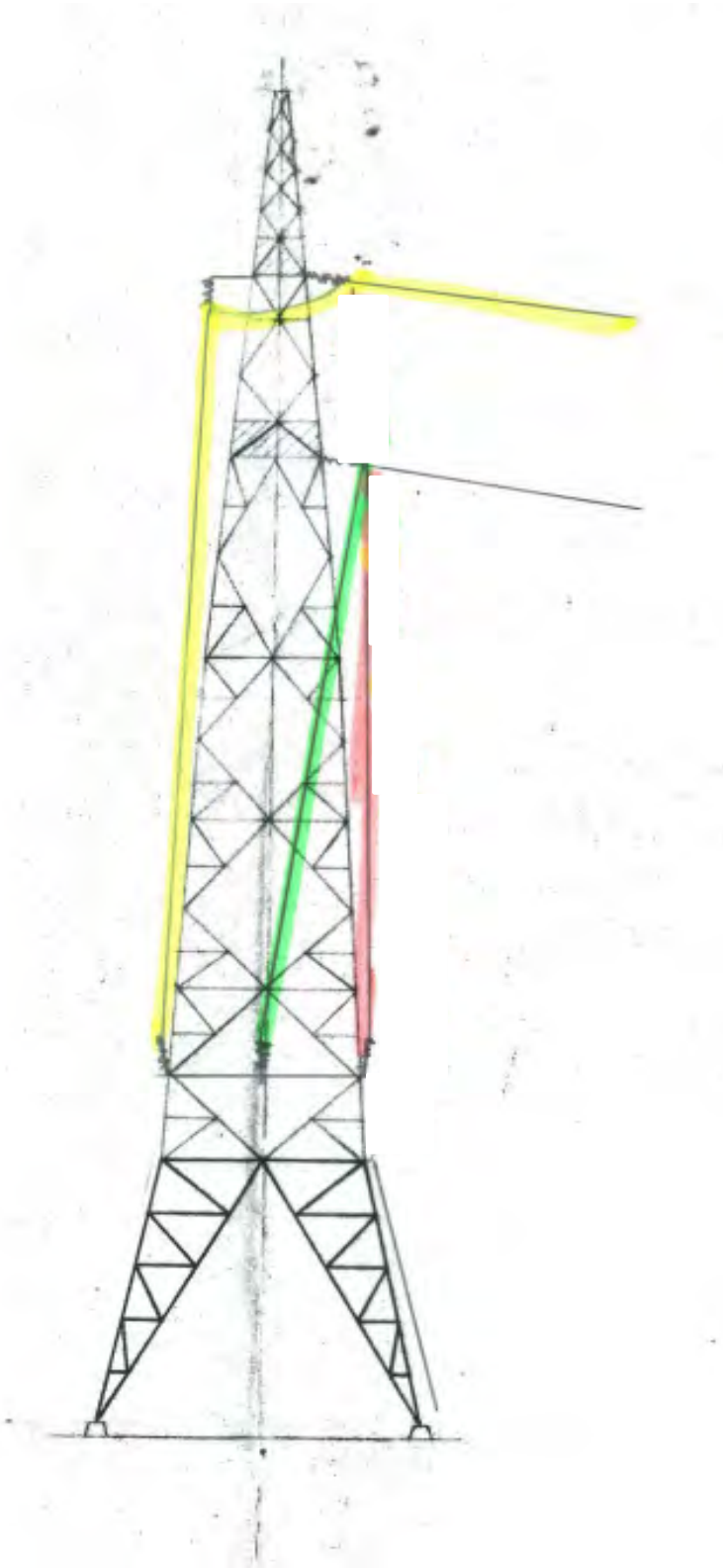
Materiaal randen	:	S355
Materiaal diagonalen	:	S355
Materiaal bouten		8.8

1.5 Overzicht mast

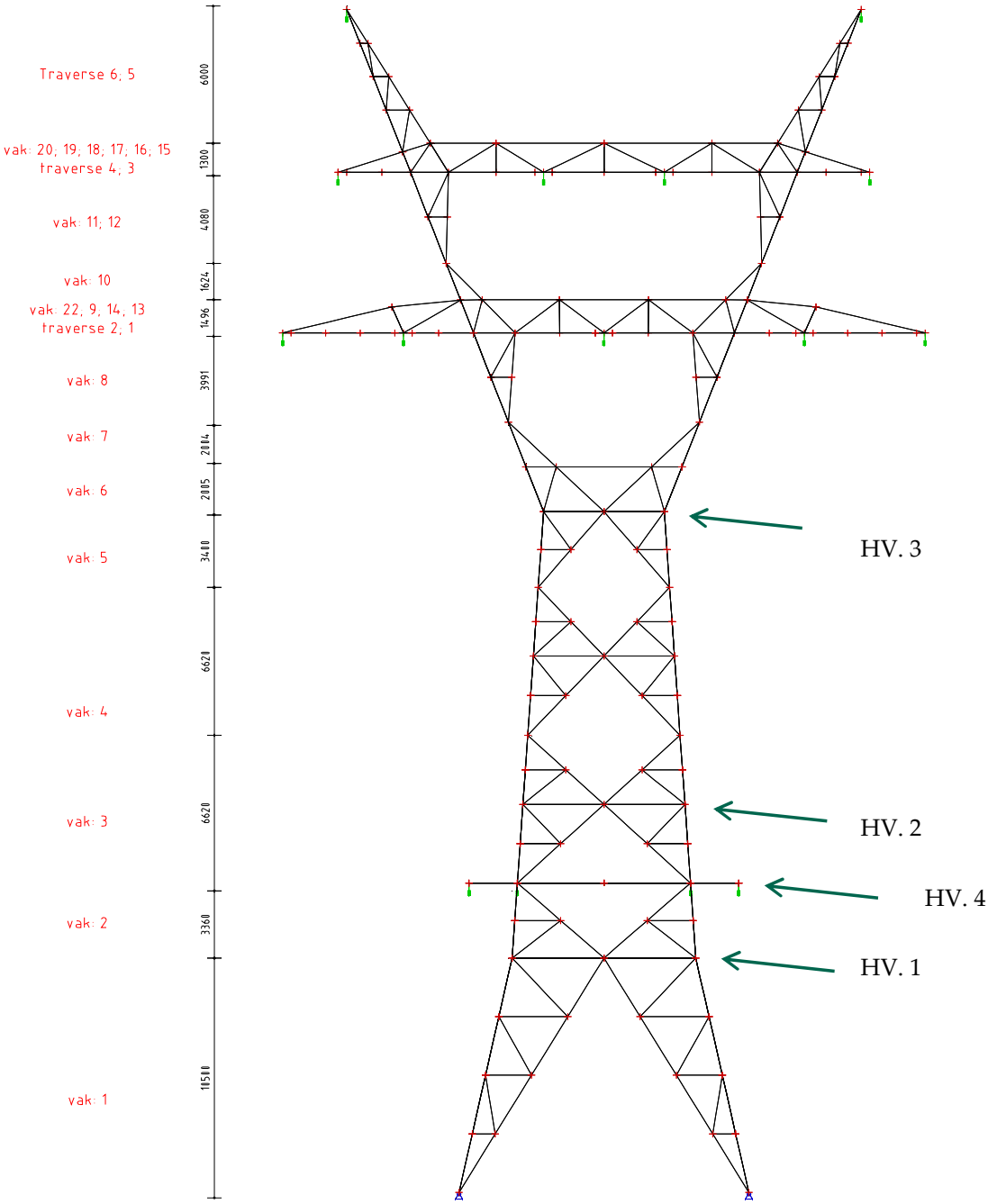
1.5.1 Overzicht voorvlak mastlichaam



1.5.2 Overzicht zijvlak mastlichaam



1.5.3 Overzicht vakindelingen



2 Ontwerpgegevens mast

2.1 Ontwerpcode

De berekening is gebaseerd op NEN-en 50341-1 en -3-15
Bovengrondse hoogspanningslijnen.

2.2 Ontwerpgegevens

Lijnhoek	-	0°	
Windgebied	-	II	
Bebouwing	-	onbebouwd	
IJsgebied bliksemdraden	-	**A**	
IJsgebied fasedraden	-	B	
Toeslag eigengewicht	-	20%	
Totale hoogte van de mast	-	53,0 m	*)
Hoogte traverse 1	-	38,5 m	*)
Hoogte traverse 2	-	45,7 m	*)

Hoogte voet boven maaiveld	-	0,5 m	
Veldlengten	-	0,0/395,15 m	
Bliksemdraden	-	Br 50	(2x)
Factor β bliksemdraad	-	1,0	
Fasedraden	-	CU 185	(9 x 2-bundel)
Factor β fasedraad	-	1,0	
Boutklasse	-	8.8	
Materiaal mastranden	-	S355	
Materiaal overige mast	-	S355	
	-		

*) t.o.v. bovenzijde fundatiepoer

2.3 Geleidergegevens

		Br 50	CU 185
		Bliksemdraad	fasedraad
Eigen gewicht	N/m	4,43	16,62
Doorsnede	mm2	48,36	181,6
Diameter	mm	9	17,5
Elasticiteitsmod.	N/mm2	130000	130000
Lin. Uitzettingsc.	1/°C	0,000017	0,000017
Breeksterkte	N	28390,7	72760,5

2.4 Gegevens isolatoren

Dubbele afspanning

lengte isolatorketting	2	m	
totale gewicht afspanning per zijde	2,5	kN	
diameter isolator schaal	255	mm	(voor wind 2/3*255mm =170mm)

2.5 Mastbelastingen uit geleiders

Voor belastingen uit de geleiders wordt verwezen naar bijlage A van dit rapport.

2.6 Aanvullende belastingen

2.6.1 Aflopers naar eindsluitingen

e.g. geleider	=30*16.62*0.001	=	0,5	kN
wind // en ⊥	=30/(0.5*395)*3.31	=	0,50	kN
wind 45°	=0.5*(2)^0.5*0,50	=	0,36	kN

deze belastingen toevoegen aan berekende geleiderbelastingen voorzijde mast

2.6.2 Belastingen t.p.v. tafelconstructie

e.g.

e.g. eindsluitingen + OSA's (6x)	=1+1.5	=	2,5	kN
e.g. kabels (6x)	=31*0.1662	=	5,15	kN
e.g. div. kabelondersteuningen (6x)	=1.5	=	1,5	kN
e.g. totaal (6x)	=2,5+5,15+1,5	=	9,15	kN

windbelasting // lijn

h gem.	21 m	windgebied	II	pw	=	1,12	kN/m2
kabels en kabelgoot		=1*1.2*1,12*0.1*16			=	2,2	kN
		=1*2*1,12*0.3*7			=	4,7	kN
eindsl. + OSA's		=1*1.2*1,12*2.1*0.3			=	0,8	kN
		=1*1.2*1,12*2.1*0.3			=	0,8	kN
wind // lijn totaal (6x)			=2,2+4,7+0,8+0,8		=	8,5	kN

windbelasting ⊥ lijn

h gem.	21 m	windgebied	II	pw	=	1,12	kN/m2
kabels en kabelgoot		=1*1.2*1,12*0.1*16			=	2,2	kN
		=1*2*1,12*0.6*7			=	9,4	kN
eindsl. + OSA's		=1*1.2*1,12*2.1*0.3			=	0,8	kN
		0			=	0,0	kN
wind ⊥ lijn totaal (6x)			=2,2+9,4+0,8+0,0		=	12,4	kN

windbelasting 45°

$Fw_{45°} = 0,5*\sqrt{2} * F_{w//} + 0,5*\sqrt{2} * F_{w\perp}$

$F_{w//}$	=	6,0	kN
$F_{w\perp}$	=	8,8	kN

3 Berekening mast

3.1 Uitgangspunten berekening

Ontwerp-norm	NEN-EN 50341-3
Boutkwaliteit	8.8
Staalkwaliteit	S355
Toeslag eigengewicht	20%
Referentie periode	50 jaar

Voor verdere gegevens wordt verwezen naar hoofstuk 2.0

3.2 Berekening met behulp van computerprogramma

SCIA - ESA-Engineer - LTA

Voor de berekening van de mastconstructie wordt verwezen naar bijlage B van dit rapport.

3.3 Berekening geleiderafstanden onderling tpv de isolator aan de ondertraverse

Windstil weer:
Onderlinge afstand geleiders
$a_{so} \geq 0{,}6 * \sqrt{(sag_{10°C} + l_{is})} + D_{pp}$

$sag_{10°C}$	=	6,07	m	t.p.v. de isolator geen doorhang
l_{is}	=	0	m	i.v.m. afspanning
D_{pp}	=	1,12	m	tabel 5.3.5 NL1: $U90_{\%}$ = 550 kV
$a_{so} \geq$	=	2,6	m	=0,6*wortel(6,07+0)+max(1,12;1,44)
a	= ≈	2,9	m	
UC	=	**0,89**	ok	=2,6/2,9

3.4 Berekening van geleider-afstanden tot mast

geleiderafstand tot mast
a_{so} = k + uizwaai wind; of D_{el}

k	=	1,0		EN 50341-3-15 par. 5.4.3 NL3
$Uitzw._{wind}$	=	0		i.v.m. afspanning
D_{el}	=	0,97	m	tabel 5.3.5 NL1: $U90_{\%}$ = 550 kV
a_{so}	=	1,0	m	=MAX((1,0+0),0,97)
a	= ≈	2,81	m	
UC	=	**0,36**	ok	0

3.5 Berekening van geleider-afstanden tot klimweg

geleiderafstand tot klimweg

$a_{so} = 1,6 + 1,1 * D_{el}$

D_{el}	=	0,55	m	tabel 5.3.5 NL3: 170 kV+earthfault factor <1,3
a_{so}	=	2,21	m	=1.6+1.1*0,55
a	= ≈	2,21	m	
UC	=	**1**	ok	=2,21/2,21

4 Fundatie

4.1 Algemeen

Voor fundatiebelastingen zie Bijlage B:(maximale belastingen per knoop en Resultante op fundatie).
Deze belastingen zijn opgesteld en weergegeven conform NEN-EN 50341-1 en 3 november 2001; Bovengrondse hoogspanningslijnen.

Per fundatie-belastingweergave is dit opgegeven inclusief combinatie- en belastingfactoren.

Aan de hand van de bovengenoemde belastinggegevens en de sonderinggegevens kan de fundatie berekend worden.

4.2 Fundatie belastingen

Reacties

Lineaire berekening, Extreem : Knoop
Selectie : Alle
Klasse : All UGT

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn1/N1	sp1aLF-p/30	**-76,87**	**-80,86**	**-327,12**	0,00	0,00	0,00
Sn1/N1	1a/1	**659,95**	**462,90**	**2455,41**	0,00	0,00	0,00
Sn1/N1	1a/31	444,46	242,05	1565,28	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn2/N3	1a/32	**-657,74**	**459,70**	**2442,93**	0,00	0,00	0,00
Sn2/N3	sp1aLF-p/33	**76,93**	**-78,47**	**-321,34**	0,00	0,00	0,00
Sn2/N3	1a/31	-444,47	241,87	1565,30	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn3/N7	sp1aLF/34	**-155,70**	**-161,01**	**636,08**	0,00	0,00	0,00
Sn3/N7	1a-p/2	**577,96**	**385,26**	**-2144,46**	0,00	0,00	0,00
Sn3/N7	1a/31	353,02	151,43	-1211,06	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn4/N6	1a-p/35	**-572,96**	**384,65**	**-2131,58**	0,00	0,00	0,00
Sn4/N6	sp1aLF/36	**154,37**	**-159,93**	**630,15**	0,00	0,00	0,00
Sn4/N6	1a/31	-353,02	151,25	-1211,04	**0,00**	**0,00**	**0,00**

Resultante

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Klasse : All UGT

BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1a/21	497,01	786,60	708,48	-33316,11	13899,54	112,41
1a/20	-485,75	786,60	708,48	-33316,11	-13426,90	-113,94
1a/18	0,00	1276,55	708,48	-47277,17	0,02	-21,24
sp1aLF/37	0,00	-238,76	708,48	6747,30	0,02	12,14
3/38	-144,93	880,41	760,95	-39186,16	-4456,55	-29,74
3-p/24	144,93	1087,59	531,36	-44916,81	4456,58	29,71
sp1aLF-p/39	0,00	-238,76	531,36	6770,60	0,02	12,14
sp3LF/3	153,16	317,49	743,46	-13724,51	4811,79	2886,17
sp3RF/7	-150,46	391,81	708,48	-16557,19	-4698,33	-2886,54

Centraalpunt:

X [m]	Y [m]	Z [m]
0,000	0,000	0,000

Resultante op Fundering

Lineaire berekening, Extreem : Nee
Selectie : Alle
Klasse : All UGT

BG	Steunpunt	Extreem	horiz. component [kN]	resultante [kN]	Hoek [deg]	helling(afschot) [-]	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
sp1aLF-p/30	Sn1/N1	Rx	111,56	345,62	1,45	-2,93	-76,87	-80,86	-327,12
1a/1	Sn1/N1	Rx	806,11	2584,34	170,05	3,05	659,95	462,90	2455,41
sp1aLF-p/30	Sn1/N1	Ry	111,56	345,62	1,45	-2,93	-76,87	-80,86	-327,12
1a/1	Sn1/N1	Ry	806,11	2584,34	170,05	3,05	659,95	462,90	2455,41
sp1aLF-p/30	Sn1/N1	Rz	111,56	345,62	1,45	-2,93	-76,87	-80,86	-327,12
1a/1	Sn1/N1	Rz	806,11	2584,34	170,05	3,05	659,95	462,90	2455,41
1a/32	Sn2/N3	Rx	658,24	950,92	-137,23	1,04	-657,74	25,62	686,27
sp1aLF-p/33	Sn2/N3	Rx	275,61	1107,16	118,79	3,89	76,93	264,66	1072,30
sp1aLF-p/40	Sn2/N3	Ry	246,49	404,99	-116,44	-1,30	-233,67	-78,47	-321,34
1a/41	Sn2/N3	Ry	513,51	2496,31	161,46	4,76	-228,85	459,70	2442,93
sp1aLF-p/40	Sn2/N3	Rz	246,49	404,99	-116,44	-1,30	-233,67	-78,47	-321,34
1a/41	Sn2/N3	Rz	513,51	2496,31	161,46	4,76	-228,85	459,70	2442,93
sp1aLF/34	Sn3/N7	Rx	223,98	801,72	-179,04	-3,44	-155,70	-161,01	-769,80
1a-p/2	Sn3/N7	Rx	694,59	784,32	-11,31	-0,52	577,96	385,26	-364,28
sp1aLF/34	Sn3/N7	Ry	223,98	801,72	-179,04	-3,44	-155,70	-161,01	-769,80
1a-p/2	Sn3/N7	Ry	694,59	784,32	-11,31	-0,52	577,96	385,26	-364,28
1a-p/42	Sn3/N7	Rz	161,79	2150,56	-66,67	-13,25	150,36	-59,74	-2144,46
sp1aLF/43	Sn3/N7	Rz	243,07	680,94	5,62	2,62	154,23	187,88	636,08
1a-p/35	Sn4/N6	Rx	575,87	2208,00	50,76	-3,70	-572,96	-57,84	-2131,58
sp1aLF/36	Sn4/N6	Rx	178,12	654,84	-105,07	3,54	154,37	88,87	630,15
sp1aLF/44	Sn4/N6	Ry	300,34	825,75	77,17	-2,56	-254,22	-159,93	-769,19
1a-p/45	Sn4/N6	Ry	413,93	559,00	-23,32	-0,91	-152,91	384,65	-375,69
1a-p/35	Sn4/N6	Rz	575,87	2208,00	50,76	-3,70	-572,96	-57,84	-2131,58
sp1aLF/36	Sn4/N6	Rz	178,12	654,84	-105,07	3,54	154,37	88,87	630,15

4.3 Berekening Fundatie

De berekening van de fundatie, met de gegevens zoals de sonderingen, is een op zichzelf staande berekening, welke niet valt onder de scope van deze opdracht.

5 Controleberekeningen van ankers en voetplaat

Controle volgens NEN-EN 1993-1-8

Krachten	:	$F_{x,Ed}$	=	660	kN	$F_{tot,Ed}$	=	806	kN	=(660^2+463^2)^0.5
		$F_{y,Ed}$	=	463	kN					
		$F_{t,Ed}$	=	2455	kN					
		$F_{c,Ed}$	=	2144	kN					

Gegevens	:	- voetplaat	b	=	500	mm			
			h	=	500	mm			
			t	=	50	mm			
- ankers	:	4 x M48 ;	l_v	=	850	mm	gerolde draad		
f_{ub} = 800 N/mm2	;		γ_{m2}	=	1,25	[-]			
f_{yb} = 640 N/mm2	;		k_2	=	0,9	[-]			
A_s = 1473 mm2			α_v	=	0,6	[-]			
			α_{bc}	=	0,248	[-]			
		reductiefactor i.v.m. gesneden draad		=	1,00	[-]			

5.1 Controle van ankerdoorsnede :

(tabel 3.4 trekweerstand)

$F_{t,Rd}$ = $(k_2 * f_{ub} * A_s)/\gamma_{m2}$* 1,00 = 848 [kN]

$F_{t,Ed}$ = $F_{t,Ed}/n$ = 614 [kN]

UC : **$F_{t,Ed}$ / $F_{t,Rd}$ ≤ 1**

614 / 848 = 0,72 ≤ 1 verbinding voldoet

(tabel 3.4 afschuifweerstand)

$F_{1,vb,Rd}$ = $(\alpha_v * f_{ub} * A)/\gamma_{M2}$* 1,00 = 566 [kN]

(formule 6.2)

$F_{2,vb,Rd}$ = $(\alpha_{bc} * f_{ub} * A)/\gamma_{M2}$* 1,00 = 234 [kN]

(kleinste waarde van F1,vb,Rd en F2,vb,Rd)

$F_{vb,Rd}$ = 234 [kN]

$F_{v,Ed}$ = $F_{tot,Ed}/n$ = 202 [kN]

UC : **$F_{v,Ed}$ / $F_{v,Rd}$ ≤ 1**

202 / 233,8 = 0,86 ≤ 1 verbinding voldoet

5.2 Controle van voetplaat : f_y = 355 N/mm2

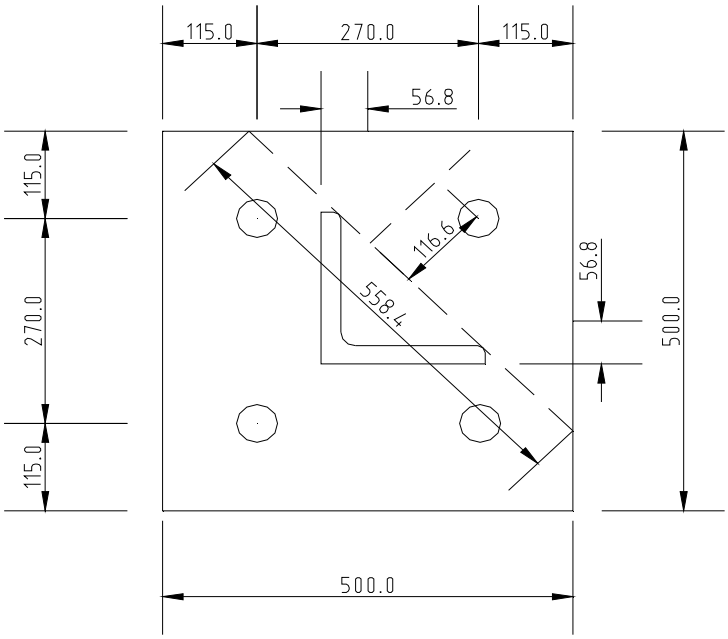
$M_{p,Rd}$ = $0{,}1667 * l_{eff} * t_f^2 * f_y / \gamma_{m0}$ = 82,6 [kNm] ; $l_{eff,min}$ = 558 mm

t_f = 50 mm

$M_{p,Ed}$ = $F_{t,Ed} * m$ = 71,6 [kNm] ; m = 117 mm

UC : **$M_{p,Ed} / M_{p,Rd}$ ≤ 1**

71,6 / 82,6 = 0,87 ≤ **1** voetplaat voldoet



6 Resultaten

Uit de controleberekening van de mast volgen de volgende resultaten:
(Opmerking: De verschillende berekeningen zijn te vinden in de bijlagen B en C)

6.1 Overzicht spanningniveau's

Vak	Staaf type	Doorsnede	Staalkwal. N/mm^2	Lengte (m) $L_{y;cr}$	Lengte (m) $L_{v;cr}$	Bout type	Kwalit.	Aantal bouten	slankheid	Max. U.C. verbinding	Max. druk N_{Ed} (kN)	U.C	Max. trek N_{Ed} (kN)	U.C	Punt last $F_{per;sd}$ (kN)	U.C
Vak 1	randen	H200/200/24	Fe510	2180	2180	M 30	8,8	6	56	**0,90**	-2322,88	**0,95**	2117,60	**0,77**	0,00	**n.v.t.**
Vak 1	diagonalen	H150/150/13	Fe510	2450	2450	M 30	8,8	3	89	**0,80**	-518,92	**0,83**	465,24	**0,68**	0,00	**n.v.t.**
Vak 1	1e hor.knikverkorter	H70/70/7	Fe510	2957	2957	M 16	8,8	1	219	**0,38**	-23,20	**0,78**	23,20	**0,16**	1,50	**0,37**
Vak 1	1e hor.knikverkorter pootverband	H100/100/10	Fe510	4180	4180	M 16	8,8	1	216	**0,09**	-5,31	**0,09**	5,31	**0,02**	1,50	**0,18**
Vak 1	1e schuine knikverkorter	H80/80/8	Fe510	3460	3460	M 16	8,8	1	224	**0,47**	-28,53	**0,76**	28,53	**0,14**	0,00	**n.v.t.**
Vak 1	2e hor.knikverkorter	H60/60/6	Fe510	2197	2197	M 16	8,8	1	190	**0,44**	-23,20	**0,85**	23,20	**0,23**	1,50	**0,44**
Vak 1	2e hor.knikverkorter pootverband	H70/70/7	Fe510	3110	3110	M 16	8,8	1	230	**0,09**	-5,31	**0,20**	5,31	**0,04**	1,50	**0,39**
Vak 1	2e schuine knikverkorter	H80/80/8	Fe510	2765	2765	M 16	8,8	1	179	**0,58**	-34,98	**0,66**	34,98	**0,17**	0,00	**n.v.t.**
Vak 1	3e hor.knikverkorter	H50/50/5	Fe510	1437	1437	M 16	8,8	1	150	**0,50**	-23,20	**0,86**	23,20	**0,36**	1,50	**0,50**
Vak 1	3e hor.knikverkorter pootverband	H50/50/5	Fe510	2035	2035	M 16	8,8	1	212	**0,11**	-5,31	**0,34**	5,31	**0,08**	1,50	**0,71**
Vak 1	3e schuine knikverkorter	H80/80/8	Fe510	2357	2357	M 16	8,8	1	153	**0,88**	-53,20	**0,79**	53,20	**0,26**	0,00	**n.v.t.**
Vak 1	4e schuine knikverkorter	H100/100/10	Fe510	2149	2149	M 24	8,8	2	111	**0,79**	-215,09	**0,80**	215,09	**0,68**	0,00	**n.v.t.**
Vak 1	schuine knikverkorter pootverband	H120/120/12	Fe510	5580	5580	M 16	8,8	1	240	**0,16**	-8,63	**0,12**	8,63	**0,02**	0,00	**n.v.t.**
Vak 2	randen	H200/200/24	Fe510	1687	1687	M 30	8,8	6	43	**0,85**	-2204,61	**0,80**	2035,98	**0,74**	0,00	**n.v.t.**
Vak 2	diagonalen	H180/180/15	Fe510	4860	2430	M 30	8,8	4	96	**0,77**	-665,70	**0,88**	606,42	**0,64**	0,00	**n.v.t.**
Vak 2	hor.knikverkorter	H60/60/6	Fe510	1859	1859	M 16	8,8	1	161	**0,37**	-22,05	**0,63**	22,05	**0,21**	1,50	**0,00**
Vak 2	schuine knikverkorter	H70/70/7	Fe510	2450	2450	M 16	8,8	1	182	**0,27**	-16,00	**0,41**	15,98	**0,11**	0,00	**n.v.t.**
Vak 3	randen	H200/200/24	Fe510	1768	1768	M 30	8,8	6	46	**0,88**	-2282,72	**0,85**	2116,92	**0,77**	0,00	**n.v.t.**
Vak 3	diagonalen	H150/90/10	Fe510	4962	2481	M 24	8,8	2	128	**0,82**	-223,26	**0,81**	215,42	**0,55**	0,00	**n.v.t.**
Vak 3	horizontale knikverkorter	H60/60/6	Fe510	1636	1636	M 16	8,8	1	142	**0,38**	-22,80	**0,55**	22,80	**0,22**	1,50	**0,00**
Vak 3	schuine knikverkorter	H60/60/6	Fe510	2270	2270	M 16	8,8	1	197	**0,35**	-21,25	**0,82**	16,86	**0,16**	0,00	**n.v.t.**
Vak 4	randen	H200/200/20	Fe510	1784	1784	M 30	8,8	6	46	**0,75**	-1933,35	**0,85**	1771,74	**0,76**	0,00	**n.v.t.**
Vak 4	diagonalen	H150/90/10	Fe510	4755	2378	M 24	8,8	3	123	**0,64**	-253,20	**0,87**	261,60	**0,57**	0,00	**n.v.t.**
Vak 4	horizontale knikverkorter	H50/50/5	Fe510	1427	1427	M 16	8,8	1	149	**0,53**	-19,33	**0,71**	19,33	**0,36**	1,50	**0,49**
Vak 4	horizontaal	H70/70/7	Fe510	2920	2920	M 16	8,8	1	216	**0,22**	-13,15	**0,44**	13,48	**0,09**	1,50	**0,37**
Vak 4	schuine knikverkorter	H60/60/6	Fe510	2190	2190	M 16	8,8	1	190	**0,36**	-21,41	**0,78**	21,40	**0,21**	0,00	**n.v.t.**
Vak 5	randen	H200/200/18	Fe510	1707	1707	M 30	8,8	4	45	**0,81**	-1402,83	**0,71**	1264,79	**0,63**	0,00	**n.v.t.**
Vak 5	diagonalen	H150/100/10	Fe510	4360	2180	M 24	8,8	3	101	**0,80**	-325,89	**0,80**	309,04	**0,64**	0,00	**n.v.t.**
Vak 5	horizontale knikverkorter	H50/50/5	Fe510	1250	1250	M 16	8,8	1	130	**0,38**	-14,02	**0,44**	14,02	**0,26**	1,50	**0,43**
Vak 5	schuine knikverkorter	H60/60/6	Fe510	2050	2050	M 16	8,8	1	177	**0,43**	-25,70	**0,85**	25,70	**0,25**	0,00	**n.v.t.**
Vak 6 en 7	randen	H200/200/18	Fe510	2140	2140	M 30	8,8	4	57	**0,83**	-1423,00	**0,80**	1307,76	**0,66**	0,00	**n.v.t.**
Vak 6,7	diagonalen v.v en a.v	H150/150/14	Fe510	5642	2816	M 24	8,8	3	126	**0,83**	-339,33	**0,82**	309,49	**0,39**	0,00	**n.v.t.**
Vak 6,7	diagonalen l.z.v en r.z.v	H150/150/14	Fe510	4764	2382	M 24	8,8	3	106	**0,79**	-322,84	**0,60**	318,35	**0,40**	0,00	**n.v.t.**
Vak 6,7	horizontaal v.v a.v	H130/130/12	Fe510	3949	3949	M 16	8,8	2	160	**0,51**	-61,81	**0,24**	43,49	**0,09**	1,50	**0,09**
Vak 6,7	hor. knikverkorters	H60/60/6	Fe510	1252	1252	M 16	8,8	1	108	**0,57**	-30,46	**0,53**	34,33	**0,33**	1,50	**0,25**
Vak 6	schuine knikverkorter v.v en a.v	H100/100/8	Fe510	2076	2076	M 16	8,8	2	119	**0,69**	-83,68	**0,46**	61,79	**0,28**	0,00	**n.v.t.**
Vak 6	schuine knikverkorter l.z.v en r.z.v	H60/60/8	Fe510	2571	2571	M 16	8,8	1	223	**0,38**	-23,08	**0,83**	20,34	**0,15**	0,00	**n.v.t.**

Vak	Staaf type	Doorsnede	Staalkwal. N/mm^2	Lengte (m) $L_{y;cr}$	Lengte (m) $L_{v;cr}$	Bout type	Kwalit.	Aantal bouten	slankheid	Max. U.C. verbinding	Max. druk N_{Ed} (kN)	U.C	Max. trek N_{Ed} (kN)	U.C	Punt last $F_{per;sd}$ (kN)	U.C
Vak 8	randen	H160/160/15	Fe510	2141	2141	M 30	8,8	3	70	**0,68**	-882,81	**0,84**	708,79	**0,55**	0,00	**n.v.t.**
Vak 8	diagonalen v.v en a.v.	H120/120/12	Fe510	4017	2019	M 24	8,8	3	110	**0,70**	-249,87	**0,70**	282,84	**0,52**	0,00	**n.v.t.**
Vak 8	diagonalen l.z.v en r.z.v.	H150/150/15	Fe510	4760	2380	M 24	8,8	4	104	**0,89**	-480,69	**0,79**	472,63	**0,54**	0,00	**n.v.t.**
Vak 8	hor. knikverkortes	H50/50/5	Fe510	879	879	M 16	8,8	1	92	**0,32**	-13,47	**0,29**	16,98	**0,06**	1,50	**0,30**
Vak 8	hor. verbanden l.z.v en r.z.v.	H100/100/10	Fe510	4252	4252	M 16	8,8	1	220	**0,26**	-12,80	**0,22**	15,80	**0,05**	1,50	**0,18**
Vak 8	schuine knikverkortes	H70/70/7	Fe510	2231	2231	M 16	8,8	1	165	**0,68**	-35,62	**0,78**	40,97	**0,28**	0,00	**n.v.t.**
Vak 9,14,13	bovenrand	H130/130/12	Fe510	3680	3680	M 24	8,8	3	149	**0,70**	-219,74	**0,77**	285,79	**0,49**	0,00	**n.v.t.**
Vak 9,14,13	diagonalen ondervlak	H80/80/8	Fe510	2550	2550	M 16	8,8	2	165	**0,52**	-62,66	**0,61**	60,96	**0,32**	0,00	**n.v.t.**
Vak 9,14,13	diagonalen ondervlak S322,323,293,294	H50/50/8	Fe510	1135	1135	M 16	8,8	1	118	**0,71**	-42,97	**0,81**	17,88	**0,17**	0,00	**n.v.t.**
Vak 9,14,13	diagonalen v.v en a.v. S226,224,239,241	H100/100/10	Fe510	2380	2380	M 20	8,8	2	123	**0,85**	-144,99	**0,61**	160,48	**0,43**	0,00	**n.v.t.**
Vak 9,14,13	diagonalen v.v en a.v. S242,225,227,240	H100/100/10	Fe510	2373	2373	M 20	8,8	2	123	**0,87**	-163,19	**0,68**	138,58	**0,37**	0,00	**n.v.t.**
Vak 9,14,13	hor. verbanden S 215,220,222,214,219,221	H55/55/5	Fe510	2305	2350	M 16	8,8	1	227	**0,05**	-2,75	**0,18**	2,43	**0,03**	0,00	**n.v.t.**
Vak 10	randen	H160/160/15	Fe510	1760	1760	M 24	8,8	3	57	**0,88**	-713,37	**0,59**	602,21	**0,44**	0,00	**n.v.t.**
Vak 10	diagonalen v.v en a.v.	H120/120/12	Fe510	4412	2206	M 24	8,8	3	121	**0,68**	-212,82	**0,69**	275,21	**0,51**	0,00	**n.v.t.**
Vak 10	diagonalen l.z.v en r.z.v.	H90/90/9	Fe510	2264	2264	M 24	8,8	2	130	**0,46**	-124,91	**0,69**	123,80	**0,49**	0,00	**n.v.t.**
Vak 10	horizontaal l.z.v en r.z.v	H100/100/12	Fe510	3507	1713	M 24	8,8	2	116	**0,80**	-203,15	**0,75**	217,19	**0,58**	1,50	**0,06**
Vak 10	hor. knikverkortes l.z.v en r.z.v	H50/50/5	Fe510	1616	1616	M 16	8,8	1	168	**0,38**	-20,00	**0,87**	20,00	**0,07**	1,50	**0,56**
Vak 10	schuine knikverkorters	H120/80/10	Fe510	1544	1544	M 24	8,8	3	90	**0,65**	-264,28	**0,79**	231,99	**0,63**	0,00	**n.v.t.**
Vak 11,12	randen	H120/120/12	Fe510	2220	2220	M 24	8,8	2	95	**0,67**	-362,77	**0,82**	329,31	**0,42**	0,00	**n.v.t.**
Vak 11,12	diagonalen v.v en a.v.	H120/120/10	Fe510	4098	2080	M 24	8,8	2	122	**0,49**	-132,16	**0,57**	116,27	**0,33**	0,00	**n.v.t.**
Vak 11,12	diagonalen l.z.v en r.z.v.	H120/120/10	Fe510	2652	2652	M 24	8,8	2	123	**0,83**	-225,26	**0,85**	216,55	**0,61**	0,00	**n.v.t.**
Vak 11,12	hor. knikverkorters	H60/60/6	Fe510	2536	2536	M 16	8,8	1	220	**0,06**	-3,13	**0,15**	3,86	**0,01**	1,50	**0,51**
Vak 11,12	schuine knikverkorters	H50/50/5	Fe510	2179	2179	M 16	8,8	1	227	**0,18**	-7,94	**0,56**	9,32	**0,03**	0,00	**n.v.t.**
Vak 15,20	randen S361,372,413,425	H100/100/10	Fe510	970	970	M 24	8,8	2	50	**0,67**	-180,96	**0,33**	140,49	**0,44**	0,00	**n.v.t.**
Vak 15,20	diagonalen v.v en a.v S155,153,141,139	H65/65/8	Fe510	1506	1506	M 20	8,8	2	121	**0,59**	-98,43	**0,78**	110,49	**0,62**	0,00	**n.v.t.**
Vak 15,20	diagonalen S131,132,145,144	H80/80/8	Fe510	1541	1541	M 20	8,8	2	100	**0,63**	-119,48	**0,62**	111,68	**0,49**	0,00	**n.v.t.**
Vak 15,20	diagonalenondervlak (S180;181;87;198)	H50/50/5	Fe510	1451	1451	M 16	8,8	1	151	**0,29**	-14,39	**0,54**	13,63	**0,21**	1,50	**0,50**
Vak 15,20	diagonalen l.z.v en r.z.v. S23,24,87,86;94t/m97	H50/50/5	Fe510	1850	1850	M 16	8,8	1	193	**0,29**	-14,39	**0,77**	13,63	**0,21**	0,00	**n.v.t.**
Vak 15,20	horizonatalen l.z.v r.z.v (S25;88;98;211;212)	H50/50/5	Fe510	2163	2163	M 16	8,8	1	225	**0,28**	-9,55	**0,66**	13,06	**0,20**	1,50	**0,75**
Vak 19,18,17,16	bovenrand	H120/120/12	Fe510	4465	4465	M 16	8,8	3	192	**0,82**	-114,17	**0,61**	148,80	**0,28**	0,00	**n.v.t.**
Vak 19,18,17,16	diagonalen ondervlak (S182,184,185,183,178,179,206,207,201,203,200,202)	H80/80/10	Fe510	1523	1523	M 20	8,8	1	99	**0,86**	-81,34	**0,61**	79,39	**0,34**	0,00	**n.v.t.**
Vak 19,18,17,16	diagonalen ondervlak (S186,187,205,204)	H50/50/6	Fe510	1297	1297	M 16	8,8	1	135	**0,56**	-31,00	**0,86**	31,00	**0,40**	0,00	**n.v.t.**
Vak 19,18,17,16	diagonalen v.v en a.v. (S100,S107,S111,S118)	H90/90/9	Fe510	2364	2364	M 16	8,8	2	136	**0,60**	-69,35	**0,41**	30,11	**0,12**	0,00	**n.v.t.**
Vak 19,18,17,16	diagonalen v.v en a.v. (S101,S109,S112,S120)	H65/65/6	Fe510	2364	2364	M 16	8,8	2	192	**0,60**	-34,01	**0,68**	66,89	**0,60**	0,00	**n.v.t.**
Vak 19,18,17,16	diagonalen v.v en a.v. (S102,S110,S113,S126)	H90/90/9	Fe510	2819	2819	M 16	8,8	1	162	**0,84**	-50,60	**0,65**	47,27	**0,09**	0,00	**n.v.t.**
Vak 19,18,17,16	verticale diagonalen v.v en a.v.	H50/50/5	Fe510	1700	1700	M 16	8,8	1	177	**0,06**	-3,00	**0,14**	3,22	**0,01**	0,00	**n.v.t.**
HV 1	randen	H150/150/14	Fe510	3800	3800	M 24	8,8	3	132	**0,79**	-322,32	**0,72**	285,38	**0,36**	1,50	**0,05**
HV 1	diagonalen	H130/130/12	Fe510	5374	5374	M 16	8,8	2	217	**0,83**	-100,50	**0,62**	91,65	**0,19**	1,50	**0,12**
HV 1	kruis	H110/110/10	Fe510	7600	3800	M 16	8,8	1	235	**0,03**	-1,73	**0,03**	0,80	**0,00**	1,50	**0,28**
HV 2	randen	H80/80/8	Fe510	3350	3350	M 16	8,8	1	217	**0,24**	-7,06	**0,18**	14,39	**0,07**	1,50	**0,28**
HV 2	diagonalen	H110/110/10	Fe510	4741	4741	M 16	8,8	2	229	**0,16**	-19,11	**0,18**	18,79	**0,06**	1,50	**0,18**
HV 3	randen	H150/150/14	Fe510	2500	2500	M 30	8,8	3	87	**0,86**	-556,83	**0,78**	512,92	**0,66**	1,50	**0,03**
HV 3	diagonalen	H100/100/10	Fe510	3536	3536	M 20	8,8	1	183	**0,73**	-68,26	**0,85**	66,69	**0,21**	1,50	**0,15**
HV 3	kruis	H70/70/7	Fe510	5000	2500	M 16	8,8	1	236	**0,04**	-2,25	**0,09**	1,29	**0,01**	1,50	**0,63**
HV 4	diagonalen	H110/110/12	Fe510	5065	5065	M 16	8,8	1	238	**0,45**	-21,98	**0,32**	26,96	**0,06**	1,50	**0,15**
HV 4	kruis en koppelstaven	H100/100/10	Fe510	7163	3582	M 16	8,8	1	236	**0,31**	-18,24	**0,35**	18,39	**0,05**	1,50	**0,31**

Vak	Staaf type	Doorsnede	Staalkwal. N/mm	Lengte (m) $L_{y;cr}$	Lengte (m) $L_{v;cr}$	Bout type	Kwalit.	Aantal bouten	slankheid	Max. U.C. verbinding	Max. druk N_{Ed} (kN)	U.C	Max. trek N_{Ed} (kN)	U.C	Punt last $F_{per;sd}$ (kN)	U.C
Traverse 1 en 2	bovenrand	H110/110/10	Fe510	4732	4732	M 16	8,8	3	228	**0,39**	0,00	**0,00**	69,92	**0,18**	0,00	**n.v.t.**
Traverse 1 en 2	diagonalen (S232,236,254,448)	H65/65/6	Fe510	2811	2811	M 16	8,8	2	228	**0,50**	-11,00	**0,29**	56,00	**0,50**	0,00	**n.v.t.**
Traverse 1 en 2	diagonalen (S233,255,296,297,217,218,229,237)	H50/50/5	Fe510	1778	1778	M 16	8,8	1	185	**0,18**	-10,69	**0,54**	2,07	**0,03**	0,00	**n.v.t.**
Traverse 1 en 2	diagonalen onderrand (S287,316)	H70/70/5	Fe510	3013	1500	M 16	8,8	1	170	**0,05**	-3,00	**0,12**	1,00	**0,01**	1,50	**0,75**
Traverse 1 en 2	diagonalen onderrand (S307,273,274,275,278,279,280,302,303,304,308,309)	H60/60/8	Fe510	1300	1300	M 20	8,8	1	113	**0,69**	-60,33	**0,86**	57,64	**0,46**	0,00	**n.v.t.**
Traverse 1 en 2	diagonalen onderrand (S313,314,285,284)	H60/60/8	Fe510	1400	1400	M 24	8,8	1	121	**0,53**	-50,00	**0,78**	45,00	**0,41**	0,00	**n.v.t.**
Traverse 1 en 2	diagonalen onderrand (S317,466,288,465)	H90/90/9	Fe510	2270	2270	M 20	8,8	1	131	**0,83**	-77,71	**0,75**	77,75	**0,31**	0,00	**n.v.t.**
Traverse 3 en 4	bovenrand	H80/80/8	Fe510	2880	2880	M 16	8,8	2	187	**0,35**	0,00	**0,00**	42,00	**0,22**	0,00	**n.v.t.**
Traverse 3 en 4	onderrand	H60/60/8	Fe510	1340	1340	M 16	8,8	1	116	**0,88**	-53,16	**0,79**	49,25	**0,36**	0,00	**n.v.t.**
Traverse 3 en 4	onderrand S193,191,170,168	H50/50/5	Fe510	1200	1200	M 24	8,8	1	125	**0,79**	-25,19	**0,74**	27,22	**0,56**	0,00	**n.v.t.**
Traverse 5 en 6	randen	H100/100/10	Fe510	2008	2008	M 24	8,8	2	104	**0,66**	-179,99	**0,62**	141,92	**0,45**	0,00	**n.v.t.**
Traverse 5 en 6	bovenrand	H65/50/6	Fe510	1726	1726	M 16	8,8	2	164	**0,34**	-22,95	**0,41**	37,99	**0,39**	0,00	**n.v.t.**
Traverse 5 en 6	diagonalen v.v en a.v.	H50/50/5	Fe510	1911	1911	M 16	8,8	1	199	**0,08**	-4,89	**0,28**	1,86	**0,01**	0,00	**n.v.t.**
Traverse 5 en 6	diagonalen l.z.v en r.z.v	H50/50/6	Fe510	1092	1092	M 16	8,8	1	114	**0,68**	-34,81	**0,79**	37,51	**0,48**	0,00	**n.v.t.**
Traverse 5 en 6	diagonalen l.z.v en r.z.v (S71,S73,S10,S8)	H60/60/6	Fe510	2162	2162	M 16	8,8	1	187	**0,39**	-23,36	**0,83**	23,73	**0,23**	0,00	**n.v.t.**

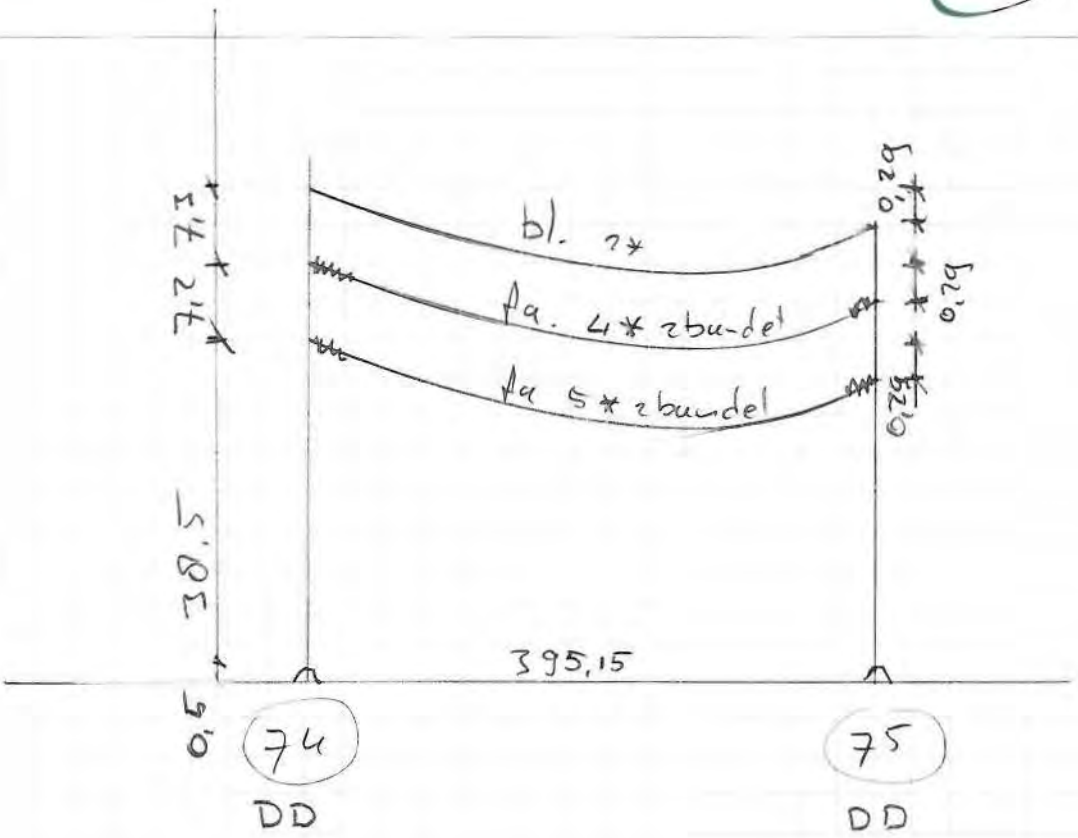
Bijlage A Geleiderbelastingen

Dossier/File 13.039

Order P17056

Pagina/Page

D&C ENGINEERING
design and construct



fasedraad: CU 185

IJsgebied : B
windgebied : II
EDS : 33,7 %

bliksemdraad: CU 50

IJsgebied : A
windgebied : II
EDS : 36,6

Revisie/Revision	0	A	B	C	D	E	F
Datum/Date							
Naam/Name							
Gecontroleerd/Checked							
Goedgekeurd/Approved							

KARAKTERISTIEKE GEGEVENS :

Naam hoogspanningslijn	:	150 kV-lijn Zoetermeer - Leiden
Masttype	:	eindmast
Mastnaam	:	type DD
Mastnummer	:	74
Windgebied	:	II
Bebouwing	:	Onbebouwd
IJsgebied	:	A
Referentie periode	:	50 jaar

		VELD 1	VELD 2
Minimum lijnhoek	[graden]	180	180
Maximum lijnhoek	[graden]	180	180
Veldlengte	[m]	0	395
Vaklengte	[m]	395	

* Belastingcombinaties en -factoren: NEN-EN 50341 -1 t/m -3, nov. 2001

* Berekend worden de "Ultimate Limit State" belastingcombinaties, (table 4.2.11/NL.1)

(1a) Permanente belasting met extreme windbelasting
(1b) Permanente belasting met extreme koude
(3) Permanente belasting met extreme ijsbelasting
(4) Permanente belasting met onderhoudsbelasting
(5a) Permanente belasting met torsie
(6) Permanente belasting

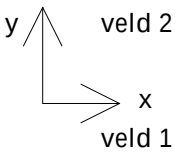
* Berekend worden de "Special Limit State" belastingcombinaties, (table 4.2.11/NL.3)

(1a) Permanente belasting met extreme windbelasting
(1b) Permanente belasting met extreme koude
(3) Permanente belasting met extreme ijsbelasting
(4) Permanente belasting met onderhoudsbelasting

* Alle belastingscomponenten zijn exclusief belastingsfactoren, uitgezonderd draadtrekkrachten jTrep

* Assenstelsel:

y = lijnrichting



INVOERGEGEVENS VOOR DRAAD No.: 1

Geleidersoort	:	bliksemdraad
Geleidersoort + plaats	:	bliksemdr. ondertrav
Geleiders veld 1 en 2	:	Br 50
Eigen gewicht draad	[N/m] :	4.43
Draaddoorsnede	[mm²] :	48.36
Draaddiameter	[mm] :	9
Elasticiteitsmodulus	[N/mm²] :	130000
Uitzettingscoëfficiënt	[1/°C] :	0.000017
Breekbelasting draad	[N] :	28390.7
Maximum percentage breekbelasting	[%] :	100
EDS percentage breekbelasting	[%] :	36.6
Hoogte draadbevestiging	[m] :	53.5

Eigen gewicht isolator	[kN] :	0	0
Lengte isolator	[m] :	0	0
Diameter isolatorschaal	[mm] :	0	0
Hoogte isolator boven maaiveld	[m] :	53.5	53.5
Hoogte verschil draadbevestiging (aangrenzende minus beschouwende mast) (hoger = positief)	[m] :	0	-0.29

Mastnummer : 74
Draadnummer : 1
Geleidersoort + plaats : bliksemdr. ondertrav
Geleiders veld 1 en 2 : Br 50
Veldlengte voor gewicht [m] : 198.80

BELASTING COMPONENTEN [kN]		GELEIDER		ISOLATOR	
		VELD 1	VELD 2	VELD 1	VELD 2
Grep		0.00	- 0.88	0.00	0.00
Qijs;rep		0.00	- 2.99	0.00	0.00
Qonderhoud;rep		0.00	0.00		
BIJ MINIMUM LIJNHOEKEN-					
Qw;rep loodrecht lijn,	x	0.00	1.70	0.00	0.00
Qw;rep loodrecht lijn,	y	0.00	0.00	0.00	-0.00
Qw;rep in lijnrichting,	x	0.00	0.00	0.00	0.00
Qw;rep in lijnrichting,	y	0.00	0.00	0.00	0.00
Qw;rep 45 graden (+y, +x),	x	0.00	0.85	0.00	0.00
Qw;rep 45 graden (+y, +x),	y	0.00	0.00	0.00	0.00
Qw;rep 45 graden (-y, +x),	x	0.00	0.85	0.00	0.00
Qw;rep 45 graden (-y, +x),	y	0.00	0.00	0.00	-0.00
BIJ MAXIMUM LIJNHOEKEN-					
Qw;rep loodrecht lijn,	x	0.00	1.70	0.00	0.00
Qw;rep loodrecht lijn,	y	0.00	0.00	0.00	-0.00
Qw;rep in lijnrichting,	x	0.00	0.00	0.00	0.00
Qw;rep in lijnrichting,	y	0.00	0.00	0.00	0.00
Qw;rep 45 graden (+y, +x),	x	0.00	0.85	0.00	0.00
Qw;rep 45 graden (+y, +x),	y	0.00	0.00	0.00	0.00
Qw;rep 45 graden (-y, +x),	x	0.00	0.85	0.00	0.00
Qw;rep 45 graden (-y, +x),	y	0.00	0.00	0.00	-0.00
BIJ MINIMUM LIJNHOEKEN - BEIJSD					
Qw;rep loodrecht lijn,	x	0.00	9.90	0.00	0.00
Qw;rep loodrecht lijn,	y	0.00	0.00	0.00	-0.00
Qw;rep in lijnrichting,	x	0.00	0.00	0.00	0.00
Qw;rep in lijnrichting,	y	0.00	0.00	0.00	0.00
Qw;rep 45 graden (+y, +x),	x	0.00	4.95	0.00	0.00
Qw;rep 45 graden (+y, +x),	y	0.00	0.00	0.00	0.00
Qw;rep 45 graden (-y, +x),	x	0.00	4.95	0.00	0.00
Qw;rep 45 graden (-y, +x),	y	0.00	0.00	0.00	-0.00
BIJ MAXIMUM LIJNHOEKEN - BEIJSD					
Qw;rep loodrecht lijn,	x	0.00	9.90	0.00	0.00
Qw;rep loodrecht lijn,	y	0.00	0.00	0.00	-0.00
Qw;rep in lijnrichting,	x	0.00	0.00	0.00	0.00
Qw;rep in lijnrichting,	y	0.00	0.00	0.00	0.00
Qw;rep 45 graden (+y, +x),	x	0.00	4.95	0.00	0.00
Qw;rep 45 graden (+y, +x),	y	0.00	0.00	0.00	0.00
Qw;rep 45 graden (-y, +x),	x	0.00	4.95	0.00	0.00
Qw;rep 45 graden (-y, +x),	y	0.00	0.00	0.00	-0.00

Mastnummer : 74
Draadnummer : 1
Geleidersoort + plaats : bliksemdr. ondertrav
Geleiders veld 1 en 2 : Br 50

DRAADTREKKRACHTEN - "Ultimate Limit State" (inclusief veiligheidsfactor, table 4.2.11/NL.1)

		VELD 1		VELD 2	
	Hoek t.o.v. lijnrichting	Min.lijnhoek	Max.lijnhoek	Min.lijnhoek	Max.lijnhoek
jTrep bij combinatie (1a)	90°	0.00	0.00	20.50	20.50
	0°	0.00	0.00	9.47	9.47
	45°	0.00	0.00	16.56	16.56
	-45°	0.00	0.00	16.56	16.56
jTrep bij combinatie (1b)	90°	0.00	0.00	11.40	11.40
	0°	0.00	0.00	10.47	10.47
	45°	0.00	0.00	10.95	10.95
	-45°	0.00	0.00	10.95	10.95
jTrep bij combinatie (3)	90°	0.00	0.00	41.38	41.38
	0°	0.00	0.00	34.46	34.46
	45°	0.00	0.00	38.21	38.21
	-45°	0.00	0.00	38.21	38.21
jTrep bij combinatie (4)	90°	0.00	0.00	10.52	10.52
	0°	0.00	0.00	9.62	9.62
	45°	0.00	0.00	10.09	10.09
	-45°	0.00	0.00	10.09	10.09
jTrep bij combinatie (5a)	90°	0.00		7.90	
jTrep bij combinatie (6)	90°	0.00		10.66	

DRAADTREKKRACHTEN - "Special Limit State" (inclusief veiligheidsfactor, table 4.2.11/NL.3)

		VELD 1		VELD 2	
	Hoek t.o.v. lijnrichting	Min.lijnhoek	Max.lijnhoek	Min.lijnhoek	Max.lijnhoek
jTrep bij combinatie (1a)	90°	0.00	0.00	12.58	12.58
	0°	0.00	0.00	9.47	9.47
	45°	0.00	0.00	11.17	11.17
	-45°	0.00	0.00	11.17	11.17
jTrep bij combinatie (1b)	90°	0.00	0.00	11.00	11.00
	0°	0.00	0.00	10.47	10.47
	45°	0.00	0.00	10.74	10.74
	-45°	0.00	0.00	10.74	10.74
jTrep bij combinatie (3)	90°	0.00	0.00	22.41	22.41
	0°	0.00	0.00	8.82	8.82
	45°	0.00	0.00	17.41	17.41
	-45°	0.00	0.00	17.41	17.41
jTrep bij combinatie (4)	90°	0.00	0.00	10.15	10.15
	0°	0.00	0.00	9.62	9.62
	45°	0.00	0.00	9.89	9.89
	-45°	0.00	0.00	9.89	9.89

KARAKTERISTIEKE GEGEVENS :

Naam hoogspanningslijn	:	150 kV-lijn Zoetermeer - Leiden
Masttype	:	eindmast
Mastnaam	:	type DD
Mastnummer	:	74
Windgebied	:	II
Bebouwing	:	Onbebouwd
IJsgebied	:	B
Referentie periode	:	50 jaar

		VELD 1	VELD 2
Minimum lijnhoek	[graden]	180	180
Maximum lijnhoek	[graden]	180	180
Veldlengte	[m]	0	395
Vaklengte	[m]	395	

* Belastingcombinaties en -factoren: NEN-EN 50341 -1 t/m -3, nov. 2001

* Berekend worden de "Ultimate Limit State" belastingcombinaties, (table 4.2.11/NL.1)

(1a) Permanente belasting met extreme windbelasting
(1b) Permanente belasting met extreme koude
(3) Permanente belasting met extreme ijsbelasting
(4) Permanente belasting met onderhoudsbelasting
(5a) Permanente belasting met torsie
(6) Permanente belasting

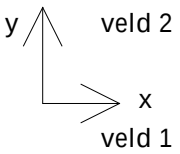
* Berekend worden de "Special Limit State" belastingcombinaties, (table 4.2.11/NL.3)

(1a) Permanente belasting met extreme windbelasting
(1b) Permanente belasting met extreme koude
(3) Permanente belasting met extreme ijsbelasting
(4) Permanente belasting met onderhoudsbelasting

* Alle belastingscomponenten zijn exclusief belastingsfactoren, uitgezonderd draadtrekkrachten jTrep

* Assenstelsel:

y = lijnrichting



INVOERGEGEVENS VOOR DRAAD No.: 1

Geleidersoort	:	fasedraad
Geleidersoort + plaats	:	fasedr. ondertrav.
Geleiders veld 1 en 2	:	CU 185
Eigen gewicht draad	[N/m] :	16.62
Draaddoorsnede	[mm²] :	181.6
Draaddiameter	[mm] :	17.5
Elasticiteitsmodulus	[N/mm²] :	130000
Uitzettingscoëfficiënt	[1/°C] :	.000017
Breekbelasting draad	[N] :	72760.5
Maximum percentage breekbelasting	[%] :	100
EDS percentage breekbelasting	[%] :	33.7
Hoogte draadbevestiging	[m] :	39

Eigen gewicht isolator	[kN] :		0	2.5
Lengte isolator	[m] :		0	2
Diameter isolatorschaal	[mm] :		0	170
Hoogte isolator boven maaiveld	[m] :		39	39
Hoogte verschil draadbevestiging (aangrenzende minus beschouwende mast) (hoger = positief)	[m] :		0	-0.29

INVOERGEGEVENS VOOR DRAAD No.: 2

Geleidersoort	:	fasedraad
Geleidersoort + plaats	:	fasedr. boventrav.
Geleiders veld 1 en 2	:	CU 185
Eigen gewicht draad	[N/m] :	16.62
Draaddoorsnede	[mm²] :	181.6
Draaddiameter	[mm] :	17.5
Elasticiteitsmodulus	[N/mm²] :	130000
Uitzettingscoëfficiënt	[1/°C] :	.000017
Breekbelasting draad	[N] :	72760.5
Maximum percentage breekbelasting	[%] :	100
EDS percentage breekbelasting	[%] :	33.7
Hoogte draadbevestiging	[m] :	46.2

Eigen gewicht isolator	[kN] :	0	2.5
Lengte isolator	[m] :	0	2
Diameter isolatorschaal	[mm] :	0	170
Hoogte isolator boven maaiveld	[m] :	46.2	46.2
Hoogte verschil draadbevestiging (aangrenzende minus beschouwende mast) (hoger = positief)	[m] :	0	-.29

Mastnummer : 74
Draadnummer : 1
Geleidersoort + plaats : fasedr. ondertrav.
Geleiders veld 1 en 2 : CU 185
Veldlengte voor gewicht [m] : 198.58

BELASTING COMPONENTEN [kN]		GELEIDER		ISOLATOR	
		VELD 1	VELD 2	VELD 1	VELD 2
Grep		0.00	- 3.31	0.00	- 2.50
Qijs;rep		0.00	- 1.50	0.00	0.00
Qonderhoud;rep		0.00	- 1.00		
BIJ MINIMUM LIJNHOEKEN-					
Qw;rep loodrecht lijn,	x	0.00	2.67	0.00	0.55
Qw;rep loodrecht lijn,	y	0.00	0.00	0.00	-0.00
Qw;rep in lijnrichting,	x	0.00	0.00	0.00	0.00
Qw;rep in lijnrichting,	y	0.00	0.00	0.00	0.55
Qw;rep 45 graden (+y, +x),	x	0.00	1.33	0.00	0.39
Qw;rep 45 graden (+y, +x),	y	0.00	0.00	0.00	0.39
Qw;rep 45 graden (-y, +x),	x	0.00	1.33	0.00	0.39
Qw;rep 45 graden (-y, +x),	y	0.00	0.00	0.00	-0.39
BIJ MAXIMUM LIJNHOEKEN-					
Qw;rep loodrecht lijn,	x	0.00	2.67	0.00	0.55
Qw;rep loodrecht lijn,	y	0.00	0.00	0.00	-0.00
Qw;rep in lijnrichting,	x	0.00	0.00	0.00	0.00
Qw;rep in lijnrichting,	y	0.00	0.00	0.00	0.55
Qw;rep 45 graden (+y, +x),	x	0.00	1.33	0.00	0.39
Qw;rep 45 graden (+y, +x),	y	0.00	0.00	0.00	0.39
Qw;rep 45 graden (-y, +x),	x	0.00	1.33	0.00	0.39
Qw;rep 45 graden (-y, +x),	y	0.00	0.00	0.00	-0.39
BIJ MINIMUM LIJNHOEKEN - BEIJSD					
Qw;rep loodrecht lijn,	x	0.00	6.82	0.00	0.55
Qw;rep loodrecht lijn,	y	0.00	0.00	0.00	-0.00
Qw;rep in lijnrichting,	x	0.00	0.00	0.00	0.00
Qw;rep in lijnrichting,	y	0.00	0.00	0.00	0.55
Qw;rep 45 graden (+y, +x),	x	0.00	3.41	0.00	0.39
Qw;rep 45 graden (+y, +x),	y	0.00	0.00	0.00	0.39
Qw;rep 45 graden (-y, +x),	x	0.00	3.41	0.00	0.39
Qw;rep 45 graden (-y, +x),	y	0.00	0.00	0.00	-0.39
BIJ MAXIMUM LIJNHOEKEN - BEIJSD					
Qw;rep loodrecht lijn,	x	0.00	6.82	0.00	0.55
Qw;rep loodrecht lijn,	y	0.00	0.00	0.00	-0.00
Qw;rep in lijnrichting,	x	0.00	0.00	0.00	0.00
Qw;rep in lijnrichting,	y	0.00	0.00	0.00	0.55
Qw;rep 45 graden (+y, +x),	x	0.00	3.41	0.00	0.39
Qw;rep 45 graden (+y, +x),	y	0.00	0.00	0.00	0.39
Qw;rep 45 graden (-y, +x),	x	0.00	3.41	0.00	0.39
Qw;rep 45 graden (-y, +x),	y	0.00	0.00	0.00	-0.39

Mastnummer : 74
Draadnummer : 1
Geleidersoort + plaats : fasedr. ondertrav.
Geleiders veld 1 en 2 : CU 185

DRAADTREKKRACHTEN - "Ultimate Limit State" (inclusief veiligheidsfactor, table 4.2.11/NL.1)

		VELD 1		VELD 2	
	Hoek t.o.v. lijnrichting	Min.lijnhoek	Max.lijnhoek	Min.lijnhoek	Max.lijnhoek
jTrep bij combinatie (1a)	90°	0.00	0.00	40.70	40.70
	0°	0.00	0.00	29.69	29.69
	45°	0.00	0.00	35.78	35.78
	-45°	0.00	0.00	35.78	35.78
jTrep bij combinatie (1b)	90°	0.00	0.00	32.61	32.61
	0°	0.00	0.00	32.03	32.03
	45°	0.00	0.00	32.32	32.32
	-45°	0.00	0.00	32.32	32.32
jTrep bij combinatie (3)	90°	0.00	0.00	49.73	49.73
	0°	0.00	0.00	45.23	45.23
	45°	0.00	0.00	47.56	47.56
	-45°	0.00	0.00	47.56	47.56
jTrep bij combinatie (4)	90°	0.00	0.00	37.61	37.61
	0°	0.00	0.00	37.02	37.02
	45°	0.00	0.00	37.32	37.32
	-45°	0.00	0.00	37.32	37.32
jTrep bij combinatie (5a)	90°	0.00		24.74	
jTrep bij combinatie (6)	90°	0.00		33.40	

DRAADTREKKRACHTEN - "Special Limit State" (inclusief veiligheidsfactor, table 4.2.11/NL.3)

		VELD 1		VELD 2	
	Hoek t.o.v. lijnrichting	Min.lijnhoek	Max.lijnhoek	Min.lijnhoek	Max.lijnhoek
jTrep bij combinatie (1a)	90°	0.00	0.00	32.29	32.29
	0°	0.00	0.00	29.69	29.69
	45°	0.00	0.00	31.02	31.02
	-45°	0.00	0.00	31.02	31.02
jTrep bij combinatie (1b)	90°	0.00	0.00	32.37	32.37
	0°	0.00	0.00	32.03	32.03
	45°	0.00	0.00	32.20	32.20
	-45°	0.00	0.00	32.20	32.20
jTrep bij combinatie (3)	90°	0.00	0.00	36.61	36.61
	0°	0.00	0.00	32.54	32.54
	45°	0.00	0.00	34.66	34.66
	-45°	0.00	0.00	34.66	34.66
jTrep bij combinatie (4)	90°	0.00	0.00	36.21	36.21
	0°	0.00	0.00	35.84	35.84
	45°	0.00	0.00	36.03	36.03
	-45°	0.00	0.00	36.03	36.03

Mastnummer : 74
Draadnummer : 2
Geleidersoort + plaats : fasedr. boventrav.
Geleiders veld 1 en 2 : CU 185
Veldlengte voor gewicht [m] : 198.58

BELASTING COMPONENTEN [kN]		GELEIDER		ISOLATOR	
		VELD 1	VELD 2	VELD 1	VELD 2
Grep		0.00	- 3.31	0.00	- 2.50
Qijs;rep		0.00	- 1.50	0.00	0.00
Qonderhoud;rep		0.00	- 1.00		
BIJ MINIMUM LIJNHOEKEN-					
Qw;rep loodrecht lijn,	x	0.00	2.86	0.00	0.57
Qw;rep loodrecht lijn,	y	0.00	0.00	0.00	-0.00
Qw;rep in lijnrichting,	x	0.00	0.00	0.00	0.00
Qw;rep in lijnrichting,	y	0.00	0.00	0.00	0.57
Qw;rep 45 graden (+y, +x),	x	0.00	1.43	0.00	0.40
Qw;rep 45 graden (+y, +x),	y	0.00	0.00	0.00	0.40
Qw;rep 45 graden (-y, +x),	x	0.00	1.43	0.00	0.40
Qw;rep 45 graden (-y, +x),	y	0.00	0.00	0.00	-0.40
BIJ MAXIMUM LIJNHOEKEN-					
Qw;rep loodrecht lijn,	x	0.00	2.86	0.00	0.57
Qw;rep loodrecht lijn,	y	0.00	0.00	0.00	-0.00
Qw;rep in lijnrichting,	x	0.00	0.00	0.00	0.00
Qw;rep in lijnrichting,	y	0.00	0.00	0.00	0.57
Qw;rep 45 graden (+y, +x),	x	0.00	1.43	0.00	0.40
Qw;rep 45 graden (+y, +x),	y	0.00	0.00	0.00	0.40
Qw;rep 45 graden (-y, +x),	x	0.00	1.43	0.00	0.40
Qw;rep 45 graden (-y, +x),	y	0.00	0.00	0.00	-0.40
BIJ MINIMUM LIJNHOEKEN - BEIJSD					
Qw;rep loodrecht lijn,	x	0.00	7.31	0.00	0.57
Qw;rep loodrecht lijn,	y	0.00	0.00	0.00	-0.00
Qw;rep in lijnrichting,	x	0.00	0.00	0.00	0.00
Qw;rep in lijnrichting,	y	0.00	0.00	0.00	0.57
Qw;rep 45 graden (+y, +x),	x	0.00	3.65	0.00	0.40
Qw;rep 45 graden (+y, +x),	y	0.00	0.00	0.00	0.40
Qw;rep 45 graden (-y, +x),	x	0.00	3.65	0.00	0.40
Qw;rep 45 graden (-y, +x),	y	0.00	0.00	0.00	-0.40
BIJ MAXIMUM LIJNHOEKEN - BEIJSD					
Qw;rep loodrecht lijn,	x	0.00	7.31	0.00	0.57
Qw;rep loodrecht lijn,	y	0.00	0.00	0.00	-0.00
Qw;rep in lijnrichting,	x	0.00	0.00	0.00	0.00
Qw;rep in lijnrichting,	y	0.00	0.00	0.00	0.57
Qw;rep 45 graden (+y, +x),	x	0.00	3.65	0.00	0.40
Qw;rep 45 graden (+y, +x),	y	0.00	0.00	0.00	0.40
Qw;rep 45 graden (-y, +x),	x	0.00	3.65	0.00	0.40
Qw;rep 45 graden (-y, +x),	y	0.00	0.00	0.00	-0.40

Mastnummer : 74
Draadnummer : 2
Geleidersoort + plaats : fasedr. boventrav.
Geleiders veld 1 en 2 : CU 185

DRAADTREKKRACHTEN - "Ultimate Limit State" (inclusief veiligheidsfactor, table 4.2.11/NL.1)

		VELD 1		VELD 2	
	Hoek t.o.v. lijnrichting	Min.lijnhoek	Max.lijnhoek	Min.lijnhoek	Max.lijnhoek
jTrep bij combinatie (1a)	90°	0.00	0.00	42.00	42.00
	0°	0.00	0.00	29.69	29.69
	45°	0.00	0.00	36.56	36.56
	-45°	0.00	0.00	36.56	36.56
jTrep bij combinatie (1b)	90°	0.00	0.00	32.69	32.69
	0°	0.00	0.00	32.03	32.03
	45°	0.00	0.00	32.36	32.36
	-45°	0.00	0.00	32.36	32.36
jTrep bij combinatie (3)	90°	0.00	0.00	50.34	50.34
	0°	0.00	0.00	45.23	45.23
	45°	0.00	0.00	47.89	47.89
	-45°	0.00	0.00	47.89	47.89
jTrep bij combinatie (4)	90°	0.00	0.00	37.70	37.70
	0°	0.00	0.00	37.02	37.02
	45°	0.00	0.00	37.36	37.36
	-45°	0.00	0.00	37.36	37.36
jTrep bij combinatie (5a)	90°	0.00		24.74	
jTrep bij combinatie (6)	90°	0.00		33.40	

DRAADTREKKRACHTEN - "Special Limit State" (inclusief veiligheidsfactor, table 4.2.11/NL.3)

		VELD 1		VELD 2	
	Hoek t.o.v. lijnrichting	Min.lijnhoek	Max.lijnhoek	Min.lijnhoek	Max.lijnhoek
jTrep bij combinatie (1a)	90°	0.00	0.00	32.65	32.65
	0°	0.00	0.00	29.69	29.69
	45°	0.00	0.00	31.21	31.21
	-45°	0.00	0.00	31.21	31.21
jTrep bij combinatie (1b)	90°	0.00	0.00	32.43	32.43
	0°	0.00	0.00	32.03	32.03
	45°	0.00	0.00	32.23	32.23
	-45°	0.00	0.00	32.23	32.23
jTrep bij combinatie (3)	90°	0.00	0.00	37.16	37.16
	0°	0.00	0.00	32.54	32.54
	45°	0.00	0.00	34.96	34.96
	-45°	0.00	0.00	34.96	34.96
jTrep bij combinatie (4)	90°	0.00	0.00	36.26	36.26
	0°	0.00	0.00	35.84	35.84
	45°	0.00	0.00	36.06	36.06
	-45°	0.00	0.00	36.06	36.06

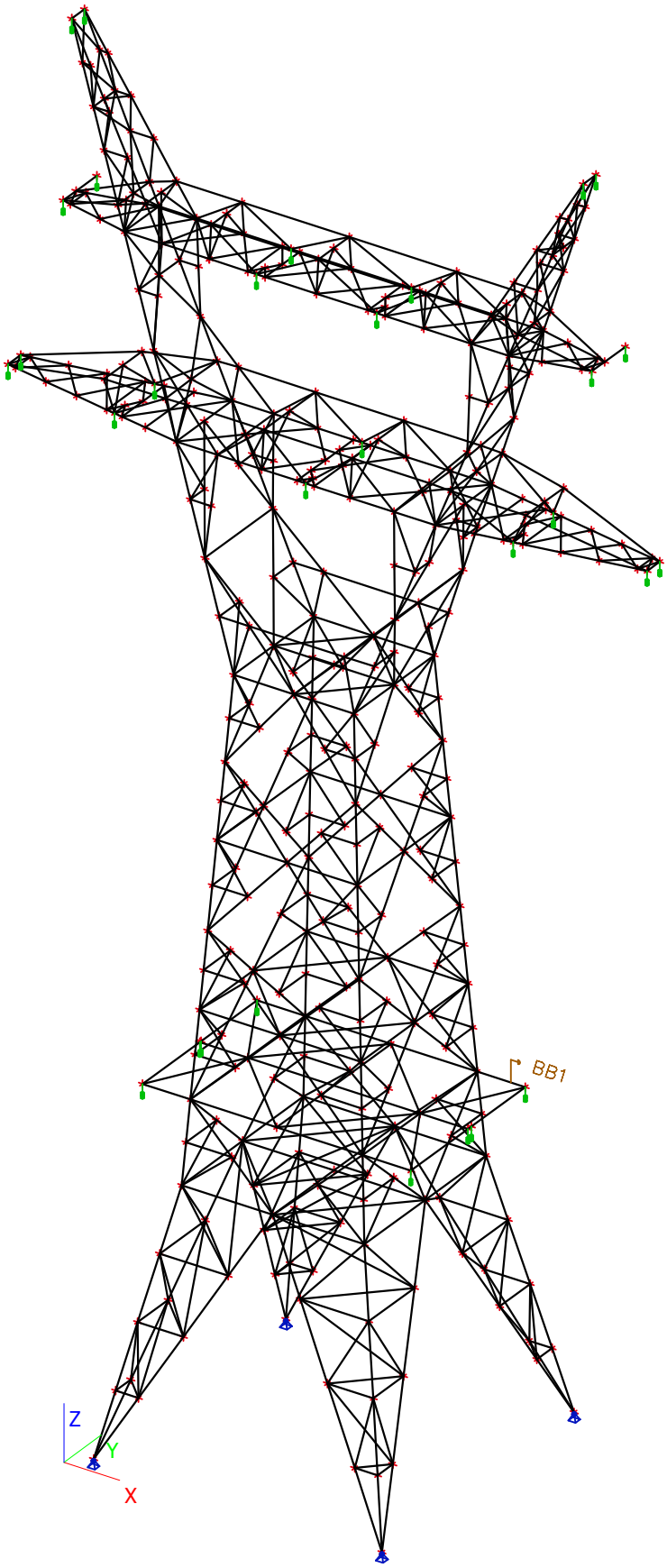
Bijlage B Berekening Mast

Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
Versie	Scia Engineer 13.1.64
Projectbestandsnaam	Esa3-18-7_2fasen.esa
Project bestandspad	H:\Projecten\13.039 Fabricom vervangen mast 74 150 kV-lijn Leiden-Zoetermeer\1303914509, noodmast P74 etc\02 - Documenten\Mast 74(2fase)\Scia\
Functionaliteit	Niet lineariteit Stabiliteit (Algemene knikvorm) Klimaatlasten Staal Oude stijl document
Nationale Bijlage	Nederlandse NEN-EN NA
Onderdeel	Berekening Mast 74N
Omschrijving	Ontwerpberekening
Auteur	JH
Datum	09.04.2013
Constructie	Algemeen XYZ
Nationale norm	EC - EN

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	2
2. Overzicht rekenmodel	3
3. Knoop	4
4. Knoopnummers	6
4.1. Knoopnummers steunpunten	6
5. 1D-staaf	7
6. Staafnummers mastlichaam	19
6.1. Vak 1	19
6.2. Vak 2 + 3	20
6.3. Vak 4 + 5	21
6.4. Vak 6 + 7 + 8	22
6.5. Vak 9 + 13 + 14 + 21	23
6.6. Vak 10 + 11 + 12	23
6.7. Vak 15 - 17	24
6.8. Vak 18 - 20	25
7. Staafnummers traverses	26
7.1. Traverse 1	26
7.2. Traverse 2	26
7.3. Traverse 3	27
7.4. Traverse 4	27
7.5. Traverse 5	28
7.6. Traverse 6	28
8. Staafnummers horizontale verbanden	29
8.1. Horizontaal verband 1	29
8.2. Horizontaal verband 2	29
8.3. Horizontaal verband 3	30
8.4. Horizontaal verband 4	30
9. Belastingsgevallen	31
10. Combinaties	32
11. Resultaten	46
11.1. Interne krachten in staaf	46
11.2. Reacties	60
11.3. Resultante op Fundering	60
11.4. Controle rand tafelconstructie	60
11.4.1. Controle rand tafelconstructie UNP	60
11.4.2. Controle rand tafelconstructie HEA	63
11.5. Controle UNP profilen	65
11.5.1. Traverse 3,4 - onderrand	65
11.5.2. Traverse 3,4 - Staaf S505,512,508,511	68
11.5.3. Vak 19,18,17,16 - onderrand voorvlak	70
11.5.4. Vak 19,18,17,16 - onderrand achtervlak	73
11.5.5. Vak 19,18,17,16 - staaf S280,188	75
11.5.6. Vak 19,18,17,16 - staaf S209,189	76
11.5.7. Traverse 1,2 - onderrand	78
11.5.8. Traverse 1,2 - staaf S283,312	81
11.5.9. Traverse 1,2 - staaf S283,312	82
11.5.10. Vak 9,13,14 - onderrand voorvlak	84
11.5.11. Vak 9,13,14 - onderrand achtervlak	87
11.5.12. Vak 9,13,14 - staaf S299	88
11.5.13. Vak 9,13,14 - staaf S324	90

2. Overzicht rekenmodel



3. Knoop

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K1	-8,904	-0,682	49,980
K2	-9,553	0,000	49,980
K3	-10,100	-0,541	51,489
K5	-9,553	0,682	49,980
K7	-10,100	0,541	51,489
K9	-9,553	-0,682	49,980
K13	-9,014	0,821	48,490
K15	-8,333	0,000	46,609
K17	-9,014	-0,821	48,490
K21	-9,764	0,543	51,470
K24	-8,905	0,682	49,980
K28	-8,045	0,821	48,490
K29	-8,333	0,996	46,609
K31	-9,764	-0,543	51,470
K38	-8,045	-0,821	48,490
K39	-8,333	-0,996	46,609
K43	-8,004	-1,081	45,700
K47	-7,279	0,000	43,700
K55	-7,279	-1,268	43,700
K56	-7,279	1,268	43,700
K61	-5,929	1,616	39,971
K63	-5,397	-1,753	38,500
K65	-5,929	-1,616	39,971
K67	-5,938	0,000	39,994
K69	-3,952	2,126	34,509
K70	-5,397	0,000	38,500
K71	-4,678	1,939	36,515
K72	-4,676	1,060	36,510
K75	-3,952	-2,126	34,509
K77	-4,678	-1,939	36,515
K78	-4,676	-1,060	36,510
K81	4,678	1,939	36,515
K82	3,814	1,939	36,514
K83	3,677	1,753	38,500
K86	-1,974	2,323	32,501
K87	1,974	2,323	32,501
K88	-1,974	-2,323	32,501
K89	1,974	-2,323	32,501
K90	-3,226	2,313	32,505
K91	-2,500	2,500	30,500
K93	0,000	2,500	30,500
K95	-3,226	1,063	32,505
K99	-2,500	0,000	30,500
K102	-2,500	-2,500	30,500
K103	-3,226	-1,063	32,505
K104	-3,226	-2,313	32,505
K109	0,000	-2,500	30,500
K111	3,226	2,313	32,505
K112	2,500	2,500	30,500
K115	8,904	0,682	49,980
K116	9,553	0,000	49,980
K117	8,904	-0,682	49,980
K118	10,100	-0,541	51,489
K120	9,553	0,682	49,980
K122	10,100	0,541	51,489
K124	9,553	-0,682	49,980
K128	9,014	0,821	48,490
K130	8,333	0,000	46,609
K132	9,014	-0,821	48,490
K136	9,764	0,543	51,470
K143	8,045	0,821	48,490
K144	8,333	0,996	46,609
K146	9,764	-0,543	51,470
K153	8,045	-0,821	48,490
K154	8,333	-0,997	46,609
K156	8,004	1,081	45,700

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K158	8,004	-1,081	45,700
K162	7,279	0,000	43,700
K170	7,279	-1,268	43,700
K171	7,279	1,268	43,700
K173	-7,185	0,001	47,000
K176	6,434	-1,080	45,700
K177	7,185	0,001	47,000
K186	-2,498	1,081	45,700
K190	-4,465	1,081	45,700
K191	-4,465	0,000	47,000
K194	-4,465	-1,081	45,700
K198	-6,435	-1,081	45,700
K201	-2,498	-1,081	45,700
K205	4,465	0,960	47,000
K206	6,435	1,081	45,700
K207	2,498	1,081	45,700
K211	4,465	1,081	45,700
K212	4,465	0,000	47,000
K215	4,465	-1,081	45,700
K217	4,465	-0,960	47,000
K219	6,435	-1,081	45,700
K222	2,498	-1,081	45,700
K224	0,000	1,081	45,700
K226	0,000	0,000	47,000
K227	0,000	-1,081	45,700
K233	-7,185	0,960	47,000
K235	-7,185	-0,960	47,000
K243	-6,480	1,268	43,700
K245	-6,480	-1,268	43,700
K254	-11,000	-0,400	45,700
K256	-10,647	0,400	53,000
K261	7,185	0,960	47,000
K264	11,000	0,400	45,700
K267	7,185	-0,960	47,000
K269	6,480	1,268	43,700
K271	6,480	-1,268	43,700
K282	11,000	-0,400	45,700
K284	10,647	0,400	53,000
K291	-3,677	1,753	38,500
K294	-5,042	1,614	39,996
K298	5,929	1,616	39,971
K301	5,397	1,753	38,500
K302	5,042	1,614	39,996
K306	-5,042	-1,614	39,996
K307	-3,677	-1,753	38,500
K311	-9,194	-0,811	45,700
K312	-10,645	0,481	45,700
K314	-9,194	0,811	45,700
K315	-10,645	-0,481	45,700
K325	-10,647	-0,400	53,000
K329	-2,145	-1,081	45,700
K332	-2,145	1,081	45,700
K335	-6,435	1,081	45,700
K337	-4,471	-1,081	45,700
K339	-2,861	1,081	45,700
K343	-2,861	-1,081	45,700
K345	-2,145	0,000	45,700
K352	9,194	-0,811	45,700
K353	10,645	0,481	45,700
K355	9,194	0,811	45,700
K356	10,645	-0,481	45,700
K372	2,855	1,081	45,700
K376	2,855	-1,081	45,700
K378	2,145	0,000	45,700
K382	2,145	-1,081	45,700
K384	2,145	1,081	45,700

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K388	-8,004	1,081	45,700
K394	-1,837	1,753	38,500
K395	-1,840	0,000	39,996
K396	1,837	1,753	38,500
K397	1,840	0,000	39,996
K400	-8,778	-0,008	39,672
K401	-8,297	-1,256	38,500
K403	-8,297	1,256	38,500
K404	-1,837	-1,753	38,500
K406	1,837	-1,753	38,500
K408	-1,840	-1,614	39,996
K409	-1,840	1,614	39,996
K410	1,840	-1,614	39,996
K411	1,840	1,614	39,996
K414	0,000	1,753	38,500
K420	-13,297	0,400	38,500
K423	-8,778	1,174	39,672
K424	13,297	0,400	38,500
K426	8,297	1,256	38,500
K428	8,778	1,174	39,672
K429	-13,297	-0,400	38,500
K433	-8,778	-1,174	39,672
K434	0,000	-1,753	38,500
K438	3,677	-1,753	38,500
K444	5,397	-1,753	38,500
K447	5,397	0,000	38,500
K448	4,676	1,060	36,510
K451	3,226	1,063	32,505
K456	3,952	-2,126	34,509
K458	13,297	-0,400	38,500
K459	5,929	-1,616	39,971
K460	8,297	-1,256	38,500
K462	8,778	-1,174	39,672
K469	4,678	-1,939	36,515
K470	4,676	-1,060	36,510
K473	-3,677	0,000	38,500
K493	-11,512	0,706	38,500
K494	-12,942	-0,461	38,500
K495	-10,082	0,951	38,500
K496	-11,512	-0,706	38,500
K497	-8,652	1,196	38,500
K498	-10,082	-0,951	38,500
K504	-12,942	0,461	38,500
K507	-8,652	-1,196	38,500
K515	-7,942	0,000	38,500
K519	-7,942	-1,317	38,500
K520	-7,942	1,317	38,500
K521	-6,838	-1,506	38,500
K522	-6,838	1,506	38,500
K527	3,677	0,000	38,500
K531	0,352	0,000	38,500
K532	-0,358	-0,886	38,500
K534	0,352	-1,753	38,500
K538	8,778	-0,008	39,672
K544	-0,358	1,753	38,500
K545	-0,358	-1,753	38,500
K546	5,938	0,000	39,994
K550	11,512	-0,706	38,500
K551	12,942	0,461	38,500
K552	10,082	-0,951	38,500
K553	11,512	0,706	38,500
K554	8,652	-1,196	38,500
K555	10,082	0,951	38,500
K561	12,942	-0,461	38,500
K564	8,652	1,196	38,500
K572	7,942	0,000	38,500

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

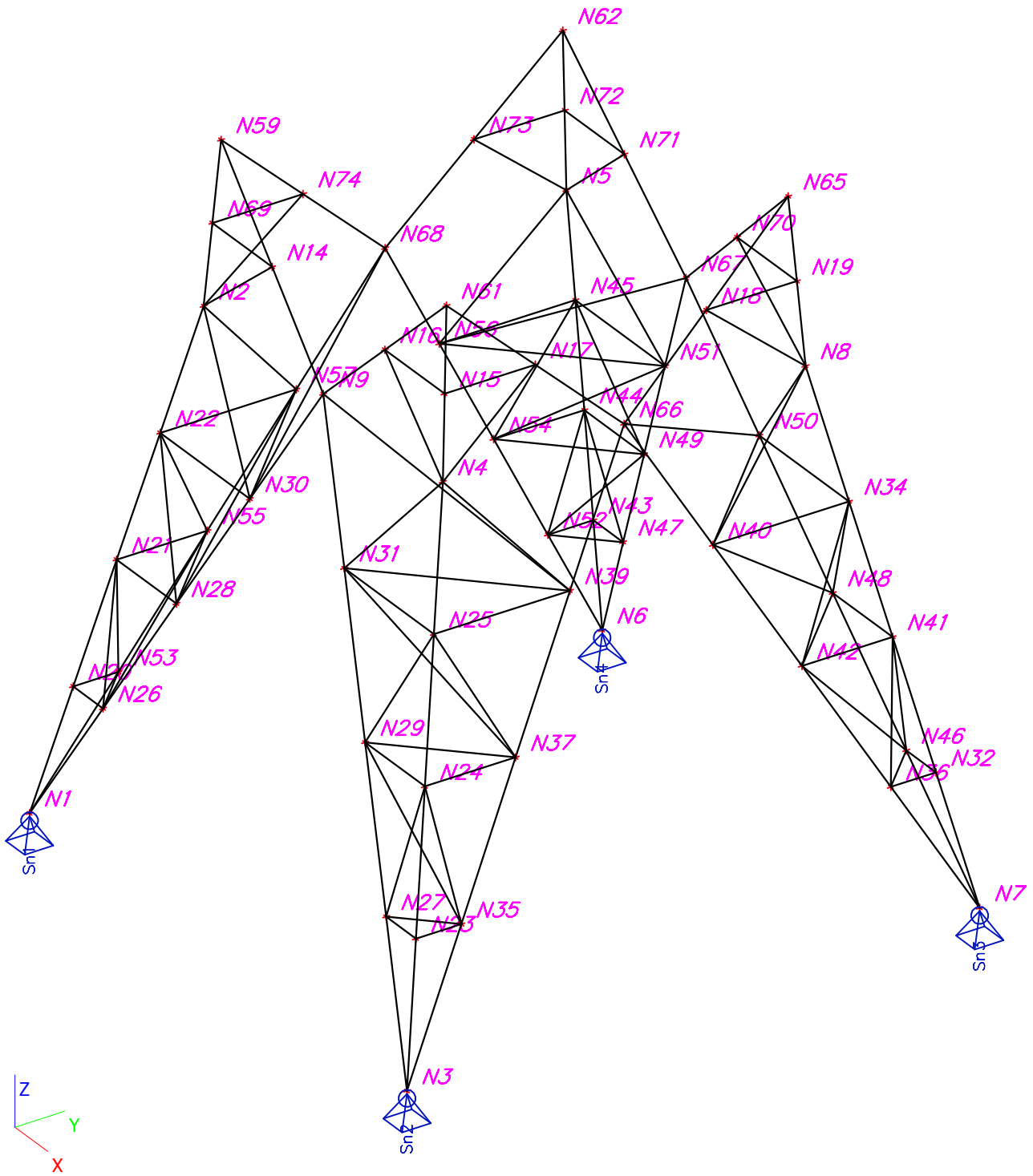
Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K576	7,942	1,317	38,500
K577	7,942	-1,317	38,500
K578	6,837	1,506	38,500
K579	6,837	-1,506	38,500
K589	-0,358	0,886	38,500
K591	0,352	1,753	38,500
K598	5,042	-1,614	39,996
K601	3,813	-1,939	36,514
K605	3,226	-1,063	32,505
K606	3,226	-2,313	32,505
K618	10,647	-0,400	53,000
K619	-6,526	-1,462	41,620
K620	-6,526	1,462	41,620
K621	6,526	1,462	41,620
K622	6,527	-1,462	41,621
K623	-4,465	0,960	47,000
N1	-6,000	-6,000	0,000
N2	-3,800	-3,800	10,500
N3	6,000	-6,000	0,000
N4	3,800	-3,800	10,500
N5	-3,800	3,800	10,500
N6	-6,000	6,000	0,000
N7	6,000	6,000	0,000
N8	3,800	3,800	10,500
N20	-5,450	-5,450	2,625
N21	-4,900	-4,900	5,250
N22	-4,350	-4,350	7,875
N23	5,450	-5,450	2,625
N24	4,900	-4,900	5,250
N25	4,350	-4,350	7,875
N26	-4,500	-5,450	2,625
N27	4,500	-5,450	2,625
N28	-3,000	-4,900	5,250
N29	3,000	-4,900	5,250
N30	-1,500	-4,350	7,875
N31	1,500	-4,350	7,875
N32	5,450	5,450	2,625
N34	4,350	4,350	7,875
N35	5,450	-4,500	2,625
N36	5,450	4,500	2,625
N37	4,900	-3,000	5,250
N39	4,350	-1,500	7,875
N40	4,350	1,500	7,875
N41	4,900	4,900	5,250
N42	4,900	3,000	5,250
N43	-5,450	5,450	2,625
N44	-4,900	4,900	5,250
N45	-4,350	4,350	7,875
N46	4,500	5,450	2,625
N47	-4,500	5,450	2,625
N48	3,000	4,900	5,250
N49	-3,000	4,900	5,250
N50	1,500	4,350	7,875
N51	-1,500	4,350	7,875
N52	-5,450	4,500	2,625
N53	-5,450	-4,500	2,625
N54	-4,900	3,000	5,250
N55	-4,900	-3,000	5,250
N56	-4,350	1,500	7,875
N57	-4,350	-1,500	7,875
N59	-3,582	-3,582	13,860
N61	3,582	-3,582	13,860
N62	-3,582	3,582	13,860
N65	3,582	3,582	13,860
N9	0,000	-3,800	10,500
N66	3,800	0,000	10,500

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
N67	0,000	3,800	10,500
N68	-3,800	0,000	10,500
N69	-3,691	-3,691	12,180
N14	-1,791	-3,691	12,180
N15	3,691	-3,691	12,180
N16	1,791	-3,691	12,180
N17	3,691	-1,791	12,180
N18	3,691	1,791	12,180
N19	3,691	3,691	12,180
N70	1,791	3,691	12,180
N71	-1,791	3,691	12,180
N72	-3,691	3,691	12,180
N73	-3,691	1,791	12,180
N74	-3,691	-1,791	12,180
N76	-3,151	-3,151	20,480
N78	3,151	-3,151	20,480
N79	-3,151	3,151	20,480
N82	3,151	3,151	20,480
N83	-3,353	-3,353	17,382
N84	3,353	-3,353	17,382
N85	3,353	3,353	17,382
N86	-3,353	3,353	17,382
N87	1,791	-3,467	15,621
N88	3,467	-3,467	15,621
N89	3,467	-1,791	15,621
N90	3,467	1,791	15,621
N91	3,467	3,467	15,621
N92	1,791	3,467	15,621
N93	-1,791	3,467	15,621
N94	-3,467	3,467	15,621
N95	-3,467	1,791	15,621
N96	-3,467	-1,791	15,621
N97	-3,467	-3,467	15,621
N98	-1,791	-3,467	15,621
N99	1,576	-3,252	18,931
N100	3,252	-3,252	18,931
N101	3,252	-1,576	18,931
N102	3,252	1,575	18,931
N33	3,252	3,252	18,931
N103	1,576	3,252	18,931
N104	-1,576	3,252	18,931
N105	-3,252	3,252	18,931
N106	-3,252	1,575	18,931
N38	-3,252	-1,576	18,931
N107	-3,252	-3,252	18,931
N108	-1,576	-3,252	18,931
N114	-2,720	-2,721	27,100
N116	2,721	-2,721	27,100
N117	-2,720	2,720	27,100
N120	2,721	2,720	27,100
N121	-2,920	-2,920	24,033
N122	2,920	-2,920	24,033
N123	2,920	2,920	24,033
N124	-2,920	2,920	24,033
N125	1,576	-3,036	22,256
N126	3,036	-3,036	22,256
N127	3,036	-1,576	22,256
N128	3,036	1,575	22,256
N129	3,036	3,035	22,256
N130	1,576	3,035	22,256
N131	-1,576	3,035	22,256
N132	-3,036	3,035	22,256
N133	-3,036	1,575	22,256
N134	-3,036	-1,576	22,256
N135	-3,036	-3,036	22,256
N136	-1,576	-3,036	22,256

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
N137	1,361	-2,821	25,566
N138	2,821	-2,821	25,566
N139	2,821	-1,361	25,566
N140	2,821	1,360	25,566
N141	2,821	2,820	25,566
N142	1,361	2,820	25,566
N143	-1,360	2,820	25,566
N144	-2,820	2,820	25,566
N145	-2,820	1,360	25,566
N146	-2,820	-1,361	25,566
N147	-2,820	-2,821	25,566
N148	-1,360	-2,821	25,566
N149	2,920	0,000	24,033
N150	0,000	2,920	24,033
N151	-2,920	0,000	24,033
N152	0,000	-2,920	24,033
N156	2,500	-2,500	30,500
N165	-2,610	-2,611	28,800
N166	-1,360	-2,611	28,800
N167	1,360	-2,611	28,800
N168	2,610	-2,611	28,800
N169	2,610	-1,361	28,800
N170	2,610	1,360	28,800
N171	2,610	2,610	28,800
N172	1,361	2,610	28,800
N173	-1,360	2,610	28,800
N174	-2,610	2,610	28,800
N175	-2,610	1,360	28,800
N176	-2,610	-1,361	28,800
K624	-0,358	0,000	38,500
K625	2,500	-0,001	30,500
K626	-5,397	1,753	38,500
K627	-4,464	-0,960	47,000
K628	3,952	2,126	34,509
K629	-3,814	-1,939	36,515
K630	-3,814	1,939	36,515
N12	0,000	0,000	10,500
N183	0,000	0,000	30,500
N184	0,000	-3,353	17,382
N185	-3,353	0,000	17,382
N186	0,000	3,353	17,382
N187	3,353	0,000	17,382
N191	0,000	0,960	47,000
N192	0,000	-0,960	47,000
N196	11,000	1,700	45,700
K631	-11,000	0,400	45,700
K632	-11,000	1,700	45,700
K634	-5,582	-3,582	13,860
K635	-5,582	3,582	13,860
K641	5,582	-3,582	13,860
K642	5,582	3,582	13,860
K643	-3,582	0,000	13,860
K644	0,000	3,582	13,860
K645	3,582	0,000	13,860
K646	0,000	-3,582	13,860
K647	-5,582	0,000	13,860
K648	5,582	0,000	13,860
K651	-5,582	0,080	13,860
K652	5,582	0,212	13,860
K656	-0,003	-1,320	38,500
K657	2,500	-0,541	45,700
K658	-2,503	-0,541	45,700
K659	8,297	-0,598	38,500
K660	-8,297	-0,598	38,500

4. Knoopnummers

4.1. Knoopnummers steunpunten



5. 1D-staaf

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Type	Laag
S1	CS22 - HFLeq60x60x6	0,941	Balk (80)	CrossArm6
S2	CS11 - L50X5	1,862	Kolom (100)	CrossArm6
S3	CS11 - L50X5	2,018	Kolom (100)	CrossArm6
S4	CS11 - L50X5	1,862	Kolom (100)	CrossArm6
S5	CS11 - L50X5	2,018	Kolom (100)	CrossArm6
S6	CS11 - L50X5	1,364	Balk (80)	CrossArm6
S7	CS11 - L50X5	2,184	Kolom (100)	CrossArm6
S8	CS88 - L60X6	2,162	Kolom (100)	CrossArm6
S9	CS11 - L50X5	2,184	Kolom (100)	CrossArm6
S10	CS88 - L60X6	2,162	Kolom (100)	CrossArm6
S11	CS7 - L50X5	1,511	Kolom (100)	CrossArm6
S12	CS7 - L50X5	0,336	Balk (80)	CrossArm6
S13	CS7 - L50X5	1,501	Kolom (100)	CrossArm6
S14	CS7 - L50X5	0,649	Balk (80)	CrossArm6
S15	CS7 - L50X5	1,911	Kolom (100)	CrossArm6
S16	CS7 - L50X5	0,969	Balk (80)	CrossArm6
S17	CS7 - L50X5	1,511	Kolom (100)	CrossArm6
S18	CS7 - L50X5	0,336	Balk (80)	CrossArm6
S19	CS7 - L50X5	1,501	Kolom (100)	CrossArm6
S20	CS7 - L50X5	0,649	Balk (80)	CrossArm6
S21	CS7 - L50X5	1,911	Kolom (100)	CrossArm6
S22	CS7 - L50X5	0,969	Balk (80)	CrossArm6
S23	CS4 - L50X5	1,450	Kolom (100)	Vak20
S24	CS4 - L50X5	1,451	Kolom (100)	Vak20
S25	CS4 - L50X5	1,993	Balk (80)	Vak20
S26	CS96 - L120X10	2,386	Kolom (100)	Vak11
S27	CS96 - L120X10	2,652	Kolom (100)	Vak11
S28	CS96 - L120X10	2,386	Kolom (100)	Vak11
S29	CS96 - L120X10	2,651	Kolom (100)	Vak11
S30	CS4 - L50X5	2,536	Balk (80)	Vak11
S31	CS93 - L90X9	2,265	Kolom (100)	Vak10
S33	CS4 - L50X5	1,616	Balk (80)	Vak10
S34	CS93 - L90X9	2,366	Kolom (100)	Vak10
S35	CS4 - L50X5	1,616	Balk (80)	Vak10
S36	CS93 - L90X9	2,265	Kolom (100)	Vak10
S37	CS91 - L150X15	4,747	Kolom (100)	Vak8
S38	CS4 - L50X5	0,879	Balk (80)	Vak8
S40	CS91 - L150X15	4,747	Kolom (100)	Vak8
S41	CS4 - L50X5	0,879	Balk (80)	Vak8
S42	CS92 - L70X7	2,227	Kolom (100)	Vak8
S43	CS4 - L50X5	0,864	Balk (80)	Vak8
S44	CS92 - L70X7	2,231	Kolom (100)	Vak8
S46	CS86 - L130X12	3,949	Balk (80)	Vak6
S47	CS86 - L130X12	3,949	Balk (80)	Vak6
S48	CS88 - L60X6	1,252	Balk (80)	Vak6
S49	CS84 - L100X8	2,076	Kolom (100)	Vak6
S51	CS85 - L60X8	2,571	Kolom (100)	Vak6
S52	CS88 - L60X6	1,250	Balk (80)	Vak6
S53	CS83 - L120X12	2,382	Kolom (100)	Vak7
S54	CS37 - HFLeq75x75x8	4,252	Balk (80)	Vak8
S55	CS85 - L60X8	2,571	Kolom (100)	Vak6
S56	CS88 - L60X6	1,250	Balk (80)	Vak6
S57	CS88 - L60X6	1,252	Balk (80)	Vak6
S58	CS83 - L120X12	2,382	Kolom (100)	Vak7
S60	CS88 - L60X6	1,252	Balk (80)	Vak6
S61	CS84 - L100X8	2,076	Kolom (100)	Vak6
S63	CS22 - HFLeq60x60x6	0,941	Balk (80)	CrossArm5
S64	CS22 - HFLeq60x60x6	0,941	Balk (80)	CrossArm5
S65	CS12 - L50X5	1,862	Kolom (100)	CrossArm5
S66	CS12 - L50X5	2,018	Kolom (100)	CrossArm5
S67	CS12 - L50X5	1,862	Kolom (100)	CrossArm5
S68	CS12 - L50X5	2,018	Kolom (100)	CrossArm5
S69	CS12 - L50X5	1,364	Balk (80)	CrossArm5
S70	CS12 - L50X5	2,184	Kolom (100)	CrossArm5
S71	CS88 - L60X6	2,162	Kolom (100)	CrossArm5
S72	CS12 - L50X5	2,184	Kolom (100)	CrossArm5
S73	CS88 - L60X6	2,162	Kolom (100)	CrossArm5

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Type	Laag
S74	CS7 - L50X5	1,511	Kolom (100)	CrossArm5
S75	CS7 - L50X5	0,336	Balk (80)	CrossArm5
S76	CS7 - L50X5	1,501	Kolom (100)	CrossArm5
S77	CS7 - L50X5	0,649	Balk (80)	CrossArm5
S78	CS7 - L50X5	1,911	Kolom (100)	CrossArm5
S79	CS7 - L50X5	0,969	Balk (80)	CrossArm5
S80	CS7 - L50X5	1,511	Kolom (100)	CrossArm5
S81	CS7 - L50X5	0,336	Balk (80)	CrossArm5
S82	CS7 - L50X5	1,501	Kolom (100)	CrossArm5
S83	CS7 - L50X5	0,649	Balk (80)	CrossArm5
S84	CS7 - L50X5	1,911	Kolom (100)	CrossArm5
S85	CS7 - L50X5	0,969	Balk (80)	CrossArm5
S86	CS4 - L50X5	1,450	Kolom (100)	Vak15
S87	CS4 - L50X5	1,451	Kolom (100)	Vak15
S88	CS4 - L50X5	1,993	Balk (80)	Vak15
S89	CS96 - L120X10	2,386	Kolom (100)	Vak12
S90	CS96 - L120X10	2,652	Kolom (100)	Vak12
S91	CS96 - L120X10	2,386	Kolom (100)	Vak12
S92	CS96 - L120X10	2,651	Kolom (100)	Vak12
S93	CS4 - L50X5	2,536	Balk (80)	Vak12
S94	CS22 - HFLeq60x60x6	1,851	Kolom (100)	Vak20
S95	CS22 - HFLeq60x60x6	1,849	Kolom (100)	Vak20
S96	CS22 - HFLeq60x60x6	1,850	Kolom (100)	Vak15
S97	CS22 - HFLeq60x60x6	1,849	Kolom (100)	Vak15
S98	CS4 - L50X5	1,920	Balk (80)	Vak20
S99	CS4 - L50X5	1,920	Balk (80)	Vak15
S100	CS24 - ISEA100/100/6	2,364	Kolom (100)	Vak19
S101	CS98 - L50X6	2,361	Kolom (100)	Vak18
S102	CS93 - L90X9	2,818	Balk (80)	Vak18
S103	CS4 - L50X5	1,691	Kolom (100)	Vak19
S104	CS4 - L50X5	1,306	Kolom (100)	Vak19
S105	CS4 - L50X5	1,691	Kolom (100)	Vak19
S106	CS4 - L50X5	1,920	Balk (80)	Vak19
S107	CS24 - ISEA100/100/6	2,364	Kolom (100)	Vak19
S108	CS4 - L50X5	1,306	Kolom (100)	Vak19
S109	CS98 - L50X6	2,360	Kolom (100)	Vak18
S110	CS93 - L90X9	2,819	Balk (80)	Vak18
S111	CS24 - ISEA100/100/6	2,363	Kolom (100)	Vak16
S112	CS98 - L50X6	2,361	Kolom (100)	Vak17
S113	CS93 - L90X9	2,819	Balk (80)	Vak17
S114	CS4 - L50X5	1,691	Kolom (100)	Vak17
S115	CS4 - L50X5	1,306	Kolom (100)	Vak17
S116	CS4 - L50X5	1,691	Kolom (100)	Vak17
S117	CS4 - L50X5	1,920	Balk (80)	Vak17
S118	CS24 - ISEA100/100/6	2,363	Kolom (100)	Vak16
S119	CS4 - L50X5	1,306	Kolom (100)	Vak17
S120	CS98 - L50X6	2,361	Kolom (100)	Vak17
S121	CS4 - L50X5	1,306	Kolom (100)	Vak18
S122	CS4 - L50X5	1,691	Kolom (100)	Vak18
S123	CS4 - L50X5	1,691	Kolom (100)	Vak18
S124	CS4 - L50X5	1,920	Balk (80)	Vak18
S125	CS4 - L50X5	1,306	Kolom (100)	Vak18
S126	CS93 - L90X9	2,819	Balk (80)	Vak17
S127	CS97 - L100X10	2,720	Balk (80)	Vak16
S128	CS97 - L100X10	2,720	Balk (80)	Vak16
S129	CS4 - L50X5	1,213	Balk (80)	Vak20
S130	CS4 - L50X5	2,880	Balk (80)	CrossArm4
S131	CS95 - L80X8	1,541	Kolom (100)	Vak20
S132	CS95 - L80X8	1,541	Kolom (100)	Vak20
S133	CS7 - L50X5	0,799	Balk (80)	Vak11
S134	CS7 - L50X5	0,800	Balk (80)	Vak11
S135	CS96 - L120X10	4,098	Kolom (100)	Vak11
S136	CS7 - L50X5	2,179	Kolom (100)	Vak11
S137	CS4 - L50X5	1,213	Balk (80)	Vak20
S138	CS4 - L50X5	2,880	Balk (80)	CrossArm4
S139	CS93 - L90X9	1,506	Kolom (100)	Vak20
S140	CS96 - L120X10	4,099	Kolom (100)	Vak11
S141	CS93 - L90X9	1,506	Kolom (100)	Vak20
S142	CS4 - L50X5	1,213	Balk (80)	Vak15

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Type	Laag
S143	CS4 - L50X5	2,880	Balk (80)	CrossArm3
S144	CS95 - L80X8	1,541	Kolom (100)	Vak15
S145	CS95 - L80X8	1,541	Kolom (100)	Vak15
S146	CS7 - L50X5	0,800	Balk (80)	Vak12
S147	CS7 - L50X5	0,800	Balk (80)	Vak12
S148	CS96 - L120X10	4,098	Kolom (100)	Vak12
S149	CS7 - L50X5	2,179	Kolom (100)	Vak12
S150	CS7 - L50X5	2,179	Kolom (100)	Vak12
S151	CS4 - L50X5	1,213	Balk (80)	Vak15
S152	CS4 - L50X5	2,880	Balk (80)	CrossArm3
S153	CS93 - L90X9	1,506	Kolom (100)	Vak15
S154	CS96 - L120X10	4,099	Kolom (100)	Vak12
S155	CS93 - L90X9	1,506	Kolom (100)	Vak15
S156	CS93 - L90X9	2,264	Kolom (100)	Vak10
S159	CS34 - UNP120	0,888	Balk (80)	Vak10
S160	CS34 - UNP120	0,888	Balk (80)	Vak10
S161	CS86 - L130X12	3,202	Balk (80)	Vak13
S162	CS25 - HFLue120x80x8	1,544	Kolom (100)	Vak10
S164	CS25 - HFLue120x80x8	1,544	Kolom (100)	Vak10
S166	CS34 - UNP120	0,888	Balk (80)	Vak10
S167	CS28 - ISEA55/55/5	1,943	Balk (80)	CrossArm4
S168	CS11 - L50X5	2,235	Balk (80)	CrossArm4
S169	CS28 - ISEA55/55/5	1,943	Balk (80)	CrossArm4
S170	CS11 - L50X5	2,235	Balk (80)	CrossArm4
S171	CS101 - UNP140	3,073	Balk (80)	CrossArm4
S172	CS101 - UNP140	3,073	Balk (80)	CrossArm4
S173	CS30 - UNP140	0,961	Balk (80)	CrossArm4
S175	CS11 - L50X5	0,800	Balk (80)	CrossArm6
S176	CS82 - L180X18	2,140	Kolom (100)	Vak6
S177	CS82 - L180X18	2,140	Kolom (100)	Vak6
S178	CS15 - HFLeq60x60x5	3,046	Balk (80)	Vak18
S179	CS15 - HFLeq60x60x5	3,046	Balk (80)	Vak18
S180	CS28 - ISEA55/55/5	2,672	Balk (80)	Vak20
S181	CS28 - ISEA55/55/5	2,671	Balk (80)	Vak20
S182	CS15 - HFLeq60x60x5	2,921	Balk (80)	Vak19
S183	CS15 - HFLeq60x60x5	2,696	Balk (80)	Vak18
S184	CS15 - HFLeq60x60x5	2,925	Balk (80)	Vak19
S185	CS15 - HFLeq60x60x5	2,692	Balk (80)	Vak18
S186	CS98 - L50X6	1,297	Balk (80)	Vak18
S187	CS98 - L50X6	1,297	Balk (80)	Vak18
S188	CS30 - UNP140	2,163	Balk (80)	Vak18
S189	CS30 - UNP140	2,163	Balk (80)	Vak18
S190	CS28 - ISEA55/55/5	1,943	Balk (80)	CrossArm3
S191	CS11 - L50X5	2,235	Balk (80)	CrossArm3
S192	CS28 - ISEA55/55/5	1,943	Balk (80)	CrossArm3
S193	CS11 - L50X5	2,235	Balk (80)	CrossArm3
S194	CS101 - UNP140	3,073	Balk (80)	CrossArm3
S195	CS101 - UNP140	3,073	Balk (80)	CrossArm3
S196	CS30 - UNP140	0,961	Balk (80)	CrossArm3
S198	CS28 - ISEA55/55/5	2,672	Balk (80)	Vak15
S199	CS28 - ISEA55/55/5	2,672	Balk (80)	Vak15
S200	CS15 - HFLeq60x60x5	2,925	Balk (80)	Vak16
S201	CS15 - HFLeq60x60x5	2,696	Balk (80)	Vak17
S202	CS15 - HFLeq60x60x5	2,925	Balk (80)	Vak16
S203	CS15 - HFLeq60x60x5	2,696	Balk (80)	Vak17
S204	CS98 - L50X6	1,294	Balk (80)	Vak17
S205	CS98 - L50X6	1,294	Balk (80)	Vak17
S206	CS15 - HFLeq60x60x5	3,046	Balk (80)	Vak17
S207	CS15 - HFLeq60x60x5	3,046	Balk (80)	Vak17
S208	CS30 - UNP140	2,163	Balk (80)	Vak17
S209	CS30 - UNP140	2,163	Balk (80)	Vak17
S210	CS101 - UNP140	1,569	Balk (80)	Vak15
S211	CS4 - L50X5	2,163	Balk (80)	Vak15
S212	CS4 - L50X5	2,163	Balk (80)	Vak20
S213	CS101 - UNP140	1,569	Balk (80)	Vak15
S214	CS4 - L50X5	2,305	Kolom (100)	Vak9
S215	CS4 - L50X5	2,305	Kolom (100)	Vak14
S216	CS4 - L50X5	2,348	Balk (80)	CrossArm2
S217	CS4 - L50X5	1,778	Kolom (100)	CrossArm2

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Type	Laag
S218	CS4 - L50X5	1,790	Kolom (100)	CrossArm2
S219	CS4 - L50X5	2,305	Kolom (100)	Vak9
S220	CS4 - L50X5	2,305	Kolom (100)	Vak14
S221	CS4 - L50X5	3,227	Balk (80)	Vak9
S222	CS4 - L50X5	3,227	Balk (80)	Vak14
S223	CS4 - L50X5	2,348	Balk (80)	CrossArm1
S224	CS26 - HFLeq100x100x8	2,376	Kolom (100)	Vak14
S225	CS41 - ISEA120/120/8	2,373	Kolom (100)	Vak9
S226	CS26 - HFLeq100x100x8	2,376	Kolom (100)	Vak14
S227	CS41 - ISEA120/120/8	2,373	Kolom (100)	Vak13
S228	CS40 - ISUA65/50/5	4,732	Balk (80)	CrossArm2
S229	CS4 - L50X5	1,269	Kolom (100)	CrossArm2
S230	CS40 - ISUA65/50/5	2,898	Balk (80)	CrossArm2
S231	CS40 - ISUA65/50/5	4,732	Balk (80)	CrossArm1
S232	CS4 - L50X5	2,810	Kolom (100)	CrossArm1
S233	CS4 - L50X5	1,269	Kolom (100)	CrossArm1
S234	CS40 - ISUA65/50/5	2,898	Balk (80)	CrossArm1
S235	CS40 - ISUA65/50/5	4,732	Balk (80)	CrossArm2
S236	CS4 - L50X5	2,811	Kolom (100)	CrossArm2
S237	CS4 - L50X5	1,269	Kolom (100)	CrossArm2
S238	CS40 - ISUA65/50/5	2,898	Balk (80)	CrossArm2
S239	CS26 - HFLeq100x100x8	2,376	Kolom (100)	Vak14
S240	CS41 - ISEA120/120/8	2,373	Kolom (100)	Vak9
S241	CS26 - HFLeq100x100x8	2,376	Kolom (100)	Vak14
S242	CS41 - ISEA120/120/8	2,373	Kolom (100)	Vak13
S243	CS93 - L90X9	2,366	Kolom (100)	Vak10
S244	CS4 - L50X5	1,616	Balk (80)	Vak10
S245	CS93 - L90X9	2,366	Kolom (100)	Vak10
S247	CS4 - L50X5	0,879	Balk (80)	Vak8
S248	CS92 - L70X7	2,227	Kolom (100)	Vak8
S249	CS85 - L60X8	2,571	Kolom (100)	Vak6
S250	CS88 - L60X6	1,250	Balk (80)	Vak6
S252	CS91 - L150X15	4,747	Kolom (100)	Vak8
S253	CS40 - ISUA65/50/5	4,732	Balk (80)	CrossArm1
S254	CS4 - L50X5	2,810	Kolom (100)	CrossArm1
S255	CS4 - L50X5	1,269	Kolom (100)	CrossArm1
S256	CS40 - ISUA65/50/5	2,898	Balk (80)	CrossArm1
S257	CS4 - L50X5	1,616	Balk (80)	Vak10
S258	CS34 - UNP120	0,888	Balk (80)	Vak10
S259	CS86 - L130X12	3,201	Balk (80)	Vak9
S260	CS4 - L50X5	0,879	Balk (80)	Vak8
S263	CS95 - L80X8	2,542	Balk (80)	Vak9
S264	CS95 - L80X8	2,294	Balk (80)	Vak14
S265	CS95 - L80X8	2,456	Balk (80)	Vak9
S266	CS95 - L80X8	2,542	Balk (80)	Vak9
S267	CS95 - L80X8	2,294	Balk (80)	Vak14
S268	CS43 - ISEA70/70/5	3,507	Balk (80)	Vak9
S269	CS44 - UNP200	1,840	Balk (80)	Vak9
S270	CS36 - ISEA70/70/5	1,753	Balk (80)	Vak10
S273	CS94 - L60X8	1,845	Balk (80)	CrossArm2
S274	CS94 - L60X8	2,188	Balk (80)	CrossArm2
S275	CS94 - L60X8	2,579	Balk (80)	CrossArm2
S278	CS94 - L60X8	1,845	Balk (80)	CrossArm2
S279	CS94 - L60X8	2,188	Balk (80)	CrossArm2
S280	CS94 - L60X8	2,579	Balk (80)	CrossArm2
S282	CS44 - UNP200	0,921	Balk (80)	CrossArm2
S283	CS30 - UNP140	2,391	Balk (80)	CrossArm2
S284	CS94 - L60X8	1,390	Balk (80)	CrossArm2
S285	CS94 - L60X8	1,390	Balk (80)	CrossArm2
S286	CS30 - UNP140	2,634	Balk (80)	CrossArm2
S287	CS43 - ISEA70/70/5	3,013	Balk (80)	CrossArm2
S288	CS93 - L90X9	3,988	Balk (80)	CrossArm2
S289	CS44 - UNP200	8,015	Balk (80)	CrossArm1
S290	CS95 - L80X8	2,456	Balk (80)	Vak13
S291	CS95 - L80X8	2,542	Balk (80)	Vak13
S292	CS95 - L80X8	2,298	Balk (80)	Vak14
S293	CS4 - L50X5	1,135	Balk (80)	Vak14
S294	CS4 - L50X5	1,121	Balk (80)	Vak14
S295	CS44 - UNP200	8,015	Balk (80)	CrossArm1

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Type	Laag
S296	CS4 - L50X5	1,778	Kolom (100)	CrossArm1
S297	CS4 - L50X5	1,790	Kolom (100)	CrossArm1
S298	CS36 - ISEA70/70/5	3,507	Balk (80)	Vak10
S299	CS44 - UNP200	3,507	Balk (80)	Vak14
S300	CS93 - L90X9	2,265	Kolom (100)	Vak10
S301	CS92 - L70X7	2,227	Kolom (100)	Vak8
S302	CS94 - L60X8	1,845	Balk (80)	CrossArm1
S303	CS94 - L60X8	2,188	Balk (80)	CrossArm1
S304	CS94 - L60X8	2,579	Balk (80)	CrossArm1
S307	CS94 - L60X8	1,845	Balk (80)	CrossArm1
S308	CS94 - L60X8	2,188	Balk (80)	CrossArm1
S309	CS94 - L60X8	2,579	Balk (80)	CrossArm1
S311	CS44 - UNP200	0,921	Balk (80)	CrossArm1
S312	CS30 - UNP140	2,391	Balk (80)	CrossArm1
S313	CS94 - L60X8	1,390	Balk (80)	CrossArm1
S314	CS94 - L60X8	1,391	Balk (80)	CrossArm1
S315	CS30 - UNP140	2,634	Balk (80)	CrossArm1
S316	CS43 - ISEA70/70/5	3,013	Balk (80)	CrossArm1
S317	CS93 - L90X9	3,988	Balk (80)	CrossArm1
S318	CS95 - L80X8	2,456	Balk (80)	Vak13
S319	CS95 - L80X8	2,542	Balk (80)	Vak13
S320	CS95 - L80X8	2,298	Balk (80)	Vak14
S321	CS43 - ISEA70/70/5	3,507	Balk (80)	Vak13
S322	CS4 - L50X5	1,135	Balk (80)	Vak14
S323	CS4 - L50X5	1,121	Balk (80)	Vak14
S324	CS44 - UNP200	3,507	Balk (80)	Vak14
S328	CS25 - HFLue120x80x8	1,544	Kolom (100)	Vak10
S330	CS4 - L50X5	0,864	Balk (80)	Vak8
S331	CS92 - L70X7	2,231	Kolom (100)	Vak8
S332	CS90 - L120X12	4,017	Kolom (100)	Vak8
S333	CS85 - L60X8	2,571	Kolom (100)	Vak6
S334	CS88 - L60X6	1,250	Balk (80)	Vak6
S335	CS88 - L60X6	1,252	Balk (80)	Vak6
S336	CS84 - L100X8	2,076	Kolom (100)	Vak6
S337	CS83 - L120X12	2,382	Kolom (100)	Vak7
S340	CS44 - UNP200	8,015	Balk (80)	CrossArm1
S341	CS82 - L180X18	2,140	Kolom (100)	Vak6
S342	CS82 - L180X18	2,140	Kolom (100)	Vak6
S343	CS12 - L50X5	0,800	Balk (80)	CrossArm5
S345	CS35 - L150x150x14	2,816	Balk (80)	Vak6
S346	CS35 - L150x150x14	2,825	Balk (80)	Vak7
S347	CS35 - L150x150x14	2,816	Balk (80)	Vak6
S349	CS35 - L150x150x14	2,816	Balk (80)	Vak6
S350	CS35 - L150x150x14	2,825	Balk (80)	Vak7
S351	CS35 - L150x150x14	2,816	Balk (80)	Vak6
S352	CS35 - L150x150x14	2,825	Balk (80)	Vak7
C1	CS2 - L200X24	10,951	Kolom (100)	Vak1
C2	CS2 - L200X24	10,951	Kolom (100)	Vak1
C4	CS2 - L200X24	10,951	Kolom (100)	Vak1
C3	CS2 - L200X24	10,951	Kolom (100)	Vak1
B9	CS3 - HFLeq150x150x12	12,292	vakwerkdiagonaal (90)	Vak1
B14	CS3 - HFLeq150x150x12	12,292	vakwerkdiagonaal (90)	Vak1
B16	CS3 - HFLeq150x150x12	12,292	vakwerkdiagonaal (90)	Vak1
B18	CS3 - HFLeq150x150x12	12,292	vakwerkdiagonaal (90)	Vak1
SB2	CS4 - L50X5	0,950	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB5	CS4 - L50X5	0,950	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB18	CS62 - L60/6	1,900	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB21	CS62 - L60/6	1,900	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB34	CS61 - L70/7	2,850	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB37	CS61 - L70/7	2,850	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB6	CS4 - L50X5	0,950	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB9	CS4 - L50X5	0,950	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB22	CS62 - L60/6	1,900	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB38	CS61 - L70/7	2,850	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB41	CS61 - L70/7	2,850	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB25	CS62 - L60/6	1,900	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB10	CS4 - L50X5	0,950	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB13	CS4 - L50X5	0,950	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB26	CS62 - L60/6	1,900	vertikaal windverband (0)	Vak1

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Type	Laag
SB29	CS62 - L60/6	1,900	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB42	CS61 - L70/7	2,850	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB45	CS61 - L70/7	2,850	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB14	CS4 - L50X5	0,950	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB1	CS4 - L50X5	0,950	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB30	CS62 - L60/6	1,900	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB17	CS62 - L60/6	1,900	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB46	CS61 - L70/7	2,850	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB33	CS61 - L70/7	2,850	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB16	CS59 - L100/10	2,712	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB32	CS60 - L80/8	3,003	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB48	CS60 - L80/8	3,533	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB15	CS59 - L100/10	2,712	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB31	CS60 - L80/8	3,003	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB47	CS60 - L80/8	3,533	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB12	CS59 - L100/10	2,712	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB28	CS60 - L80/8	3,003	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB44	CS60 - L80/8	3,533	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB11	CS59 - L100/10	2,712	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB27	CS60 - L80/8	3,003	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB43	CS60 - L80/8	3,533	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB8	CS59 - L100/10	2,712	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB24	CS60 - L80/8	3,003	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB40	CS60 - L80/8	3,533	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB7	CS59 - L100/10	2,712	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB23	CS60 - L80/8	3,003	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB39	CS60 - L80/8	3,533	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB4	CS59 - L100/10	2,712	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB20	CS60 - L80/8	3,003	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB36	CS60 - L80/8	3,533	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB3	CS59 - L100/10	2,712	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB19	CS60 - L80/8	3,003	vertikaal windverband (0)	Vak1
SB35	CS60 - L80/8	3,533	vertikaal windverband (0)	Vak1
B89	CS3 - HFLeq150x150x12	12,292	vakwerkdiagonaal (90)	Vak1
B90	CS3 - HFLeq150x150x12	12,292	vakwerkdiagonaal (90)	Vak1
B91	CS3 - HFLeq150x150x12	12,292	vakwerkdiagonaal (90)	Vak1
B92	CS3 - HFLeq150x150x12	12,292	vakwerkdiagonaal (90)	Vak1
C5	CS5 - HFLeq200x200x20	3,374	Kolom (100)	Vak2
C6	CS5 - HFLeq200x200x20	3,374	Kolom (100)	Vak2
C7	CS5 - HFLeq200x200x20	3,374	Kolom (100)	Vak2
C8	CS5 - HFLeq200x200x20	3,374	Kolom (100)	Vak2
B8	CS100 - L160X15	4,916	vakwerkdiagonaal (90)	Vak2
B10	CS100 - L160X15	4,916	vakwerkdiagonaal (90)	Vak2
B12	CS100 - L160X15	4,916	vakwerkdiagonaal (90)	Vak2
B93	CS100 - L160X15	4,916	vakwerkdiagonaal (90)	Vak2
SB49	CS63 - L60/6	1,900	vertikaal windverband (0)	Vak2
SB50	CS65 - L70X7	2,621	vertikaal windverband (0)	Vak2
SB51	CS63 - L60/6	1,900	vertikaal windverband (0)	Vak2
SB52	CS65 - L70X7	2,621	vertikaal windverband (0)	Vak2
SB53	CS63 - L60/6	1,900	vertikaal windverband (0)	Vak2
SB54	CS65 - L70X7	2,621	vertikaal windverband (0)	Vak2
SB55	CS63 - L60/6	1,900	vertikaal windverband (0)	Vak2
SB56	CS65 - L70X7	2,621	vertikaal windverband (0)	Vak2
SB57	CS63 - L60/6	1,900	vertikaal windverband (0)	Vak2
SB58	CS65 - L70X7	2,621	vertikaal windverband (0)	Vak2
SB59	CS63 - L60/6	1,900	vertikaal windverband (0)	Vak2
SB60	CS65 - L70X7	2,621	vertikaal windverband (0)	Vak2
SB61	CS63 - L60/6	1,900	vertikaal windverband (0)	Vak2
SB62	CS65 - L70X7	2,621	vertikaal windverband (0)	Vak2
SB63	CS63 - L60/6	1,900	vertikaal windverband (0)	Vak2
SB64	CS65 - L70X7	2,621	vertikaal windverband (0)	Vak2
B31	CS100 - L160X15	4,916	vakwerkdiagonaal (90)	Vak2
B32	CS100 - L160X15	4,916	vakwerkdiagonaal (90)	Vak2
B33	CS100 - L160X15	4,916	vakwerkdiagonaal (90)	Vak2
B34	CS100 - L160X15	4,916	vakwerkdiagonaal (90)	Vak2
C9	CS5 - HFLeq200x200x20	6,648	Kolom (100)	Vak3
C10	CS5 - HFLeq200x200x20	6,648	Kolom (100)	Vak3
C11	CS5 - HFLeq200x200x20	6,648	Kolom (100)	Vak3
C12	CS5 - HFLeq200x200x20	6,648	Kolom (100)	Vak3

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Type	Laag
B94	CS68 - ISUA150/90/10	9,452	vakwerkdiagonaal (90)	Vak3
B95	CS68 - ISUA150/90/10	9,452	vakwerkdiagonaal (90)	Vak3
B22	CS68 - ISUA150/90/10	9,452	vakwerkdiagonaal (90)	Vak3
B26	CS68 - ISUA150/90/10	9,452	vakwerkdiagonaal (90)	Vak3
B30	CS80 - L60X6	3,353	vertikaal windverband (0)	HorVerb2
B96	CS80 - L60X6	3,353	vertikaal windverband (0)	HorVerb2
B97	CS80 - L60X6	3,353	vertikaal windverband (0)	HorVerb2
B35	CS80 - L60X6	3,353	vertikaal windverband (0)	HorVerb2
SB65	CS67 - L60X6	1,676	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB66	CS67 - L60X6	1,676	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB67	CS67 - L60X6	1,676	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB68	CS67 - L60X6	1,676	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB69	CS67 - L60X6	1,676	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB70	CS67 - L60X6	1,676	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB71	CS67 - L60X6	1,676	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB72	CS67 - L60X6	1,676	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB73	CS66 - L60X6	2,356	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB74	CS66 - L60X6	2,356	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB75	CS66 - L60X6	2,356	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB76	CS66 - L60X6	2,356	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB77	CS66 - L60X6	2,356	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB78	CS66 - L60X6	2,356	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB79	CS66 - L60X6	2,356	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB80	CS66 - L60X6	2,356	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB81	CS66 - L60X6	2,360	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB82	CS67 - L60X6	1,676	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB83	CS66 - L60X6	2,360	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB84	CS67 - L60X6	1,676	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB85	CS66 - L60X6	2,360	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB86	CS67 - L60X6	1,676	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB87	CS66 - L60X6	2,360	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB88	CS67 - L60X6	1,676	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB89	CS66 - L60X6	2,360	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB90	CS67 - L60X6	1,676	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB91	CS66 - L60X6	2,360	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB92	CS67 - L60X6	1,676	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB93	CS66 - L60X6	2,360	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB94	CS67 - L60X6	1,676	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB95	CS66 - L60X6	2,360	vertikaal windverband (0)	Vak3
SB96	CS67 - L60X6	1,676	vertikaal windverband (0)	Vak3
B73	CS68 - ISUA150/90/10	9,452	vakwerkdiagonaal (90)	Vak3
B74	CS68 - ISUA150/90/10	9,452	vakwerkdiagonaal (90)	Vak3
B75	CS68 - ISUA150/90/10	9,452	vakwerkdiagonaal (90)	Vak3
B76	CS68 - ISUA150/90/10	9,452	vakwerkdiagonaal (90)	Vak3
B77	CS80 - L60X6	3,353	vertikaal windverband (0)	HorVerb2
B78	CS80 - L60X6	3,353	vertikaal windverband (0)	HorVerb2
B79	CS80 - L60X6	3,353	vertikaal windverband (0)	HorVerb2
B80	CS80 - L60X6	3,353	vertikaal windverband (0)	HorVerb2
C13	CS13 - HFLeq200x200x18	6,648	Kolom (100)	Vak4
C14	CS13 - HFLeq200x200x18	6,648	Kolom (100)	Vak4
C15	CS13 - HFLeq200x200x18	6,648	Kolom (100)	Vak4
C16	CS13 - HFLeq200x200x18	6,648	Kolom (100)	Vak4
B98	CS70 - ISUA150/90/10	8,859	vakwerkdiagonaal (90)	Vak4
B99	CS70 - ISUA150/90/10	8,860	vakwerkdiagonaal (90)	Vak4
B100	CS70 - ISUA150/90/10	8,860	vakwerkdiagonaal (90)	Vak4
B101	CS70 - ISUA150/90/10	8,859	vakwerkdiagonaal (90)	Vak4
B102	CS81 - L60X6	2,920	vertikaal windverband (0)	Vak4
B103	CS81 - L60X6	2,920	vertikaal windverband (0)	Vak4
B104	CS81 - L60X6	2,920	vertikaal windverband (0)	Vak4
B105	CS81 - L60X6	2,920	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB97	CS69 - L50X5	1,460	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB98	CS69 - L50X5	1,460	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB99	CS69 - L50X5	1,460	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB100	CS69 - L50X5	1,460	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB101	CS69 - L50X5	1,460	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB102	CS69 - L50X5	1,460	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB103	CS69 - L50X5	1,460	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB104	CS69 - L50X5	1,460	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB105	CS71 - L60X6	2,231	vertikaal windverband (0)	Vak4

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Type	Laag
SB106	CS71 - L60X6	2,231	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB107	CS71 - L60X6	2,231	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB108	CS71 - L60X6	2,231	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB109	CS71 - L60X6	2,231	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB110	CS71 - L60X6	2,231	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB111	CS71 - L60X6	2,231	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB112	CS71 - L60X6	2,231	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB113	CS71 - L60X6	2,190	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB114	CS69 - L50X5	1,460	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB115	CS71 - L60X6	2,190	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB116	CS69 - L50X5	1,460	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB117	CS71 - L60X6	2,190	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB118	CS69 - L50X5	1,460	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB119	CS71 - L60X6	2,190	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB120	CS69 - L50X5	1,460	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB121	CS71 - L60X6	2,190	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB122	CS69 - L50X5	1,460	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB123	CS71 - L60X6	2,190	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB124	CS69 - L50X5	1,460	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB125	CS71 - L60X6	2,190	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB126	CS69 - L50X5	1,460	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB127	CS71 - L60X6	2,190	vertikaal windverband (0)	Vak4
SB128	CS69 - L50X5	1,460	vertikaal windverband (0)	Vak4
B106	CS70 - ISUA150/90/10	8,859	vakwerkdiagonaal (90)	Vak4
B107	CS70 - ISUA150/90/10	8,859	vakwerkdiagonaal (90)	Vak4
B108	CS70 - ISUA150/90/10	8,860	vakwerkdiagonaal (90)	Vak4
B109	CS70 - ISUA150/90/10	8,860	vakwerkdiagonaal (90)	Vak4
B110	CS81 - L60X6	2,920	vertikaal windverband (0)	Vak4
B111	CS81 - L60X6	2,920	vertikaal windverband (0)	Vak4
B112	CS81 - L60X6	2,920	vertikaal windverband (0)	Vak4
B113	CS81 - L60X6	2,920	vertikaal windverband (0)	Vak4
C17	CS13 - HFLeq200x200x18	3,414	Kolom (100)	Vak5
C18	CS13 - HFLeq200x200x18	3,414	Kolom (100)	Vak5
C19	CS13 - HFLeq200x200x18	3,414	Kolom (100)	Vak5
C20	CS13 - HFLeq200x200x18	3,414	Kolom (100)	Vak5
B114	CS73 - L150X100X10	4,360	vakwerkdiagonaal (90)	Vak5
B115	CS73 - L150X100X10	4,360	vakwerkdiagonaal (90)	Vak5
B116	CS73 - L150X100X10	4,360	vakwerkdiagonaal (90)	Vak5
B117	CS73 - L150X100X10	4,360	vakwerkdiagonaal (90)	Vak5
SB129	CS20 - L50X5	1,250	vertikaal windverband (0)	Vak5
SB130	CS72 - L60X6	2,050	vertikaal windverband (0)	Vak5
SB131	CS20 - L50X5	1,250	vertikaal windverband (0)	Vak5
SB132	CS72 - L60X6	2,050	vertikaal windverband (0)	Vak5
SB133	CS20 - L50X5	1,250	vertikaal windverband (0)	Vak5
SB134	CS72 - L60X6	2,049	vertikaal windverband (0)	Vak5
SB135	CS20 - L50X5	1,250	vertikaal windverband (0)	Vak5
SB136	CS72 - L60X6	2,050	vertikaal windverband (0)	Vak5
SB137	CS20 - L50X5	1,250	vertikaal windverband (0)	Vak5
SB138	CS72 - L60X6	2,050	vertikaal windverband (0)	Vak5
SB139	CS20 - L50X5	1,250	vertikaal windverband (0)	Vak5
SB140	CS72 - L60X6	2,050	vertikaal windverband (0)	Vak5
SB141	CS20 - L50X5	1,250	vertikaal windverband (0)	Vak5
SB142	CS72 - L60X6	2,050	vertikaal windverband (0)	Vak5
SB143	CS20 - L50X5	1,250	vertikaal windverband (0)	Vak5
SB144	CS72 - L60X6	2,050	vertikaal windverband (0)	Vak5
B36	CS73 - L150X100X10	4,360	vakwerkdiagonaal (90)	Vak5
B37	CS73 - L150X100X10	4,360	vakwerkdiagonaal (90)	Vak5
B38	CS73 - L150X100X10	4,360	vakwerkdiagonaal (90)	Vak5
B39	CS73 - L150X100X10	4,360	vakwerkdiagonaal (90)	Vak5
S355	CS82 - L180X18	2,140	Kolom (100)	Vak7
S356	CS89 - L160X15	2,141	Kolom (100)	Vak8
S359	CS90 - L120X12	2,220	Kolom (100)	Vak11
S360	CS90 - L120X12	2,135	Kolom (100)	Vak11
S361	CS97 - L100X10	0,970	Kolom (100)	Vak20
S362	CS97 - L100X10	1,591	Kolom (100)	CrossArm6
S363	CS97 - L100X10	1,611	Kolom (100)	CrossArm6
S364	CS97 - L100X10	1,613	Kolom (100)	CrossArm6
S365	CS82 - L180X18	2,140	Kolom (100)	Vak7
S366	CS89 - L160X15	2,141	Kolom (100)	Vak8

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Type	Laag
S367	CS89 - L160X15	2,119	Kolom (100)	Vak8
S368	CS89 - L160X15	1,570	Kolom (100)	Vak10
S369	CS89 - L160X15	1,761	Kolom (100)	Vak10
S370	CS90 - L120X12	2,220	Kolom (100)	Vak11
S371	CS90 - L120X12	2,135	Kolom (100)	Vak11
S372	CS97 - L100X10	0,970	Kolom (100)	Vak20
S373	CS97 - L100X10	2,008	Kolom (100)	CrossArm6
S374	CS97 - L100X10	1,591	Kolom (100)	CrossArm6
S375	CS97 - L100X10	1,611	Kolom (100)	CrossArm6
S376	CS97 - L100X10	1,613	Kolom (100)	CrossArm6
S377	CS90 - L120X12	2,030	Balk (80)	Vak10
S378	CS90 - L120X12	2,206	Balk (80)	Vak10
S379	CS90 - L120X12	2,030	Balk (80)	Vak10
S380	CS90 - L120X12	2,205	Balk (80)	Vak10
S381	CS90 - L120X12	2,030	Balk (80)	Vak10
S382	CS90 - L120X12	2,206	Balk (80)	Vak10
S383	CS90 - L120X12	2,030	Balk (80)	Vak10
S384	CS90 - L120X12	2,205	Balk (80)	Vak10
S386	CS44 - UNP200	1,840	Balk (80)	Vak9
S387	CS44 - UNP200	1,837	Balk (80)	Vak14
S388	CS44 - UNP200	1,837	Balk (80)	Vak14
S389	CS44 - UNP200	1,840	Balk (80)	Vak13
S390	CS44 - UNP200	1,720	Balk (80)	Vak13
S391	CS44 - UNP200	1,481	Balk (80)	CrossArm2
S392	CS44 - UNP200	1,811	Balk (80)	CrossArm2
S393	CS44 - UNP200	1,451	Balk (80)	CrossArm2
S394	CS44 - UNP200	1,451	Balk (80)	CrossArm2
S395	CS44 - UNP200	0,360	Balk (80)	CrossArm2
S385	CS44 - UNP200	1,720	Balk (80)	Vak9
S396	CS44 - UNP200	1,461	Balk (80)	CrossArm2
S397	CS92 - L70X7	2,227	Balk (80)	Vak8
S398	CS89 - L160X15	2,119	Balk (80)	Vak8
S399	CS36 - ISEA70/70/5	1,753	Balk (80)	Vak10
S400	CS95 - L80X8	2,456	Balk (80)	Vak9
S401	CS93 - L90X9	2,366	Balk (80)	Vak10
S402	CS89 - L160X15	1,570	Balk (80)	Vak10
S403	CS90 - L120X12	1,999	Kolom (100)	Vak8
S404	CS91 - L150X15	2,367	Kolom (100)	Vak8
S405	CS83 - L120X12	2,382	Kolom (100)	Vak6
S408	CS89 - L160X15	2,119	Kolom (100)	Vak8
S409	CS89 - L160X15	1,571	Kolom (100)	Vak10
S410	CS89 - L160X15	1,760	Kolom (100)	Vak10
S411	CS90 - L120X12	2,221	Kolom (100)	Vak12
S412	CS90 - L120X12	2,135	Kolom (100)	Vak12
S413	CS97 - L100X10	0,970	Kolom (100)	Vak15
S414	CS97 - L100X10	2,008	Kolom (100)	CrossArm5
S415	CS97 - L100X10	1,591	Kolom (100)	CrossArm5
S416	CS97 - L100X10	1,611	Kolom (100)	CrossArm5
S417	CS97 - L100X10	1,613	Kolom (100)	CrossArm5
S418	CS82 - L180X18	2,140	Kolom (100)	Vak7
S419	CS89 - L160X15	2,141	Kolom (100)	Vak8
S420	CS89 - L160X15	2,119	Kolom (100)	Vak8
S421	CS89 - L160X15	1,571	Kolom (100)	Vak10
S422	CS89 - L160X15	1,761	Kolom (100)	Vak10
S423	CS90 - L120X12	2,220	Kolom (100)	Vak12
S424	CS90 - L120X12	2,135	Kolom (100)	Vak12
S425	CS97 - L100X10	0,970	Kolom (100)	Vak15
S426	CS97 - L100X10	2,008	Kolom (100)	CrossArm5
S427	CS97 - L100X10	1,591	Kolom (100)	CrossArm5
S428	CS97 - L100X10	1,611	Kolom (100)	CrossArm5
S429	CS97 - L100X10	1,613	Kolom (100)	CrossArm5
S430	CS37 - HFLeq75x75x8	4,252	Balk (80)	Vak8
S431	CS82 - L180X18	2,140	Balk (80)	Vak7
S432	CS89 - L160X15	2,141	Balk (80)	Vak8
S433	CS90 - L120X12	2,019	Balk (80)	Vak8
S434	CS83 - L120X12	2,383	Balk (80)	Vak7
S435	CS91 - L150X15	2,380	Balk (80)	Vak8
S436	CS35 - L150x150x14	2,825	Balk (80)	Vak7
S437	CS101 - UNP140	1,970	Balk (80)	Vak16

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Type	Laag
S438	CS101 - UNP140	1,610	Balk (80)	Vak17
S439	CS101 - UNP140	0,357	Balk (80)	Vak17
S440	CS101 - UNP140	0,353	Balk (80)	Vak17
S441	CS101 - UNP140	2,145	Balk (80)	Vak17
S442	CS101 - UNP140	2,145	Balk (80)	Vak18
S443	CS101 - UNP140	0,353	Balk (80)	Vak18
S444	CS101 - UNP140	0,364	Balk (80)	Vak18
S445	CS101 - UNP140	1,604	Balk (80)	Vak18
S446	CS101 - UNP140	1,970	Balk (80)	Vak19
S447	CS101 - UNP140	1,568	Balk (80)	Vak20
S448	CS4 - L50X5	2,810	Balk (80)	CrossArm2
S449	CS22 - HFLeq60x60x6	0,941	Balk (80)	CrossArm6
S450	CS4 - L50X5	0,864	Balk (80)	Vak8
S451	CS90 - L120X12	2,019	Balk (80)	Vak8
S452	CS90 - L120X12	1,998	Balk (80)	Vak8
S453	CS4 - L50X5	0,864	Balk (80)	Vak8
S454	CS90 - L120X12	2,019	Balk (80)	Vak8
S455	CS90 - L120X12	1,998	Balk (80)	Vak8
S456	CS7 - L50X5	2,179	Balk (80)	Vak11
S457	CS25 - HFLue120x80x8	1,544	Balk (80)	Vak10
S458	CS92 - L70X7	2,231	Balk (80)	Vak8
S459	CS92 - L70X7	2,231	Balk (80)	Vak8
S460	CS84 - L100X8	2,076	Balk (80)	Vak6
S461	CS4 - L50X5	1,503	Balk (80)	Vak14
S462	CS4 - L50X5	1,503	Balk (80)	Vak14
S463	CS4 - L50X5	1,503	Balk (80)	Vak9
S464	CS4 - L50X5	1,503	Balk (80)	Vak9
S465	CS93 - L90X9	3,988	Balk (80)	CrossArm2
S466	CS93 - L90X9	3,988	Balk (80)	CrossArm1
B7	CS75 - L150X14	7,600	Balk (80)	HorVerb1
B118	CS75 - L150X14	7,600	Balk (80)	HorVerb1
B119	CS75 - L150X14	7,600	Balk (80)	HorVerb1
B120	CS75 - L150X14	7,600	Balk (80)	HorVerb1
B11	CS39 - ISEA130/130/10	5,374	vakwerkdiagonaal (90)	HorVerb1
B121	CS39 - ISEA130/130/10	5,374	vakwerkdiagonaal (90)	HorVerb1
B13	CS39 - ISEA130/130/10	5,374	vakwerkdiagonaal (90)	HorVerb1
B122	CS39 - ISEA130/130/10	5,374	vakwerkdiagonaal (90)	HorVerb1
B123	CS46 - ISEA70/70/5	7,600	vakwerkdiagonaal (90)	HorVerb1
B17	CS46 - ISEA70/70/5	3,800	vakwerkdiagonaal (90)	HorVerb1
B124	CS46 - ISEA70/70/5	3,800	vakwerkdiagonaal (90)	HorVerb1
B129	CS79 - L100X12	3,536	vakwerkdiagonaal (90)	HorVerb3
B130	CS79 - L100X12	3,536	vakwerkdiagonaal (90)	HorVerb3
B131	CS79 - L100X12	3,535	vakwerkdiagonaal (90)	HorVerb3
B132	CS79 - L100X12	3,536	vakwerkdiagonaal (90)	HorVerb3
B133	CS77 - L60X8	5,000	vakwerkdiagonaal (90)	HorVerb3
B134	CS77 - L60X8	2,500	vakwerkdiagonaal (90)	HorVerb3
B135	CS77 - L60X8	2,500	vakwerkdiagonaal (90)	HorVerb3
S467	CS78 - L150X14	2,500	Balk (80)	HorVerb3
S468	CS78 - L150X14	2,500	Balk (80)	HorVerb3
S469	CS78 - L150X14	2,500	Balk (80)	HorVerb3
S470	CS78 - L150X14	2,500	Balk (80)	HorVerb3
S471	CS78 - L150X14	2,500	Balk (80)	HorVerb3
S472	CS78 - L150X14	2,500	Balk (80)	HorVerb3
S473	CS78 - L150X14	2,501	Balk (80)	HorVerb3
S474	CS78 - L150X14	2,499	Balk (80)	HorVerb3
S475	CS51 - L70X7	4,741	Balk (80)	HorVerb2
S476	CS51 - L70X7	4,741	Balk (80)	HorVerb2
S477	CS51 - L70X7	4,741	Balk (80)	HorVerb2
S478	CS51 - L70X7	4,741	Balk (80)	HorVerb2
S479	CS83 - L120X12	2,382	Kolom (100)	Vak6
S480	CS83 - L120X12	2,382	Kolom (100)	Vak6
S481	CS83 - L120X12	2,382	Kolom (100)	Vak6
S482	CS21 - ISUA65/50/6	6,950	Kolom (100)	CrossArm5
S483	CS21 - ISUA65/50/6	6,950	Kolom (100)	CrossArm5
S484	CS21 - ISUA65/50/6	6,950	Kolom (100)	CrossArm6
S485	CS21 - ISUA65/50/6	6,950	Kolom (100)	CrossArm6
S486	CS97 - L100X10	2,008	Kolom (100)	CrossArm6
S487	CS89 - L160X15	1,761	Balk (80)	Vak10
S488	CS86 - L130X12	3,202	Balk (80)	Vak9

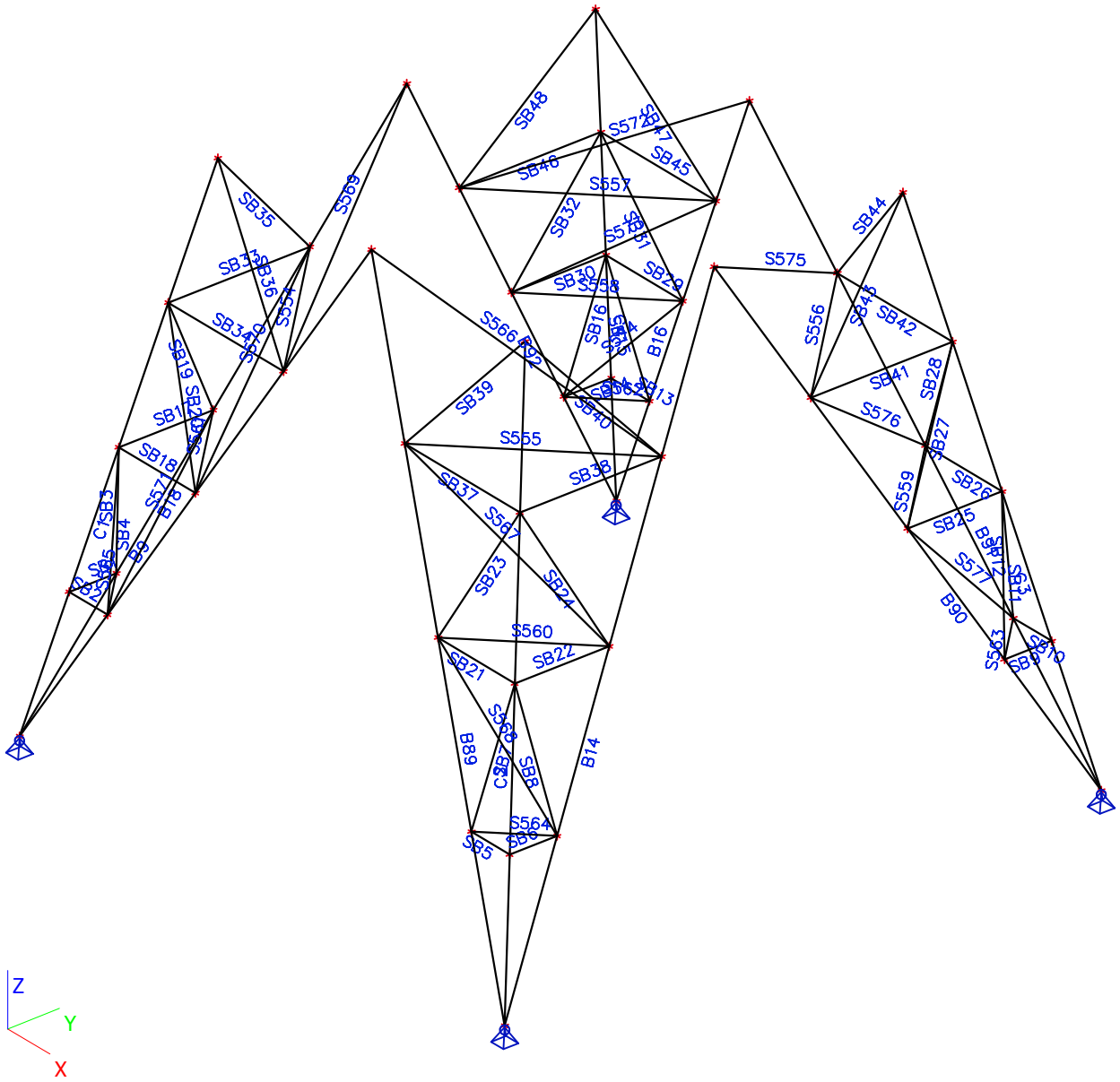
Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Type	Laag
S489	CS86 - L130X12	3,680	Balk (80)	Vak14
S490	CS86 - L130X12	3,680	Balk (80)	Vak14
S491	CS86 - L130X12	3,202	Balk (80)	Vak13
S492	CS44 - UNP200	3,560	Balk (80)	Vak13
S493	CS44 - UNP200	3,674	Balk (80)	Vak14
S494	CS101 - UNP140	1,970	Balk (80)	Vak16
S495	CS101 - UNP140	4,465	Balk (80)	Vak17
S496	CS101 - UNP140	4,465	Balk (80)	Vak18
S497	CS101 - UNP140	1,568	Balk (80)	Vak20
S498	CS101 - UNP140	1,970	Balk (80)	Vak19
S499	CS97 - L100X10	4,465	Balk (80)	Vak17
S500	CS97 - L100X10	2,721	Balk (80)	Vak19
S501	CS97 - L100X10	4,464	Balk (80)	Vak18
S502	CS97 - L100X10	4,465	Balk (80)	Vak17
S503	CS97 - L100X10	2,721	Balk (80)	Vak19
S504	CS97 - L100X10	4,464	Balk (80)	Vak18
S505	CS30 - UNP140	1,300	Balk (80)	CrossArm3
S508	CS30 - UNP140	0,800	Balk (80)	CrossArm3
S509	CS36 - ISEA70/70/5	0,950	Balk (80)	CrossArm3
S510	CS36 - ISEA70/70/5	0,950	Balk (80)	CrossArm3
S511	CS30 - UNP140	0,800	Balk (80)	CrossArm4
S512	CS30 - UNP140	1,300	Balk (80)	CrossArm4
S513	CS36 - ISEA70/70/5	0,950	Balk (80)	CrossArm4
S514	CS36 - ISEA70/70/5	0,950	Balk (80)	CrossArm4
S515	CS52 - UNP280	7,163	Balk (80)	HorVerb4
S516	CS52 - UNP280	7,163	Balk (80)	HorVerb4
S517	CS52 - UNP280	7,163	Balk (80)	HorVerb4
S518	CS52 - UNP280	2,000	Balk (80)	HorVerb4
S519	CS52 - UNP280	2,000	Balk (80)	HorVerb4
S523	CS52 - UNP280	2,000	Balk (80)	HorVerb4
S524	CS52 - UNP280	2,000	Balk (80)	HorVerb4
S525	CS52 - UNP280	7,163	Balk (80)	HorVerb4
S526	CS59 - L100/10	5,065	Balk (80)	HorVerb4
S527	CS59 - L100/10	5,065	Balk (80)	HorVerb4
S528	CS59 - L100/10	5,065	Balk (80)	HorVerb4
S529	CS59 - L100/10	5,065	Balk (80)	HorVerb4
S530	CS59 - L100/10	7,163	Balk (80)	HorVerb4
S531	CS59 - L100/10	2,000	Balk (80)	HorVerb4
S532	CS59 - L100/10	2,000	Balk (80)	HorVerb4
S533	CS59 - L100/10	7,163	Balk (80)	HorVerb4
S535	CS59 - L100/10	4,102	Balk (80)	HorVerb4
S536	CS59 - L100/10	4,102	Balk (80)	HorVerb4
S537	CS59 - L100/10	4,102	Balk (80)	HorVerb4
S538	CS59 - L100/10	4,102	Balk (80)	HorVerb4
S541	CS57 - HEA280	3,582	Balk (80)	HorVerb4
S542	CS57 - HEA280	3,582	Balk (80)	HorVerb4
S545	CS57 - HEA280	3,582	Balk (80)	HorVerb4
S546	CS57 - HEA280	3,582	Balk (80)	HorVerb4
S547	CS44 - UNP200	1,720	Balk (80)	Vak9
S548	CS38 - HFLeq80x80x8	0,799	Balk (80)	CrossArm2
S549	CS38 - HFLeq80x80x8	0,931	Balk (80)	CrossArm2
S550	CS38 - HFLeq80x80x8	0,931	Balk (80)	CrossArm2
S551	CS38 - HFLeq80x80x8	0,799	Balk (80)	CrossArm1
S552	CS38 - HFLeq80x80x8	0,931	Balk (80)	CrossArm1
S553	CS38 - HFLeq80x80x8	0,931	Balk (80)	CrossArm1
S554	CS53 - L60X6	4,031	Balk (80)	Vak1
S555	CS53 - L60X6	4,031	Balk (80)	Vak1
S556	CS53 - L60X6	4,031	Balk (80)	Vak1
S557	CS53 - L60X6	4,031	Balk (80)	Vak1
S558	CS54 - L60X6	2,687	Balk (80)	Vak1
S559	CS54 - L60X6	2,687	Balk (80)	Vak1
S560	CS54 - L60X6	2,687	Balk (80)	Vak1
S561	CS54 - L60X6	2,687	Balk (80)	Vak1
S562	CS55 - L50X5	1,344	Balk (80)	Vak1
S563	CS55 - L50X5	1,344	Balk (80)	Vak1
S564	CS55 - L50X5	1,344	Balk (80)	Vak1
S565	CS55 - L50X5	1,344	Balk (80)	Vak1
S566	CS56 - L70X7	5,577	Balk (80)	Vak1
S567	CS56 - L70X7	4,503	Balk (80)	Vak1

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

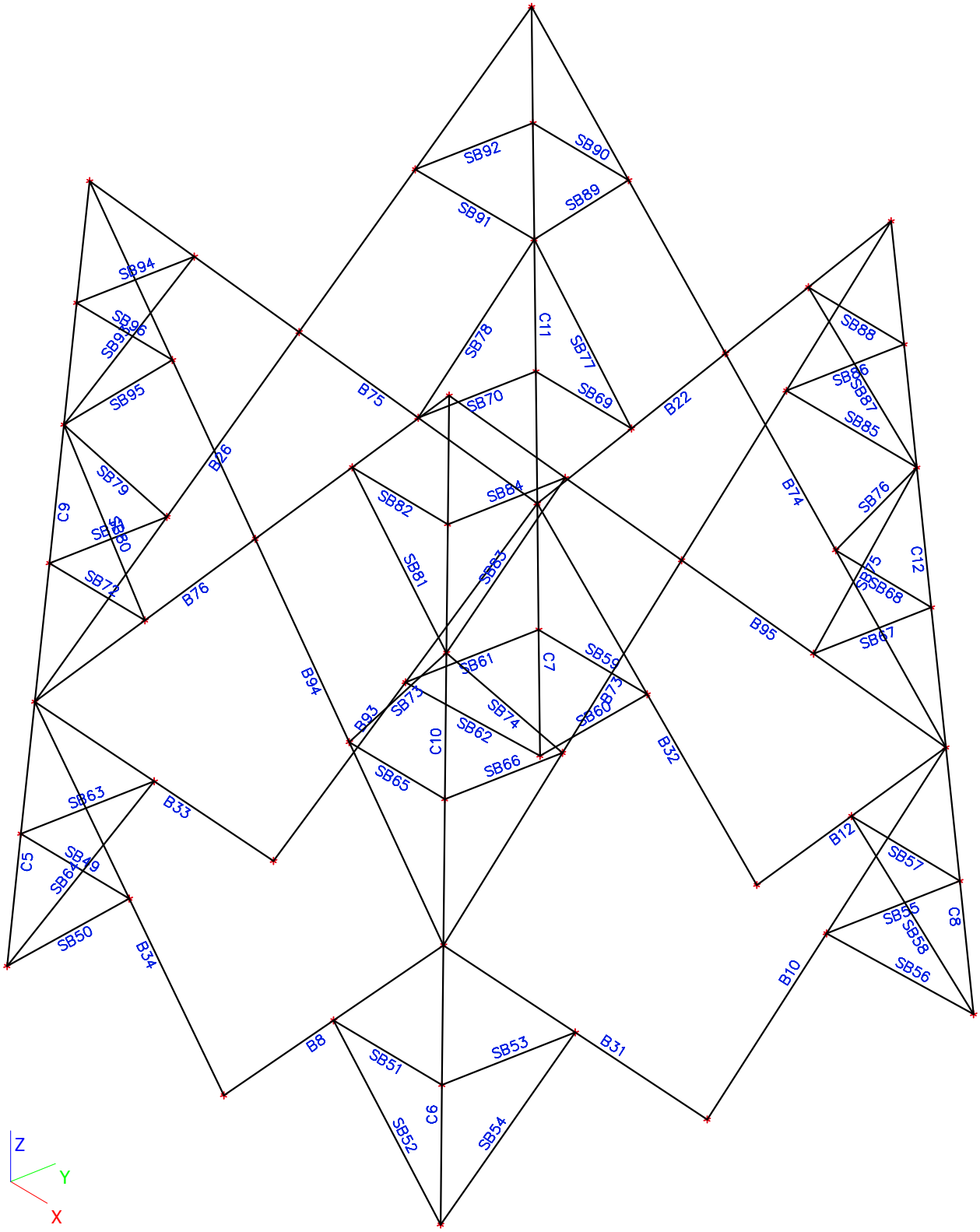
Naam	Doorsnede	Lengte [m]	Type	Laag
S568	CS56 - L70X7	3,613	Balk (80)	Vak1
S569	CS56 - L70X7	5,577	Balk (80)	Vak1
S570	CS56 - L70X7	4,503	Balk (80)	Vak1
S571	CS56 - L70X7	3,613	Balk (80)	Vak1
S572	CS56 - L70X7	5,577	Balk (80)	Vak1
S573	CS56 - L70X7	4,503	Balk (80)	Vak1
S574	CS56 - L70X7	3,613	Balk (80)	Vak1
S575	CS56 - L70X7	5,577	Balk (80)	Vak1
S576	CS56 - L70X7	4,503	Balk (80)	Vak1
S577	CS56 - L70X7	3,613	Balk (80)	Vak1
S578	CS4 - L50X5	0,434	Balk (80)	Vak1
S579	CS4 - L50X5	0,560	Balk (80)	Vak1
S580	CS98 - L50X6	0,541	Balk (80)	Vak1
S581	CS98 - L50X6	0,647	Balk (80)	Vak1
S582	CS98 - L50X6	0,541	Balk (80)	Vak1
S583	CS98 - L50X6	0,649	Balk (80)	Vak1
S584	CS94 - L60X8	0,659	Balk (80)	CrossArm1
S585	CS94 - L60X8	0,802	Balk (80)	CrossArm1
S586	CS94 - L60X8	0,659	Balk (80)	CrossArm2
S587	CS94 - L60X8	0,802	Balk (80)	CrossArm2

6. Staafnummers mastlichaam

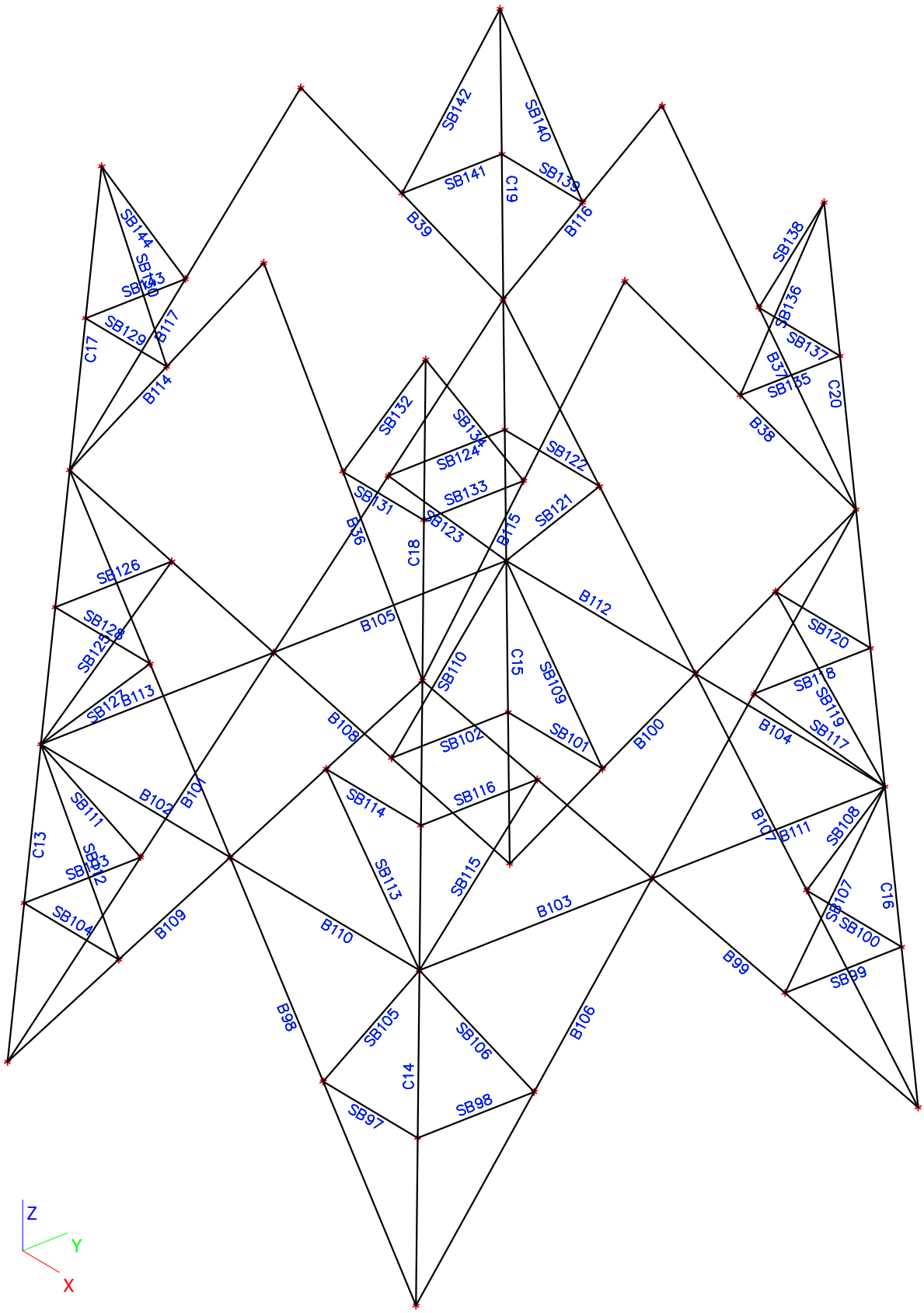
6.1. Vak 1



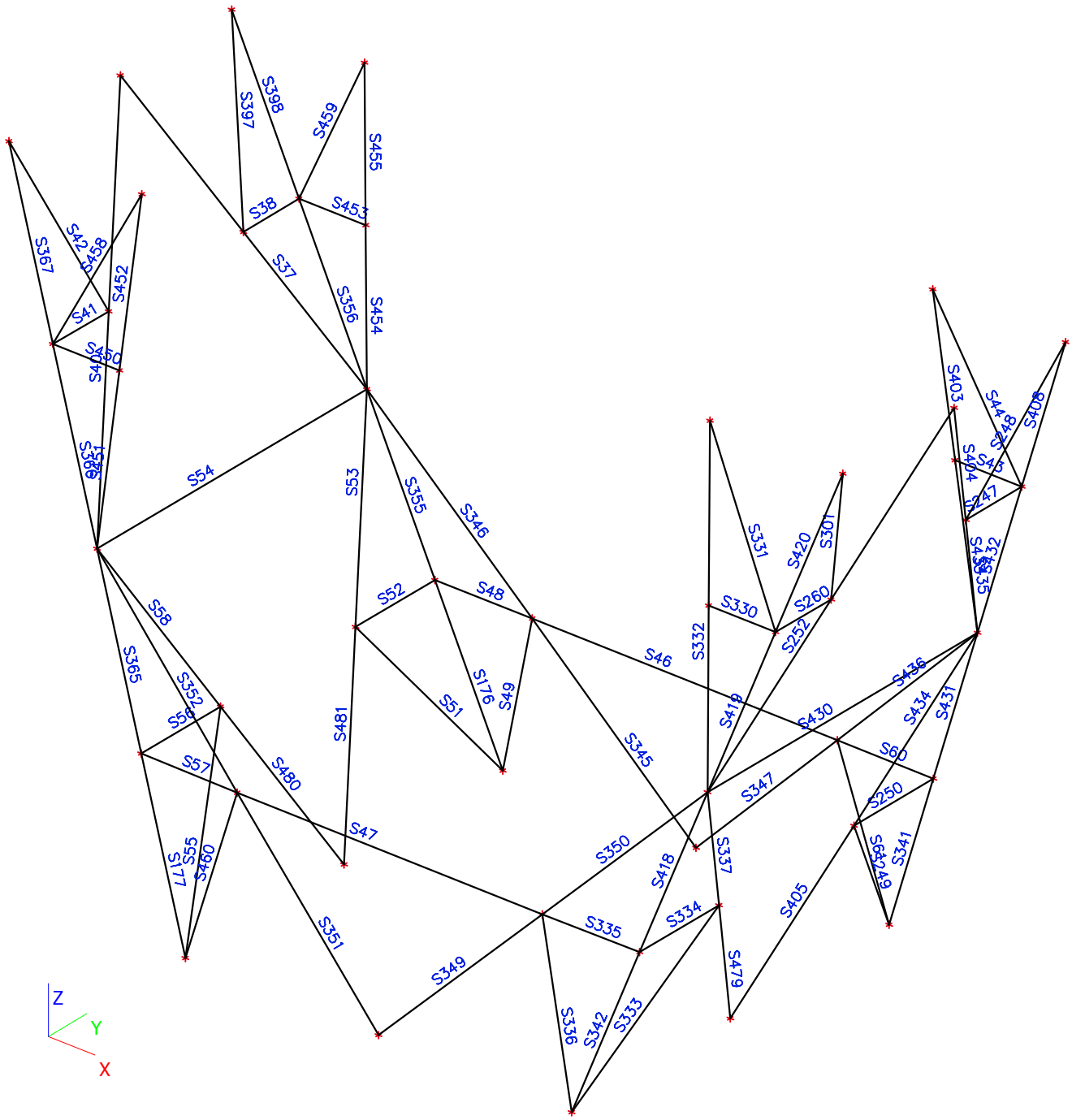
6.2. Vak 2 + 3


SB92
SB90
SB91
SB89
SB94
SB96
SB93
SB95
SB78
C11
SB77
SB69
SB70
B75
B22
SB88
SB86
SB87
SB85
B26
SB79
C3
SB80
SB72
B76
SB82
SB84
SB81
SB83
B74
SB76
C12
SB75
SB68
B95
SB67
B94
SB61
C7
SB59
SB73
SB74
SB60
B93
C10
SB62
SB66
SB65
B32
SB63
B33
C5
SB49
SB64
SB50
B34
B12
SB57
C8
SB55
SB58
SB56
B10
B8
SB51
SB53
B31
C9
SB52
SB54
Z
Y
X

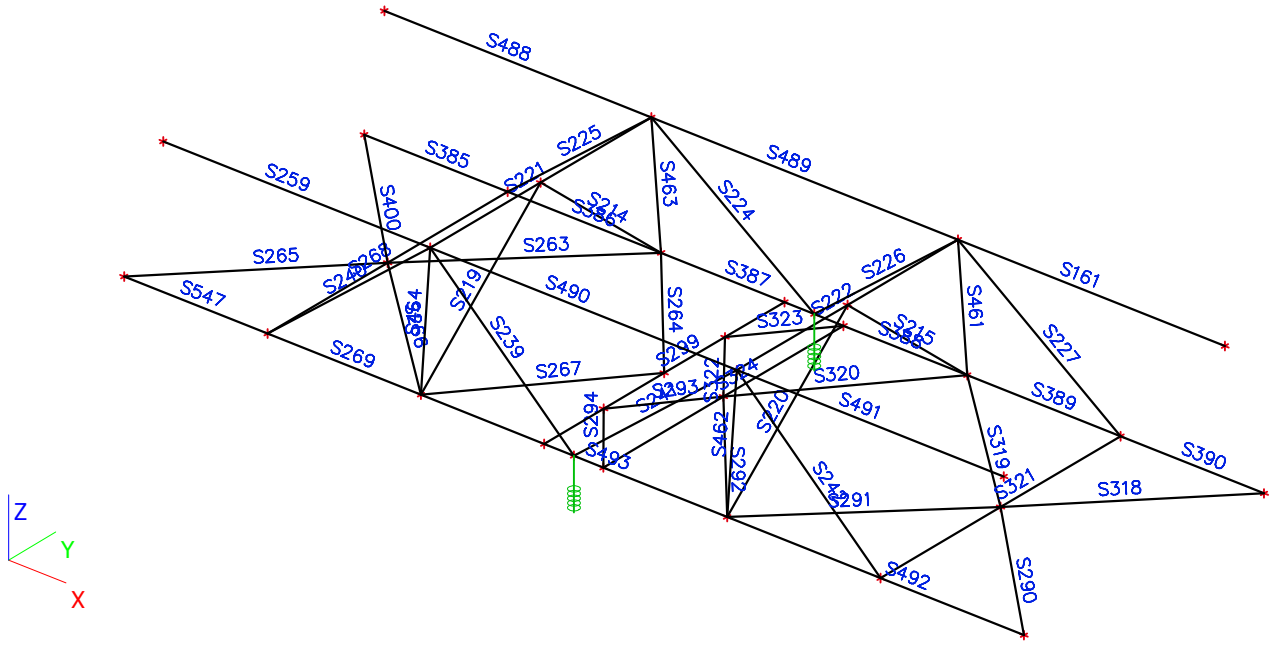
6.3. Vak 4 + 5


SB142
SB140
SB141
C19
SB139
B39
B116
SB144
SB143
SB129
B117
C17
B114
SB138
SB136
SB137
B37
SB135
C20
B38
SB132
SB134
SB124
SB122
SB133
SB131
SB123
B115
SB121
B36
C18
SB126
B112
B105
SB128
SB125
SB127
B113
SB120
SB110
C15
SB109
SB118
SB119
SB117
B108
SB102
SB101
B100
B104
B102
B101
SB114
SB116
SB111
B107
B111
SB108
C13
SB113
SB115
SB107
C16
SB104
B109
B110
B103
SB100
B99
SB99
B98
SB105
SB106
B106
C14
SB97
SB98
Z
Y
X

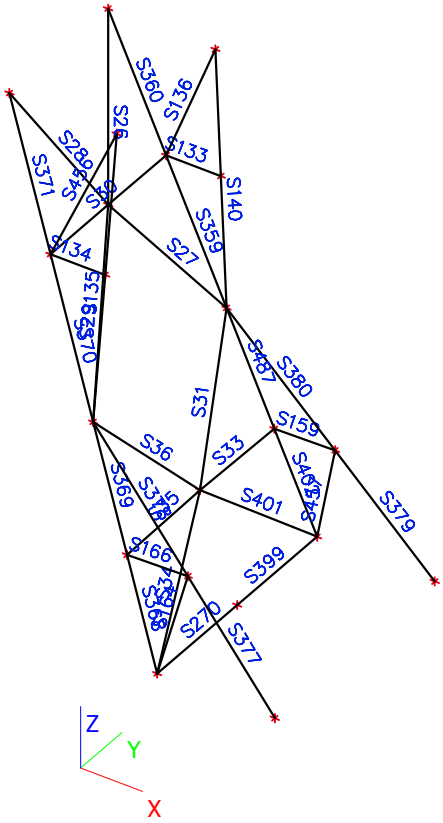
6.4. Vak 6 + 7 + 8

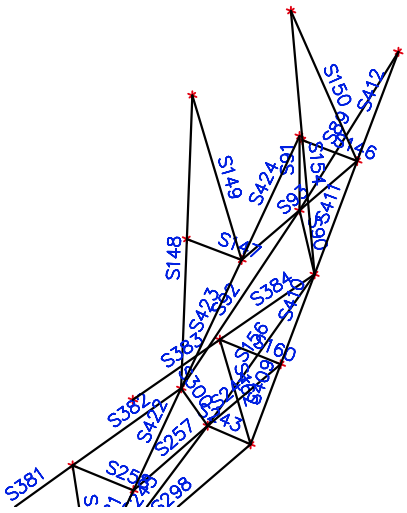

S398
S397
S459
S455
S38
S453
S367
S42
S458
S452
S37
S356
S454
S41
S456
S450
S403
S444
S448
S408
S404
S445
S247
S451
S54
S53
S355
S346
S331
S420
S301
S432
S435
S52
S48
S330
S260
S58
S332
S252
S46
S365
S352
S176
S49
S436
S51
S418
S430
S434
S431
S50
S481
S345
S60
S57
S480
S347
S250
S47
S350
S337
S341
S177
S55
S460
S418
S249
S405
S351
S335
S334
S349
S479
S336
S342
S333
Z
Y
X

6.5. Vak 9 + 13 + 14 + 21

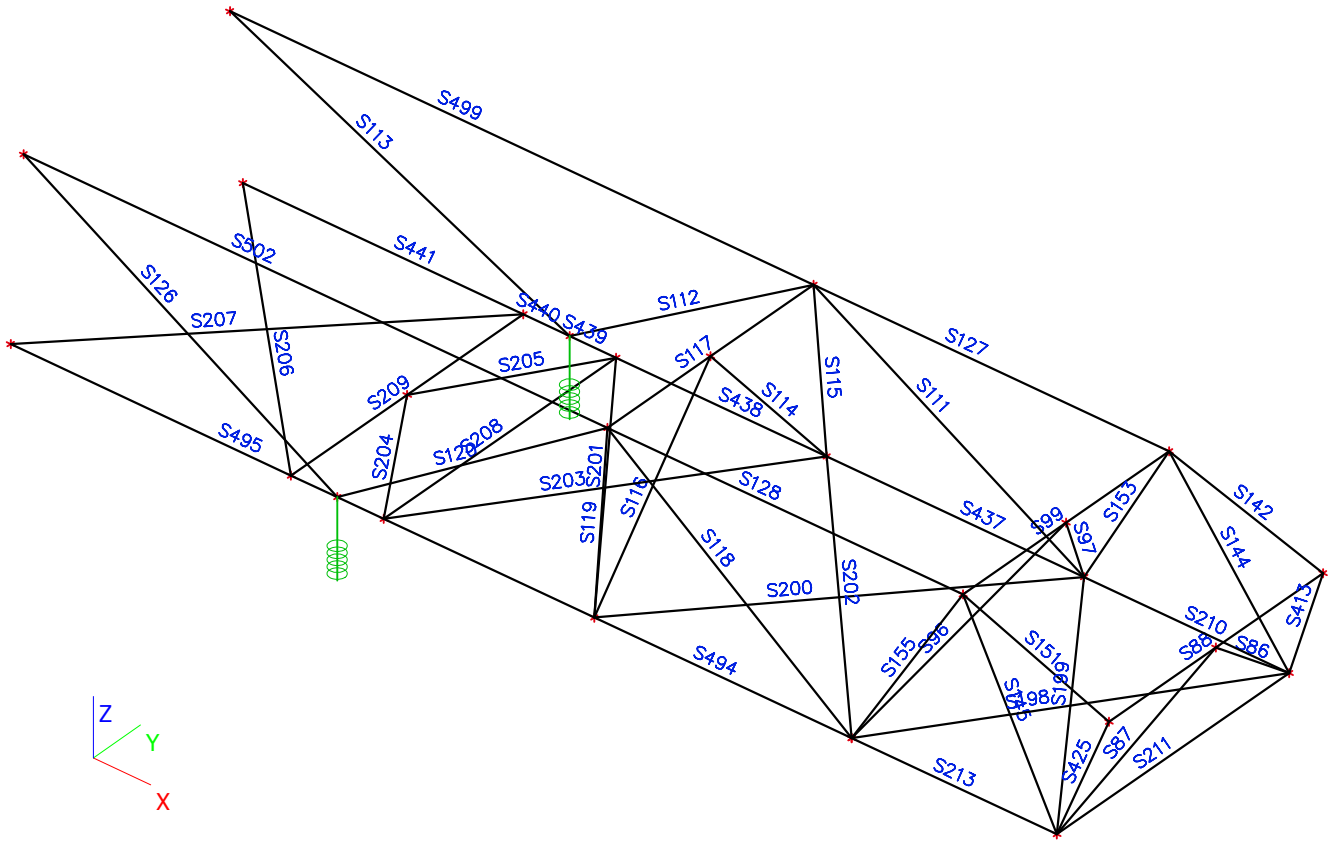


6.6. Vak 10 + 11 + 12

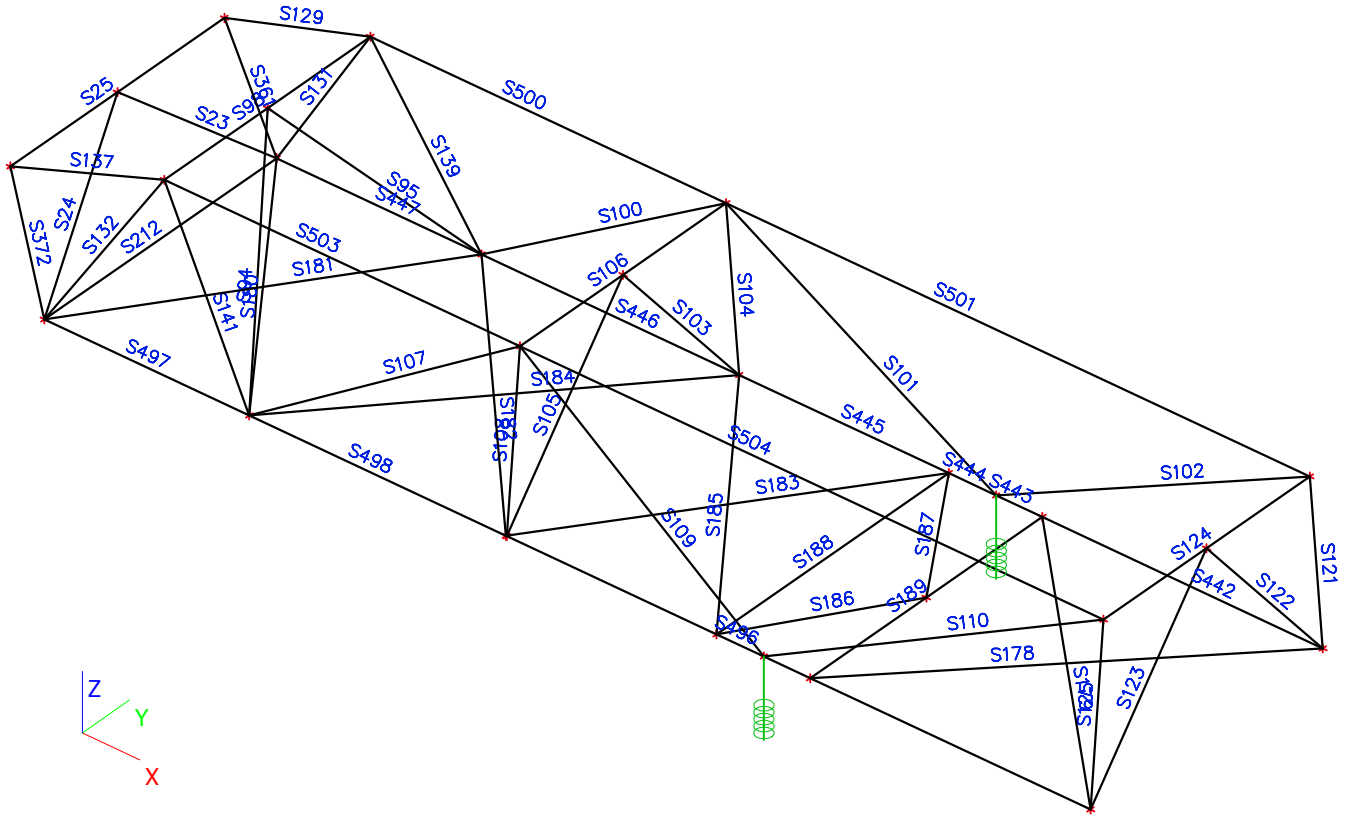




6.7. Vak 15 - 17

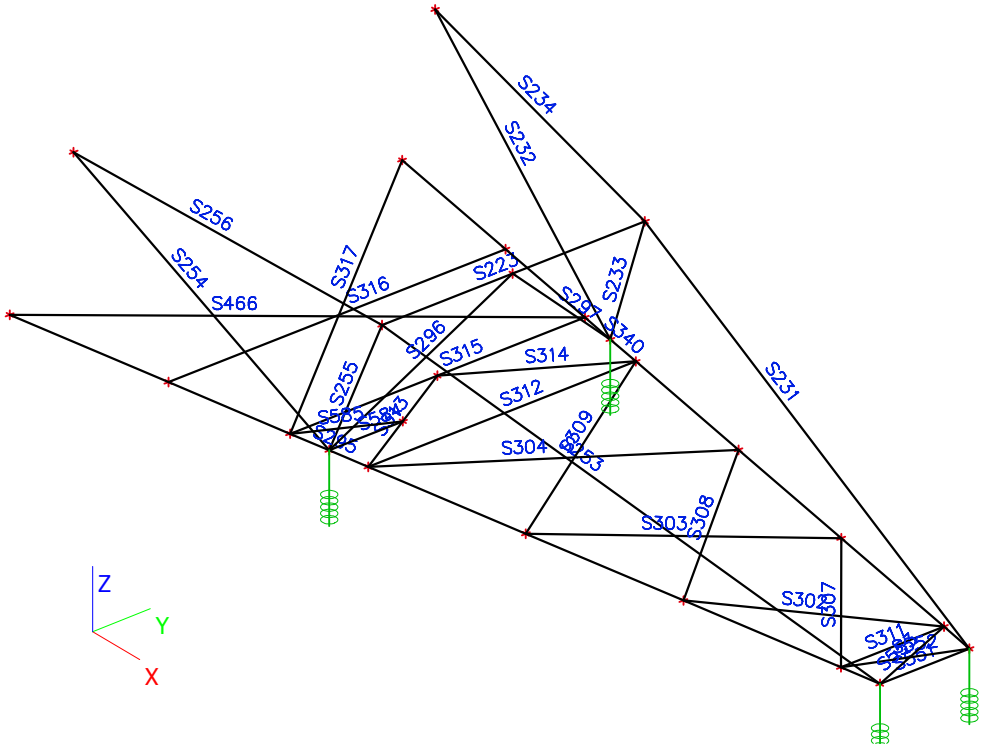

S499
S113
S126
S207
S502
S441
S206
S440
S439
S112
S127
S205
S117
S209
S438
S114
S115
S111
S495
S204
S128
S208
S201
S203
S116
S128
S119
S118
S437
S99
S97
S153
S142
S144
S200
S202
S210
S413
S494
S155
S96
S151
S86
S88
S98
S213
S425
S87
S211
Z
Y
X

6.8. Vak 18 - 20

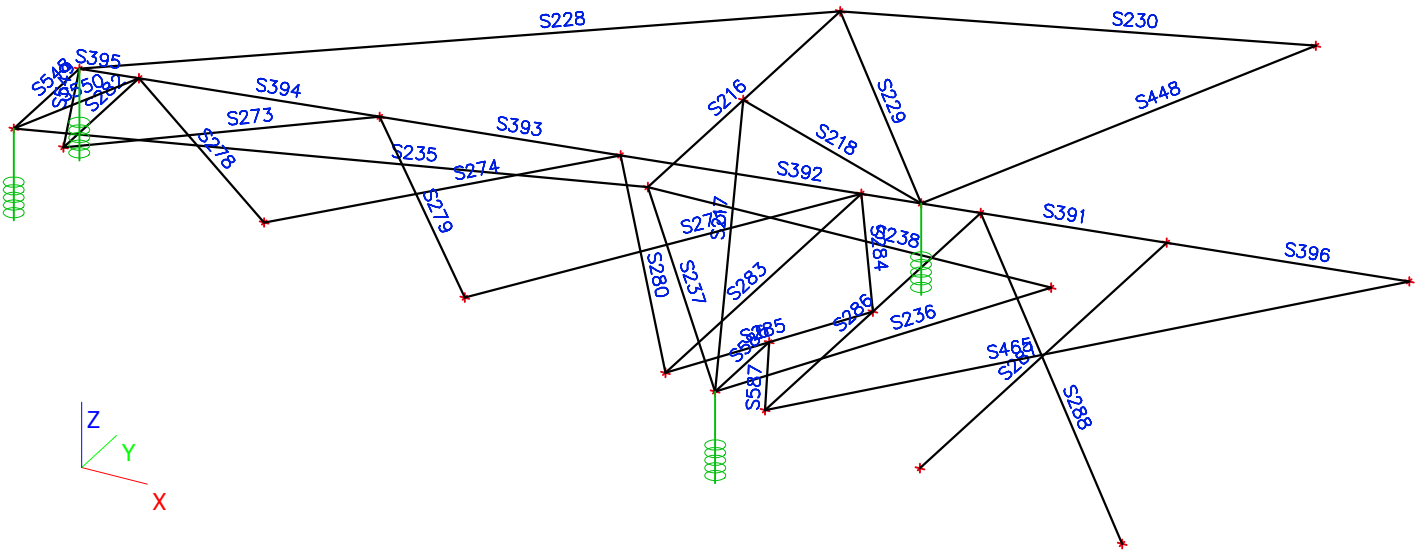

S129
S25
S23
S99
S151
S500
S157
S139
S95
S447
S372
S24
S132
S212
S503
S100
S181
S106
S104
S501
S446
S103
S497
S107
S184
S101
S105
S445
S504
S498
S183
S102
S443
S109
S185
S188
S187
S124
S121
S442
S122
S186
S189
S110
S178
S123
Z
Y
X

7. Staafnummers traverses

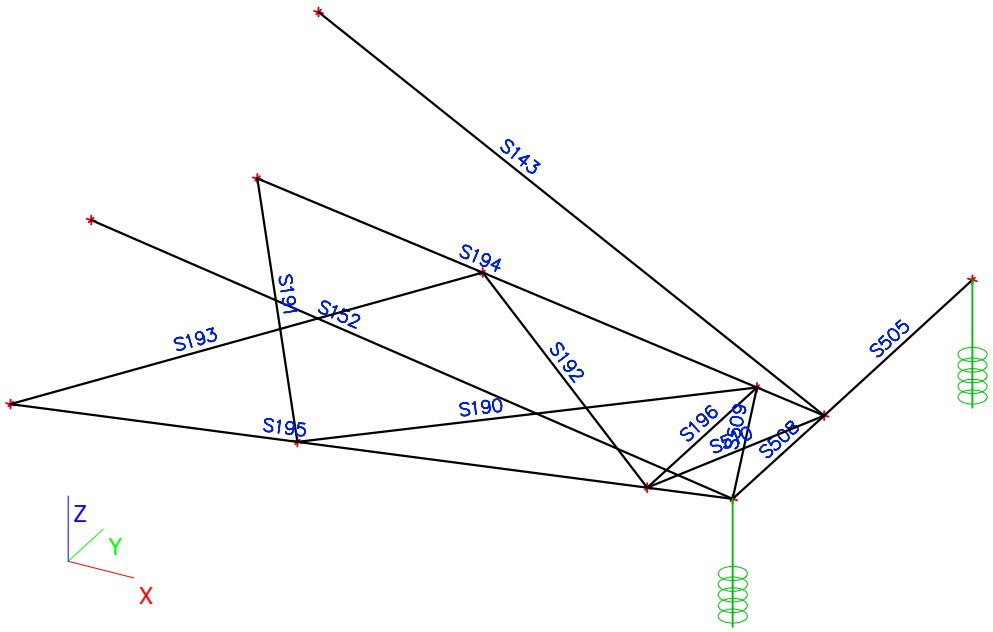
7.1. Traverse 1



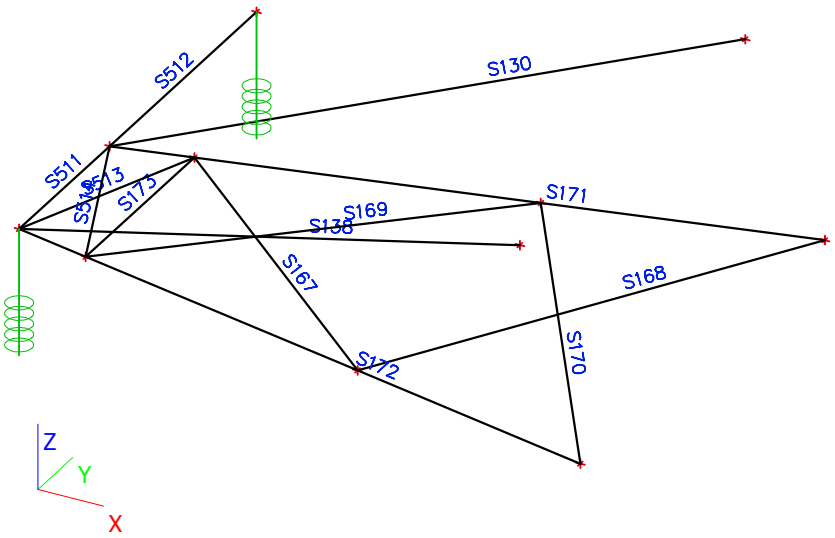
7.2. Traverse 2



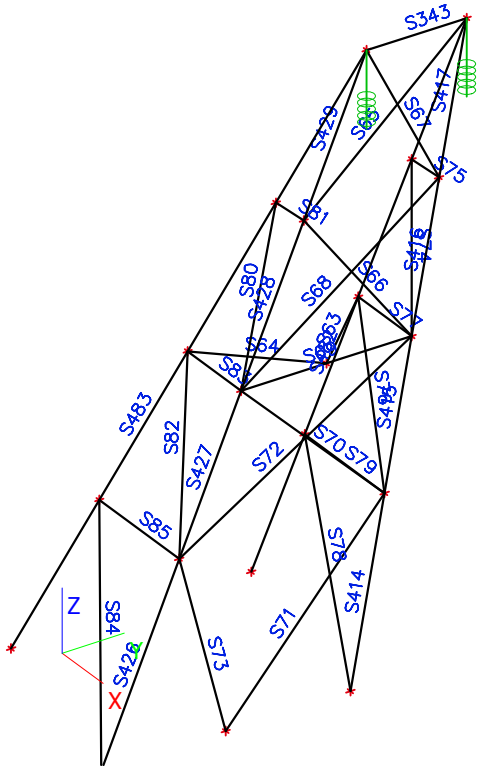
7.3. Traverse 3



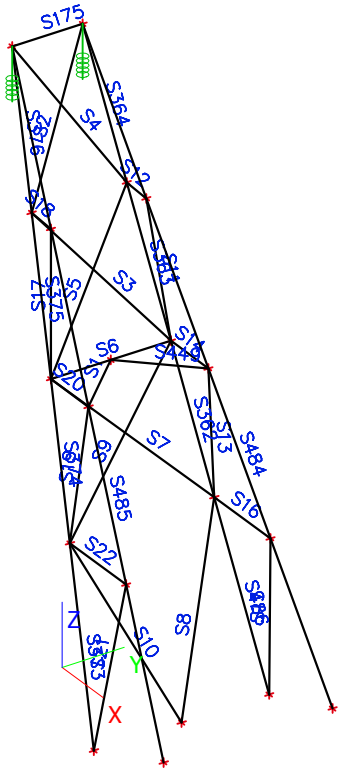
7.4. Traverse 4



7.5. Traverse 5

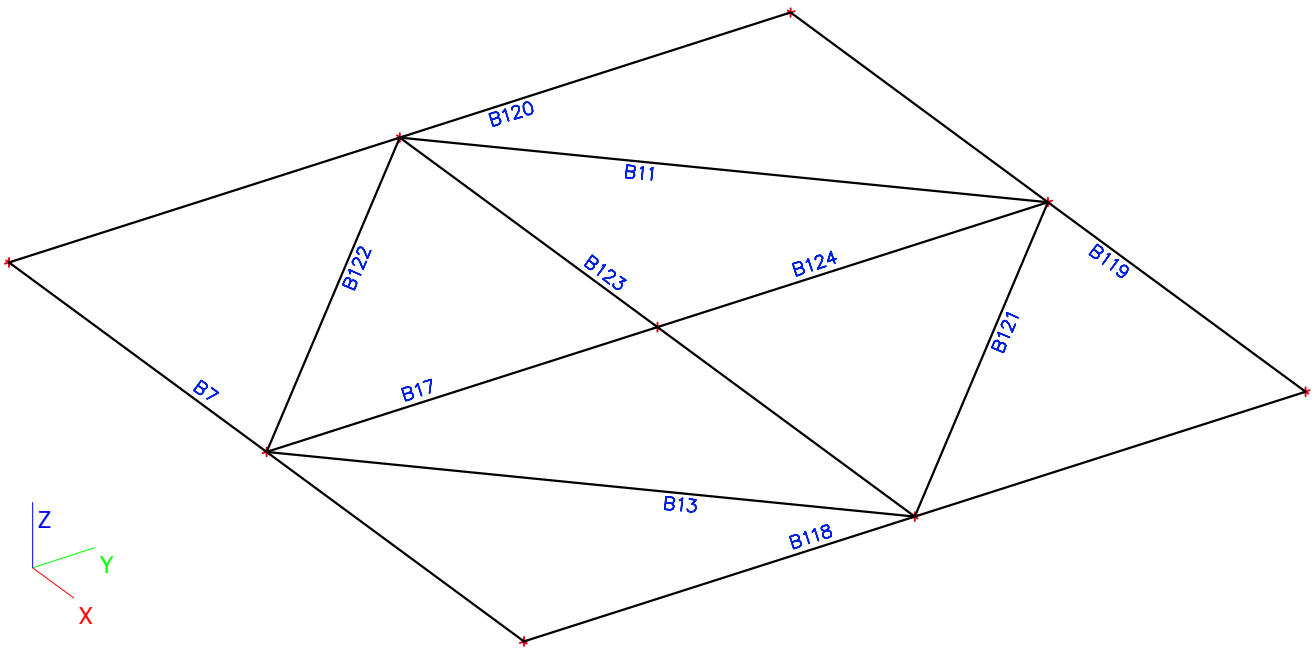


7.6. Traverse 6

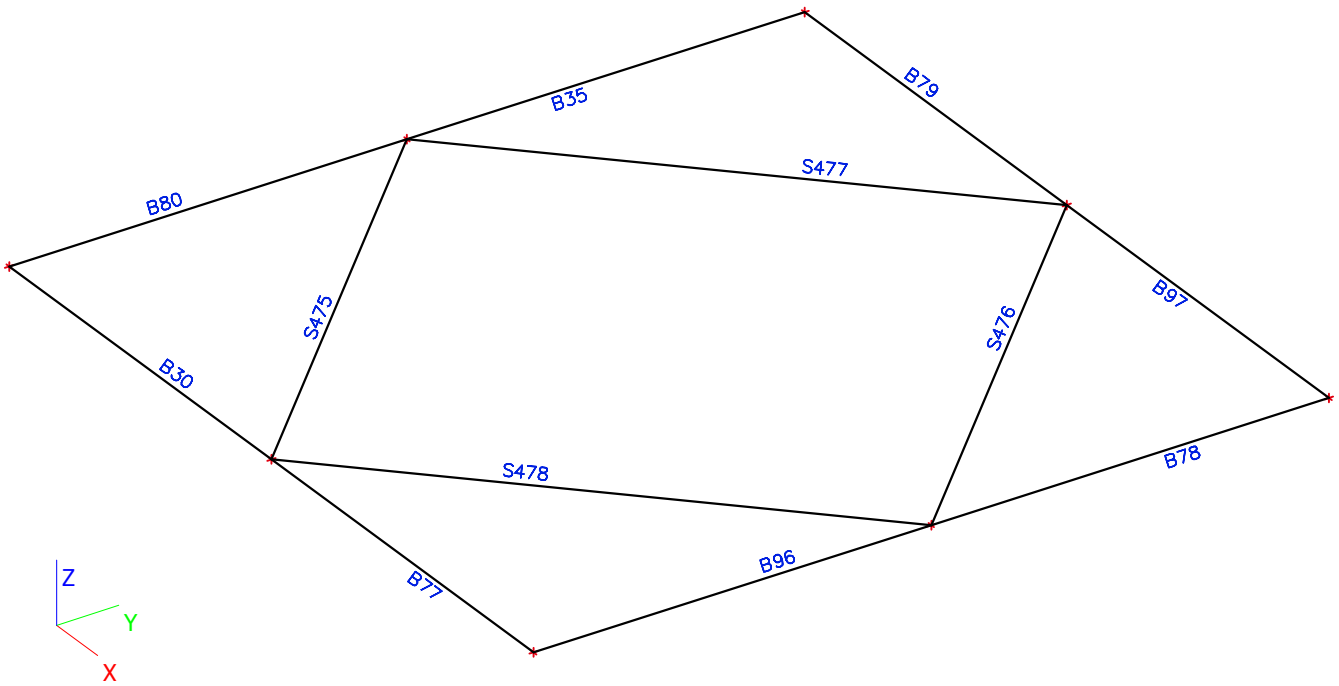


8. Staafnummers horizontale verbanden

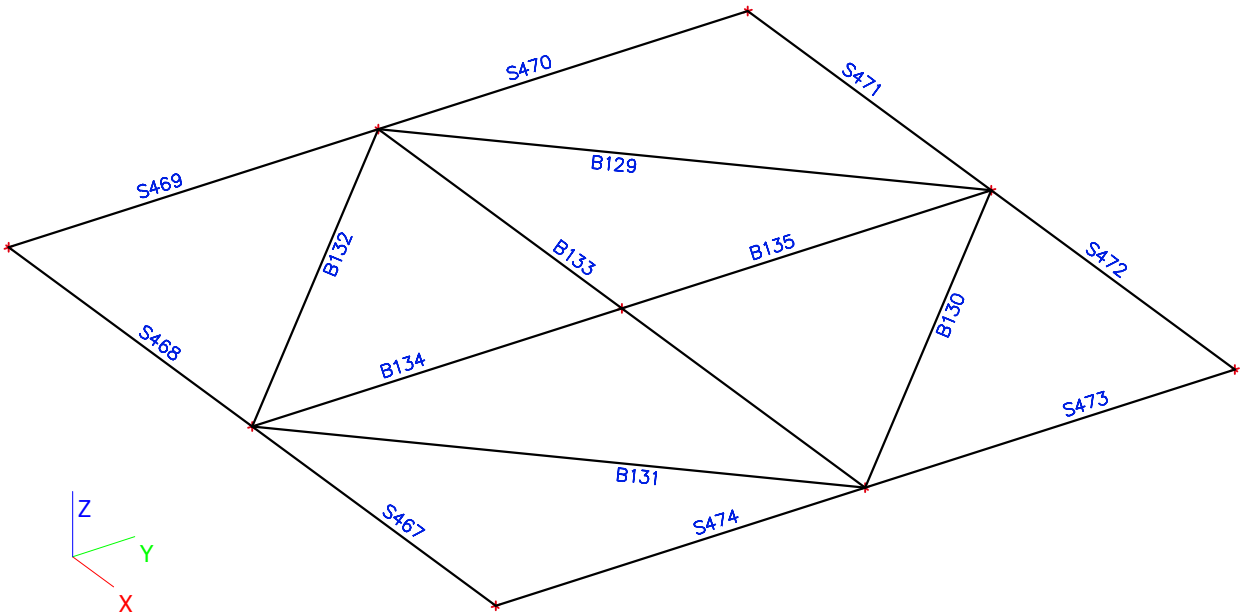
8.1. Horizontaal verband 1



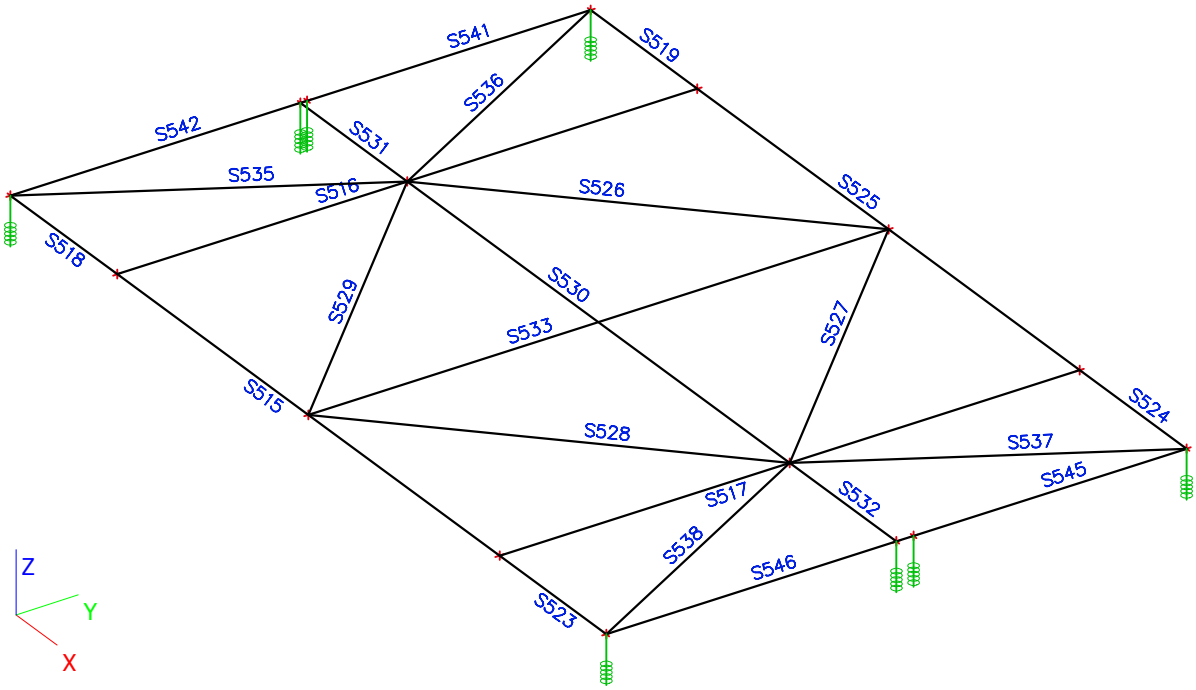
8.2. Horizontaal verband 2



8.3. Horizontaal verband 3



8.4. Horizontaal verband 4



9. Belastingsgevallen

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
6T	self weight of tower	Permanent	Perm	Eigen gewicht		-Z		
6C	self weight of conductor	Permanent	Perm	Standaard				
W_x-y+	Wind	Variabel	LTA WIND	Statisch	Standaard		Kort	Geen
W_x+y-	Wind	Variabel	LTA WIND	Statisch	Standaard		Kort	Geen
W_x-y-	Wind	Variabel	LTA WIND	Statisch	Standaard		Kort	Geen
W_x+y+	Wind	Variabel	LTA WIND	Statisch	Standaard		Kort	Geen
W_y-	Wind	Variabel	LTA WIND	Statisch	Standaard		Kort	Geen
W_y+	Wind	Variabel	LTA WIND	Statisch	Standaard		Kort	Geen
W_x-	Wind	Variabel	LTA WIND	Statisch	Standaard		Kort	Geen
W_x+	Wind	Variabel	LTA WIND	Statisch	Standaard		Kort	Geen
WI_x+	WindIce	Variabel	WindIce	Statisch	Standaard		Kort	Geen
WI_x-	WindIce	Variabel	WindIce	Statisch	Standaard		Kort	Geen
WI_x+y+	WindIce	Variabel	WindIce	Statisch	Standaard		Kort	Geen
WI_x+y-	WindIce	Variabel	WindIce	Statisch	Standaard		Kort	Geen
WI_x-y+	WindIce	Variabel	WindIce	Statisch	Standaard		Kort	Geen
WI_x-y-	WindIce	Variabel	WindIce	Statisch	Standaard		Kort	Geen
WI_y+	WindIce	Variabel	WindIce	Statisch	Standaard		Kort	Geen
WI_y-	WindIce	Variabel	WindIce	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Ice	Ice	Variabel	Ice	Statisch	Standaard		Kort	Geen
4M	Maintenance	Variabel	Maint	Statisch	Onderhoudslasten			Geen
4C0	Construction	Variabel	Construction	Statisch	Standaard		Kort	Geen
4C1	Construction	Variabel	Construction	Statisch	Standaard		Kort	Geen
4C2	Construction	Variabel	Construction	Statisch	Standaard		Kort	Geen
4C3	Construction	Variabel	Construction	Statisch	Standaard		Kort	Geen
4C4	Construction	Variabel	Construction	Statisch	Standaard		Kort	Geen
4C5	Construction	Variabel	Construction	Statisch	Standaard		Kort	Geen
4C6	Construction	Variabel	Construction	Statisch	Standaard		Kort	Geen
4C7	Construction	Variabel	Construction	Statisch	Standaard		Kort	Geen
4C8	Construction	Variabel	Construction	Statisch	Standaard		Kort	Geen
4C9	Construction	Variabel	Construction	Statisch	Standaard		Kort	Geen
4C10	Construction	Variabel	Construction	Statisch	Standaard		Kort	Geen
4C11	Construction	Variabel	Construction	Statisch	Standaard		Kort	Geen
SBS	SBS-load	Variabel	SBS	Statisch	Knikverkorterlasten			Geen
Tuls-1a	Conductor tension	Permanent	CT	Standaard				
Tuls-1b	Conductor tension	Permanent	CT	Standaard				
Tuls-3	Conductor tension	Permanent	CT	Standaard				
Tuls-4	Conductor tension	Permanent	CT	Standaard				
Tuls-6	Conductor tension	Permanent	CT	Standaard				
Tsls-1a-LF	Conductor tension	Variabel	sls	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tsls-1b-LF	Conductor tension	Variabel	sls	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tsls-3-LF	Conductor tension	Variabel	sls	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tsls-4-LF	Conductor tension	Variabel	sls	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tsls-1a-LR	Conductor tension	Variabel	sls	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tsls-1b-LR	Conductor tension	Variabel	sls	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tsls-3-LR	Conductor tension	Variabel	sls	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tsls-4-LR	Conductor tension	Variabel	sls	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tsls-1a-RF	Conductor tension	Variabel	sls	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tsls-1b-RF	Conductor tension	Variabel	sls	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tsls-3-RF	Conductor tension	Variabel	sls	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tsls-4-RF	Conductor tension	Variabel	sls	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tsls-1a-RR	Conductor tension	Variabel	sls	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tsls-1b-RR	Conductor tension	Variabel	sls	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tsls-3-RR	Conductor tension	Variabel	sls	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tsls-4-RR	Conductor tension	Variabel	sls	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tuls-5a_CI2		Variabel	5a_CI2	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tuls-5a_CI1		Variabel	5a_CI1	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tuls-5a_CI3		Variabel	5a_CI3	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tuls-5a_CI5		Variabel	5a_CI5	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tuls-5a_CI6		Variabel	5a_CI6	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tuls-5a_CI7		Variabel	5a_CI7	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tuls-5a_CI8		Variabel	5a_CI8	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tuls-5a_CI19		Variabel	5a_CI19	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tuls-5a_CI11		Variabel	5a_CI11	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tuls-5a_CI9		Variabel	5a_CI9	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tuls-5a_CI13		Variabel	5a_CI13	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tuls-5a_CI15		Variabel	5a_CI15	Statisch	Standaard		Kort	Geen

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Belastingtype	Spec	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
Tuls-5a_CI17		Variabel	5a_CI17	Statisch	Standaard		Kort	Geen
Tuls-5a_CI21		Variabel	5a_CI21	Statisch	Standaard		Kort	Geen
4C12		Variabel	Construction	Statisch	Standaard		Kort	Geen
4C13		Variabel	Construction	Statisch	Standaard		Kort	Geen

10. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
1a	wind;10	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	1,50
			W_x+y- - Wind	1,50
			W_x-y- - Wind	1,50
			W_x+y+ - Wind	1,50
			W_y- - Wind	1,50
			W_y+ - Wind	1,50
			W_x- - Wind	1,50
			W_x+ - Wind	1,50
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			Tuls-1a - Conductor tension	1,00
1b	wind;-20	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,30
			W_x+y- - Wind	0,30
			W_x-y- - Wind	0,30
			W_x+y+ - Wind	0,30
			W_y- - Wind	0,30
			W_y+ - Wind	0,30
			W_x- - Wind	0,30
			W_x+ - Wind	0,30
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			Tuls-1a - Conductor tension	1,00
3	wind+ice	Omhullende - uiterst	Ice - Ice	1,50
			WI_x+ - WindIce	0,45
			WI_x- - WindIce	0,45
			WI_x+y+ - WindIce	0,45
			WI_x+y- - WindIce	0,45
			WI_x-y+ - WindIce	0,45
			WI_x-y- - WindIce	0,45
			WI_y+ - WindIce	0,45
			WI_y- - WindIce	0,45
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			Tuls-3 - Conductor tension	1,00
4	Maintenance	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,30
			W_x+y- - Wind	0,30
			W_x-y- - Wind	0,30
			W_x+y+ - Wind	0,30
			W_y- - Wind	0,30
			W_y+ - Wind	0,30
			W_x- - Wind	0,30
			W_x+ - Wind	0,30
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			Tuls-4 - Conductor tension	1,00
			4C0 - Construction	1,50
			4C1 - Construction	1,50
			4C2 - Construction	1,50
			4C3 - Construction	1,50
			4C4 - Construction	1,50
			4C5 - Construction	1,50
			4C6 - Construction	1,50
			4C7 - Construction	1,50
			4C8 - Construction	1,50
			4C9 - Construction	1,50
			4C10 - Construction	1,50

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
4	Maintenance	Omhullende - uiterst	4C11 - Construction	1,50
6	Permanent	Omhullende - uiterst	6T - self weight of tower	1,35
			6C - self weight of conductor	1,35
			Tuls-6 - Conductor tension	1,00
1a-p	wind;10	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	1,50
			W_x+y- - Wind	1,50
			W_x-y- - Wind	1,50
			W_x+y+ - Wind	1,50
			W_y- - Wind	1,50
			W_y+ - Wind	1,50
			W_x- - Wind	1,50
			W_x+ - Wind	1,50
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			Tuls-1a - Conductor tension	1,00
1b-p	wind;-20	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,30
			W_x+y- - Wind	0,30
			W_x-y- - Wind	0,30
			W_x+y+ - Wind	0,30
			W_y- - Wind	0,30
			W_y+ - Wind	0,30
			W_x- - Wind	0,30
			W_x+ - Wind	0,30
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			Tuls-1a - Conductor tension	1,00
3-p	wind+ice	Omhullende - uiterst	Ice - Ice	1,50
			WI_x+ - WindIce	0,45
			WI_x- - WindIce	0,45
			WI_x+y+ - WindIce	0,45
			WI_x+y- - WindIce	0,45
			WI_x-y+ - WindIce	0,45
			WI_x-y- - WindIce	0,45
			WI_y+ - WindIce	0,45
			WI_y- - WindIce	0,45
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			Tuls-3 - Conductor tension	1,00
4-p	Maintenance	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,30
			W_x+y- - Wind	0,30
			W_x-y- - Wind	0,30
			W_x+y+ - Wind	0,30
			W_y- - Wind	0,30
			W_y+ - Wind	0,30
			W_x- - Wind	0,30
			W_x+ - Wind	0,30
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			Tuls-4 - Conductor tension	1,00
			4C0 - Construction	1,50
			4C1 - Construction	1,50
			4C2 - Construction	1,50
			4C3 - Construction	1,50
			4C4 - Construction	1,50
			4C5 - Construction	1,50
			4C6 - Construction	1,50
			4C7 - Construction	1,50
			4C8 - Construction	1,50
			4C9 - Construction	1,50
			4C10 - Construction	1,50
			4C11 - Construction	1,50
sp1aLF	wind;10	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,78
			W_x+y- - Wind	0,78
			W_x-y- - Wind	0,78
			W_x+y+ - Wind	0,78

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
sp1aLF	wind;10	Omhullende - uiterst	W_y- - Wind	0,78
			W_y+ - Wind	0,78
			W_x- - Wind	0,78
			W_x+ - Wind	0,78
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			Tsls-1a-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-1a-RF - Conductor tension	1,00
			Tsls-1a-RR - Conductor tension	1,00
sp1aLR	wind;10	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,78
			W_x+y- - Wind	0,78
			W_x-y- - Wind	0,78
			W_x+y+ - Wind	0,78
			W_y- - Wind	0,78
			W_y+ - Wind	0,78
			W_x- - Wind	0,78
			W_x+ - Wind	0,78
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			Tsls-1a-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-1a-RF - Conductor tension	1,00
			Tsls-1a-RR - Conductor tension	1,00
sp1aRF	wind;10	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,78
			W_x+y- - Wind	0,78
			W_x-y- - Wind	0,78
			W_x+y+ - Wind	0,78
			W_y- - Wind	0,78
			W_y+ - Wind	0,78
			W_x- - Wind	0,78
			W_x+ - Wind	0,78
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			Tsls-1a-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-1a-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-1a-RR - Conductor tension	1,00
sp1aRR	wind;10	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,78
			W_x+y- - Wind	0,78
			W_x-y- - Wind	0,78
			W_x+y+ - Wind	0,78
			W_y- - Wind	0,78
			W_y+ - Wind	0,78
			W_x- - Wind	0,78
			W_x+ - Wind	0,78
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			Tsls-1a-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-1a-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-1a-RF - Conductor tension	1,00
sp1aF	wind;10	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,78
			W_x+y- - Wind	0,78
			W_x-y- - Wind	0,78
			W_x+y+ - Wind	0,78
			W_y- - Wind	0,78
			W_y+ - Wind	0,78
			W_x- - Wind	0,78
			W_x+ - Wind	0,78
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			Tsls-1a-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-1a-RR - Conductor tension	1,00
sp1aR	wind;10	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,78
			W_x+y- - Wind	0,78
			W_x-y- - Wind	0,78
			W_x+y+ - Wind	0,78
			W_y- - Wind	0,78

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
sp1aR	wind;10	Omhullende - uiterst	W_y+ - Wind	0,78
			W_x- - Wind	0,78
			W_x+ - Wind	0,78
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			Tsls-1a-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-1a-RF - Conductor tension	1,00
sp1aLF-p	wind;10	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,78
			W_x+y- - Wind	0,78
			W_x-y- - Wind	0,78
			W_x+y+ - Wind	0,78
			W_y- - Wind	0,78
			W_y+ - Wind	0,78
			W_x- - Wind	0,78
			W_x+ - Wind	0,78
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			Tsls-1a-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-1a-RF - Conductor tension	1,00
			Tsls-1a-RR - Conductor tension	1,00
sp1aLR-p	wind;10	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,78
			W_x+y- - Wind	0,78
			W_x-y- - Wind	0,78
			W_x+y+ - Wind	0,78
			W_y- - Wind	0,78
			W_y+ - Wind	0,78
			W_x- - Wind	0,78
			W_x+ - Wind	0,78
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			Tsls-1a-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-1a-RF - Conductor tension	1,00
			Tsls-1a-RR - Conductor tension	1,00
sp1aRF-p	wind;10	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,78
			W_x+y- - Wind	0,78
			W_x-y- - Wind	0,78
			W_x+y+ - Wind	0,78
			W_y- - Wind	0,78
			W_y+ - Wind	0,78
			W_x- - Wind	0,78
			W_x+ - Wind	0,78
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			Tsls-1a-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-1a-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-1a-RR - Conductor tension	1,00
sp1aRR-p	wind;10	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,78
			W_x+y- - Wind	0,78
			W_x-y- - Wind	0,78
			W_x+y+ - Wind	0,78
			W_y- - Wind	0,78
			W_y+ - Wind	0,78
			W_x- - Wind	0,78
			W_x+ - Wind	0,78
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			Tsls-1a-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-1a-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-1a-RF - Conductor tension	1,00
sp1aF-p	wind;10	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,78
			W_x+y- - Wind	0,78
			W_x-y- - Wind	0,78
			W_x+y+ - Wind	0,78
			W_y- - Wind	0,78
			W_y+ - Wind	0,78

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
sp1aF-p	wind;10	Omhullende - uiterst	W_x- - Wind	0,78
			W_x+ - Wind	0,78
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			Tsls-1a-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-1a-RR - Conductor tension	1,00
sp1aR-p	wind;10	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,78
			W_x+y- - Wind	0,78
			W_x-y- - Wind	0,78
			W_x+y+ - Wind	0,78
			W_y- - Wind	0,78
			W_y+ - Wind	0,78
			W_x- - Wind	0,78
			W_x+ - Wind	0,78
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			Tsls-1a-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-1a-RF - Conductor tension	1,00
sp1bLF	wind;-20	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,24
			W_x+y- - Wind	0,24
			W_x-y- - Wind	0,24
			W_x+y+ - Wind	0,24
			W_y- - Wind	0,24
			W_y+ - Wind	0,24
			W_x- - Wind	0,24
			W_x+ - Wind	0,24
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			Tsls-1b-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-1b-RF - Conductor tension	1,00
			Tsls-1b-RR - Conductor tension	1,00
sp1bLR	wind;-20	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,24
			W_x+y- - Wind	0,24
			W_x-y- - Wind	0,24
			W_x+y+ - Wind	0,24
			W_y- - Wind	0,24
			W_y+ - Wind	0,24
			W_x- - Wind	0,24
			W_x+ - Wind	0,24
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			Tsls-1b-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-1b-RF - Conductor tension	1,00
			Tsls-1b-RR - Conductor tension	1,00
sp1bRF	wind;-20	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,24
			W_x+y- - Wind	0,24
			W_x-y- - Wind	0,24
			W_x+y+ - Wind	0,24
			W_y- - Wind	0,24
			W_y+ - Wind	0,24
			W_x- - Wind	0,24
			W_x+ - Wind	0,24
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			Tsls-1b-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-1b-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-1b-RR - Conductor tension	1,00
sp1bRR	wind;-20	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,24
			W_x+y- - Wind	0,24
			W_x-y- - Wind	0,24
			W_x+y+ - Wind	0,24
			W_y- - Wind	0,24
			W_y+ - Wind	0,24
			W_x- - Wind	0,24
			W_x+ - Wind	0,24

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
sp1bRR	wind;-20	Omhullende - uiterst	6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			Tsls-1b-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-1b-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-1b-RF - Conductor tension	1,00
sp1bF	wind;-20	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,24
			W_x+y- - Wind	0,24
			W_x-y- - Wind	0,24
			W_x+y+ - Wind	0,24
			W_y- - Wind	0,24
			W_y+ - Wind	0,24
			W_x- - Wind	0,24
			W_x+ - Wind	0,24
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			Tsls-1b-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-1b-RR - Conductor tension	1,00
sp1bR	wind;-20	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,24
			W_x+y- - Wind	0,24
			W_x-y- - Wind	0,24
			W_x+y+ - Wind	0,24
			W_y- - Wind	0,24
			W_y+ - Wind	0,24
			W_x- - Wind	0,24
			W_x+ - Wind	0,24
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			Tsls-1b-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-1b-RF - Conductor tension	1,00
sp1bLF-p	wind;-20	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,24
			W_x+y- - Wind	0,24
			W_x-y- - Wind	0,24
			W_x+y+ - Wind	0,24
			W_y- - Wind	0,24
			W_y+ - Wind	0,24
			W_x- - Wind	0,24
			W_x+ - Wind	0,24
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			Tsls-1b-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-1b-RF - Conductor tension	1,00
			Tsls-1b-RR - Conductor tension	1,00
sp1bLR-p	wind;-20	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,24
			W_x+y- - Wind	0,24
			W_x-y- - Wind	0,24
			W_x+y+ - Wind	0,24
			W_y- - Wind	0,24
			W_y+ - Wind	0,24
			W_x- - Wind	0,24
			W_x+ - Wind	0,24
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			Tsls-1b-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-1b-RF - Conductor tension	1,00
			Tsls-1b-RR - Conductor tension	1,00
sp1bRF-p	wind;-20	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,24
			W_x+y- - Wind	0,24
			W_x-y- - Wind	0,24
			W_x+y+ - Wind	0,24
			W_y- - Wind	0,24
			W_y+ - Wind	0,24
			W_x- - Wind	0,24
			W_x+ - Wind	0,24
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
sp1bRF-p	wind;-20	Omhullende - uiterst	Tsls-1b-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-1b-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-1b-RR - Conductor tension	1,00
sp1bRR-p	wind;-20	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,24
			W_x+y- - Wind	0,24
			W_x-y- - Wind	0,24
			W_x+y+ - Wind	0,24
			W_y- - Wind	0,24
			W_y+ - Wind	0,24
			W_x- - Wind	0,24
			W_x+ - Wind	0,24
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			Tsls-1b-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-1b-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-1b-RF - Conductor tension	1,00
sp1bF-p	wind;-20	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,24
			W_x+y- - Wind	0,24
			W_x-y- - Wind	0,24
			W_x+y+ - Wind	0,24
			W_y- - Wind	0,24
			W_y+ - Wind	0,24
			W_x- - Wind	0,24
			W_x+ - Wind	0,24
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			Tsls-1b-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-1b-RR - Conductor tension	1,00
sp1bR-p	wind;-20	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,24
			W_x+y- - Wind	0,24
			W_x-y- - Wind	0,24
			W_x+y+ - Wind	0,24
			W_y- - Wind	0,24
			W_y+ - Wind	0,24
			W_x- - Wind	0,24
			W_x+ - Wind	0,24
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			Tsls-1b-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-1b-RF - Conductor tension	1,00
sp3LF	wind+ice	Omhullende - uiterst	Ice - Ice	1,00
			WI_x+ - WindIce	0,36
			WI_x- - WindIce	0,36
			WI_x+y+ - WindIce	0,36
			WI_x+y- - WindIce	0,36
			WI_x-y+ - WindIce	0,36
			WI_x-y- - WindIce	0,36
			WI_y+ - WindIce	0,36
			WI_y- - WindIce	0,36
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			Tsls-3-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-3-RF - Conductor tension	1,00
			Tsls-3-RR - Conductor tension	1,00
sp3LR	wind+ice	Omhullende - uiterst	Ice - Ice	1,00
			WI_x+ - WindIce	0,36
			WI_x- - WindIce	0,36
			WI_x+y+ - WindIce	0,36
			WI_x+y- - WindIce	0,36
			WI_x-y+ - WindIce	0,36
			WI_x-y- - WindIce	0,36
			WI_y+ - WindIce	0,36
			WI_y- - WindIce	0,36
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
sp3LR	wind+ice	Omhullende - uiterst	Tsls-3-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-3-RF - Conductor tension	1,00
			Tsls-3-RR - Conductor tension	1,00
sp3RF	wind+ice	Omhullende - uiterst	Ice - Ice	1,00
			WI_x+ - WindIce	0,36
			WI_x- - WindIce	0,36
			WI_x+y+ - WindIce	0,36
			WI_x+y- - WindIce	0,36
			WI_x-y+ - WindIce	0,36
			WI_x-y- - WindIce	0,36
			WI_y+ - WindIce	0,36
			WI_y- - WindIce	0,36
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			Tsls-3-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-3-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-3-RR - Conductor tension	1,00
sp3RR	wind+ice	Omhullende - uiterst	Ice - Ice	1,00
			WI_x+ - WindIce	0,36
			WI_x- - WindIce	0,36
			WI_x+y+ - WindIce	0,36
			WI_x+y- - WindIce	0,36
			WI_x-y+ - WindIce	0,36
			WI_x-y- - WindIce	0,36
			WI_y+ - WindIce	0,36
			WI_y- - WindIce	0,36
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			Tsls-3-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-3-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-3-RF - Conductor tension	1,00
sp3F	wind+ice	Omhullende - uiterst	Ice - Ice	1,00
			WI_x+ - WindIce	0,36
			WI_x- - WindIce	0,36
			WI_x+y+ - WindIce	0,36
			WI_x+y- - WindIce	0,36
			WI_x-y+ - WindIce	0,36
			WI_x-y- - WindIce	0,36
			WI_y+ - WindIce	0,36
			WI_y- - WindIce	0,36
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			Tsls-3-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-3-RR - Conductor tension	1,00
sp3R	wind+ice	Omhullende - uiterst	Ice - Ice	1,00
			WI_x+ - WindIce	0,36
			WI_x- - WindIce	0,36
			WI_x+y+ - WindIce	0,36
			WI_x+y- - WindIce	0,36
			WI_x-y+ - WindIce	0,36
			WI_x-y- - WindIce	0,36
			WI_y+ - WindIce	0,36
			WI_y- - WindIce	0,36
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			Tsls-3-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-3-RF - Conductor tension	1,00
sp3LF-p	wind+ice	Omhullende - uiterst	Ice - Ice	1,00
			WI_x+ - WindIce	0,36
			WI_x- - WindIce	0,36
			WI_x+y+ - WindIce	0,36
			WI_x+y- - WindIce	0,36
			WI_x-y+ - WindIce	0,36
			WI_x-y- - WindIce	0,36
			WI_y+ - WindIce	0,36

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
sp3LF-p	wind+ice	Omhullende - uiterst	Wl_y- - WindIce	0,36
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			Tsls-3-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-3-RF - Conductor tension	1,00
			Tsls-3-RR - Conductor tension	1,00
sp3LR-p	wind+ice	Omhullende - uiterst	Ice - Ice	1,00
			Wl_x+ - WindIce	0,36
			Wl_x- - WindIce	0,36
			Wl_x+y+ - WindIce	0,36
			Wl_x+y- - WindIce	0,36
			Wl_x-y+ - WindIce	0,36
			Wl_x-y- - WindIce	0,36
			Wl_y+ - WindIce	0,36
			Wl_y- - WindIce	0,36
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			Tsls-3-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-3-RF - Conductor tension	1,00
			Tsls-3-RR - Conductor tension	1,00
sp3RF-p	wind+ice	Omhullende - uiterst	Ice - Ice	1,00
			Wl_x+ - WindIce	0,36
			Wl_x- - WindIce	0,36
			Wl_x+y+ - WindIce	0,36
			Wl_x+y- - WindIce	0,36
			Wl_x-y+ - WindIce	0,36
			Wl_x-y- - WindIce	0,36
			Wl_y+ - WindIce	0,36
			Wl_y- - WindIce	0,36
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			Tsls-3-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-3-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-3-RR - Conductor tension	1,00
sp3RR-p	wind+ice	Omhullende - uiterst	Ice - Ice	1,00
			Wl_x+ - WindIce	0,36
			Wl_x- - WindIce	0,36
			Wl_x+y+ - WindIce	0,36
			Wl_x+y- - WindIce	0,36
			Wl_x-y+ - WindIce	0,36
			Wl_x-y- - WindIce	0,36
			Wl_y+ - WindIce	0,36
			Wl_y- - WindIce	0,36
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			Tsls-3-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-3-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-3-RF - Conductor tension	1,00
sp3F-p	wind+ice	Omhullende - uiterst	Ice - Ice	1,00
			Wl_x+ - WindIce	0,36
			Wl_x- - WindIce	0,36
			Wl_x+y+ - WindIce	0,36
			Wl_x+y- - WindIce	0,36
			Wl_x-y+ - WindIce	0,36
			Wl_x-y- - WindIce	0,36
			Wl_y+ - WindIce	0,36
			Wl_y- - WindIce	0,36
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			Tsls-3-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-3-RR - Conductor tension	1,00
sp3R-p	wind+ice	Omhullende - uiterst	Ice - Ice	1,00
			Wl_x+ - WindIce	0,36
			Wl_x- - WindIce	0,36
			Wl_x+y+ - WindIce	0,36

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
sp3R-p	wind+ice	Omhullende - uiterst	WI_x+y- - WindIce	0,36
			WI_x-y+ - WindIce	0,36
			WI_x-y- - WindIce	0,36
			WI_y+ - WindIce	0,36
			WI_y- - WindIce	0,36
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			Tsls-3-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-3-RF - Conductor tension	1,00
sp4LF	maintenance	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,24
			W_x+y- - Wind	0,24
			W_x-y- - Wind	0,24
			W_x+y+ - Wind	0,24
			W_y- - Wind	0,24
			W_y+ - Wind	0,24
			W_x- - Wind	0,24
			W_x+ - Wind	0,24
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			4C0 - Construction	1,20
			4C1 - Construction	1,20
			4C2 - Construction	1,20
			4C3 - Construction	1,20
			4C4 - Construction	1,20
			4C5 - Construction	1,20
			4C6 - Construction	1,20
			4C7 - Construction	1,20
			4C8 - Construction	1,20
			4C9 - Construction	1,20
			4C10 - Construction	1,20
			4C11 - Construction	1,20
			Tsls-4-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-4-RF - Conductor tension	1,00
			Tsls-4-RR - Conductor tension	1,00
sp4LR	maintenance	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,24
			W_x+y- - Wind	0,24
			W_x-y- - Wind	0,24
			W_x+y+ - Wind	0,24
			W_y- - Wind	0,24
			W_y+ - Wind	0,24
			W_x- - Wind	0,24
			W_x+ - Wind	0,24
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			4C0 - Construction	1,20
			4C1 - Construction	1,20
			4C2 - Construction	1,20
			4C3 - Construction	1,20
			4C4 - Construction	1,20
			4C5 - Construction	1,20
			4C6 - Construction	1,20
			4C7 - Construction	1,20
			4C8 - Construction	1,20
			4C9 - Construction	1,20
			4C10 - Construction	1,20
			4C11 - Construction	1,20
			Tsls-4-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-4-RF - Conductor tension	1,00
			Tsls-4-RR - Conductor tension	1,00
sp4RF	maintenance	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,24
			W_x+y- - Wind	0,24
			W_x-y- - Wind	0,24
			W_x+y+ - Wind	0,24
			W_y- - Wind	0,24
			W_y+ - Wind	0,24

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
sp4RF	maintenance	Omhullende - uiterst	W_x- - Wind	0,24
			W_x+ - Wind	0,24
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			4C0 - Construction	1,20
			4C1 - Construction	1,20
			4C2 - Construction	1,20
			4C3 - Construction	1,20
			4C4 - Construction	1,20
			4C5 - Construction	1,20
			4C6 - Construction	1,20
			4C7 - Construction	1,20
			4C8 - Construction	1,20
			4C9 - Construction	1,20
			4C10 - Construction	1,20
			4C11 - Construction	1,20
			Tsls-4-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-4-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-4-RR - Conductor tension	1,00
sp4RR	maintenance	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,24
			W_x+y- - Wind	0,24
			W_x-y- - Wind	0,24
			W_x+y+ - Wind	0,24
			W_y- - Wind	0,24
			W_y+ - Wind	0,24
			W_x- - Wind	0,24
			W_x+ - Wind	0,24
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			4C0 - Construction	1,20
			4C1 - Construction	1,20
			4C2 - Construction	1,20
			4C3 - Construction	1,20
			4C4 - Construction	1,20
			4C5 - Construction	1,20
			4C6 - Construction	1,20
			4C7 - Construction	1,20
			4C8 - Construction	1,20
			4C9 - Construction	1,20
			4C10 - Construction	1,20
			4C11 - Construction	1,20
			Tsls-4-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-4-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-4-RF - Conductor tension	1,00
sp4F	maintenance	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,24
			W_x+y- - Wind	0,24
			W_x-y- - Wind	0,24
			W_x+y+ - Wind	0,24
			W_y- - Wind	0,24
			W_y+ - Wind	0,24
			W_x- - Wind	0,24
			W_x+ - Wind	0,24
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			4C0 - Construction	1,20
			4C1 - Construction	1,20
			4C2 - Construction	1,20
			4C3 - Construction	1,20
			4C4 - Construction	1,20
			4C5 - Construction	1,20
			4C6 - Construction	1,20
			4C7 - Construction	1,20
			4C8 - Construction	1,20
			4C9 - Construction	1,20
			4C10 - Construction	1,20

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
sp4F	maintenance	Omhullende - uiterst	4C11 - Construction	1,20
			Tsls-4-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-4-RR - Conductor tension	1,00
sp4R	maintenance	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,24
			W_x+y- - Wind	0,24
			W_x-y- - Wind	0,24
			W_x+y+ - Wind	0,24
			W_y- - Wind	0,24
			W_y+ - Wind	0,24
			W_x- - Wind	0,24
			W_x+ - Wind	0,24
			6T - self weight of tower	1,44
			6C - self weight of conductor	1,20
			4C0 - Construction	1,20
			4C1 - Construction	1,20
			4C2 - Construction	1,20
			4C3 - Construction	1,20
			4C4 - Construction	1,20
			4C5 - Construction	1,20
			4C6 - Construction	1,20
			4C7 - Construction	1,20
			4C8 - Construction	1,20
			4C9 - Construction	1,20
			4C10 - Construction	1,20
			4C11 - Construction	1,20
			Tsls-4-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-4-RF - Conductor tension	1,00
sp4LF-p	maintenance	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,24
			W_x+y- - Wind	0,24
			W_x-y- - Wind	0,24
			W_x+y+ - Wind	0,24
			W_y- - Wind	0,24
			W_y+ - Wind	0,24
			W_x- - Wind	0,24
			W_x+ - Wind	0,24
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			4C0 - Construction	1,20
			4C1 - Construction	1,20
			4C2 - Construction	1,20
			4C3 - Construction	1,20
			4C4 - Construction	1,20
			4C5 - Construction	1,20
			4C6 - Construction	1,20
			4C7 - Construction	1,20
			4C8 - Construction	1,20
			4C9 - Construction	1,20
			4C10 - Construction	1,20
			4C11 - Construction	1,20
			Tsls-4-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-4-RF - Conductor tension	1,00
			Tsls-4-RR - Conductor tension	1,00
sp4LR-p	maintenance	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,24
			W_x+y- - Wind	0,24
			W_x-y- - Wind	0,24
			W_x+y+ - Wind	0,24
			W_y- - Wind	0,24
			W_y+ - Wind	0,24
			W_x- - Wind	0,24
			W_x+ - Wind	0,24
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			4C0 - Construction	1,20
			4C1 - Construction	1,20
			4C2 - Construction	1,20

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
sp4LR-p	maintenance	Omhullende - uiterst	4C3 - Construction	1,20
			4C4 - Construction	1,20
			4C5 - Construction	1,20
			4C6 - Construction	1,20
			4C7 - Construction	1,20
			4C8 - Construction	1,20
			4C9 - Construction	1,20
			4C10 - Construction	1,20
			4C11 - Construction	1,20
			Tsls-4-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-4-RF - Conductor tension	1,00
			Tsls-4-RR - Conductor tension	1,00
sp4RF-p	maintenance	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,24
			W_x+y- - Wind	0,24
			W_x-y- - Wind	0,24
			W_x+y+ - Wind	0,24
			W_y- - Wind	0,24
			W_y+ - Wind	0,24
			W_x- - Wind	0,24
			W_x+ - Wind	0,24
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			4C0 - Construction	1,20
			4C1 - Construction	1,20
			4C2 - Construction	1,20
			4C3 - Construction	1,20
			4C4 - Construction	1,20
			4C5 - Construction	1,20
			4C6 - Construction	1,20
			4C7 - Construction	1,20
			4C8 - Construction	1,20
			4C9 - Construction	1,20
			4C10 - Construction	1,20
			4C11 - Construction	1,20
			Tsls-4-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-4-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-4-RR - Conductor tension	1,00
sp4RR-p	maintenance	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,24
			W_x+y- - Wind	0,24
			W_x-y- - Wind	0,24
			W_x+y+ - Wind	0,24
			W_y- - Wind	0,24
			W_y+ - Wind	0,24
			W_x- - Wind	0,24
			W_x+ - Wind	0,24
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			4C0 - Construction	1,20
			4C1 - Construction	1,20
			4C2 - Construction	1,20
			4C3 - Construction	1,20
			4C4 - Construction	1,20
			4C5 - Construction	1,20
			4C6 - Construction	1,20
			4C7 - Construction	1,20
			4C8 - Construction	1,20
			4C9 - Construction	1,20
			4C10 - Construction	1,20
			4C11 - Construction	1,20
			Tsls-4-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-4-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-4-RF - Conductor tension	1,00
sp4F-p	maintenance	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,24
			W_x+y- - Wind	0,24
			W_x-y- - Wind	0,24

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
sp4F-p	maintenance	Omhullende - uiterst	W_x+y+ - Wind	0,24
			W_y- - Wind	0,24
			W_y+ - Wind	0,24
			W_x- - Wind	0,24
			W_x+ - Wind	0,24
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			4C0 - Construction	1,20
			4C1 - Construction	1,20
			4C2 - Construction	1,20
			4C3 - Construction	1,20
			4C4 - Construction	1,20
			4C5 - Construction	1,20
			4C6 - Construction	1,20
			4C7 - Construction	1,20
			4C8 - Construction	1,20
			4C9 - Construction	1,20
			4C10 - Construction	1,20
			4C11 - Construction	1,20
			Tsls-4-LR - Conductor tension	1,00
			Tsls-4-RR - Conductor tension	1,00
sp4R-p	maintenance	Omhullende - uiterst	W_x-y+ - Wind	0,24
			W_x+y- - Wind	0,24
			W_x-y- - Wind	0,24
			W_x+y+ - Wind	0,24
			W_y- - Wind	0,24
			W_y+ - Wind	0,24
			W_x- - Wind	0,24
			W_x+ - Wind	0,24
			6T - self weight of tower	1,08
			6C - self weight of conductor	0,90
			4C0 - Construction	1,20
			4C1 - Construction	1,20
			4C2 - Construction	1,20
			4C3 - Construction	1,20
			4C4 - Construction	1,20
			4C5 - Construction	1,20
			4C6 - Construction	1,20
			4C7 - Construction	1,20
			4C8 - Construction	1,20
			4C9 - Construction	1,20
			4C10 - Construction	1,20
			4C11 - Construction	1,20
			Tsls-4-LF - Conductor tension	1,00
			Tsls-4-RF - Conductor tension	1,00

11. Resultaten

11.1. Interne krachten in staaf

Interne krachten in staaf
Lineaire berekening, Extreem : Staaf, Systeem : Hoofd
Selectie : Alle
Klasse : All UGT

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
S1	CS22 - HFLeq60x60x6	1a/30	0,000	**-0,54**
S1	CS22 - HFLeq60x60x6	1a-p/17	0,941	**0,39**
S2	CS11 - L50X5	3/16	0,000	**-34,21**
S2	CS11 - L50X5	sp1aLF/31	1,862	**0,72**
S3	CS11 - L50X5	sp1aLF/31	0,000	**-0,98**
S3	CS11 - L50X5	3/23	2,018	**22,51**
S4	CS11 - L50X5	sp3LF/32	0,000	**-1,19**
S4	CS11 - L50X5	3-p/10	1,862	**37,51**
S5	CS11 - L50X5	3-p/5	0,000	**-23,82**
S5	CS11 - L50X5	sp1aLF/31	2,018	**0,94**
S6	CS11 - L50X5	1a-p/2	0,000	**-1,00**
S6	CS11 - L50X5	1a/33	0,000	**1,44**
S7	CS11 - L50X5	sp1aLF/34	0,000	**-2,05**
S7	CS11 - L50X5	3-p/24	2,184	**17,58**
S8	CS88 - L60X6	3-p/24	0,000	**-22,72**
S8	CS88 - L60X6	sp1aLF/34	2,162	**2,96**
S9	CS11 - L50X5	3/27	0,000	**-17,75**
S9	CS11 - L50X5	sp1aLF-p/35	2,184	**1,29**
S10	CS88 - L60X6	sp1aLF-p/35	0,000	**-2,51**
S10	CS88 - L60X6	3/27	2,162	**23,73**
S11	CS7 - L50X5	1a/36	1,511	**-1,58**
S11	CS7 - L50X5	1a-p/37	0,000	**1,26**
S12	CS7 - L50X5	1a-p/37	0,000	**-0,44**
S12	CS7 - L50X5	1a/1	0,336	**0,46**
S13	CS7 - L50X5	1a/36	1,501	**-2,45**
S13	CS7 - L50X5	1a-p/37	0,000	**0,95**
S14	CS7 - L50X5	1a-p/37	0,000	**-0,47**
S14	CS7 - L50X5	1a/36	0,649	**1,22**
S15	CS7 - L50X5	1a/36	1,911	**-2,43**
S15	CS7 - L50X5	1a-p/37	0,000	**0,96**
S16	CS7 - L50X5	1a-p/37	0,000	**-0,60**
S16	CS7 - L50X5	1a/36	0,969	**1,48**
S17	CS7 - L50X5	3/25	1,511	**-4,89**
S17	CS7 - L50X5	sp3LF-p/38	0,000	**0,81**
S18	CS7 - L50X5	sp3LF-p/38	0,000	**-0,38**
S18	CS7 - L50X5	3/25	0,336	**1,86**
S19	CS7 - L50X5	1a/1	1,501	**-2,91**
S19	CS7 - L50X5	1a-p/39	0,000	**1,50**
S20	CS7 - L50X5	1a-p/37	0,000	**-0,58**
S20	CS7 - L50X5	1a/1	0,649	**1,37**
S21	CS7 - L50X5	1a/36	1,911	**-2,18**
S21	CS7 - L50X5	1a-p/39	0,000	**0,69**
S22	CS7 - L50X5	1a-p/39	0,969	**-0,56**
S22	CS7 - L50X5	1a/1	0,000	**1,48**
S23	CS4 - L50X5	sp3LF/40	0,000	**-5,83**
S23	CS4 - L50X5	3-p/10	1,450	**13,51**
S24	CS4 - L50X5	3-p/41	0,000	**-13,40**
S24	CS4 - L50X5	sp3LF/42	1,451	**6,23**
S25	CS4 - L50X5	sp3LF/43	0,000	**-9,55**
S25	CS4 - L50X5	sp1aLF-p/44	0,997	**-1,65**
S26	CS96 - L120X10	3/9	0,000	**-225,26**
S26	CS96 - L120X10	sp1aLF-p/35	2,386	**29,94**
S27	CS96 - L120X10	sp1aLF/45	0,000	**-30,51**
S27	CS96 - L120X10	3-p/24	2,652	**178,68**
S28	CS96 - L120X10	sp1aLF/45	0,000	**-32,91**
S28	CS96 - L120X10	3-p/24	2,386	**212,98**
S29	CS96 - L120X10	3/9	0,000	**-193,52**
S29	CS96 - L120X10	sp1aLF-p/35	2,651	**26,52**

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
S30	CS4 - L50X5	sp3RF-p/12	2,536	**-0,74**
S30	CS4 - L50X5	3/9	0,000	**3,86**
S31	CS93 - L90X9	1a-p/17	0,000	**-124,91**
S31	CS93 - L90X9	sp1aLF/45	2,265	**21,64**
S33	CS4 - L50X5	1a/1	0,000	**-6,45**
S33	CS4 - L50X5	sp1aLF-p/44	1,616	**0,54**
S34	CS93 - L90X9	1a-p/2	0,000	**-114,32**
S34	CS93 - L90X9	sp1aLF/45	2,366	**31,52**
S35	CS4 - L50X5	sp3LF/43	0,000	**-19,52**
S35	CS4 - L50X5	3-p/24	1,616	**-3,05**
S36	CS93 - L90X9	sp1aLF/46	0,000	**-20,62**
S36	CS93 - L90X9	1a/47	2,265	**123,80**
S37	CS91 - L150X15	sp1aLF/31	0,000	**-92,99**
S37	CS91 - L150X15	3-p/5	2,380	**466,49**
S38	CS4 - L50X5	3-p/10	0,878	**-5,31**
S38	CS4 - L50X5	sp1aLF/46	0,000	**1,51**
S40	CS91 - L150X15	3/22	0,000	**-480,69**
S40	CS91 - L150X15	sp1aLF-p/48	2,380	**90,37**
S41	CS4 - L50X5	sp1aLF-p/49	0,879	**-2,77**
S41	CS4 - L50X5	3/9	0,000	**16,98**
S42	CS92 - L70X7	3/9	0,000	**-21,59**
S42	CS92 - L70X7	sp1aLF-p/49	2,227	**4,17**
S43	CS4 - L50X5	sp1aRF/50	0,864	**-0,92**
S43	CS4 - L50X5	1a-p/37	0,000	**2,59**
S44	CS92 - L70X7	1a-p/37	0,000	**-35,62**
S44	CS92 - L70X7	sp1aRF/50	2,231	**15,74**
S46	CS86 - L130X12	sp1aLF-p/51	0,000	**-2,67**
S46	CS86 - L130X12	3/27	0,000	**43,49**
S47	CS86 - L130X12	3/6	0,000	**-61,81**
S47	CS86 - L130X12	sp1aLF-p/51	0,000	**-7,50**
S48	CS88 - L60X6	3-p/24	0,000	**-9,10**
S48	CS88 - L60X6	sp1aLF/34	1,252	**3,78**
S49	CS84 - L100X8	sp1aLF/52	0,000	**-6,81**
S49	CS84 - L100X8	3-p/5	2,076	**44,13**
S51	CS85 - L60X8	sp1aLF/46	0,000	**-4,00**
S51	CS85 - L60X8	1a-p/37	2,571	**15,70**
S52	CS88 - L60X6	1a-p/37	1,250	**-12,70**
S52	CS88 - L60X6	sp1aLF/46	0,000	**2,65**
S53	CS83 - L120X12	3/16	2,382	**-309,98**
S53	CS83 - L120X12	sp1aLF-p/44	0,000	**62,83**
S54	CS37 - HFLeq75x75x8	1a-p/53	0,000	**-12,80**
S54	CS37 - HFLeq75x75x8	1a/21	0,000	**11,98**
S55	CS85 - L60X8	3/6	0,000	**-23,08**
S55	CS85 - L60X8	sp1aLF-p/51	2,571	**2,24**
S56	CS88 - L60X6	sp1aLF-p/51	1,250	**-2,38**
S56	CS88 - L60X6	3/6	0,000	**21,05**
S57	CS88 - L60X6	sp1aLF-p/48	0,000	**-2,85**
S57	CS88 - L60X6	3/6	1,252	**34,33**
S58	CS83 - L120X12	sp1aLF/54	2,382	**-70,71**
S58	CS83 - L120X12	3-p/10	0,000	**299,43**
S60	CS88 - L60X6	3-p/5	0,000	**-30,46**
S60	CS88 - L60X6	sp1aLF/52	1,252	**5,80**
S61	CS84 - L100X8	sp1aLF/52	0,000	**-9,42**
S61	CS84 - L100X8	3-p/5	2,076	**61,76**
S63	CS22 - HFLeq60x60x6	1a/18	0,000	**-0,53**
S63	CS22 - HFLeq60x60x6	1a-p/55	0,941	**0,47**

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
S64	CS22 - HFLeq60x60x6	1a/30	0,000	**-0,53**
S64	CS22 - HFLeq60x60x6	1a-p/17	0,941	**0,37**
S65	CS12 - L50X5	3/14	0,000	**-34,81**
S65	CS12 - L50X5	sp1aRF-p/56	1,862	**0,74**
S66	CS12 - L50X5	sp1aRF/57	0,000	**-1,07**
S66	CS12 - L50X5	3-p/5	2,018	**22,12**
S67	CS12 - L50X5	sp3LF/43	0,000	**-1,11**
S67	CS12 - L50X5	3-p/24	1,862	**37,01**
S68	CS12 - L50X5	3-p/5	0,000	**-24,25**
S68	CS12 - L50X5	sp1aRF/57	2,018	**1,08**
S69	CS12 - L50X5	1a-p/39	1,364	**-0,64**
S69	CS12 - L50X5	1a/1	1,364	**1,67**
S70	CS12 - L50X5	sp1aLF/46	0,000	**-1,92**
S70	CS12 - L50X5	3-p/10	2,184	**17,45**
S71	CS88 - L60X6	3-p/10	0,000	**-23,36**
S71	CS88 - L60X6	sp1aLF/52	2,162	**3,37**
S72	CS12 - L50X5	3/16	0,000	**-18,03**
S72	CS12 - L50X5	sp1aRF-p/58	2,184	**1,43**
S73	CS88 - L60X6	sp1aRF/59	0,000	**-2,94**
S73	CS88 - L60X6	3/16	2,162	**22,71**
S74	CS7 - L50X5	sp1aRF/60	1,511	**-1,40**
S74	CS7 - L50X5	1a-p/61	0,000	**1,45**
S75	CS7 - L50X5	1a-p/2	0,000	**-0,60**
S75	CS7 - L50X5	sp1aRF/59	0,336	**0,44**
S76	CS7 - L50X5	1a/33	1,501	**-2,83**
S76	CS7 - L50X5	1a-p/2	0,000	**1,81**
S77	CS7 - L50X5	1a-p/61	0,000	**-0,79**
S77	CS7 - L50X5	1a/47	0,649	**1,25**
S78	CS7 - L50X5	1a/33	1,911	**-2,64**
S78	CS7 - L50X5	1a-p/61	0,000	**0,44**
S79	CS7 - L50X5	1a-p/2	0,000	**-0,43**
S79	CS7 - L50X5	1a/33	0,485	**1,80**
S80	CS7 - L50X5	3/14	1,511	**-3,40**
S80	CS7 - L50X5	sp3RF-p/62	0,000	**0,51**
S81	CS7 - L50X5	sp3RF-p/62	0,000	**-0,24**
S81	CS7 - L50X5	3/14	0,336	**1,29**
S82	CS7 - L50X5	1a/47	1,501	**-2,31**
S82	CS7 - L50X5	1a-p/61	0,000	**1,29**
S83	CS7 - L50X5	1a-p/61	0,000	**-0,66**
S83	CS7 - L50X5	1a/47	0,649	**1,14**
S84	CS7 - L50X5	1a/47	1,911	**-2,90**
S84	CS7 - L50X5	1a-p/61	0,000	**0,79**
S85	CS7 - L50X5	1a-p/61	0,969	**-0,43**
S85	CS7 - L50X5	1a/47	0,000	**1,85**
S86	CS4 - L50X5	sp3RF/63	0,000	**-5,55**
S86	CS4 - L50X5	3-p/41	1,450	**13,63**
S87	CS4 - L50X5	3-p/10	0,000	**-14,39**
S87	CS4 - L50X5	sp3LF/40	1,451	**4,84**
S88	CS4 - L50X5	sp3RF/63	0,000	**-8,42**
S88	CS4 - L50X5	4-p/64	0,000	**-1,80**
S89	CS96 - L120X10	3/23	0,000	**-218,41**
S89	CS96 - L120X10	sp1aLF-p/65	2,386	**28,60**
S90	CS96 - L120X10	sp1aLF/46	0,000	**-30,05**
S90	CS96 - L120X10	3-p/10	2,652	**183,40**
S91	CS96 - L120X10	sp1aLF/46	0,000	**-31,18**
S91	CS96 - L120X10	3-p/10	2,386	**216,55**
S92	CS96 - L120X10	3/23	0,000	**-186,14**
S92	CS96 - L120X10	sp1aLF-p/65	2,651	**24,31**
S93	CS4 - L50X5	3-p/26	2,536	**-3,13**
S93	CS4 - L50X5	3/14	0,000	**1,53**
S94	CS22 - HFLeq60x60x6	1a/18	0,000	**-4,95**
S94	CS22 - HFLeq60x60x6	1a-p/55	1,851	**4,44**
S95	CS22 - HFLeq60x60x6	1a/30	0,000	**-4,62**

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
S95	CS22 - HFLeq60x60x6	1a-p/17	1,849	**4,77**
S96	CS22 - HFLeq60x60x6	1a/18	0,000	**-3,25**
S96	CS22 - HFLeq60x60x6	1a-p/55	1,850	**2,66**
S97	CS22 - HFLeq60x60x6	1a/30	0,000	**-2,93**
S97	CS22 - HFLeq60x60x6	1a-p/17	1,849	**3,00**
S98	CS4 - L50X5	1a/18	1,920	**-2,81**
S98	CS4 - L50X5	1a-p/17	0,000	**2,82**
S99	CS4 - L50X5	1a/18	1,920	**-1,90**
S99	CS4 - L50X5	1a-p/17	0,000	**1,70**
S100	CS24 - ISEA100/100/6	1a/21	2,364	**-45,84**
S100	CS24 - ISEA100/100/6	1a-p/53	0,000	**27,46**
S101	CS98 - L50X6	1a-p/53	0,000	**-31,29**
S101	CS98 - L50X6	1a/21	2,361	**42,55**
S102	CS93 - L90X9	1a/21	2,818	**-49,53**
S102	CS93 - L90X9	1a-p/53	0,000	**39,13**
S103	CS4 - L50X5	1a/30	0,000	**-1,96**
S103	CS4 - L50X5	1a-p/17	1,691	**2,09**
S104	CS4 - L50X5	sp1aLF-p/66	0,000	**0,25**
S104	CS4 - L50X5	1a/30	1,306	**1,97**
S105	CS4 - L50X5	1a/18	0,000	**-2,28**
S105	CS4 - L50X5	1a-p/55	1,691	**1,78**
S106	CS4 - L50X5	1a/18	1,920	**-1,51**
S106	CS4 - L50X5	1a-p/17	0,000	**1,26**
S107	CS24 - ISEA100/100/6	1a/21	2,364	**-69,35**
S107	CS24 - ISEA100/100/6	1a-p/53	0,000	**13,55**
S108	CS4 - L50X5	1a-p/55	0,000	**-0,33**
S108	CS4 - L50X5	sp3LF/42	1,306	**1,77**
S109	CS98 - L50X6	1a-p/53	0,000	**-16,57**
S109	CS98 - L50X6	1a/21	2,360	**66,89**
S110	CS93 - L90X9	1a/21	2,819	**-50,60**
S110	CS93 - L90X9	1a-p/53	0,000	**43,62**
S111	CS24 - ISEA100/100/6	1a/20	2,363	**-43,17**
S111	CS24 - ISEA100/100/6	1a-p/19	0,000	**30,11**
S112	CS98 - L50X6	1a-p/19	0,000	**-34,01**
S112	CS98 - L50X6	1a/20	2,361	**39,82**
S113	CS93 - L90X9	1a/20	2,819	**-46,27**
S113	CS93 - L90X9	1a-p/19	0,000	**42,47**
S114	CS4 - L50X5	1a/30	0,000	**-2,38**
S114	CS4 - L50X5	1a-p/17	1,691	**2,53**
S115	CS4 - L50X5	1a-p/17	0,000	**0,07**
S115	CS4 - L50X5	1a/30	1,306	**2,27**
S116	CS4 - L50X5	1a/18	0,000	**-2,73**
S116	CS4 - L50X5	1a-p/55	1,691	**2,20**
S117	CS4 - L50X5	1a/18	1,920	**-1,80**
S117	CS4 - L50X5	1a-p/17	0,000	**1,54**
S118	CS24 - ISEA100/100/6	1a/20	2,363	**-66,41**
S118	CS24 - ISEA100/100/6	1a-p/19	0,000	**16,49**
S119	CS4 - L50X5	1a-p/55	0,000	**-0,63**
S119	CS4 - L50X5	sp1aLF/67	1,306	**1,77**
S120	CS98 - L50X6	1a-p/19	0,000	**-19,53**
S120	CS98 - L50X6	1a/20	2,361	**63,86**
S121	CS4 - L50X5	sp1aLF-p/66	1,306	**0,09**
S121	CS4 - L50X5	1a/30	0,000	**3,22**
S122	CS4 - L50X5	1a/30	0,000	**-2,98**
S122	CS4 - L50X5	1a-p/17	1,691	**2,29**
S123	CS4 - L50X5	1a/18	0,000	**-2,48**
S123	CS4 - L50X5	1a-p/55	1,691	**2,78**

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
S124	CS4 - L50X5	1a/30	0,960	**-1,94**
S124	CS4 - L50X5	1a-p/55	0,960	**1,73**
S125	CS4 - L50X5	1a-p/55	1,306	**-1,28**
S125	CS4 - L50X5	sp1aLF/67	0,000	**2,09**
S126	CS93 - L90X9	1a/20	2,819	**-46,97**
S126	CS93 - L90X9	1a-p/19	0,000	**47,27**
S127	CS97 - L100X10	1a-p/2	0,000	**-114,17**
S127	CS97 - L100X10	1a/33	0,000	**94,48**
S128	CS97 - L100X10	1a-p/19	0,000	**-72,72**
S128	CS97 - L100X10	1a/47	0,000	**142,43**
S129	CS4 - L50X5	1a-p/37	1,213	**8,04**
S129	CS4 - L50X5	4/68	0,000	**26,07**
S130	CS4 - L50X5	sp1aLF-p/69	2,880	**9,40**
S130	CS4 - L50X5	4/70	0,000	**25,73**
S131	CS95 - L80X8	1a/47	1,541	**-116,75**
S131	CS95 - L80X8	1a-p/19	0,000	**73,11**
S132	CS95 - L80X8	1a/33	1,541	**-89,17**
S132	CS95 - L80X8	1a-p/19	0,000	**111,68**
S133	CS7 - L50X5	sp1aLF/71	0,799	**-0,23**
S133	CS7 - L50X5	3-p/41	0,000	**0,49**
S134	CS7 - L50X5	3/72	0,800	**-0,22**
S134	CS7 - L50X5	sp1aLF-p/73	0,000	**0,08**
S135	CS96 - L120X10	1a/1	0,000	**-132,16**
S135	CS96 - L120X10	1a-p/39	4,098	**61,15**
S136	CS7 - L50X5	3-p/41	2,179	**-3,26**
S136	CS7 - L50X5	sp1aLF/45	0,000	**1,63**
S137	CS4 - L50X5	4-p/74	1,213	**13,62**
S137	CS4 - L50X5	3/25	0,000	**43,49**
S138	CS4 - L50X5	4-p/74	2,880	**13,46**
S138	CS4 - L50X5	3/25	0,000	**41,73**
S139	CS93 - L90X9	1a-p/19	0,000	**-70,90**
S139	CS93 - L90X9	1a/20	1,506	**104,80**
S140	CS96 - L120X10	1a/21	0,000	**-87,62**
S140	CS96 - L120X10	1a-p/37	4,099	**109,69**
S141	CS93 - L90X9	1a-p/2	0,000	**-98,43**
S141	CS93 - L90X9	1a/33	1,506	**66,73**
S142	CS4 - L50X5	1a-p/2	1,213	**6,05**
S142	CS4 - L50X5	4/75	0,000	**25,37**
S143	CS4 - L50X5	sp1aRF-p/76	2,880	**9,46**
S143	CS4 - L50X5	4/75	0,000	**25,81**
S144	CS95 - L80X8	1a/1	1,541	**-119,48**
S144	CS95 - L80X8	1a-p/39	0,000	**73,94**
S145	CS95 - L80X8	1a/21	1,541	**-93,93**
S145	CS95 - L80X8	1a-p/37	0,000	**107,73**
S146	CS7 - L50X5	sp1aRF-p/77	0,000	**-0,08**
S146	CS7 - L50X5	1a/20	0,800	**0,23**
S147	CS7 - L50X5	3/25	0,800	**-0,66**
S147	CS7 - L50X5	sp1aRF-p/78	0,000	**0,05**
S148	CS96 - L120X10	1a/47	0,000	**-125,82**
S148	CS96 - L120X10	1a-p/19	4,098	**65,81**
S149	CS7 - L50X5	sp1aLF-p/65	2,179	**-0,50**
S149	CS7 - L50X5	3/79	0,000	**4,34**
S150	CS7 - L50X5	3-p/26	2,179	**-8,13**
S150	CS7 - L50X5	sp1aLF/46	0,000	**2,54**
S151	CS4 - L50X5	4-p/80	1,213	**12,94**
S151	CS4 - L50X5	3/14	0,000	**41,36**
S152	CS4 - L50X5	4-p/81	2,880	**13,38**
S152	CS4 - L50X5	3/14	0,000	**41,60**
S153	CS93 - L90X9	1a-p/39	0,000	**-66,90**
S153	CS93 - L90X9	1a/21	1,506	**110,49**
S154	CS96 - L120X10	1a/33	0,000	**-81,71**
S154	CS96 - L120X10	1a-p/19	4,099	**116,27**
S155	CS93 - L90X9	1a-p/37	0,000	**-96,19**
S155	CS93 - L90X9	1a/36	1,506	**68,80**
S156	CS93 - L90X9	3-p/10	0,000	**-116,18**
S156	CS93 - L90X9	sp1aLF/46	2,264	**19,24**
S159	CS34 - UNP120	1a-p/37	0,888	**5,50**

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
S159	CS34 - UNP120	sp4RF/82	0,000	**28,33**
S160	CS34 - UNP120	1a-p/2	0,888	**-3,56**
S160	CS34 - UNP120	sp4LF/83	0,000	**27,30**
S161	CS86 - L130X12	sp1aRF-p/77	0,000	**-171,38**
S161	CS86 - L130X12	1a/20	0,000	**270,14**
S162	CS25 - HFLue120x80x8	sp1aRF/84	0,000	**-160,11**
S162	CS25 - HFLue120x80x8	1a-p/53	1,544	**220,59**
S164	CS25 - HFLue120x80x8	1a/20	0,000	**-259,76**
S164	CS25 - HFLue120x80x8	sp1aLF-p/73	1,544	**134,76**
S166	CS34 - UNP120	1a-p/39	0,888	**67,92**
S166	CS34 - UNP120	3/25	0,000	**145,46**
S167	CS28 - ISEA55/55/5	3/9	0,000	**-53,18**
S167	CS28 - ISEA55/55/5	sp1aLF-p/35	1,554	**-0,12**
S168	CS11 - L50X5	sp1aLF-p/49	2,235	**-0,01**
S168	CS11 - L50X5	3/9	0,000	**27,22**
S169	CS28 - ISEA55/55/5	sp3LF/85	0,000	**-3,59**
S169	CS28 - ISEA55/55/5	3-p/41	0,000	**48,95**
S170	CS11 - L50X5	3-p/41	0,000	**-25,02**
S170	CS11 - L50X5	sp3LF/85	2,235	**2,04**
S171	CS101 - UNP140	sp4LF/86	0,000	**-23,23**
S171	CS101 - UNP140	3-p/24	0,000	**119,29**
S172	CS101 - UNP140	3/14	0,000	**-171,86**
S172	CS101 - UNP140	sp4LF-p/87	2,709	**-12,86**
S173	CS30 - UNP140	1a-p/53	0,000	**-2,97**
S173	CS30 - UNP140	sp3LF/88	0,961	**2,74**
S175	CS11 - L50X5	sp3LF/42	0,400	**-0,21**
S175	CS11 - L50X5	3-p/41	0,000	**19,78**
S176	CS82 - L180X18	sp1aLF/46	0,000	**-287,22**
S176	CS82 - L180X18	3-p/10	2,140	**1307,76**
S177	CS82 - L180X18	3/23	0,000	**-1406,53**
S177	CS82 - L180X18	sp1aLF-p/65	2,140	**172,16**
S178	CS15 - HFLeq60x60x5	sp3LF-p/38	0,000	**-10,47**
S178	CS15 - HFLeq60x60x5	sp3RF/89	0,000	**10,44**
S179	CS15 - HFLeq60x60x5	sp3RF/89	0,000	**-9,63**
S179	CS15 - HFLeq60x60x5	sp3LF-p/38	0,000	**9,22**
S180	CS28 - ISEA55/55/5	sp1aLF/52	0,000	**-13,87**
S180	CS28 - ISEA55/55/5	1a-p/17	0,000	**79,63**
S181	CS28 - ISEA55/55/5	1a-p/17	0,000	**-77,89**
S181	CS28 - ISEA55/55/5	sp1aLF/52	0,000	**13,81**
S182	CS15 - HFLeq60x60x5	sp1aLF/52	0,000	**-11,63**
S182	CS15 - HFLeq60x60x5	1a-p/17	0,000	**78,21**
S183	CS15 - HFLeq60x60x5	1a-p/17	0,000	**-69,75**
S183	CS15 - HFLeq60x60x5	sp1aLF/52	0,000	**9,16**
S184	CS15 - HFLeq60x60x5	1a-p/17	0,000	**-80,24**
S184	CS15 - HFLeq60x60x5	sp1aLF/52	0,000	**11,59**
S185	CS15 - HFLeq60x60x5	sp1aLF/52	0,000	**-9,10**
S185	CS15 - HFLeq60x60x5	1a-p/17	0,000	**70,60**
S186	CS98 - L50X6	1a-p/17	0,649	**-87,45**
S186	CS98 - L50X6	sp1aLF/52	0,649	**11,47**

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
S187	CS98 - L50X6	sp1aLF/46	0,432	**-6,21**
S187	CS98 - L50X6	1a-p/37	0,000	**34,98**
S188	CS30 - UNP140	sp1aLF/34	0,000	**-4,93**
S188	CS30 - UNP140	1a-p/2	0,721	**28,36**
S189	CS30 - UNP140	sp1aLF/46	0,000	**-9,53**
S189	CS30 - UNP140	1a-p/17	0,000	**56,28**
S190	CS28 - ISEA55/55/5	3/23	0,000	**-52,76**
S190	CS28 - ISEA55/55/5	sp1aRF-p/58	0,777	**-0,14**
S191	CS11 - L50X5	sp1aRF-p/58	2,235	**-0,01**
S191	CS11 - L50X5	3/23	0,000	**26,98**
S192	CS28 - ISEA55/55/5	sp3LF/90	1,943	**-3,53**
S192	CS28 - ISEA55/55/5	3-p/26	0,000	**49,26**
S193	CS11 - L50X5	3-p/26	0,000	**-25,20**
S193	CS11 - L50X5	sp3RF/89	2,235	**2,00**
S194	CS101 - UNP140	sp4LF/91	0,814	**-23,32**
S194	CS101 - UNP140	3-p/10	0,000	**119,36**
S195	CS101 - UNP140	3/25	0,000	**-171,57**
S195	CS101 - UNP140	sp4LF-p/92	1,220	**-12,80**
S196	CS30 - UNP140	1a-p/19	0,000	**-3,14**
S196	CS30 - UNP140	sp1aLF/93	0,961	**2,74**
S198	CS28 - ISEA55/55/5	sp1aLF/52	0,000	**-13,08**
S198	CS28 - ISEA55/55/5	1a-p/17	0,000	**77,97**
S199	CS28 - ISEA55/55/5	1a-p/17	0,000	**-76,57**
S199	CS28 - ISEA55/55/5	sp1aLF/52	0,000	**13,06**
S200	CS15 - HFLeq60x60x5	sp1aLF/52	0,000	**-12,05**
S200	CS15 - HFLeq60x60x5	1a-p/17	0,000	**79,39**
S201	CS15 - HFLeq60x60x5	1a-p/17	0,000	**-70,05**
S201	CS15 - HFLeq60x60x5	sp1aLF/52	0,000	**9,20**
S202	CS15 - HFLeq60x60x5	1a-p/17	2,924	**-81,34**
S202	CS15 - HFLeq60x60x5	sp1aLF/52	2,924	**12,21**
S203	CS15 - HFLeq60x60x5	sp1aLF/52	0,000	**-9,16**
S203	CS15 - HFLeq60x60x5	1a-p/17	0,000	**70,59**
S204	CS98 - L50X6	1a-p/17	0,647	**-87,28**
S204	CS98 - L50X6	sp1aLF/52	0,647	**11,45**
S205	CS98 - L50X6	sp1aLF/45	0,431	**-6,50**
S205	CS98 - L50X6	1a-p/2	0,000	**35,89**
S206	CS15 - HFLeq60x60x5	sp3RF-p/62	0,000	**-10,47**
S206	CS15 - HFLeq60x60x5	sp3LF/85	0,000	**10,44**
S207	CS15 - HFLeq60x60x5	sp3LF/85	0,000	**-9,62**
S207	CS15 - HFLeq60x60x5	sp3RF-p/62	1,142	**9,23**
S208	CS30 - UNP140	sp1aLF/46	0,000	**-4,88**
S208	CS30 - UNP140	1a-p/37	0,000	**27,89**
S209	CS30 - UNP140	sp1aLF/45	0,000	**-9,69**
S209	CS30 - UNP140	1a-p/2	0,000	**57,55**
S210	CS101 - UNP140	sp1aLF/45	0,000	**-42,85**
S210	CS101 - UNP140	1a-p/19	0,000	**166,55**
S211	CS4 - L50X5	1a-p/53	0,000	**-6,10**
S211	CS4 - L50X5	1a/21	0,000	**11,42**
S212	CS4 - L50X5	1a-p/19	0,000	**-5,02**
S212	CS4 - L50X5	1a/20	0,000	**13,06**
S213	CS101 - UNP140	3/14	0,000	**-195,53**
S213	CS101 - UNP140	sp1aLF-p/94	0,000	**29,28**

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
S214	CS4 - L50X5	1a/30	0,000	**-2,65**
S214	CS4 - L50X5	1a-p/17	2,305	**2,43**
S215	CS4 - L50X5	1a/30	0,000	**-2,63**
S215	CS4 - L50X5	1a-p/17	2,305	**2,41**
S216	CS4 - L50X5	1a/30	0,000	**-1,79**
S216	CS4 - L50X5	1a-p/55	1,166	**0,89**
S217	CS4 - L50X5	1a-p/17	1,778	**-1,25**
S217	CS4 - L50X5	1a/30	0,000	**1,98**
S218	CS4 - L50X5	1a/30	1,790	**-2,19**
S218	CS4 - L50X5	1a-p/17	0,000	**1,11**
S219	CS4 - L50X5	1a/18	0,000	**-2,75**
S219	CS4 - L50X5	1a-p/55	2,305	**2,33**
S220	CS4 - L50X5	1a/18	0,000	**-2,73**
S220	CS4 - L50X5	1a-p/55	2,305	**2,31**
S221	CS4 - L50X5	1a/18	1,614	**-2,15**
S221	CS4 - L50X5	1a-p/17	0,403	**1,75**
S222	CS4 - L50X5	1a/18	1,614	**-2,14**
S222	CS4 - L50X5	1a-p/17	0,000	**1,74**
S223	CS4 - L50X5	1a/30	0,000	**-1,89**
S223	CS4 - L50X5	1a-p/55	1,166	**0,93**
S224	CS26 - HFLeq100x100x8	1a-p/53	2,376	**-131,74**
S224	CS26 - HFLeq100x100x8	1a/21	0,000	**151,95**
S225	CS41 - ISEA120/120/8	1a/21	0,000	**-142,41**
S225	CS41 - ISEA120/120/8	1a-p/53	2,373	**128,22**
S226	CS26 - HFLeq100x100x8	1a-p/19	2,376	**-142,29**
S226	CS26 - HFLeq100x100x8	1a/20	0,000	**141,44**
S227	CS41 - ISEA120/120/8	1a/20	0,000	**-132,50**
S227	CS41 - ISEA120/120/8	1a-p/19	2,373	**138,58**
S228	CS40 - ISUA65/50/5	sp1aLF-p/94	4,732	**5,05**
S228	CS40 - ISUA65/50/5	4/95	0,000	**13,61**
S229	CS4 - L50X5	4/95	1,269	**-2,39**
S229	CS4 - L50X5	sp1aLF-p/96	0,000	**-0,95**
S230	CS40 - ISUA65/50/5	sp1aLF-p/97	2,898	**5,07**
S230	CS40 - ISUA65/50/5	4/98	0,000	**14,21**
S231	CS40 - ISUA65/50/5	sp1aLF-p/65	4,732	**5,05**
S231	CS40 - ISUA65/50/5	4/99	0,000	**13,62**
S232	CS4 - L50X5	sp1aRF-p/76	2,810	**5,60**
S232	CS4 - L50X5	1a/33	0,000	**14,18**
S233	CS4 - L50X5	4/99	1,269	**-2,44**
S233	CS4 - L50X5	sp1aLF-p/65	0,000	**-0,93**
S234	CS40 - ISUA65/50/5	sp1aLF-p/35	2,898	**5,11**
S234	CS40 - ISUA65/50/5	4/100	0,000	**14,33**
S235	CS40 - ISUA65/50/5	3-p/41	4,732	**37,42**
S235	CS40 - ISUA65/50/5	3/9	0,000	**67,59**
S236	CS4 - L50X5	1a-p/39	2,811	**29,14**
S236	CS4 - L50X5	3/25	0,000	**55,75**
S237	CS4 - L50X5	3/9	1,269	**-10,64**
S237	CS4 - L50X5	1a-p/61	0,000	**-5,90**
S238	CS40 - ISUA65/50/5	1a-p/39	2,898	**38,32**
S238	CS40 - ISUA65/50/5	3/23	0,000	**69,90**
S239	CS26 - HFLeq100x100x8	1a-p/53	2,376	**-134,21**

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
S239	CS26 - HFLeq100x100x8	1a/21	0,000	**160,48**
S240	CS41 - ISEA120/120/8	1a/21	0,000	**-163,19**
S240	CS41 - ISEA120/120/8	1a-p/53	2,373	**116,96**
S241	CS26 - HFLeq100x100x8	1a-p/19	2,376	**-144,99**
S241	CS26 - HFLeq100x100x8	1a/20	0,000	**149,79**
S242	CS41 - ISEA120/120/8	1a/20	0,000	**-152,96**
S242	CS41 - ISEA120/120/8	1a-p/19	2,373	**127,04**
S243	CS93 - L90X9	sp1aLF/45	0,000	**-28,16**
S243	CS93 - L90X9	1a-p/2	2,366	**116,18**
S244	CS4 - L50X5	3/16	0,000	**-10,85**
S244	CS4 - L50X5	sp1aLF-p/65	1,616	**-0,25**
S245	CS93 - L90X9	3-p/10	0,000	**-103,59**
S245	CS93 - L90X9	sp1aLF/46	2,366	**25,08**
S247	CS4 - L50X5	3-p/10	0,879	**-13,47**
S247	CS4 - L50X5	sp1aRF/50	0,000	**4,77**
S248	CS92 - L70X7	sp1aRF/50	0,000	**-5,63**
S248	CS92 - L70X7	3-p/10	2,227	**18,13**
S249	CS85 - L60X8	sp1aLF/52	0,000	**-4,46**
S249	CS85 - L60X8	3-p/5	2,571	**20,34**
S250	CS88 - L60X6	3-p/5	1,250	**-19,28**
S250	CS88 - L60X6	sp1aLF/52	0,000	**3,66**
S252	CS91 - L150X15	3/22	0,000	**-472,15**
S252	CS91 - L150X15	sp1aRF/57	4,747	**52,69**
S253	CS40 - ISUA65/50/5	3-p/10	4,732	**37,46**
S253	CS40 - ISUA65/50/5	3/101	0,000	**67,66**
S254	CS4 - L50X5	1a-p/61	2,810	**28,81**
S254	CS4 - L50X5	3/9	0,000	**55,71**
S255	CS4 - L50X5	3/101	1,269	**-10,69**
S255	CS4 - L50X5	1a-p/37	0,000	**-5,84**
S256	CS40 - ISUA65/50/5	1a-p/2	2,898	**38,22**
S256	CS40 - ISUA65/50/5	3/72	0,000	**69,92**
S257	CS4 - L50X5	sp3RF/11	0,000	**-18,40**
S257	CS4 - L50X5	1a-p/2	1,616	**-3,32**
S258	CS34 - UNP120	1a-p/61	0,888	**63,61**
S258	CS34 - UNP120	3/14	0,000	**131,73**
S259	CS86 - L130X12	1a-p/53	0,000	**-207,93**
S259	CS86 - L130X12	sp1aLF/102	0,000	**257,48**
S260	CS4 - L50X5	sp1aLF-p/35	0,879	**0,77**
S260	CS4 - L50X5	3/9	0,000	**11,47**
S263	CS95 - L80X8	sp3RF-p/103	0,000	**-62,66**
S263	CS95 - L80X8	sp3LF/104	0,000	**36,02**
S264	CS95 - L80X8	sp3LF/3	0,000	**-31,71**
S264	CS95 - L80X8	sp3RF-p/12	0,000	**56,31**
S265	CS95 - L80X8	sp3RF-p/103	0,000	**-61,45**
S265	CS95 - L80X8	sp3LF/104	0,000	**35,35**
S266	CS95 - L80X8	sp3LF/32	0,000	**-36,31**
S266	CS95 - L80X8	sp3RF-p/28	0,000	**60,96**
S267	CS95 - L80X8	sp3RF-p/12	0,000	**-55,93**
S267	CS95 - L80X8	sp3LF/3	0,000	**32,30**
S268	CS43 - ISEA70/70/5	1a/21	2,192	**-1,37**
S268	CS43 - ISEA70/70/5	1a-p/53	0,000	**1,30**
S269	CS44 - UNP200	1a/21	0,000	**-300,17**
S269	CS44 - UNP200	sp1aLF-p/105	0,000	**39,03**
S270	CS36 - ISEA70/70/5	sp1aLF-p/48	0,000	**-33,63**
S270	CS36 - ISEA70/70/5	3/6	0,000	**217,19**
S273	CS94 - L60X8	sp1aLF/31	0,000	**-4,26**
S273	CS94 - L60X8	3-p/24	0,000	**57,38**
S274	CS94 - L60X8	sp1aLF-p/48	0,000	**-0,66**
S274	CS94 - L60X8	3/6	0,000	**34,81**
S275	CS94 - L60X8	sp1aLF/31	0,000	**-2,33**
S275	CS94 - L60X8	3-p/5	1,105	**23,23**
S278	CS94 - L60X8	3/6	0,000	**-60,03**
S278	CS94 - L60X8	sp1aLF-p/48	0,000	**0,71**
S279	CS94 - L60X8	3-p/5	0,000	**-33,93**
S279	CS94 - L60X8	sp1aLF/31	0,000	**3,20**
S280	CS94 - L60X8	3/6	0,000	**-24,55**
S280	CS94 - L60X8	sp1aLF-p/48	0,000	**1,18**
S282	CS44 - UNP200	3-p/41	0,461	**-9,98**
S282	CS44 - UNP200	sp3LF/42	0,000	**3,35**
S283	CS30 - UNP140	sp1aLF-p/44	1,594	**0,12**
S283	CS30 - UNP140	3/23	0,000	**26,00**
S284	CS94 - L60X8	3-p/5	0,000	**-44,90**
S284	CS94 - L60X8	sp1aLF/31	0,000	**2,54**
S285	CS94 - L60X8	sp1aLF/31	0,695	**-2,68**
S285	CS94 - L60X8	3-p/5	0,695	**44,91**
S286	CS30 - UNP140	1a-p/2	0,000	**-18,24**
S286	CS30 - UNP140	3/9	1,317	**64,68**
S287	CS43 - ISEA70/70/5	1a-p/17	0,000	**-0,57**
S287	CS43 - ISEA70/70/5	sp1aLF/52	0,000	**0,48**
S288	CS93 - L90X9	3/9	0,000	**-74,61**
S288	CS93 - L90X9	sp1aLF-p/35	3,988	**2,50**
S289	CS44 - UNP200	3/9	0,000	**-394,24**
S289	CS44 - UNP200	sp1aLF-p/49	2,943	**-26,67**
S290	CS95 - L80X8	3-p/5	0,000	**-36,69**
S290	CS95 - L80X8	sp1aRF/57	1,637	**11,42**
S291	CS95 - L80X8	sp1aRF/59	2,179	**-10,36**
S291	CS95 - L80X8	3-p/24	0,000	**38,74**
S292	CS95 - L80X8	3-p/41	0,000	**-36,67**
S292	CS95 - L80X8	sp1aRF/106	2,298	**7,68**
S293	CS4 - L50X5	sp3RF-p/62	0,000	**-18,54**
S293	CS4 - L50X5	sp3LF/85	0,000	**16,89**
S294	CS4 - L50X5	3-p/10	0,000	**-42,97**
S294	CS4 - L50X5	sp3RF-p/62	0,560	**17,88**
S295	CS44 - UNP200	3/23	0,000	**-392,55**
S295	CS44 - UNP200	sp1aRF-p/58	2,942	**-25,46**
S296	CS4 - L50X5	1a-p/17	1,778	**-1,44**
S296	CS4 - L50X5	1a/30	0,000	**2,07**
S297	CS4 - L50X5	1a/30	1,790	**-2,34**
S297	CS4 - L50X5	1a-p/17	0,000	**1,26**
S298	CS36 - ISEA70/70/5	3-p/5	0,000	**-203,15**
S298	CS36 - ISEA70/70/5	3/6	1,753	**209,61**
S299	CS44 - UNP200	sp3LF/85	1,753	**-27,30**
S299	CS44 - UNP200	sp3RF-p/62	1,753	**65,32**
S300	CS93 - L90X9	sp1aLF/45	0,000	**-18,75**
S300	CS93 - L90X9	1a/1	2,265	**123,54**
S301	CS92 - L70X7	3/9	0,000	**-15,78**
S301	CS92 - L70X7	sp1aLF-p/35	2,227	**-1,18**
S302	CS94 - L60X8	3/6	0,000	**-60,33**
S302	CS94 - L60X8	sp1aRF-p/56	0,369	**1,29**
S303	CS94 - L60X8	3-p/10	0,000	**-33,86**
S303	CS94 - L60X8	sp1aRF/57	1,094	**3,09**
S304	CS94 - L60X8	3/6	0,000	**-24,35**
S304	CS94 - L60X8	sp1aRF-p/56	0,000	**0,85**
S307	CS94 - L60X8	sp1aRF/57	0,000	**-5,06**
S307	CS94 - L60X8	3-p/10	0,000	**57,64**
S308	CS94 - L60X8	sp1aRF-p/56	0,000	**-1,02**
S308	CS94 - L60X8	3/6	2,188	**34,99**
S309	CS94 - L60X8	sp1aRF/57	0,000	**-2,27**
S309	CS94 - L60X8	3-p/5	0,000	**23,17**
S311	CS44 - UNP200	3-p/26	0,000	**-10,00**

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
S311	CS44 - UNP200	sp3RF/89	0,000	**3,37**
S312	CS30 - UNP140	sp1aLF-p/35	0,000	**0,06**
S312	CS30 - UNP140	3/9	2,391	**26,06**
S313	CS94 - L60X8	sp1aLF/52	0,000	**-2,52**
S313	CS94 - L60X8	3-p/5	0,000	**44,74**
S314	CS94 - L60X8	3-p/5	0,000	**-44,81**
S314	CS94 - L60X8	sp1aLF/52	0,927	**2,38**
S315	CS30 - UNP140	1a-p/37	1,317	**-15,69**
S315	CS30 - UNP140	3/23	0,000	**67,69**
S316	CS43 - ISEA70/70/5	1a-p/53	0,000	**-0,40**
S316	CS43 - ISEA70/70/5	sp3RF/89	3,013	**0,40**
S317	CS93 - L90X9	sp1aRF/50	0,000	**-10,02**
S317	CS93 - L90X9	3-p/26	2,901	**74,97**
S318	CS95 - L80X8	sp1aRF/59	2,456	**-9,95**
S318	CS95 - L80X8	3-p/24	0,000	**38,99**
S319	CS95 - L80X8	3-p/5	0,000	**-37,04**
S319	CS95 - L80X8	sp1aRF/57	0,000	**11,13**
S320	CS95 - L80X8	sp3RF/107	0,000	**-8,73**
S320	CS95 - L80X8	3-p/10	0,000	**33,31**
S321	CS43 - ISEA70/70/5	1a/20	0,000	**-1,44**
S321	CS43 - ISEA70/70/5	1a-p/19	3,507	**1,44**
S322	CS4 - L50X5	sp3LF-p/29	0,000	**-16,39**
S322	CS4 - L50X5	sp3RF/11	0,000	**15,84**
S323	CS4 - L50X5	sp3RF/11	0,000	**-14,57**
S323	CS4 - L50X5	sp3LF-p/29	0,000	**16,25**
S324	CS44 - UNP200	sp3LF-p/29	0,000	**-13,32**
S324	CS44 - UNP200	3-p/26	1,753	**51,84**
S328	CS25 - HFLue120x80x8	1a/21	0,000	**-264,28**
S328	CS25 - HFLue120x80x8	sp1aRF-p/78	1,544	**133,69**
S330	CS4 - L50X5	1a/1	0,864	**-9,65**
S330	CS4 - L50X5	sp1aRF-p/58	0,000	**1,94**
S331	CS92 - L70X7	sp1aRF/59	0,000	**-9,20**
S331	CS92 - L70X7	1a/1	2,231	**20,23**
S332	CS90 - L120X12	sp1aRF-p/78	0,000	**-179,18**
S332	CS90 - L120X12	1a/21	4,017	**282,84**
S333	CS85 - L60X8	1a/47	0,000	**-17,84**
S333	CS85 - L60X8	sp1aLF-p/35	2,571	**1,70**
S334	CS88 - L60X6	sp1aLF-p/35	1,250	**-1,73**
S334	CS88 - L60X6	1a/47	0,000	**13,63**
S335	CS88 - L60X6	sp1aRF-p/58	0,000	**-1,51**
S335	CS88 - L60X6	3/79	1,252	**10,70**
S336	CS84 - L100X8	3/6	0,000	**-64,18**
S336	CS84 - L100X8	sp1aLF-p/51	2,076	**-6,64**
S337	CS83 - L120X12	sp1aRF/59	2,382	**-48,23**
S337	CS83 - L120X12	3-p/24	0,000	**305,38**
S340	CS44 - UNP200	sp1aLF/52	1,462	**-28,50**
S340	CS44 - UNP200	3-p/5	1,462	**260,77**
S341	CS82 - L180X18	sp1aLF/45	0,000	**-285,99**
S341	CS82 - L180X18	1a-p/2	2,140	**1289,24**
S342	CS82 - L180X18	3/9	0,000	**-1423,00**
S342	CS82 - L180X18	sp1aLF-p/35	2,140	**160,33**
S343	CS12 - L50X5	sp3RF-p/62	0,000	**-0,35**
S343	CS12 - L50X5	3/14	0,000	**20,48**
S345	CS35 - L(ARC)150x150x14	sp1aLF-p/108	0,000	**-216,63**
S345	CS35 - L(ARC)150x150x14	1a/21	2,816	**253,51**
S346	CS35 - L(ARC)150x150x14	sp1aLF-p/108	0,000	**-199,78**
S346	CS35 - L(ARC)150x150x14	1a/21	2,825	**300,21**
S347	CS35 - L(ARC)150x150x14	sp1aRF-p/77	0,000	**-222,26**
S347	CS35 - L(ARC)150x150x14	1a/20	2,816	**245,00**

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
S349	CS35 - L(ARC)150x150x14	1a/21	0,000	**-264,73**
S349	CS35 - L(ARC)150x150x14	sp1aRF-p/78	2,816	**222,74**
S350	CS35 - L(ARC)150x150x14	1a/21	0,000	**-327,91**
S350	CS35 - L(ARC)150x150x14	sp1aRF-p/78	2,825	**195,30**
S351	CS35 - L(ARC)150x150x14	1a/20	0,000	**-256,13**
S351	CS35 - L(ARC)150x150x14	sp1aLF-p/73	2,816	**227,97**
S352	CS35 - L(ARC)150x150x14	1a/20	0,000	**-339,33**
S352	CS35 - L(ARC)150x150x14	sp1aLF-p/73	2,825	**199,53**
C1	CS2 - L200X24	1a/1	5,476	**-2322,88**
C1	CS2 - L200X24	sp1aLF-p/65	10,951	**327,60**
C2	CS2 - L200X24	1a/47	5,476	**-2310,57**
C2	CS2 - L200X24	sp1aLF-p/35	10,951	**321,31**
C4	CS2 - L200X24	sp1aLF/46	0,000	**-525,09**
C4	CS2 - L200X24	1a-p/37	10,951	**2104,69**
C3	CS2 - L200X24	sp1aLF/45	0,000	**-531,28**
C3	CS2 - L200X24	1a-p/2	10,951	**2117,60**
B9	CS3 - HFLeq150x150x12	3/9	6,146	**-517,18**
B9	CS3 - HFLeq150x150x12	sp1aRF-p/56	6,146	**56,01**
B14	CS3 - HFLeq150x150x12	sp1aLF/34	9,219	**-148,95**
B14	CS3 - HFLeq150x150x12	3-p/41	6,146	**419,58**
B16	CS3 - HFLeq150x150x12	sp1aRF/57	9,219	**-111,97**
B16	CS3 - HFLeq150x150x12	3-p/24	3,073	**464,00**
B18	CS3 - HFLeq150x150x12	sp1aRF/84	0,000	**-130,09**
B18	CS3 - HFLeq150x150x12	3-p/26	9,219	**416,78**
SB2	CS4 - L50X5	sp3LF/109	0,000	**-4,43**
SB2	CS4 - L50X5	sp3RF-p/110	0,000	**4,00**
SB5	CS4 - L50X5	sp3RF/111	0,000	**-4,70**
SB5	CS4 - L50X5	sp3LF-p/112	0,000	**3,59**
SB18	CS62 - L(CSN)60/6	1a/47	0,000	**-2,28**
SB18	CS62 - L(CSN)60/6	sp1aRF-p/113	0,000	**-1,12**
SB21	CS62 - L(CSN)60/6	sp1aLF/46	0,000	**-2,29**
SB21	CS62 - L(CSN)60/6	1a-p/37	0,000	**3,48**
SB34	CS61 - L(CSN)70/7	sp1aLF/31	0,000	**-2,82**
SB34	CS61 - L(CSN)70/7	1a-p/17	0,000	**-0,76**
SB37	CS61 - L(CSN)70/7	sp1aRF/59	0,000	**-3,00**
SB37	CS61 - L(CSN)70/7	sp3LF-p/114	0,000	**-1,28**
SB6	CS4 - L50X5	sp1aLF/52	0,000	**-1,81**
SB6	CS4 - L50X5	3-p/115	0,000	**14,16**
SB9	CS4 - L50X5	3/6	0,000	**-13,88**
SB9	CS4 - L50X5	sp1aLF-p/51	0,000	**1,13**
SB22	CS62 - L(CSN)60/6	sp1aLF/45	0,000	**-1,88**
SB22	CS62 - L(CSN)60/6	3-p/15	0,000	**0,02**
SB38	CS61 - L(CSN)70/7	sp1aLF/102	0,000	**-3,31**
SB38	CS61 - L(CSN)70/7	sp3RF-p/116	0,000	**-1,47**
SB41	CS61 - L(CSN)70/7	sp3RF/107	0,000	**-3,28**

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
SB41	CS61 - L(CSN)70/7	sp3LF-p/117	0,000	**-1,54**
SB25	CS62 - L(CSN)60/6	1a/1	0,000	**-5,97**
SB25	CS62 - L(CSN)60/6	sp1aLF-p/65	0,000	**-0,24**
SB10	CS4 - L50X5	sp3LF/118	0,000	**-4,68**
SB10	CS4 - L50X5	sp3RF-p/116	0,000	**3,91**
SB13	CS4 - L50X5	sp3RF/7	0,000	**-4,30**
SB13	CS4 - L50X5	sp3LF-p/8	0,000	**4,20**
SB26	CS62 - L(CSN)60/6	sp1aLF/54	0,000	**-2,09**
SB26	CS62 - L(CSN)60/6	1a-p/37	0,000	**-0,89**
SB29	CS62 - L(CSN)60/6	1a/47	0,000	**-6,07**
SB29	CS62 - L(CSN)60/6	sp1aLF-p/35	0,000	**-0,30**
SB42	CS61 - L(CSN)70/7	1a/18	0,000	**-3,71**
SB42	CS61 - L(CSN)70/7	sp1aRF-p/56	0,000	**-1,72**
SB45	CS61 - L(CSN)70/7	sp3RF/119	0,000	**-3,19**
SB45	CS61 - L(CSN)70/7	sp1aLF-p/44	0,000	**-1,44**
SB14	CS4 - L50X5	3/6	0,000	**-14,71**
SB14	CS4 - L50X5	sp1aLF-p/51	0,000	**1,20**
SB1	CS4 - L50X5	sp1aLF/52	0,000	**-1,69**
SB1	CS4 - L50X5	3-p/115	0,000	**13,30**
SB30	CS62 - L(CSN)60/6	3/23	0,000	**-3,11**
SB30	CS62 - L(CSN)60/6	sp1aLF-p/65	0,000	**-1,19**
SB17	CS62 - L(CSN)60/6	sp1aLF/45	0,000	**-2,25**
SB17	CS62 - L(CSN)60/6	1a-p/2	0,000	**3,47**
SB46	CS61 - L(CSN)70/7	sp3LF/109	0,000	**-3,46**
SB46	CS61 - L(CSN)70/7	sp1aRF-p/77	0,000	**-1,68**
SB33	CS61 - L(CSN)70/7	sp3RF/120	0,000	**-3,41**
SB33	CS61 - L(CSN)70/7	sp3LF-p/121	0,000	**-1,60**
SB16	CS59 - L(CSN)100/10	sp1aLF-p/51	0,000	**-0,88**
SB16	CS59 - L(CSN)100/10	3/22	2,712	**26,15**
SB32	CS60 - L(CSN)80/8	sp1aRF-p/122	0,000	**1,76**
SB32	CS60 - L(CSN)80/8	sp1aLF/102	3,003	**4,13**
SB48	CS60 - L(CSN)80/8	sp1aRF-p/77	0,000	**2,72**
SB48	CS60 - L(CSN)80/8	1a/47	3,533	**5,46**
SB15	CS59 - L(CSN)100/10	sp1aLF-p/35	0,000	**-3,63**
SB15	CS59 - L(CSN)100/10	1a/47	2,712	**21,86**
SB31	CS60 - L(CSN)80/8	3-p/10	0,000	**-0,92**
SB31	CS60 - L(CSN)80/8	sp1aLF/46	3,003	**3,98**
SB47	CS60 - L(CSN)80/8	sp1aLF-p/35	0,000	**2,30**
SB47	CS60 - L(CSN)80/8	3/27	3,533	**6,77**
SB12	CS59 - L(CSN)100/10	sp1aRF-p/58	0,000	**-3,27**
SB12	CS59 - L(CSN)100/10	1a/1	2,712	**11,41**
SB28	CS60 - L(CSN)80/8	3-p/5	0,000	**0,08**

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
SB28	CS60 - L(CSN)80/8	sp1aLF/52	3,003	**3,89**
SB44	CS60 - L(CSN)80/8	sp1aLF-p/51	0,000	**2,58**
SB44	CS60 - L(CSN)80/8	1a/18	3,533	**5,81**
SB11	CS59 - L(CSN)100/10	sp1aLF-p/65	0,000	**-3,43**
SB11	CS59 - L(CSN)100/10	3/16	2,712	**32,06**
SB27	CS60 - L(CSN)80/8	1a-p/2	0,000	**0,95**
SB27	CS60 - L(CSN)80/8	sp1aRF/59	3,003	**4,14**
SB43	CS60 - L(CSN)80/8	sp1aLF-p/65	0,000	**2,47**
SB43	CS60 - L(CSN)80/8	1a/1	3,533	**6,44**
SB8	CS59 - L(CSN)100/10	3-p/123	0,000	**-22,11**
SB8	CS59 - L(CSN)100/10	sp1aLF/46	2,712	**5,11**
SB24	CS60 - L(CSN)80/8	sp1aRF-p/77	0,000	**1,82**
SB24	CS60 - L(CSN)80/8	sp1aLF/124	3,003	**4,15**
SB40	CS60 - L(CSN)80/8	1a-p/37	0,000	**1,91**
SB40	CS60 - L(CSN)80/8	sp1aLF/102	3,533	**4,73**
SB7	CS59 - L(CSN)100/10	1a-p/37	0,000	**-18,97**
SB7	CS59 - L(CSN)100/10	sp1aLF/46	2,712	**6,17**
SB23	CS60 - L(CSN)80/8	sp1aLF-p/35	0,000	**1,96**
SB23	CS60 - L(CSN)80/8	3/9	3,003	**6,91**
SB39	CS60 - L(CSN)80/8	3-p/123	0,000	**-0,08**
SB39	CS60 - L(CSN)80/8	sp1aLF/46	3,533	**4,38**
SB4	CS59 - L(CSN)100/10	1a-p/2	0,000	**-7,10**
SB4	CS59 - L(CSN)100/10	sp1aLF/34	2,712	**7,66**
SB20	CS60 - L(CSN)80/8	sp1aLF-p/51	0,000	**2,16**
SB20	CS60 - L(CSN)80/8	3/6	3,003	**5,98**
SB36	CS60 - L(CSN)80/8	1a-p/17	0,000	**1,13**
SB36	CS60 - L(CSN)80/8	sp1aLF/52	3,533	**4,36**
SB3	CS59 - L(CSN)100/10	3-p/15	0,000	**-29,58**
SB3	CS59 - L(CSN)100/10	sp1aLF/45	2,712	**6,10**
SB19	CS60 - L(CSN)80/8	sp1aLF-p/44	0,000	**1,64**
SB19	CS60 - L(CSN)80/8	1a/1	3,003	**4,85**
SB35	CS60 - L(CSN)80/8	1a-p/2	0,000	**0,70**
SB35	CS60 - L(CSN)80/8	sp1aLF/45	3,533	**4,68**
B89	CS3 - HFLeq150x150x12	3/23	6,146	**-518,92**
B89	CS3 - HFLeq150x150x12	sp1aLF-p/48	6,146	**82,70**
B90	CS3 - HFLeq150x150x12	3/14	9,219	**-485,50**
B90	CS3 - HFLeq150x150x12	sp1aLF-p/73	3,073	**104,37**
B91	CS3 - HFLeq150x150x12	sp1aLF/31	9,219	**-138,96**

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
B91	CS3 - HFLeq150x150x12	3-p/10	3,073	**465,24**
B92	CS3 - HFLeq150x150x12	3/25	9,219	**-487,60**
B92	CS3 - HFLeq150x150x12	sp1aRF-p/78	3,073	**85,83**
C5	CS5 - HFLeq200x200x20	1a/1	0,000	**-2204,61**
C5	CS5 - HFLeq200x200x20	sp1aLF-p/65	3,374	**320,45**
C6	CS5 - HFLeq200x200x20	1a/47	0,000	**-2192,64**
C6	CS5 - HFLeq200x200x20	sp1aLF-p/35	3,374	**314,42**
C7	CS5 - HFLeq200x200x20	sp1aLF/46	0,000	**-481,88**
C7	CS5 - HFLeq200x200x20	1a-p/37	3,374	**2023,66**
C8	CS5 - HFLeq200x200x20	sp1aLF/45	0,000	**-488,01**
C8	CS5 - HFLeq200x200x20	1a-p/2	3,374	**2035,98**
B8	CS100 - L160X15	1a/1	0,000	**-665,70**
B8	CS100 - L160X15	sp1aLF-p/65	4,916	**78,04**
B10	CS100 - L160X15	1a/47	0,000	**-348,62**
B10	CS100 - L160X15	sp1aRF-p/113	4,916	**126,89**
B12	CS100 - L160X15	sp1aLF/46	0,000	**-132,56**
B12	CS100 - L160X15	1a-p/37	4,916	**599,53**
B93	CS100 - L160X15	1a/1	0,000	**-352,94**
B93	CS100 - L160X15	sp1aLF-p/44	4,916	**141,06**
SB49	CS63 - L(CSN)60/6	sp1aLF/45	0,000	**-14,46**
SB49	CS63 - L(CSN)60/6	1a-p/2	0,000	**3,46**
SB50	CS65 - L70X7	1a-p/2	0,000	**-5,12**
SB50	CS65 - L70X7	sp1aLF/45	2,621	**9,11**
SB51	CS63 - L(CSN)60/6	sp1aLF/46	0,000	**-14,42**
SB51	CS63 - L(CSN)60/6	1a-p/37	0,000	**3,29**
SB52	CS65 - L70X7	1a-p/37	0,000	**-5,00**
SB52	CS65 - L70X7	sp1aLF/46	2,621	**8,92**
SB53	CS63 - L(CSN)60/6	sp1aLF-p/35	0,000	**-1,21**
SB53	CS63 - L(CSN)60/6	1a/47	0,000	**16,16**
SB54	CS65 - L70X7	1a/47	0,000	**-14,88**
SB54	CS65 - L70X7	sp1aLF-p/35	2,621	**0,32**
SB55	CS63 - L(CSN)60/6	1a-p/2	0,000	**-13,32**
SB55	CS63 - L(CSN)60/6	sp1aLF/45	0,000	**4,20**
SB56	CS65 - L70X7	sp1aLF/45	0,000	**-4,75**
SB56	CS65 - L70X7	1a-p/2	2,621	**10,46**
SB57	CS63 - L(CSN)60/6	1a/1	0,000	**-23,84**
SB57	CS63 - L(CSN)60/6	sp1aLF-p/65	0,000	**-6,00**
SB58	CS65 - L70X7	sp1aLF-p/65	0,000	**2,64**
SB58	CS65 - L70X7	1a/1	2,621	**16,80**
SB59	CS63 - L(CSN)60/6	1a/47	0,000	**-23,69**
SB59	CS63 - L(CSN)60/6	sp1aLF-p/35	0,000	**-6,09**
SB60	CS65 - L70X7	sp1aLF-p/35	0,000	**2,64**
SB60	CS65 - L70X7	1a/47	2,621	**16,47**
SB61	CS63 - L(CSN)60/6	1a-p/37	0,000	**-13,25**
SB61	CS63 - L(CSN)60/6	sp1aLF/46	0,000	**4,24**
SB62	CS65 - L70X7	sp1aLF/46	0,000	**-4,66**
SB62	CS65 - L70X7	1a-p/37	2,621	**10,64**
SB63	CS63 - L(CSN)60/6	sp1aLF-p/65	0,000	**-1,24**

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
SB63	CS63 - L(CSN)60/6	1a/1	0,000	**16,21**
SB64	CS65 - L70X7	1a/1	0,000	**-14,93**
SB64	CS65 - L70X7	sp1aLF-p/65	2,621	**0,22**
B31	CS100 - L160X15	sp1aRF/59	2,458	**-193,64**
B31	CS100 - L160X15	1a-p/2	2,458	**294,96**
B32	CS100 - L160X15	sp1aLF/45	0,000	**-134,36**
B32	CS100 - L160X15	1a-p/2	4,916	**606,42**
B33	CS100 - L160X15	sp1aLF/54	2,458	**-204,07**
B33	CS100 - L160X15	1a-p/37	2,458	**295,82**
B34	CS100 - L160X15	1a/47	0,000	**-664,93**
B34	CS100 - L160X15	sp1aLF-p/35	4,916	**79,61**
C9	CS5 - HFLeq200x200x20	1a/1	1,768	**-2282,72**
C9	CS5 - HFLeq200x200x20	sp1aLF-p/65	3,536	**310,07**
C10	CS5 - HFLeq200x200x20	1a/47	1,768	**-2267,14**
C10	CS5 - HFLeq200x200x20	sp1aLF-p/35	3,536	**302,58**
C11	CS5 - HFLeq200x200x20	sp1aLF/46	0,000	**-467,97**
C11	CS5 - HFLeq200x200x20	1a-p/37	3,536	**2103,50**
C12	CS5 - HFLeq200x200x20	sp1aLF/45	0,000	**-474,27**
C12	CS5 - HFLeq200x200x20	1a-p/2	3,536	**2116,92**
B94	CS68 - ISUA150/90/10	sp3RF/11	7,240	**-223,26**
B94	CS68 - ISUA150/90/10	sp3LF-p/29	7,240	**200,27**
B95	CS68 - ISUA150/90/10	sp1aRF/59	2,514	**-87,64**
B95	CS68 - ISUA150/90/10	1a-p/2	2,514	**209,41**
B22	CS68 - ISUA150/90/10	sp3RF/89	5,028	**-193,82**
B22	CS68 - ISUA150/90/10	sp3LF/109	9,452	**212,09**
B26	CS68 - ISUA150/90/10	sp3RF/125	2,514	**-222,21**
B26	CS68 - ISUA150/90/10	sp1aLF-p/48	5,028	**92,75**
B30	CS80 - L60X6	sp1aLF-p/51	3,353	**1,86**
B30	CS80 - L60X6	3/6	0,000	**14,39**
B96	CS80 - L60X6	sp3LF/118	3,353	**-3,96**
B96	CS80 - L60X6	sp3RF-p/116	0,000	**2,17**
B97	CS80 - L60X6	3-p/5	2,980	**-7,06**
B97	CS80 - L60X6	sp1aLF/52	0,000	**5,35**
B35	CS80 - L60X6	sp3LF/109	3,353	**-3,99**
B35	CS80 - L60X6	sp3RF-p/110	0,000	**2,10**
SB65	CS67 - L60X6	sp1aRF-p/56	0,000	**4,00**
SB65	CS67 - L60X6	3/6	0,000	**29,40**
SB66	CS67 - L60X6	sp3LF/118	0,000	**-8,62**
SB66	CS67 - L60X6	sp3RF-p/116	0,000	**11,41**
SB67	CS67 - L60X6	sp3RF/111	0,000	**-12,51**
SB67	CS67 - L60X6	sp3LF-p/112	0,000	**6,84**
SB68	CS67 - L60X6	3-p/24	0,000	**-8,83**
SB68	CS67 - L60X6	sp1aRF/57	0,000	**16,57**
SB69	CS67 - L60X6	3-p/10	0,000	**-8,90**
SB69	CS67 - L60X6	sp1aLF/31	0,000	**17,67**
SB70	CS67 - L60X6	sp3LF/109	0,000	**-12,31**
SB70	CS67 - L60X6	sp3RF-p/110	0,000	**6,72**
SB71	CS67 - L60X6	sp3RF/7	0,000	**-8,38**
SB71	CS67 - L60X6	sp3LF-p/8	0,000	**11,23**
SB72	CS67 - L60X6	sp1aLF-p/48	0,000	**2,89**
SB72	CS67 - L60X6	3/6	0,000	**29,54**
SB73	CS66 - L60X6	3/6	0,000	**-21,32**
SB73	CS66 - L60X6	sp1aRF-p/56	2,356	**-2,32**
SB74	CS66 - L60X6	sp3RF-p/116	0,000	**-8,29**

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
SB74	CS66 - L60X6	sp3LF/118	2,356	**6,61**
SB75	CS66 - L60X6	sp1aLF-p/44	0,000	**-4,41**
SB75	CS66 - L60X6	sp3RF/111	2,356	**9,93**
SB76	CS66 - L60X6	sp1aRF/57	0,000	**-10,89**
SB76	CS66 - L60X6	3-p/24	2,356	**8,41**
SB77	CS66 - L60X6	sp1aLF/31	0,000	**-11,74**
SB77	CS66 - L60X6	3-p/10	2,356	**8,18**
SB78	CS66 - L60X6	sp3RF-p/110	0,000	**-4,25**
SB78	CS66 - L60X6	sp3LF/109	2,356	**9,82**
SB79	CS66 - L60X6	sp3LF-p/8	0,000	**-7,97**
SB79	CS66 - L60X6	sp3RF/7	2,356	**6,45**
SB80	CS66 - L60X6	3/6	0,000	**-21,72**
SB80	CS66 - L60X6	sp1aLF-p/48	2,356	**-1,48**
SB81	CS66 - L60X6	1a/47	0,000	**-19,64**
SB81	CS66 - L60X6	sp1aLF-p/35	2,360	**2,16**
SB82	CS67 - L60X6	sp1aLF-p/35	0,000	**-3,11**
SB82	CS67 - L60X6	3/9	0,000	**26,30**
SB83	CS66 - L60X6	1a/47	0,000	**-15,13**
SB83	CS66 - L60X6	sp1aLF-p/35	2,360	**1,52**
SB84	CS67 - L60X6	sp1aLF-p/35	0,000	**-2,60**
SB84	CS67 - L60X6	1a/47	0,000	**18,28**
SB85	CS66 - L60X6	sp1aLF/45	0,000	**-4,14**
SB85	CS66 - L60X6	1a-p/2	2,360	**13,15**
SB86	CS67 - L60X6	1a-p/2	0,000	**-16,47**
SB86	CS67 - L60X6	sp1aLF/45	0,000	**4,75**
SB87	CS66 - L60X6	sp1aLF/45	0,000	**-4,29**
SB87	CS66 - L60X6	1a-p/2	2,360	**17,49**
SB88	CS67 - L60X6	1a-p/2	0,000	**-24,51**
SB88	CS67 - L60X6	sp1aLF/45	0,000	**4,79**
SB89	CS66 - L60X6	sp1aLF/46	0,000	**-4,05**
SB89	CS66 - L60X6	1a-p/37	2,360	**17,40**
SB90	CS67 - L60X6	3-p/10	0,000	**-24,25**
SB90	CS67 - L60X6	sp1aLF/46	0,000	**4,71**
SB91	CS66 - L60X6	sp1aLF/46	0,000	**-4,31**
SB91	CS66 - L60X6	1a-p/37	2,360	**12,71**
SB92	CS67 - L60X6	1a-p/37	0,000	**-16,65**
SB92	CS67 - L60X6	sp1aLF/46	0,000	**4,70**
SB93	CS66 - L60X6	1a/1	0,000	**-15,41**
SB93	CS66 - L60X6	sp1aLF-p/65	2,360	**1,80**
SB94	CS67 - L60X6	sp1aLF-p/65	0,000	**-2,67**
SB94	CS67 - L60X6	1a/1	0,000	**18,43**
SB95	CS66 - L60X6	1a/1	0,000	**-19,89**
SB95	CS66 - L60X6	sp1aLF-p/65	2,360	**2,00**
SB96	CS67 - L60X6	sp1aLF-p/65	0,000	**-3,19**
SB96	CS67 - L60X6	3/23	0,000	**26,36**
B73	CS68 - ISUA150/90/10	1a/18	0,000	**-217,99**
B73	CS68 - ISUA150/90/10	sp1aRF-p/56	5,028	**77,61**
B74	CS68 - ISUA150/90/10	sp3LF/85	5,028	**-193,29**
B74	CS68 - ISUA150/90/10	sp3RF/111	9,452	**213,61**
B75	CS68 - ISUA150/90/10	sp1aLF/54	2,514	**-102,69**
B75	CS68 - ISUA150/90/10	sp3RF-p/28	5,028	**215,42**
B76	CS68 - ISUA150/90/10	sp3LF/3	7,240	**-221,26**
B76	CS68 - ISUA150/90/10	sp3RF-p/12	7,240	**198,39**
B77	CS80 - L60X6	sp1aLF-p/51	0,000	**1,81**
B77	CS80 - L60X6	3/6	2,980	**13,95**
B78	CS80 - L60X6	sp3RF/111	0,000	**-4,09**
B78	CS80 - L60X6	sp3LF-p/112	3,353	**1,72**
B79	CS80 - L60X6	3-p/5	0,000	**-6,96**
B79	CS80 - L60X6	sp1aLF/52	3,353	**5,20**
B80	CS80 - L60X6	sp3RF/7	0,000	**-4,00**
B80	CS80 - L60X6	sp3LF-p/8	3,353	**2,07**

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
C13	CS13 - HFLeq200x200x18	1a/1	1,784	**-1933,35**
C13	CS13 - HFLeq200x200x18	sp1aLF-p/65	6,648	**242,20**
C14	CS13 - HFLeq200x200x18	1a/47	1,784	**-1916,36**
C14	CS13 - HFLeq200x200x18	sp1aLF-p/35	6,648	**232,76**
C15	CS13 - HFLeq200x200x18	sp1aLF/46	0,000	**-399,17**
C15	CS13 - HFLeq200x200x18	1a-p/37	6,648	**1765,74**
C16	CS13 - HFLeq200x200x18	sp1aLF/45	0,000	**-402,98**
C16	CS13 - HFLeq200x200x18	1a-p/2	6,648	**1771,74**
B98	CS70 - ISUA150/90/10	sp3RF-p/12	6,807	**-252,96**
B98	CS70 - ISUA150/90/10	sp3LF/3	6,807	**261,40**
B99	CS70 - ISUA150/90/10	sp1aRF-p/56	2,377	**-74,27**
B99	CS70 - ISUA150/90/10	1a/18	6,807	**249,27**
B100	CS70 - ISUA150/90/10	sp3RF/111	4,755	**-250,12**
B100	CS70 - ISUA150/90/10	sp3LF-p/38	8,860	**244,00**
B101	CS70 - ISUA150/90/10	1a-p/17	0,000	**-247,59**
B101	CS70 - ISUA150/90/10	sp1aLF/31	6,807	**100,13**
B102	CS81 - L60X6	sp1aLF-p/51	2,920	**-1,29**
B102	CS81 - L60X6	3/6	0,000	**13,48**
B103	CS81 - L60X6	1a-p/19	2,920	**-3,47**
B103	CS81 - L60X6	1a/20	0,000	**2,91**
B104	CS81 - L60X6	3-p/5	2,920	**-13,04**
B104	CS81 - L60X6	sp1aLF/52	0,000	**1,54**
B105	CS81 - L60X6	1a-p/53	2,920	**-2,22**
B105	CS81 - L60X6	1a/21	0,000	**4,04**
SB97	CS69 - L50X5	sp1aLF-p/51	0,000	**-2,48**
SB97	CS69 - L50X5	3/6	0,000	**27,23**
SB98	CS69 - L50X5	sp1aLF-p/73	0,000	**-5,42**
SB98	CS69 - L50X5	1a/20	0,000	**9,65**
SB99	CS69 - L50X5	1a-p/19	0,000	**-7,84**
SB99	CS69 - L50X5	sp1aLF/34	0,000	**6,76**
SB100	CS69 - L50X5	3-p/5	0,000	**-25,74**
SB100	CS69 - L50X5	sp1aLF/52	0,000	**3,81**
SB101	CS69 - L50X5	3-p/5	0,000	**-25,74**
SB101	CS69 - L50X5	sp1aLF/52	0,000	**3,96**
SB102	CS69 - L50X5	1a-p/53	0,000	**-7,63**
SB102	CS69 - L50X5	sp1aRF/84	0,000	**6,77**
SB103	CS69 - L50X5	sp1aRF-p/78	0,000	**-5,18**
SB103	CS69 - L50X5	1a/21	0,000	**9,91**
SB104	CS69 - L50X5	sp1aLF-p/51	0,000	**-2,63**
SB104	CS69 - L50X5	3/6	0,000	**27,33**
SB105	CS71 - L60X6	3/6	0,000	**-21,44**
SB105	CS71 - L60X6	sp1aLF-p/51	2,231	**2,43**
SB106	CS71 - L60X6	1a/47	0,000	**-8,49**
SB106	CS71 - L60X6	sp1aLF-p/73	2,231	**4,44**
SB107	CS71 - L60X6	sp1aLF/34	0,000	**-4,76**
SB107	CS71 - L60X6	1a-p/19	2,231	**7,49**
SB108	CS71 - L60X6	sp1aLF/52	0,000	**-2,70**
SB108	CS71 - L60X6	3-p/5	2,231	**21,27**
SB109	CS71 - L60X6	sp1aLF/52	0,000	**-2,67**
SB109	CS71 - L60X6	3/22	2,231	**21,19**
SB110	CS71 - L60X6	sp1aRF/84	0,000	**-4,79**
SB110	CS71 - L60X6	1a-p/37	2,231	**7,57**
SB111	CS71 - L60X6	1a/21	0,000	**-8,22**
SB111	CS71 - L60X6	sp1aRF-p/78	2,231	**4,33**
SB112	CS71 - L60X6	3/6	0,000	**-21,86**

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
SB112	CS71 - L60X6	sp1aLF-p/48	2,231	**2,49**
SB113	CS71 - L60X6	3/9	0,000	**-19,69**
SB113	CS71 - L60X6	sp1aLF-p/35	2,190	**1,75**
SB114	CS69 - L50X5	sp1aLF-p/35	0,000	**-2,22**
SB114	CS69 - L50X5	3/9	0,000	**23,21**
SB115	CS71 - L60X6	1a/47	0,000	**-16,93**
SB115	CS71 - L60X6	sp1aLF-p/35	2,190	**1,89**
SB116	CS69 - L50X5	sp1aLF-p/35	0,000	**-2,70**
SB116	CS69 - L50X5	1a/47	0,000	**19,21**
SB117	CS71 - L60X6	sp1aLF/45	0,000	**-4,68**
SB117	CS71 - L60X6	1a-p/2	2,190	**14,95**
SB118	CS69 - L50X5	1a-p/2	0,000	**-17,12**
SB118	CS69 - L50X5	sp1aLF/45	0,000	**5,11**
SB119	CS71 - L60X6	sp1aLF/45	0,000	**-4,00**
SB119	CS71 - L60X6	3-p/24	2,190	**16,89**
SB120	CS69 - L50X5	3-p/24	0,000	**-21,13**
SB120	CS69 - L50X5	sp1aLF/45	0,000	**4,03**
SB121	CS71 - L60X6	sp1aLF/46	0,000	**-3,92**
SB121	CS71 - L60X6	3-p/10	2,190	**17,07**
SB122	CS69 - L50X5	3-p/10	0,000	**-20,90**
SB122	CS69 - L50X5	sp1aLF/46	0,000	**3,96**
SB123	CS71 - L60X6	sp1aLF/54	0,000	**-5,09**
SB123	CS71 - L60X6	1a-p/37	2,190	**14,63**
SB124	CS69 - L50X5	1a-p/37	0,000	**-17,44**
SB124	CS69 - L50X5	sp1aLF/54	0,000	**5,82**
SB125	CS71 - L60X6	1a/1	0,000	**-17,39**
SB125	CS71 - L60X6	sp1aLF-p/44	2,190	**2,46**
SB126	CS69 - L50X5	sp1aLF-p/44	0,000	**-3,56**
SB126	CS69 - L50X5	1a/1	0,000	**19,25**
SB127	CS71 - L60X6	3/23	0,000	**-19,60**
SB127	CS71 - L60X6	sp1aLF-p/65	2,190	**1,66**
SB128	CS69 - L50X5	sp1aLF-p/65	0,000	**-2,29**
SB128	CS69 - L50X5	3/23	0,000	**23,34**
B106	CS70 - ISUA150/90/10	1a-p/17	0,000	**-243,15**
B106	CS70 - ISUA150/90/10	sp1aRF/59	6,807	**81,61**
B107	CS70 - ISUA150/90/10	sp3LF/109	4,754	**-250,72**
B107	CS70 - ISUA150/90/10	sp3RF-p/62	8,859	**246,52**
B108	CS70 - ISUA150/90/10	sp1aLF-p/48	2,377	**-92,41**
B108	CS70 - ISUA150/90/10	1a/18	6,807	**252,19**
B109	CS70 - ISUA150/90/10	sp3LF-p/29	6,807	**-253,20**
B109	CS70 - ISUA150/90/10	sp3RF/11	6,807	**261,60**
B110	CS81 - L60X6	sp1aLF-p/51	0,000	**-1,36**
B110	CS81 - L60X6	3/6	2,920	**13,33**
B111	CS81 - L60X6	1a-p/19	0,000	**-2,56**
B111	CS81 - L60X6	1a/20	2,920	**3,62**
B112	CS81 - L60X6	3/22	0,000	**-13,15**
B112	CS81 - L60X6	sp1aLF-p/51	2,920	**1,46**
B113	CS81 - L60X6	1a-p/53	0,000	**-3,28**
B113	CS81 - L60X6	1a/21	2,920	**3,01**
C17	CS13 - HFLeq200x200x18	3/23	1,707	**-1402,83**
C17	CS13 - HFLeq200x200x18	sp1aLF-p/65	3,414	**151,34**
C18	CS13 - HFLeq200x200x18	3/9	1,707	**-1398,51**
C18	CS13 - HFLeq200x200x18	sp1aLF-p/35	3,414	**140,15**
C19	CS13 - HFLeq200x200x18	sp1aLF/46	0,000	**-279,63**
C19	CS13 - HFLeq200x200x18	3-p/10	3,414	**1264,79**
C20	CS13 - HFLeq200x200x18	sp1aLF/45	0,000	**-279,77**

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
C20	CS13 - HFLeq200x200x18	3-p/24	3,414	**1262,91**
B114	CS73 - L150X100X10	sp3LF/3	2,180	**-324,70**
B114	CS73 - L150X100X10	sp3RF-p/12	4,360	**293,38**
B115	CS73 - L150X100X10	3/9	0,000	**-302,39**
B115	CS73 - L150X100X10	sp1aRF-p/56	4,360	**83,73**
B116	CS73 - L150X100X10	sp3RF/89	2,180	**-288,91**
B116	CS73 - L150X100X10	sp3LF-p/38	4,360	**309,04**
B117	CS73 - L150X100X10	sp3RF/125	2,180	**-306,33**
B117	CS73 - L150X100X10	sp1aLF-p/48	4,360	**106,35**
SB129	CS20 - L50X5	sp1aLF-p/48	0,000	**-5,24**
SB129	CS20 - L50X5	3/6	0,000	**23,19**
SB130	CS72 - L60X6	3/6	0,000	**-20,13**
SB130	CS72 - L60X6	sp1aLF-p/48	2,050	**5,25**
SB131	CS20 - L50X5	sp1aRF-p/56	0,000	**-4,03**
SB131	CS20 - L50X5	3/6	0,000	**23,00**
SB132	CS72 - L60X6	3/6	0,000	**-19,74**
SB132	CS72 - L60X6	sp1aRF-p/56	2,050	**4,23**
SB133	CS20 - L50X5	sp1aLF-p/73	0,000	**-6,06**
SB133	CS20 - L50X5	sp3RF/11	0,000	**9,04**
SB134	CS72 - L60X6	sp3RF/11	0,000	**-7,36**
SB134	CS72 - L60X6	sp1aLF-p/73	2,049	**5,37**
SB135	CS20 - L50X5	sp3RF-p/62	0,000	**-6,79**
SB135	CS20 - L50X5	sp3LF/85	0,000	**7,82**
SB136	CS72 - L60X6	sp3LF/85	0,000	**-5,89**
SB136	CS72 - L60X6	sp3RF-p/62	2,050	**6,32**
SB137	CS20 - L50X5	3-p/5	0,000	**-21,02**
SB137	CS20 - L50X5	sp1aRF/57	1,250	**5,85**
SB138	CS72 - L60X6	sp1aRF/57	0,000	**-4,97**
SB138	CS72 - L60X6	3-p/5	2,050	**19,03**
SB139	CS20 - L50X5	3-p/5	0,000	**-20,98**
SB139	CS20 - L50X5	sp1aLF/31	1,250	**6,96**
SB140	CS72 - L60X6	sp1aLF/31	0,000	**-5,80**
SB140	CS72 - L60X6	3-p/5	2,050	**18,98**
SB141	CS20 - L50X5	sp3LF-p/38	0,000	**-6,86**
SB141	CS20 - L50X5	sp3RF/89	0,000	**7,90**
SB142	CS72 - L60X6	sp1aRF/84	0,000	**-6,10**
SB142	CS72 - L60X6	sp3LF-p/38	2,050	**6,32**
SB143	CS20 - L50X5	sp1aRF-p/78	0,000	**-6,07**
SB143	CS20 - L50X5	sp3LF/3	0,000	**9,25**
SB144	CS72 - L60X6	sp3LF/3	0,000	**-7,38**
SB144	CS72 - L60X6	sp1aRF-p/78	2,050	**5,45**
B36	CS73 - L150X100X10	sp3RF/11	2,180	**-325,89**
B36	CS73 - L150X100X10	sp3LF-p/29	4,360	**296,27**
B37	CS73 - L150X100X10	sp3LF/85	2,180	**-287,41**
B37	CS73 - L150X100X10	sp3RF-p/62	4,360	**308,72**
B38	CS73 - L150X100X10	sp1aRF/59	2,180	**-99,33**
B38	CS73 - L150X100X10	3-p/24	2,180	**290,69**
B39	CS73 - L150X100X10	sp1aLF/54	2,180	**-122,03**
B39	CS73 - L150X100X10	sp3RF-p/28	4,360	**298,94**
S355	CS82 - L180X18	sp1aLF/46	0,000	**-285,68**
S355	CS82 - L180X18	3-p/10	2,140	**1307,41**
S356	CS89 - L160X15	sp1aLF/34	0,000	**-184,79**
S356	CS89 - L160X15	3-p/24	2,141	**692,72**
S359	CS90 - L120X12	sp1aLF/45	0,000	**-57,77**

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
S359	CS90 - L120X12	3-p/24	2,220	**326,28**
S360	CS90 - L120X12	sp1aLF/45	0,000	**-58,19**
S360	CS90 - L120X12	3-p/24	2,135	**329,31**
S361	CS97 - L100X10	sp1aLF/54	0,000	**-13,64**
S361	CS97 - L100X10	3-p/5	0,970	**140,28**
S362	CS97 - L100X10	sp1aLF/46	0,000	**-7,58**
S362	CS97 - L100X10	3-p/10	1,591	**110,21**
S363	CS97 - L100X10	sp1aLF/46	0,000	**-4,12**
S363	CS97 - L100X10	3-p/10	1,611	**79,59**
S364	CS97 - L100X10	sp1aLF/46	0,000	**-2,51**
S364	CS97 - L100X10	3-p/10	1,613	**28,40**
S365	CS82 - L180X18	3/23	0,000	**-1395,54**
S365	CS82 - L180X18	sp1aLF-p/65	2,140	**173,17**
S366	CS89 - L160X15	3/9	0,000	**-843,83**
S366	CS89 - L160X15	sp1aLF-p/49	2,141	**56,18**
S367	CS89 - L160X15	3/9	0,000	**-870,37**
S367	CS89 - L160X15	sp1aLF-p/49	2,119	**66,55**
S368	CS89 - L160X15	3/23	0,000	**-702,80**
S368	CS89 - L160X15	sp1aLF-p/65	1,571	**30,25**
S369	CS89 - L160X15	3/23	0,000	**-662,07**
S369	CS89 - L160X15	sp1aLF-p/65	1,761	**50,57**
S370	CS90 - L120X12	3/9	0,000	**-349,50**
S370	CS90 - L120X12	sp1aLF-p/49	2,220	**32,24**
S371	CS90 - L120X12	3/9	0,000	**-356,39**
S371	CS90 - L120X12	sp1aLF-p/49	2,135	**32,76**
S372	CS97 - L100X10	3/25	0,000	**-180,84**
S372	CS97 - L100X10	sp3LF-p/38	0,970	**10,61**
S373	CS97 - L100X10	3/25	0,000	**-179,92**
S373	CS97 - L100X10	sp3LF-p/126	2,008	**11,81**
S374	CS97 - L100X10	3/25	0,000	**-148,78**
S374	CS97 - L100X10	sp3LF-p/38	1,591	**14,72**
S375	CS97 - L100X10	3/25	0,000	**-112,52**
S375	CS97 - L100X10	sp3LF-p/126	1,611	**13,66**
S376	CS97 - L100X10	3/25	0,000	**-64,31**
S376	CS97 - L100X10	sp3LF-p/126	1,613	**13,41**
S377	CS90 - L120X12	sp1aLF-p/73	0,000	**-121,35**
S377	CS90 - L120X12	1a/20	2,030	**261,34**
S378	CS90 - L120X12	1a-p/53	0,000	**-78,52**
S378	CS90 - L120X12	1a/21	2,206	**105,19**
S379	CS90 - L120X12	1a-p/19	0,000	**-212,82**
S379	CS90 - L120X12	sp1aLF/34	2,030	**152,66**
S380	CS90 - L120X12	1a-p/53	0,000	**-97,05**
S380	CS90 - L120X12	1a/21	2,205	**97,20**
S381	CS90 - L120X12	sp1aRF-p/78	0,000	**-119,06**
S381	CS90 - L120X12	1a/21	2,030	**275,21**
S382	CS90 - L120X12	1a-p/19	0,000	**-71,34**
S382	CS90 - L120X12	1a/47	2,206	**112,68**
S383	CS90 - L120X12	1a-p/53	0,000	**-201,51**
S383	CS90 - L120X12	sp1aRF/84	2,030	**160,12**
S384	CS90 - L120X12	1a-p/19	0,000	**-91,77**
S384	CS90 - L120X12	1a/20	2,205	**93,25**
S386	CS44 - UNP200	sp1aLF-p/94	0,000	**-59,20**
S386	CS44 - UNP200	1a/20	0,000	**260,80**
S387	CS44 - UNP200	sp1aRF-p/77	1,479	**-77,05**
S387	CS44 - UNP200	1a/20	0,000	**218,66**
S388	CS44 - UNP200	sp1aLF-p/65	0,352	**-56,78**
S388	CS44 - UNP200	1a/21	0,352	**231,49**
S389	CS44 - UNP200	sp1aLF-p/65	1,840	**-57,97**
S389	CS44 - UNP200	1a/21	0,000	**269,24**
S390	CS44 - UNP200	sp1aLF/45	0,000	**-67,27**
S390	CS44 - UNP200	1a-p/2	0,000	**307,28**
S391	CS44 - UNP200	sp1aLF/52	0,000	**-27,11**
S391	CS44 - UNP200	3-p/5	0,000	**258,10**
S392	CS44 - UNP200	sp1aLF/34	0,000	**-17,24**
S392	CS44 - UNP200	3-p/24	0,000	**221,32**
S393	CS44 - UNP200	sp1aLF/34	0,000	**-14,24**
S393	CS44 - UNP200	3-p/24	0,000	**148,66**

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
S394	CS44 - UNP200	sp4LF/127	0,000	**-10,52**
S394	CS44 - UNP200	3-p/15	0,000	**81,00**
S395	CS44 - UNP200	sp4LF/127	0,000	**-11,11**
S395	CS44 - UNP200	3-p/24	0,000	**9,32**
S385	CS44 - UNP200	sp1aLF/128	0,430	**-64,19**
S385	CS44 - UNP200	1a-p/37	0,000	**302,94**
S396	CS44 - UNP200	sp1aLF/52	0,000	**-27,12**
S396	CS44 - UNP200	3-p/5	0,731	**258,10**
S397	CS92 - L70X7	sp1aLF/52	2,227	**-1,39**
S397	CS92 - L70X7	3-p/5	0,000	**8,85**
S398	CS89 - L160X15	sp1aLF/34	2,119	**-192,45**
S398	CS89 - L160X15	3-p/24	0,000	**708,79**
S399	CS36 - ISEA70/70/5	3-p/5	0,000	**-198,25**
S399	CS36 - ISEA70/70/5	sp1aLF/31	0,000	**48,80**
S400	CS95 - L80X8	sp3LF/32	0,000	**-34,96**
S400	CS95 - L80X8	sp3RF-p/28	0,000	**60,25**
S401	CS93 - L90X9	sp1aLF/46	0,000	**-27,94**
S401	CS93 - L90X9	1a-p/37	2,366	**107,25**
S402	CS89 - L160X15	sp1aLF/46	0,000	**-130,65**
S402	CS89 - L160X15	3-p/10	1,570	**597,47**
S403	CS90 - L120X12	1a/20	0,000	**-223,89**
S403	CS90 - L120X12	sp1aRF-p/77	1,999	**193,00**
S404	CS91 - L150X15	sp1aRF/57	0,000	**-53,75**
S404	CS91 - L150X15	3-p/5	2,367	**456,03**
S405	CS83 - L120X12	3/22	2,382	**-322,84**
S405	CS83 - L120X12	sp1aRF-p/56	0,000	**36,39**
S408	CS89 - L160X15	sp1aRF/50	0,000	**-182,80**
S408	CS89 - L160X15	3-p/10	2,119	**691,07**
S409	CS89 - L160X15	sp1aLF/45	0,000	**-125,82**
S409	CS89 - L160X15	3-p/24	1,571	**581,96**
S410	CS89 - L160X15	sp1aLF/45	0,000	**-117,59**
S410	CS89 - L160X15	3-p/24	1,760	**585,30**
S411	CS90 - L120X12	sp1aRF/50	0,000	**-53,22**
S411	CS90 - L120X12	3-p/10	2,221	**315,20**
S412	CS90 - L120X12	sp1aRF/50	0,000	**-53,94**
S412	CS90 - L120X12	3-p/26	2,135	**321,86**
S413	CS97 - L100X10	sp1aRF/59	0,000	**-14,12**
S413	CS97 - L100X10	3-p/5	0,970	**140,42**
S414	CS97 - L100X10	sp1aLF/52	0,000	**-12,68**
S414	CS97 - L100X10	3-p/5	2,008	**141,92**
S415	CS97 - L100X10	sp1aRF/59	0,000	**-8,00**
S415	CS97 - L100X10	3-p/24	1,591	**110,19**
S416	CS97 - L100X10	sp4LF/129	0,000	**-5,46**
S416	CS97 - L100X10	3-p/24	1,611	**78,97**
S417	CS97 - L100X10	sp4LF/129	0,000	**-4,39**
S417	CS97 - L100X10	3-p/24	1,613	**27,85**
S418	CS82 - L180X18	3/9	0,000	**-1419,73**
S418	CS82 - L180X18	sp1aLF-p/35	2,140	**161,97**
S419	CS89 - L160X15	3/23	0,000	**-869,02**
S419	CS89 - L160X15	sp1aRF-p/58	2,141	**61,82**
S420	CS89 - L160X15	3/23	0,000	**-882,81**
S420	CS89 - L160X15	sp1aRF-p/58	2,119	**69,33**
S421	CS89 - L160X15	3/9	0,000	**-713,37**
S421	CS89 - L160X15	sp1aLF-p/35	1,571	**24,91**
S422	CS89 - L160X15	3/9	0,000	**-677,93**
S422	CS89 - L160X15	sp1aLF-p/35	1,761	**44,96**
S423	CS90 - L120X12	3/23	0,000	**-359,99**
S423	CS90 - L120X12	sp1aRF-p/58	2,220	**30,36**
S424	CS90 - L120X12	3/23	0,000	**-362,77**
S424	CS90 - L120X12	sp1aLF-p/65	2,135	**30,93**
S425	CS97 - L100X10	3/14	0,000	**-180,97**
S425	CS97 - L100X10	sp3RF-p/62	0,970	**11,24**
S426	CS97 - L100X10	3/14	0,000	**-179,50**
S426	CS97 - L100X10	sp3RF-p/62	2,008	**12,17**
S427	CS97 - L100X10	3/14	0,000	**-149,25**
S427	CS97 - L100X10	sp3LF-p/130	1,591	**14,89**

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
S428	CS97 - L100X10	3/14	0,000	**-114,62**
S428	CS97 - L100X10	sp3LF-p/130	1,611	**14,19**
S429	CS97 - L100X10	3/14	0,000	**-66,60**
S429	CS97 - L100X10	sp3LF-p/130	1,613	**13,97**
S430	CS37 - HFLeq75x75x8	1a-p/19	0,000	**-8,45**
S430	CS37 - HFLeq75x75x8	1a/20	0,000	**15,80**
S431	CS82 - L180X18	sp1aLF/45	0,000	**-283,24**
S431	CS82 - L180X18	1a-p/2	2,140	**1283,16**
S432	CS89 - L160X15	sp1aRF/50	0,000	**-172,51**
S432	CS89 - L160X15	3-p/10	2,141	**666,20**
S433	CS90 - L120X12	1a/20	0,000	**-224,69**
S433	CS90 - L120X12	sp1aRF-p/77	2,019	**192,59**
S434	CS83 - L120X12	3/9	2,383	**-304,00**
S434	CS83 - L120X12	sp1aRF-p/56	0,000	**34,27**
S435	CS91 - L150X15	sp1aRF/57	0,000	**-59,18**
S435	CS91 - L150X15	3-p/5	2,380	**472,63**
S436	CS35 - L(ARC)150x150x14	sp1aRF/84	2,825	**-208,31**
S436	CS35 - L(ARC)150x150x14	1a/20	0,000	**309,49**
S437	CS101 - UNP140	sp1aLF-p/105	0,000	**-40,61**
S437	CS101 - UNP140	1a/21	0,000	**130,41**
S438	CS101 - UNP140	1a-p/37	0,000	**-116,00**
S438	CS101 - UNP140	1a/36	0,000	**67,41**
S439	CS101 - UNP140	1a-p/37	0,000	**-164,97**
S439	CS101 - UNP140	sp1aLF/46	0,000	**55,44**
S440	CS101 - UNP140	1a-p/17	0,000	**-127,89**
S440	CS101 - UNP140	sp1aLF/52	0,000	**40,01**
S441	CS101 - UNP140	1a-p/17	0,000	**-129,09**
S441	CS101 - UNP140	sp1aLF/52	0,000	**40,87**
S442	CS101 - UNP140	1a-p/17	0,000	**-129,17**
S442	CS101 - UNP140	sp1aLF/52	0,000	**40,91**
S443	CS101 - UNP140	1a-p/17	0,000	**-128,04**
S443	CS101 - UNP140	sp1aLF/52	0,000	**40,09**
S444	CS101 - UNP140	1a-p/2	0,000	**-170,71**
S444	CS101 - UNP140	sp1aLF/45	0,000	**57,89**
S445	CS101 - UNP140	1a-p/2	0,000	**-120,02**
S445	CS101 - UNP140	1a/33	0,000	**71,90**
S446	CS101 - UNP140	sp1aLF-p/73	0,000	**-42,94**
S446	CS101 - UNP140	1a/33	0,000	**126,29**
S447	CS101 - UNP140	sp1aLF/128	0,000	**-43,58**
S447	CS101 - UNP140	1a-p/53	0,000	**159,40**
S448	CS4 - L50X5	sp1aLF-p/69	2,810	**5,75**
S448	CS4 - L50X5	4/98	0,000	**14,07**
S449	CS22 - HFLeq60x60x6	1a/18	0,941	**-0,44**
S449	CS22 - HFLeq60x60x6	1a-p/55	0,000	**0,42**
S450	CS4 - L50X5	1a/47	0,000	**-2,82**
S450	CS4 - L50X5	sp1aLF-p/49	0,000	**0,64**
S451	CS90 - L120X12	sp1aLF-p/73	0,000	**-182,13**
S451	CS90 - L120X12	1a/20	2,019	**249,92**
S452	CS90 - L120X12	sp1aLF-p/73	0,000	**-181,62**
S452	CS90 - L120X12	1a/20	1,998	**250,37**
S453	CS4 - L50X5	sp1aLF/34	0,000	**-2,93**
S453	CS4 - L50X5	1a-p/2	0,000	**7,63**
S454	CS90 - L120X12	1a/21	0,000	**-249,87**
S454	CS90 - L120X12	sp1aLF-p/108	2,019	**186,00**
S455	CS90 - L120X12	1a/21	0,000	**-248,78**
S455	CS90 - L120X12	sp1aLF/71	1,998	**186,32**
S456	CS7 - L50X5	sp1aLF-p/35	0,000	**-0,86**
S456	CS7 - L50X5	3/14	2,179	**10,05**
S457	CS25 - HFLue120x80x8	sp1aLF/71	1,544	**-153,87**
S457	CS25 - HFLue120x80x8	1a-p/19	0,000	**231,99**
S458	CS92 - L70X7	sp1aLF-p/49	2,231	**-13,22**

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
S458	CS92 - L70X7	1a/47	0,000	**40,97**
S459	CS92 - L70X7	1a-p/2	2,231	**-21,75**
S459	CS92 - L70X7	sp1aLF/34	0,000	**11,43**
S460	CS84 - L100X8	3/6	2,076	**-83,68**
S460	CS84 - L100X8	sp1aLF-p/51	0,000	**-6,02**
S461	CS4 - L50X5	1a-p/37	0,000	**-8,21**
S461	CS4 - L50X5	sp1aRF/84	1,503	**4,60**
S462	CS4 - L50X5	sp1aRF-p/58	0,000	**-3,23**
S462	CS4 - L50X5	1a/1	1,503	**10,83**
S463	CS4 - L50X5	1a-p/2	0,000	**-8,44**
S463	CS4 - L50X5	sp1aLF/34	1,503	**4,16**
S464	CS4 - L50X5	sp1aLF-p/73	0,000	**-2,25**
S464	CS4 - L50X5	1a/47	1,503	**10,76**
S465	CS93 - L90X9	sp1aLF/34	3,263	**-9,96**
S465	CS93 - L90X9	3-p/24	0,000	**77,75**
S466	CS93 - L90X9	3/23	0,000	**-77,71**
S466	CS93 - L90X9	sp1aLF-p/65	0,000	**2,40**
B7	CS75 - L150X14	1a/1	0,000	**-322,32**
B7	CS75 - L150X14	sp1aLF-p/65	0,000	**38,66**
B118	CS75 - L150X14	1a/47	0,000	**-311,89**
B118	CS75 - L150X14	1a-p/2	3,800	**285,38**
B119	CS75 - L150X14	sp1aLF/45	0,000	**-76,54**
B119	CS75 - L150X14	1a-p/2	0,000	**284,03**
B120	CS75 - L150X14	1a/1	3,800	**-312,62**
B120	CS75 - L150X14	1a-p/37	0,000	**284,26**
B11	CS39 - ISEA130/130/10	sp1aLF/46	0,000	**-22,09**
B11	CS39 - ISEA130/130/10	1a-p/37	0,000	**90,37**
B121	CS39 - ISEA130/130/10	sp1aLF/45	0,000	**-22,60**
B121	CS39 - ISEA130/130/10	1a-p/2	0,000	**91,65**
B13	CS39 - ISEA130/130/10	1a/47	0,000	**-99,72**
B13	CS39 - ISEA130/130/10	sp1aLF-p/35	0,000	**13,74**
B122	CS39 - ISEA130/130/10	1a/1	0,000	**-100,50**
B122	CS39 - ISEA130/130/10	sp1aLF-p/65	0,000	**13,95**
B123	CS46 - ISEA70/70/5	sp3LF/32	0,000	**-1,35**
B123	CS46 - ISEA70/70/5	sp3RF-p/4	3,800	**-0,79**
B17	CS46 - ISEA70/70/5	3/23	0,000	**-1,54**
B17	CS46 - ISEA70/70/5	sp3RF-p/131	0,000	**-1,04**
B124	CS46 - ISEA70/70/5	sp3LF/3	0,000	**-1,69**
B124	CS46 - ISEA70/70/5	sp3RF-p/28	0,000	**-1,16**
B129	CS79 - L100X12	sp3RF/89	0,000	**-65,39**
B129	CS79 - L100X12	sp3LF-p/38	0,000	**63,31**
B130	CS79 - L100X12	sp3LF/85	0,000	**-65,70**
B130	CS79 - L100X12	sp3RF-p/62	0,000	**63,33**
B131	CS79 - L100X12	sp3RF/11	0,000	**-68,26**
B131	CS79 - L100X12	sp3LF-p/29	0,000	**66,36**
B132	CS79 - L100X12	sp3LF/3	0,000	**-68,13**
B132	CS79 - L100X12	sp3RF-p/12	0,000	**66,69**
B133	CS77 - L60X8	sp3LF/13	0,000	**-2,25**
B133	CS77 - L60X8	sp3RF-p/4	2,500	**-1,13**
B134	CS77 - L60X8	sp3RF-p/4	0,000	**0,69**
B134	CS77 - L60X8	3/14	0,000	**1,29**
B135	CS77 - L60X8	sp3RF-p/4	0,000	**0,56**
B135	CS77 - L60X8	sp3LF/13	0,000	**1,12**
S467	CS78 - L150X14	3/9	0,000	**-556,83**
S467	CS78 - L150X14	sp1aLF-p/35	0,000	**63,85**
S468	CS78 - L150X14	3/23	0,000	**-555,71**

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
S468	CS78 - L150X14	sp1aLF-p/65	0,000	**69,49**
S469	CS78 - L150X14	sp1aLF-p/65	0,000	**-6,78**
S469	CS78 - L150X14	1a/1	0,000	**46,39**
S470	CS78 - L150X14	1a-p/37	0,000	**-43,42**
S470	CS78 - L150X14	sp1aLF/46	0,000	**10,99**
S471	CS78 - L150X14	sp1aLF/46	0,000	**-113,37**
S471	CS78 - L150X14	3-p/10	0,000	**512,92**
S472	CS78 - L150X14	sp1aLF/45	0,000	**-114,09**
S472	CS78 - L150X14	1a-p/2	0,000	**510,54**
S473	CS78 - L150X14	1a-p/2	0,000	**-43,21**
S473	CS78 - L150X14	sp1aLF/45	0,000	**10,33**
S474	CS78 - L150X14	sp1aLF-p/35	0,000	**-7,03**
S474	CS78 - L150X14	1a/47	0,000	**46,30**
S475	CS51 - L70X7	sp3LF/3	0,000	**-19,03**
S475	CS51 - L70X7	sp3RF-p/12	0,000	**18,68**
S476	CS51 - L70X7	sp3LF/3	0,000	**-19,04**
S476	CS51 - L70X7	sp3RF-p/12	0,000	**18,75**
S477	CS51 - L70X7	sp3RF/7	0,000	**-19,11**
S477	CS51 - L70X7	sp3LF-p/8	0,000	**18,61**
S478	CS51 - L70X7	sp3RF/7	0,000	**-18,92**
S478	CS51 - L70X7	sp3LF-p/8	0,000	**18,78**
S479	CS83 - L120X12	sp1aRF/59	2,382	**-47,33**
S479	CS83 - L120X12	3-p/24	0,000	**317,27**
S480	CS83 - L120X12	sp1aLF/54	2,382	**-72,21**
S480	CS83 - L120X12	3-p/10	0,000	**318,35**
S481	CS83 - L120X12	3/16	2,382	**-321,87**
S481	CS83 - L120X12	sp1aLF-p/44	0,000	**62,85**
S482	CS21 - ISUA65/50/6	1a-p/2	0,000	**-6,03**
S482	CS21 - ISUA65/50/6	1a/33	1,726	**11,62**
S483	CS21 - ISUA65/50/6	3-p/41	1,726	**-22,77**
S483	CS21 - ISUA65/50/6	3/14	1,726	**37,98**
S484	CS21 - ISUA65/50/6	1a-p/37	0,000	**-5,57**
S484	CS21 - ISUA65/50/6	1a/36	1,726	**10,32**
S485	CS21 - ISUA65/50/6	3-p/26	5,177	**-22,95**
S485	CS21 - ISUA65/50/6	3/25	1,726	**37,07**
S486	CS97 - L100X10	sp1aLF/52	0,000	**-11,91**
S486	CS97 - L100X10	3-p/5	2,008	**141,22**
S487	CS89 - L160X15	sp1aLF/46	0,000	**-122,67**
S487	CS89 - L160X15	3-p/10	1,761	**602,21**
S488	CS86 - L130X12	sp1aLF-p/108	0,000	**-161,82**
S488	CS86 - L130X12	1a/21	0,000	**285,79**
S489	CS86 - L130X12	sp1aLF-p/66	0,000	**3,72**
S489	CS86 - L130X12	3/132	0,000	**66,77**
S490	CS86 - L130X12	3-p/133	0,000	**-18,81**
S490	CS86 - L130X12	sp3LF/134	0,000	**63,41**
S491	CS86 - L130X12	1a-p/19	0,000	**-219,74**
S491	CS86 - L130X12	sp3RF/11	0,000	**253,78**
S492	CS44 - UNP200	3/14	0,000	**-384,07**
S492	CS44 - UNP200	sp1aLF-p/94	1,720	**40,15**
S493	CS44 - UNP200	1a/21	2,195	**-265,70**
S493	CS44 - UNP200	sp1aRF-p/78	1,837	**75,78**
S494	CS101 - UNP140	1a-p/53	0,000	**-122,41**
S494	CS101 - UNP140	1a/21	0,000	**64,03**
S495	CS101 - UNP140	1a-p/39	2,855	**-73,04**
S495	CS101 - UNP140	1a/1	2,498	**223,05**
S496	CS101 - UNP140	1a-p/61	0,000	**-65,19**
S496	CS101 - UNP140	1a/47	1,604	**214,54**
S497	CS101 - UNP140	3/25	0,000	**-200,25**
S497	CS101 - UNP140	sp1aLF-p/105	0,000	**26,13**
S498	CS101 - UNP140	1a-p/19	0,000	**-127,42**
S498	CS101 - UNP140	1a/47	1,964	**136,75**

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
S499	CS97 - L100X10	1a/1	0,000	**-66,48**
S499	CS97 - L100X10	1a-p/39	0,000	**27,34**
S500	CS97 - L100X10	1a-p/37	0,000	**-109,48**
S500	CS97 - L100X10	1a/21	0,389	**94,05**
S501	CS97 - L100X10	1a/47	1,488	**-63,29**
S501	CS97 - L100X10	1a-p/61	0,000	**24,14**
S502	CS97 - L100X10	sp3LF/90	0,000	**-50,21**
S502	CS97 - L100X10	1a-p/37	0,000	**44,21**
S503	CS97 - L100X10	1a-p/39	0,000	**-69,38**
S503	CS97 - L100X10	1a/21	0,000	**148,80**
S504	CS97 - L100X10	1a/33	0,000	**-55,00**
S504	CS97 - L100X10	1a-p/2	0,000	**47,35**
S505	CS30 - UNP140	1a/18	0,000	**-1,50**
S505	CS30 - UNP140	1a-p/55	1,300	**1,50**
S508	CS30 - UNP140	sp1aLF-p/105	0,000	**-0,34**
S508	CS30 - UNP140	3/101	0,000	**44,86**
S509	CS36 - ISEA70/70/5	sp1aRF/50	0,000	**-1,96**
S509	CS36 - ISEA70/70/5	3-p/26	0,000	**52,17**
S510	CS36 - ISEA70/70/5	3/14	0,000	**-42,10**
S510	CS36 - ISEA70/70/5	sp1aRF-p/113	0,950	**0,89**
S511	CS30 - UNP140	sp1aLF-p/73	0,000	**-0,33**
S511	CS30 - UNP140	3/72	0,400	**44,85**
S512	CS30 - UNP140	1a/18	0,000	**-1,50**
S512	CS30 - UNP140	1a-p/55	1,300	**1,50**
S513	CS36 - ISEA70/70/5	sp1aLF/34	0,000	**-1,95**
S513	CS36 - ISEA70/70/5	3-p/41	0,000	**52,20**
S514	CS36 - ISEA70/70/5	3/25	0,000	**-42,07**
S514	CS36 - ISEA70/70/5	sp1aLF-p/44	0,000	**0,90**
S515	CS52 - UNP280	sp1aLF-p/51	3,582	**-36,53**
S515	CS52 - UNP280	3/6	3,582	**503,31**
S516	CS52 - UNP280	1a-p/53	0,000	**-105,28**
S516	CS52 - UNP280	1a/21	0,000	**158,74**
S517	CS52 - UNP280	1a-p/19	0,000	**-110,69**
S517	CS52 - UNP280	1a/33	0,000	**153,51**
S518	CS52 - UNP280	1a/47	0,000	**-24,28**
S518	CS52 - UNP280	1a-p/61	0,000	**21,78**
S519	CS52 - UNP280	1a/33	0,000	**-24,29**
S519	CS52 - UNP280	1a-p/2	0,000	**21,79**
S523	CS52 - UNP280	1a/1	0,000	**-25,55**
S523	CS52 - UNP280	1a-p/39	0,000	**23,05**
S524	CS52 - UNP280	1a/36	0,000	**-25,56**
S524	CS52 - UNP280	1a-p/37	0,000	**23,05**
S525	CS52 - UNP280	3-p/5	3,582	**-453,91**
S525	CS52 - UNP280	sp1aLF/52	3,582	**81,84**
S526	CS59 - L(CSN)100/10	sp1aRF-p/78	0,000	**-10,97**
S526	CS59 - L(CSN)100/10	sp1aLF/102	0,000	**11,91**
S527	CS59 - L(CSN)100/10	sp1aLF-p/73	0,000	**-10,99**
S527	CS59 - L(CSN)100/10	sp1aRF/106	0,000	**11,91**
S528	CS59 - L(CSN)100/10	sp1aRF-p/77	0,000	**-10,51**
S528	CS59 - L(CSN)100/10	sp1aLF/71	0,000	**11,71**
S529	CS59 - L(CSN)100/10	sp1aLF-p/108	0,000	**-10,52**
S529	CS59 - L(CSN)100/10	sp1aRF/84	0,000	**11,71**
S530	CS59 - L(CSN)100/10	1a-p/19	0,000	**1,00**
S530	CS59 - L(CSN)100/10	3/9	0,000	**1,60**

D&C ENGINEERING	Project	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer
	Onderdeel	Berekening Mast 74N
	Omschrijving	Ontwerpberekening
	Nationale norm	EC - EN
	Auteur	JH

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
S531	CS59 - L(CSN)100/10	1a-p/53	0,000	**-18,23**
S531	CS59 - L(CSN)100/10	1a/21	0,000	**18,39**
S532	CS59 - L(CSN)100/10	1a-p/19	0,000	**-18,24**
S532	CS59 - L(CSN)100/10	1a/20	0,000	**18,39**
S533	CS59 - L(CSN)100/10	3/9	0,000	**-0,27**
S533	CS59 - L(CSN)100/10	1a-p/19	0,000	**-0,12**
S535	CS59 - L(CSN)100/10	1a-p/55	0,000	**-19,68**
S535	CS59 - L(CSN)100/10	1a/18	0,000	**24,65**
S536	CS59 - L(CSN)100/10	1a-p/17	0,000	**-19,67**
S536	CS59 - L(CSN)100/10	1a/30	0,000	**24,66**
S537	CS59 - L(CSN)100/10	1a-p/17	0,000	**-21,98**
S537	CS59 - L(CSN)100/10	1a/30	0,746	**26,18**
S538	CS59 - L(CSN)100/10	1a-p/55	0,000	**-21,20**
S538	CS59 - L(CSN)100/10	1a/18	0,373	**26,96**
S541	CS57 - HEA280	1a/33	0,000	**-11,24**
S541	CS57 - HEA280	1a-p/2	0,000	**6,07**
S542	CS57 - HEA280	1a/47	0,000	**-11,24**
S542	CS57 - HEA280	1a-p/61	0,000	**6,06**
S545	CS57 - HEA280	1a/36	0,000	**-11,14**
S545	CS57 - HEA280	1a-p/37	0,000	**5,97**
S546	CS57 - HEA280	1a/1	0,000	**-11,14**
S546	CS57 - HEA280	1a-p/39	0,000	**5,97**
S547	CS44 - UNP200	3/25	0,000	**-394,89**
S547	CS44 - UNP200	sp1aLF-p/65	0,860	**0,93**
S548	CS38 - HFLeq80x80x8	sp1aLF-p/48	0,799	**-0,38**
S548	CS38 - HFLeq80x80x8	3/23	0,000	**38,13**
S549	CS38 - HFLeq80x80x8	3/6	0,000	**-36,33**
S549	CS38 - HFLeq80x80x8	sp1aLF-p/48	0,000	**0,86**
S550	CS38 - HFLeq80x80x8	sp1aLF/31	0,931	**-3,13**
S550	CS38 - HFLeq80x80x8	3-p/24	0,000	**62,06**
S551	CS38 - HFLeq80x80x8	sp1aRF-p/113	0,799	**0,02**
S551	CS38 - HFLeq80x80x8	3/9	0,000	**37,95**
S552	CS38 - HFLeq80x80x8	3/6	0,000	**-36,84**
S552	CS38 - HFLeq80x80x8	sp1aRF-p/56	0,931	**1,78**
S553	CS38 - HFLeq80x80x8	sp1aRF/57	0,000	**-3,68**
S553	CS38 - HFLeq80x80x8	3-p/10	0,000	**62,24**
S554	CS53 - L60X6	sp1aLF/45	0,000	**-0,76**
S554	CS53 - L60X6	1a-p/2	0,000	**0,69**
S555	CS53 - L60X6	sp1aLF/46	0,000	**-0,75**
S555	CS53 - L60X6	1a-p/37	0,000	**0,72**
S556	CS53 - L60X6	1a/1	0,000	**-1,70**
S556	CS53 - L60X6	sp1aLF-p/65	0,000	**-0,24**

Staaf	css	BG	dx [m]	N [kN]
S557	CS53 - L60X6	1a/47	0,000	**-1,72**
S557	CS53 - L60X6	sp1aLF-p/35	0,000	**-0,24**
S558	CS54 - L60X6	sp3LF/3	0,000	**-1,29**
S558	CS54 - L60X6	sp3RF-p/12	0,000	**0,45**
S559	CS54 - L60X6	sp1aLF/52	0,000	**-0,78**
S559	CS54 - L60X6	3-p/115	0,000	**2,37**
S560	CS54 - L60X6	sp3LF/85	0,000	**-1,33**
S560	CS54 - L60X6	sp3RF-p/62	0,000	**0,35**
S561	CS54 - L60X6	3/6	0,000	**-3,27**
S561	CS54 - L60X6	sp1aLF-p/51	0,000	**-0,11**
S562	CS55 - L50X5	3/27	0,000	**-8,49**
S562	CS55 - L50X5	sp1aLF-p/35	0,000	**1,14**
S563	CS55 - L50X5	1a/1	0,000	**-5,48**
S563	CS55 - L50X5	sp1aLF-p/65	0,000	**1,24**
S564	CS55 - L50X5	sp1aLF/46	0,000	**-1,32**
S564	CS55 - L50X5	3-p/123	0,000	**8,40**
S565	CS55 - L50X5	sp1aLF/45	0,000	**-1,39**
S565	CS55 - L50X5	1a-p/2	0,000	**5,28**
S566	CS56 - L70X7	3/9	5,577	**-1,84**
S566	CS56 - L70X7	sp1aLF/46	0,000	**0,23**
S567	CS56 - L70X7	sp1aLF/46	4,503	**-0,31**
S567	CS56 - L70X7	1a/47	0,000	**1,48**
S568	CS56 - L70X7	3/6	3,613	**-14,42**
S568	CS56 - L70X7	sp1aLF-p/51	0,000	**1,16**
S569	CS56 - L70X7	1a/1	5,577	**-0,88**
S569	CS56 - L70X7	sp1aLF/34	0,000	**0,37**
S570	CS56 - L70X7	sp1aLF/34	4,503	**-0,42**
S570	CS56 - L70X7	1a/1	0,000	**0,78**
S571	CS56 - L70X7	sp1aRF/135	3,613	**-4,83**
S571	CS56 - L70X7	sp1aLF-p/44	0,000	**3,97**
S572	CS56 - L70X7	sp1aLF/46	5,577	**-0,41**
S572	CS56 - L70X7	3/27	0,000	**1,64**
S573	CS56 - L70X7	1a/47	4,503	**-1,40**
S573	CS56 - L70X7	sp1aLF/46	0,000	**0,37**
S574	CS56 - L70X7	sp1aLF/52	3,613	**-2,38**
S574	CS56 - L70X7	3-p/5	0,000	**13,07**
S575	CS56 - L70X7	sp1aRF/59	5,577	**-0,52**
S575	CS56 - L70X7	1a/1	0,000	**0,72**
S576	CS56 - L70X7	1a/1	4,503	**-0,75**
S576	CS56 - L70X7	sp1aRF/59	0,000	**0,44**
S577	CS56 - L70X7	sp3RF/11	3,613	**-5,28**
S577	CS56 - L70X7	sp1aLF-p/73	0,000	**3,66**
S578	CS4 - L50X5	sp1aLF/34	0,000	**-2,50**
S578	CS4 - L50X5	3-p/24	0,000	**66,46**
S579	CS4 - L50X5	3-p/24	0,000	**-42,24**
S579	CS4 - L50X5	sp1aLF/34	0,280	**1,59**
S580	CS98 - L50X6	sp1aRF/57	0,541	**-6,32**
S580	CS98 - L50X6	3-p/5	0,000	**82,90**
S581	CS98 - L50X6	1a-p/2	0,000	**-55,06**
S581	CS98 - L50X6	sp1aRF/59	0,000	**9,51**
S582	CS98 - L50X6	sp1aLF/31	0,000	**-6,32**
S582	CS98 - L50X6	3-p/5	0,000	**83,21**
S583	CS98 - L50X6	1a-p/37	0,000	**-54,00**
S583	CS98 - L50X6	sp1aLF/54	0,000	**9,67**
S584	CS94 - L60X8	sp1aLF-p/51	0,000	**-1,77**
S584	CS94 - L60X8	3/27	0,000	**81,83**
S585	CS94 - L60X8	3/27	0,000	**-49,50**
S585	CS94 - L60X8	sp1aLF-p/51	0,000	**1,03**
S586	CS94 - L60X8	sp1aLF-p/48	0,000	**-1,56**
S586	CS94 - L60X8	3/16	0,000	**81,69**
S587	CS94 - L60X8	3/23	0,000	**-49,37**
S587	CS94 - L60X8	sp1aLF-p/48	0,401	**0,89**

11.2. Reacties

Lineaire berekening, Extreem : Knoop
Selectie : Alle
Klasse : All UGT

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn1/N1	sp1aLF-p/65	**-76,87**	**-80,86**	**-327,12**	0,00	0,00	0,00
Sn1/N1	1a/1	**659,95**	**462,90**	**2455,41**	0,00	0,00	0,00
Sn1/N1	1a/136	444,46	242,05	1565,28	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn2/N3	1a/47	**-657,74**	**459,70**	**2442,93**	0,00	0,00	0,00
Sn2/N3	sp1aLF-p/35	**76,93**	**-78,47**	**-321,34**	0,00	0,00	0,00
Sn2/N3	1a/136	-444,47	241,87	1565,30	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn3/N7	sp1aLF/45	**-155,70**	**-161,01**	**636,08**	0,00	0,00	0,00
Sn3/N7	1a-p/2	**577,96**	**385,26**	**-2144,46**	0,00	0,00	0,00
Sn3/N7	1a/136	353,02	151,43	-1211,06	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn4/N6	1a-p/37	**-572,96**	**384,65**	**-2131,58**	0,00	0,00	0,00
Sn4/N6	sp1aLF/46	**154,37**	**-159,93**	**630,15**	0,00	0,00	0,00
Sn4/N6	1a/136	-353,02	151,25	-1211,04	**0,00**	**0,00**	**0,00**

11.3. Resultante op Fundering

Lineaire berekening, Extreem : Nee
Selectie : Alle
Klasse : All UGT

BG	Steunpunt	Extreem	horiz. component [kN]	resultante [kN]	Hoek [deg]	helling(afschot) [-]	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
sp1aLF-p/65	Sn1/N1	Rx	111,56	345,62	1,45	-2,93	-76,87	-80,86	-327,12
1a/1	Sn1/N1	Rx	806,11	2584,34	170,05	3,05	659,95	462,90	2455,41
sp1aLF-p/65	Sn1/N1	Ry	111,56	345,62	1,45	-2,93	-76,87	-80,86	-327,12
1a/1	Sn1/N1	Ry	806,11	2584,34	170,05	3,05	659,95	462,90	2455,41
sp1aLF-p/65	Sn1/N1	Rz	111,56	345,62	1,45	-2,93	-76,87	-80,86	-327,12
1a/1	Sn1/N1	Rz	806,11	2584,34	170,05	3,05	659,95	462,90	2455,41
1a/47	Sn2/N3	Rx	658,24	950,92	-137,23	1,04	-657,74	25,62	686,27
sp1aLF-p/35	Sn2/N3	Rx	275,61	1107,16	118,79	3,89	76,93	264,66	1072,30
sp1aLF-p/69	Sn2/N3	Ry	246,49	404,99	-116,44	-1,30	-233,67	-78,47	-321,34
1a/36	Sn2/N3	Ry	513,51	2496,31	161,46	4,76	-228,85	459,70	2442,93
sp1aLF-p/69	Sn2/N3	Rz	246,49	404,99	-116,44	-1,30	-233,67	-78,47	-321,34
1a/36	Sn2/N3	Rz	513,51	2496,31	161,46	4,76	-228,85	459,70	2442,93
sp1aLF/45	Sn3/N7	Rx	223,98	801,72	-179,04	-3,44	-155,70	-161,01	-769,80
1a-p/2	Sn3/N7	Rx	694,59	784,32	-11,31	-0,52	577,96	385,26	-364,28
sp1aLF/45	Sn3/N7	Ry	223,98	801,72	-179,04	-3,44	-155,70	-161,01	-769,80
1a-p/2	Sn3/N7	Ry	694,59	784,32	-11,31	-0,52	577,96	385,26	-364,28
1a-p/39	Sn3/N7	Rz	161,79	2150,56	-66,67	-13,25	150,36	-59,74	-2144,46
sp1aLF/137	Sn3/N7	Rz	243,07	680,94	5,62	2,62	154,23	187,88	636,08
1a-p/37	Sn4/N6	Rx	575,87	2208,00	50,76	-3,70	-572,96	-57,84	-2131,58
sp1aLF/46	Sn4/N6	Rx	178,12	654,84	-105,07	3,54	154,37	88,87	630,15
sp1aLF/124	Sn4/N6	Ry	300,34	825,75	77,17	-2,56	-254,22	-159,93	-769,19
1a-p/61	Sn4/N6	Ry	413,93	559,00	-23,32	-0,91	-152,91	384,65	-375,69
1a-p/37	Sn4/N6	Rz	575,87	2208,00	50,76	-3,70	-572,96	-57,84	-2131,58
sp1aLF/46	Sn4/N6	Rz	178,12	654,84	-105,07	3,54	154,37	88,87	630,15

11.4. Controle rand tafelconstructie

11.4.1. Controle rand tafelconstructie UNP

Lineaire berekening, Extreem : Doorsnede
Selectie : Benoemde selectie - randen tafelconstr
Klasse : All UGT

EN 1993-1-1 Norm Controle
Nationale bijlage: Nederlandse NEN-EN NA

Staaf S525	**7,163 m**	**UNP280**	**S 355**	**3/22**	**0,72 -**

Partiële veiligheidsfactoren	
Gamma M0 voor weerstand van doorsneden	1,00
Gamma M1 voor weerstand tegen instabiliteit	1,00
Gamma M2 voor weerstand van netto-doorsneden	1,25

Materiaal		
Vloeisterkte fy	355,0	MPa
Uiterste sterkte fu	490,0	MPa
Bouwwijze	Gewalst	

...::DOORSNEDE CONTROLE::...

Classificatie voor doorsnede-ontwerp
Volgens EN 1993-1-1 artikel 5.5.2
Classificatie van interne drukonderdelen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1

Maximale breedte/dikte-verhouding	22,00
Grenswaarde klasse 1	26,85
Grenswaarde klasse 2	30,92
Grenswaarde klasse 3	39,11

=> Interne drukonderdelen klasse 1
Classificatie van uitkragende flenzen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 2

Maximale breedte/dikte-verhouding	4,67
Grenswaarde klasse 1	7,32
Grenswaarde klasse 2	8,14
Grenswaarde klasse 3	11,56

=> Uitkragende flenzen klasse 1
=> Doorsnede geclassificeerd als klasse 1 voor doorsnede-ontwerp
Kritische controle op positie 0.000 m

Interne krachten	Berekende	Eenheid
N,Ed	-447,68	kN
Vy,Ed	0,18	kN
Vz,Ed	3,05	kN
T,Ed	0,00	kNm
My,Ed	-13,30	kNm
Mz,Ed	-0,41	kNm

Drukcontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.4 en formule (6.9)

A	5,3300e-03	m^2
Nc,Rd	1892,15	kN
Eenheidscontrole	0,24	-

Torsiecontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.7 en formule (6.23)

Tau,t,Ed	0,0	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Eenheidscontrole	0,00	-

Opmerking: De eenheidscontrole voor torsie is lager dan de grenswaarde van 0,05. Hierdoor wordt torsie beschouwd als niet-significant en wordt deze genegeerd in de gecombineerde controles.
Afschuivingscontrole voor Vy
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	2,8500e-03	m^2
Vpl,y,Rd	584,13	kN
Eenheidscontrole	0,00	-

Afschuivingscontrole voor Vz
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	2,8550e-03	m^2
Vpl,z,Rd	585,16	kN
Eenheidscontrole	0,01	-

Controle buigend moment voor My
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,y	5,3200e-04	m^3
Mpl,y,Rd	188,86	kNm
Eenheidscontrole	0,07	-

Controle buigend moment voor Mz
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,z	1,1083e-04	m^3
Mpl,z,Rd	39,35	kNm
Eenheidscontrole	0,01	-

Controle gecombineerde buiging, axiale kracht en afschuifkracht
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1 en formule (6.2)

Npl,Rd	1892,15	kN
Mpl,y,Rd	188,86	kNm

Mpl,z,Rd	39,35	kNm

Eenheidscontrole (6.2) = 0,24 + 0,07 + 0,01 = 0,32 -

Opmerking: Er is geen specifieke interactieformule volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.9.1 van toepassing.
Daarom wordt de plastisch lineaire som volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1(7) getoetst.
Opmerking: Aangezien de afschuifkrachten minder dan de helft van de plastische afschuifweerstanden bedragen, wordt het effect ervan op de momentweerstanden genegeerd.
De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.

...::STABILITEITSCONTROLE::...
Classificatie voor staafknikontwerp
Beslissende positie voor stabiliteitsclassificatie: 0,000 m
Classificatie van interne drukonderdelen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1

Maximale breedte/dikte-verhouding	22,00
Grenswaarde klasse 1	26,85
Grenswaarde klasse 2	30,92
Grenswaarde klasse 3	39,11

=> Interne drukonderdelen klasse 1
Classificatie van uitkragende flenzen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 2

Maximale breedte/dikte-verhouding	4,67
Grenswaarde klasse 1	7,32
Grenswaarde klasse 2	8,14
Grenswaarde klasse 3	11,56

=> Uitkragende flenzen klasse 1
=> Doorsnede geclassificeerd als klasse 1 voor staafknikontwerp

Buigingsknik Controle
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. en formule (6.46)

Knikparameters	yy	zz	
Zijd. flex. type	geschoord	geschoord	
Systeemlengte L	7.163	3.582	m
lef/lsys k	0.82	0.78	
Kniklengte Lcr	5.909	2.786	m
Kritische Euler belastingen Ncr	3727.42	1065.39	kN
Slankheid	54.44	101.83	
Relatieve slankheid Lambda	0.71	1.33	
Limiet slankheid Lambda,0	0.20	0.20	
Knikkromme	c	c	
Imperfectie Alpha	0.49	0.49	
Reductie factor Chi	0.72	0.38	
Knikweerstand Nb,Rd	1356.57	710.14	kN

Tabel van waarden		
A	5.3300e-03	m^2
Knikweerstand Nb,Rd	710.14	kN
Eenheidscontrole	0.63	-

Torsieknikcontrole
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. en formule (6.46)

Tabel van waarden		
Torsieknik lengte	3.582	m
Ncr,T	2192.11	kN
Ncr,TF	1831.79	kN
Relatieve slankheid Lambda,T	1.02	
Limiet slankheid Lambda,0	0.20	
Knikkromme	c	
Imperfectie Alpha	0.49	
A	5.3300e-03	m^2
Reductie factor Chi	0.53	
Knikweerstand Nb,Rd	1003.81	kN
Eenheidscontrole	0.45	-

Kipcontrole
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. en formule (6.54)

Kip Parameters		
Methode voor kipcurve	Art. 6.3.2.2.	
Wy	4.4800e-04	m^3
Elastisch critisch moment Mcr	218.06	kNm
Relatieve slankheid Lambda,LT	0.85	
Limiet slankheid Lambda,LT,0	0.40	

Mcr Parameters		
Kiplengte	3.582	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.46	
C2	0.04	
C3	1.00	

De slankheid of het buigend moment is van die aard dat een kiptoetsing niet dient uitgevoerd te worden volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.2.2(4)

Controle druk en buiging
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.3. en formule (6.61), (6.62)
Interactie Methode 2

Tabel van waarden		
kyy	0.651	
kyz	0.551	
kzy	0.934	
kzz	0.551	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	5.3300e-03	m^2
Wy	4.4800e-04	m^3
Wz	5.7200e-05	m^3
NRk	1892.15	kN
My,Rk	159.04	kNm
Mz,Rk	20.31	kNm
My,Ed	-13.30	kNm
Mz,Ed	-0.41	kNm
Interactie Methode 2		
Psi y	0.992	
Psi z	-0.552	
Cmy	0.570	
Cmz	0.400	
CmLT	0.728	

Eenheidscontrole (6.61) = 0.33 + 0.05 + 0.01 = 0.40
Eenheidscontrole (6.62) = 0.63 + 0.08 + 0.01 = 0.72

Plooicontrole
in knikveld 1
Volgens artikel EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. en formule (5.10) & (7.1)

Tabel van waarden	
hw/t	25.000

De slankheid van het lijf is van die aard dat de Plooicontrole niet dient uitgevoerd te worden.
De staaf voldoet aan de stabiliteitscontrole.
EC 3

11.4.2. Controle rand tafelconstructie HEA

Lineaire berekening, Extreem : Doorsnede
Selectie : Benoemde selectie - zijranden tafelconstr
Klasse : All UGT

EN 1993-1-1 Norm Controle
Nationale bijlage: Nederlandse NEN-EN NA

Staaf S542	**3,582 m**	**HEA280**	**S 355**	**1a/20**	**0,08 -**

Partiële veiligheidsfactoren	
Gamma M0 voor weerstand van doorsneden	1,00
Gamma M1 voor weerstand tegen instabiliteit	1,00
Gamma M2 voor weerstand van netto-doorsneden	1,25

Materiaal		
Vloeisterkte fy	355,0	MPa
Uiterste sterkte fu	490,0	MPa
Bouwwijze	Gewalst	

...::DOORSNEDE CONTROLE::...

Classificatie voor doorsnede-ontwerp
Volgens EN 1993-1-1 artikel 5.5.2
Classificatie van interne drukonderdelen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1

Maximale breedte/dikte-verhouding	24,50
Grenswaarde klasse 1	57,57
Grenswaarde klasse 2	66,30
Grenswaarde klasse 3	92,92

=> Interne drukonderdelen klasse 1
Classificatie van uitkragende flenzen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 2

Maximale breedte/dikte-verhouding	8,62
Grenswaarde klasse 1	7,32
Grenswaarde klasse 2	8,14
Grenswaarde klasse 3	11,28

=> Uitkragende flenzen klasse 3
=> Doorsnede geclassificeerd als klasse 3 voor doorsnede-ontwerp

Kritische controle op positie 0.000 m

Interne krachten	Berekende	Eenheid
N,Ed	-8,24	kN
Vy,Ed	0,19	kN
Vz,Ed	-5,60	kN
T,Ed	0,00	kNm
My,Ed	26,96	kNm
Mz,Ed	-0,69	kNm

Drukcontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.4 en formule (6.9)

A	9,7300e-03	m^2
Nc,Rd	3454,15	kN
Eenheidscontrole	0,00	-

Torsiecontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.7 en formule (6.23)

Tau,t,Ed	0,0	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Eenheidscontrole	0,00	-

Opmerking: De eenheidscontrole voor torsie is lager dan de grenswaarde van 0,05. Hierdoor wordt torsie beschouwd als niet-significant en wordt deze genegeerd in de gecombineerde controles.

Afschuivingscontrole voor Vy
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	7,5360e-03	m^2
Vpl,y,Rd	1544,57	kN
Eenheidscontrole	0,00	-

Afschuivingscontrole voor Vz
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	3,1780e-03	m^2
Vpl,z,Rd	651,36	kN
Eenheidscontrole	0,01	-

Controle buigend moment voor My
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.14)

Wel,y,min	1,0100e-03	m^3
Mel,y,Rd	358,55	kNm
Eenheidscontrole	0,08	-

Controle buigend moment voor Mz
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.14)

Wel,z,min	3,4000e-04	m^3
Mel,z,Rd	120,70	kNm
Eenheidscontrole	0,01	-

Controle gecombineerde buiging, axiale kracht en afschuifkracht
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.9.2 en formule (6.42)

Normaalspanningen		
Vezel	13	
Sigma,N,Ed	0,8	MPa
Sigma,My,Ed	26,6	MPa
Sigma,Mz,Ed	2,0	MPa
Sigma,tot,Ed	29,5	MPa
Eenheidscontrole	0,08	-

De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.

...::STABILITEITSCONTROLE::...

Classificatie voor staafknikontwerp
Beslissende positie voor stabiliteitsclassificatie: 0,000 m

Classificatie van interne drukonderdelen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1

Maximale breedte/dikte-verhouding	24,50
Grenswaarde klasse 1	57,57
Grenswaarde klasse 2	66,30
Grenswaarde klasse 3	92,92

=> Interne drukonderdelen klasse 1

Classificatie van uitkragende flenzen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 2

Maximale breedte/dikte-verhouding	8,62
Grenswaarde klasse 1	7,32
Grenswaarde klasse 2	8,14
Grenswaarde klasse 3	11,28

=> Uitkragende flenzen klasse 3
=> Doorsnede geclassificeerd als klasse 3 voor staafknikontwerp

Buigingsknik Controle
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. en formule (6.46)

Knikparameters	yy	zz	
Zijd. flex. type	geschoord	geschoord	
Systeemlengte L	7.163	3.582	m
lef/lsys k	1.00	1.00	
Kniklengte Lcr	7.163	3.581	m
Kritische Euler belastingen Ncr	5534.10	7695.40	kN
Slankheid	60.37	51.19	
Relatieve slankheid Lambda	0.79	0.67	
Limiet slankheid Lambda,0	0.20	0.20	

De slankheid of de normaalkracht is van die aard dat een Buigingsknikcontrole niet dient uitgevoerd te worden volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.1.2(4)

Kipcontrole
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. en formule (6.54)

Kip Parameters		
Methode voor kipcurve	Art. 6.3.2.2.	
Wy	1.0100e-03	m^3
Elastisch critisch moment Mcr	1908.70	kNm
Relatieve slankheid Lambda,LT	0.43	
Limiet slankheid Lambda,LT,0	0.40	

Mcr Parameters		
Kiplengte	3.582	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.63	
C2	0.04	
C3	1.00	

De slankheid of het buigend moment is van die aard dat een kiptoetsing niet dient uitgevoerd te worden volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.2.2(4)

Controle druk en buiging
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.3. en formule (6.61), (6.62)
Interactie Methode 2

Tabel van waarden		
kyy	0.901	
kyz	0.601	
kzy	0.721	
kzz	0.601	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	9.7300e-03	m^2
Wy	1.0100e-03	m^3
Wz	3.4000e-04	m^3
NRk	3454.15	kN
My,Rk	358.55	kNm
Mz,Rk	120.70	kNm
My,Ed	26.96	kNm
Mz,Ed	-0.69	kNm
Interactie Methode 2		
Psi y	1.000	
Psi z	0.000	
Cmy	0.900	
Cmz	0.600	
CmLT	0.651	

Eenheidscontrole (6.61) = 0.00 + 0.07 + 0.00 = 0.07
Eenheidscontrole (6.62) = 0.00 + 0.05 + 0.00 = 0.06

Plooicontrole
in knikveld 1
Volgens artikel EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. en formule (5.10) & (7.1)

Tabel van waarden	
hw/t	30.500

De slankheid van het lijf is van die aard dat de Plooicontrole niet dient uitgevoerd te worden.
De staaf voldoet aan de stabiliteitscontrole.
EC 3

11.5. Controle UNP profilen

11.5.1. Traverse 3,4 - onderrand

Lineaire berekening, Extreem : Doorsnede
Selectie : Benoemde selectie - traverse 3,4 - onderrand
Klasse : All UGT

EN 1993-1-1 Norm Controle
Nationale bijlage: Nederlandse NEN-EN NA

Staaf S195	**3,073 m**	**UNP140**	**S 355**	**3/25**	**0,51 -**

Partiële veiligheidsfactoren	
Gamma M0 voor weerstand van doorsneden	1,00
Gamma M1 voor weerstand tegen instabiliteit	1,00
Gamma M2 voor weerstand van netto-doorsneden	1,25

Materiaal		
Vloeisterkte fy	355,0	MPa
Uiterste sterkte fu	490,0	MPa
Bouwwijze	Gewalst	

...::DOORSNEDE CONTROLE::...

Classificatie voor doorsnede-ontwerp
Volgens EN 1993-1-1 artikel 5.5.2
Classificatie van interne drukonderdelen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1

Maximale breedte/dikte-verhouding	14,29
Grenswaarde klasse 1	26,85
Grenswaarde klasse 2	30,92
Grenswaarde klasse 3	39,65

=> Interne drukonderdelen klasse 1
Classificatie van uitkragende flenzen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 2

Maximale breedte/dikte-verhouding	4,30
Grenswaarde klasse 1	7,32
Grenswaarde klasse 2	8,14
Grenswaarde klasse 3	11,66

=> Uitkragende flenzen klasse 1
=> Doorsnede geclassificeerd als klasse 1 voor doorsnede-ontwerp
Kritische controle op positie 0.000 m

Interne krachten	Berekende	Eenheid
N,Ed	-171,57	kN
Vy,Ed	0,06	kN
Vz,Ed	1,52	kN
T,Ed	-0,01	kNm
My,Ed	-3,20	kNm
Mz,Ed	-0,14	kNm

Drukcontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.4 en formule (6.9)

A	2,0400e-03	m^2
Nc,Rd	724,20	kN
Eenheidscontrole	0,24	-

Torsiecontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.7 en formule (6.23)

Tau,t,Ed	2,3	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Eenheidscontrole	0,01	-

Opmerking: De eenheidscontrole voor torsie is lager dan de grenswaarde van 0,05. Hierdoor wordt torsie beschouwd als niet-significant en wordt deze genegeerd in de gecombineerde controles.
Afschuivingscontrole voor Vy
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,2000e-03	m^2
Vpl,y,Rd	245,95	kN
Eenheidscontrole	0,00	-

Afschuivingscontrole voor Vz
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,0100e-03	m^2
Vpl,z,Rd	207,01	kN
Eenheidscontrole	0,01	-

Controle buigend moment voor My
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,y	1,0280e-04	m^3
Mpl,y,Rd	36,49	kNm
Eenheidscontrole	0,09	-

Controle buigend moment voor Mz
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,z	2,8300e-05	m^3
Mpl,z,Rd	10,05	kNm
Eenheidscontrole	0,01	-

Controle gecombineerde buiging, axiale kracht en afschuifkracht
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1 en formule (6.2)

Npl,Rd	724,20	kN
Mpl,y,Rd	36,49	kNm
Mpl,z,Rd	10,05	kNm

Eenheidscontrole (6.2) = 0,24 + 0,09 + 0,01 = 0,34 -

Opmerking: Er is geen specifieke interactieformule volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.9.1 van toepassing.
Daarom wordt de plastisch lineaire som volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1(7) getoetst.
Opmerking: Aangezien de afschuifkrachten minder dan de helft van de plastische afschuifweerstanden bedragen, wordt het effect ervan op de momentweerstanden genegeerd.
De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.

...::STABILITEITSCONTROLE::...
Classificatie voor staafknikontwerp
Beslissende positie voor stabiliteitsclassificatie: 0,000 m
Classificatie van interne drukonderdelen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1

Maximale breedte/dikte-verhouding	14,29
Grenswaarde klasse 1	26,85
Grenswaarde klasse 2	30,92
Grenswaarde klasse 3	39,65

=> Interne drukonderdelen klasse 1
Classificatie van uitkragende flenzen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 2

Maximale breedte/dikte-verhouding	4,30
Grenswaarde klasse 1	7,32
Grenswaarde klasse 2	8,14
Grenswaarde klasse 3	11,66

=> Uitkragende flenzen klasse 1
=> Doorsnede geclassificeerd als klasse 1 voor staafknikontwerp
Buigingsknik Controle
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. en formule (6.46)

Knikparameters	yy	zz	
Zijd. flex. type	geschoord	geschoord	
Systeemlengte L	3.073	1.220	m
lef/lsys k	0.98	0.65	
Kniklengte Lcr	3.016	0.795	m
Kritische Euler belastingen Ncr	1378.33	2058.64	kN
Slankheid	55.39	45.32	
Relatieve slankheid Lambda	0.72	0.59	
Limiet slankheid Lambda,0	0.20	0.20	
Knikkromme	c	c	
Imperfectie Alpha	0.49	0.49	
Reductie factor Chi	0.71	0.79	
Knikweerstand Nb,Rd	513.64	571.73	kN

Tabel van waarden		
A	2.0400e-03	m^2
Knikweerstand Nb,Rd	513.64	kN
Eenheidscontrole	0.33	-

Torsieknikcontrole
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. en formule (6.46)

Tabel van waarden		
Torsieknik lengte	1.220	m
Ncr,T	1601.13	kN
Ncr,TF	952.15	kN
Relatieve slankheid Lambda,T	0.87	
Limiet slankheid Lambda,0	0.20	
Knikkromme	c	
Imperfectie Alpha	0.49	
A	2.0400e-03	m^2
Reductie factor Chi	0.62	
Knikweerstand Nb,Rd	446.87	kN
Eenheidscontrole	0.38	-

Kipcontrole
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. en formule (6.54)

Kip Parameters		
Methode voor kipcurve	Art. 6.3.2.2.	

Kip Parameters		
Wy	8.6400e-05	m^3
Elastisch critisch moment Mcr	109.70	kNm
Relatieve slankheid Lambda,LT	0.53	
Limiet slankheid Lambda,LT,0	0.40	

Mcr Parameters		
Kiplengte	1.220	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.35	
C2	0.01	
C3	1.00	

De slankheid of het buigend moment is van die aard dat een kiptoetsing niet dient uitgevoerd te worden volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.2.2(4)

Controle druk en buiging
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.3. en formule (6.61), (6.62)
Interactie Methode 2

Tabel van waarden		
kyy	0.565	
kyz	0.881	
kzy	0.984	
kzz	0.881	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	2.0400e-03	m^2
Wy	8.6400e-05	m^3
Wz	1.4800e-05	m^3
NRk	724.20	kN
My,Rk	30.67	kNm
Mz,Rk	5.25	kNm
My,Ed	-3.20	kNm
Mz,Ed	-0.14	kNm
Interactie Methode 2		
Psi y	-0.020	
Psi z	0.491	
Cmy	0.493	
Cmz	0.796	
CmLT	0.822	

Eenheidscontrole (6.61) = 0.33 + 0.06 + 0.02 = 0.42
Eenheidscontrole (6.62) = 0.38 + 0.10 + 0.02 = 0.51

Plooicontrole
in knikveld 1
Volgens artikel EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. en formule (5.10) & (7.1)

Tabel van waarden	
hw/t	17.143

De slankheid van het lijf is van die aard dat de Plooicontrole niet dient uitgevoerd te worden.
De staaf voldoet aan de stabiliteitscontrole.
EC 3

11.5.2. Traverse 3,4 - Staaf S505,512,508,511

Lineaire berekening, Extreem : Doorsnede
Selectie : Benoemde selectie - traverse 3,4 - staaf S505,512,508,511
Klasse : All UGT

EN 1993-1-1 Norm Controle
Nationale bijlage: Nederlandse NEN-EN NA

Staaf S505	**1,300 m**	**UNP140**	**S 235**	**1a/21**	**0,51 -**

Partiële veiligheidsfactoren	
Gamma M0 voor weerstand van doorsneden	1,00
Gamma M1 voor weerstand tegen instabiliteit	1,00
Gamma M2 voor weerstand van netto-doorsneden	1,25

Materiaal		
Vloeisterkte fy	235,0	MPa
Uiterste sterkte fu	360,0	MPa
Bouwwijze	Gewalst	

...::DOORSNEDE CONTROLE::...

Kritische controle op positie 0.000 m

Interne krachten	Berekende	Eenheid
N,Ed	0,00	kN
Vy,Ed	-1,50	kN
Vz,Ed	1,49	kN

Interne krachten	Berekende	Eenheid
T,Ed	0,00	kNm
My,Ed	-1,75	kNm
Mz,Ed	1,95	kNm

Afschuivingscontrole voor Vy
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,2000e-03	m^2
Vpl,y,Rd	162,81	kN
Eenheidscontrole	0,01	-

Afschuivingscontrole voor Vz
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,0100e-03	m^2
Vpl,z,Rd	137,03	kN
Eenheidscontrole	0,01	-

Controle buigend moment voor My
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,y	1,0280e-04	m^3
Mpl,y,Rd	24,16	kNm
Eenheidscontrole	0,07	-

Controle buigend moment voor Mz
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,z	2,8300e-05	m^3
Mpl,z,Rd	6,65	kNm
Eenheidscontrole	0,29	-

Controle gecombineerde buiging, axiale kracht en afschuifkracht
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1 en formule (6.2)

Npl,Rd	479,40	kN
Mpl,y,Rd	24,16	kNm
Mpl,z,Rd	6,65	kNm

Eenheidscontrole (6.2) = 0,00 + 0,07 + 0,29 = 0,37 -

Opmerking: Er is geen specifieke interactieformule volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.9.1 van toepassing.
Daarom wordt de plastisch lineaire som volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1(7) getoetst.
Opmerking: Aangezien de afschuifkrachten minder dan de helft van de plastische afschuifweerstanden bedragen, wordt het effect ervan op de momentweerstanden genegeerd.
De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.

...::STABILITEITSCONTROLE::...

Kipcontrole
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. en formule (6.54)

Kip Parameters		
Methode voor kipcurve	Art. 6.3.2.2.	
Wy	8.6400e-05	m^3
Elastisch critisch moment Mcr	136.39	kNm
Relatieve slankheid Lambda,LT	0.39	
Limiet slankheid Lambda,LT,0	0.40	

Mcr Parameters		
Kiplengte	1.300	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.83	
C2	0.02	
C3	1.00	

De slankheid of het buigend moment is van die aard dat een kiptoetsing niet dient uitgevoerd te worden volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.2.2(4)

Controle druk en buiging
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.3. en formule (6.61), (6.62)
Interactie Methode 2

Tabel van waarden		
kyy	0.661	
kyz	0.760	
kzy	1.000	
kzz	0.760	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	2.0400e-03	m^2
Wy	8.6400e-05	m^3
Wz	1.4800e-05	m^3
NRk	479.40	kN
My,Rk	20.30	kNm

Tabel van waarden		
Mz,Rk	3.48	kNm
My,Ed	-1.75	kNm
Mz,Ed	1.95	kNm
Interactie Methode 2		
Psi y	0.000	
Psi z	0.000	
Cmy	0.661	
Cmz	0.760	
CmLT	0.661	

Eenheidscontrole (6.61) = 0.00 + 0.06 + 0.43 = 0.48
Eenheidscontrole (6.62) = 0.00 + 0.09 + 0.43 = 0.51

Plooicontrole
in knikveld 1
Volgens artikel EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. en formule (5.10) & (7.1)

Tabel van waarden	
hw/t	17.143

De slankheid van het lijf is van die aard dat de Plooicontrole niet dient uitgevoerd te worden.
De staaf voldoet aan de stabiliteitscontrole.
EC 3

11.5.3. Vak 19,18,17,16 - onderrand voorvlak

Lineaire berekening, Extreem : Doorsnede
Selectie : Benoemde selectie - vak 9,13,14 - onderrand voorvlak
Klasse : All UGT

EN 1993-1-1 Norm Controle
Nationale bijlage: Nederlandse NEN-EN NA

Staaf S547	**1,720 m**	**UNP200**	**S 235**	**1a/21**	**0,85 -**

Partiële veiligheidsfactoren	
Gamma M0 voor weerstand van doorsneden	1,00
Gamma M1 voor weerstand tegen instabiliteit	1,00
Gamma M2 voor weerstand van netto-doorsneden	1,25

Materiaal		
Vloeisterkte fy	235,0	MPa
Uiterste sterkte fu	360,0	MPa
Bouwwijze	Gewalst	

...::DOORSNEDE CONTROLE::...

Classificatie voor doorsnede-ontwerp
Volgens EN 1993-1-1 artikel 5.5.2
Classificatie van interne drukonderdelen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1

Maximale breedte/dikte-verhouding	18,12
Grenswaarde klasse 1	33,00
Grenswaarde klasse 2	38,00
Grenswaarde klasse 3	49,70

=> Interne drukonderdelen klasse 1
Classificatie van uitkragende flenzen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 2

Maximale breedte/dikte-verhouding	4,78
Grenswaarde klasse 1	9,00
Grenswaarde klasse 2	10,00
Grenswaarde klasse 3	13,94

=> Uitkragende flenzen klasse 1
=> Doorsnede geclassificeerd als klasse 1 voor doorsnede-ontwerp

Kritische controle op positie 0.000 m

Interne krachten	Berekende	Eenheid
N,Ed	-379,48	kN
Vy,Ed	-0,34	kN
Vz,Ed	4,95	kN
T,Ed	0,00	kNm
My,Ed	-6,94	kNm
Mz,Ed	0,39	kNm

Drukcontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.4 en formule (6.9)

A	3,2200e-03	m^2
Nc,Rd	756,70	kN

Eenheidscontrole	0,50	-

Torsiecontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.7 en formule (6.23)

Tau,t,Ed	0,3	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Eenheidscontrole	0,00	-

Opmerking: De eenheidscontrole voor torsie is lager dan de grenswaarde van 0,05. Hierdoor wordt torsie beschouwd als niet-significant en wordt deze genegeerd in de gecombineerde controles.

Afschuivingscontrole voor Vy
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,7250e-03	m^2
Vpl,y,Rd	234,04	kN
Eenheidscontrole	0,00	-

Afschuivingscontrole voor Vz
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,7250e-03	m^2
Vpl,z,Rd	234,04	kN
Eenheidscontrole	0,02	-

Controle buigend moment voor My
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,y	2,2800e-04	m^3
Mpl,y,Rd	53,58	kNm
Eenheidscontrole	0,13	-

Controle buigend moment voor Mz
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,z	5,2850e-05	m^3
Mpl,z,Rd	12,42	kNm
Eenheidscontrole	0,03	-

Controle gecombineerde buiging, axiale kracht en afschuifkracht
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1 en formule (6.2)

Npl,Rd	756,70	kN
Mpl,y,Rd	53,58	kNm
Mpl,z,Rd	12,42	kNm

Eenheidscontrole (6.2) = 0,50 + 0,13 + 0,03 = 0,66 -

Opmerking: Er is geen specifieke interactieformule volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.9.1 van toepassing.
Daarom wordt de plastisch lineaire som volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1(7) getoetst.
Opmerking: Aangezien de afschuifkrachten minder dan de helft van de plastische afschuifweerstanden bedragen, wordt het effect ervan op de momentweerstanden genegeerd.
De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.

...::STABILITEITSCONTROLE::...
Classificatie voor staafknikontwerp
Beslissende positie voor stabiliteitsclassificatie: 0,000 m
Classificatie van interne drukonderdelen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1

Maximale breedte/dikte-verhouding	18,12
Grenswaarde klasse 1	33,00
Grenswaarde klasse 2	38,00
Grenswaarde klasse 3	49,70

=> Interne drukonderdelen klasse 1
Classificatie van uitkragende flenzen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 2

Maximale breedte/dikte-verhouding	4,78
Grenswaarde klasse 1	9,00
Grenswaarde klasse 2	10,00
Grenswaarde klasse 3	13,94

=> Uitkragende flenzen klasse 1
=> Doorsnede geclassificeerd als klasse 1 voor staafknikontwerp
Buigingsknik Controle
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. en formule (6.46)

Knikparameters	yy	zz	
Zijd. flex. type	geschoord	geschoord	
Systeemlengte L	1.720	1.720	m
lef/lsys k	0.89	0.60	
Kniklengte Lcr	1.523	1.035	m
Kritische Euler belastingen Ncr	17070.51	2862.57	kN

Knikparameters	yy	zz	
Slankheid	19.77	48.28	
Relatieve slankheid Lambda	0.21	0.51	
Limiet slankheid Lambda,0	0.20	0.20	
Knikkromme	c	c	
Imperfectie Alpha	0.49	0.49	
Reductie factor Chi	0.99	0.84	
Knikweerstand Nb,Rd	752.63	631.88	kN

Tabel van waarden		
A	3.2200e-03	m^2
Knikweerstand Nb,Rd	631.88	kN
Eenheidscontrole	0.60	-

Torsieknikcontrole
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. en formule (6.46)

Tabel van waarden		
Torsieknik lengte	1.720	m
Ncr,T	2048.86	kN
Ncr,TF	1987.07	kN
Relatieve slankheid Lambda,T	0.62	
Limiet slankheid Lambda,0	0.20	
Knikkromme	c	
Imperfectie Alpha	0.49	
A	3.2200e-03	m^2
Reductie factor Chi	0.78	
Knikweerstand Nb,Rd	586.60	kN
Eenheidscontrole	0.65	-

Kipcontrole
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. en formule (6.54)

Kip Parameters		
Methode voor kipcurve	Art. 6.3.2.2.	
Wy	1.9100e-04	m^3
Elastisch critisch moment Mcr	265.18	kNm
Relatieve slankheid Lambda,LT	0.41	
Limiet slankheid Lambda,LT,0	0.40	

Mcr Parameters		
Kiplengte	1.720	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.99	
C2	0.01	
C3	1.00	

De slankheid of het buigend moment is van die aard dat een kiptoetsing niet dient uitgevoerd te worden volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.2.2(4)

Controle druk en buiging
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.3. en formule (6.61), (6.62)
Interactie Methode 2

Tabel van waarden		
kyy	0.558	
kyz	0.908	
kzy	0.944	
kzz	0.908	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	3.2200e-03	m^2
Wy	1.9100e-04	m^3
Wz	2.7000e-05	m^3
NRk	756.70	kN
My,Rk	44.88	kNm
Mz,Rk	6.35	kNm
My,Ed	-6.94	kNm
Mz,Ed	0.39	kNm
Interactie Methode 2		
Psi y	-0.150	
Psi z	-0.464	
Cmy	0.525	
Cmz	0.766	
CmLT	0.525	

Eenheidscontrole (6.61) = 0.50 + 0.09 + 0.06 = 0.65
Eenheidscontrole (6.62) = 0.65 + 0.15 + 0.06 = 0.85

Plooicontrole
in knikveld 1
Volgens artikel EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. en formule (5.10) & (7.1)

Tabel van waarden	
hw/t	20.824

De slankheid van het lijf is van die aard dat de Plooicontrole niet dient uitgevoerd te worden.

De staaf voldoet aan de stabiliteitscontrole.
EC 3

11.5.4. Vak 19,18,17,16 - onderrand achtervlak

Lineaire berekening, Extreem : Doorsnede
Selectie : Benoemde selectie - vak 19,18,17,19 - onderrand achtervlak
Klasse : All UGT

EN 1993-1-1 Norm Controle
Nationale bijlage: Nederlandse NEN-EN NA

Staaf S442	**2,145 m**	**UNP140**	**S 355**	**1a-p/17**	**0,47 -**

Partiële veiligheidsfactoren	
Gamma M0 voor weerstand van doorsneden	1,00
Gamma M1 voor weerstand tegen instabiliteit	1,00
Gamma M2 voor weerstand van netto-doorsneden	1,25

Materiaal		
Vloeisterkte fy	355,0	MPa
Uiterste sterkte fu	490,0	MPa
Bouwwijze	Gewalst	

...::DOORSNEDE CONTROLE::...

Classificatie voor doorsnede-ontwerp
Volgens EN 1993-1-1 artikel 5.5.2

Classificatie van interne drukonderdelen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1

Maximale breedte/dikte-verhouding	14,29
Grenswaarde klasse 1	26,85
Grenswaarde klasse 2	30,92
Grenswaarde klasse 3	37,74

=> Interne drukonderdelen klasse 1

Classificatie van uitkragende flenzen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 2

Maximale breedte/dikte-verhouding	4,30
Grenswaarde klasse 1	7,32
Grenswaarde klasse 2	8,14
Grenswaarde klasse 3	11,21

=> Uitkragende flenzen klasse 1
=> Doorsnede geclassificeerd als klasse 1 voor doorsnede-ontwerp

Kritische controle op positie 0.000 m

Interne krachten	Berekende	Eenheid
N,Ed	-129,17	kN
Vy,Ed	-0,09	kN
Vz,Ed	1,03	kN
T,Ed	0,00	kNm
My,Ed	-1,26	kNm
Mz,Ed	0,01	kNm

Drukcontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.4 en formule (6.9)

A	2,0400e-03	m^2
Nc,Rd	724,20	kN
Eenheidscontrole	0,18	-

Torsiecontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.7 en formule (6.23)

Tau,t,Ed	0,0	MPa
Tau,Rd	205,0	MPa
Eenheidscontrole	0,00	-

Opmerking: De eenheidscontrole voor torsie is lager dan de grenswaarde van 0,05. Hierdoor wordt torsie beschouwd als niet-significant en wordt deze genegeerd in de gecombineerde controles.

Afschuivingscontrole voor Vy
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,2000e-03	m^2
Vpl,y,Rd	245,95	kN
Eenheidscontrole	0,00	-

Afschuivingscontrole voor Vz
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,0100e-03	m^2
Vpl,z,Rd	207,01	kN
Eenheidscontrole	0,00	-

Controle buigend moment voor My
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,y	1,0280e-04	m^3
Mpl,y,Rd	36,49	kNm
Eenheidscontrole	0,03	-

Controle buigend moment voor Mz
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,z	2,8300e-05	m^3
Mpl,z,Rd	10,05	kNm
Eenheidscontrole	0,00	-

Controle gecombineerde buiging, axiale kracht en afschuifkracht
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1 en formule (6.2)

Npl,Rd	724,20	kN
Mpl,y,Rd	36,49	kNm
Mpl,z,Rd	10,05	kNm

Eenheidscontrole (6.2) = 0,18 + 0,03 + 0,00 = 0,21 -

Opmerking: Er is geen specifieke interactieformule volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.9.1 van toepassing.
Daarom wordt de plastisch lineaire som volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1(7) getoetst.
Opmerking: Aangezien de afschuifkrachten minder dan de helft van de plastische afschuifweerstanden bedragen, wordt het effect ervan op de momentweerstanden genegeerd.

De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.

...::STABILITEITSCONTROLE::...
Classificatie voor staafknikontwerp
Beslissende positie voor stabiliteitsclassificatie: 0,000 m
Classificatie van interne drukonderdelen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1

Maximale breedte/dikte-verhouding	14,29
Grenswaarde klasse 1	26,85
Grenswaarde klasse 2	30,92
Grenswaarde klasse 3	37,74

=> Interne drukonderdelen klasse 1
Classificatie van uitkragende flenzen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 2

Maximale breedte/dikte-verhouding	4,30
Grenswaarde klasse 1	7,32
Grenswaarde klasse 2	8,14
Grenswaarde klasse 3	11,21

=> Uitkragende flenzen klasse 1
=> Doorsnede geclassificeerd als klasse 1 voor staafknikontwerp

Buigingsknik Controle
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. en formule (6.46)

Knikparameters	yy	zz	
Zijd. flex. type	geschoord	geschoord	
Systeemlengte L	2.498	2.145	m
lef/lsys k	0.98	0.73	
Kniklengte Lcr	2.443	1.571	m
Kritische Euler belastingen Ncr	2100.88	526.62	kN
Slankheid	44.86	89.60	
Relatieve slankheid Lambda	0.59	1.17	
Limiet slankheid Lambda,0	0.20	0.20	
Knikkromme	c	c	
Imperfectie Alpha	0.49	0.49	
Reductie factor Chi	0.79	0.45	
Knikweerstand Nb,Rd	574.28	323.73	kN

Tabel van waarden		
A	2.0400e-03	m^2
Knikweerstand Nb,Rd	323.73	kN
Eenheidscontrole	0.40	-

Torsieknikcontrole
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. en formule (6.46)

Tabel van waarden		
Torsieknik lengte	2.145	m
Ncr,T	1181.68	kN
Ncr,TF	945.58	kN
Relatieve slankheid Lambda,T	0.88	
Limiet slankheid Lambda,0	0.20	

Tabel van waarden		
Knikkromme	c	
Imperfectie Alpha	0.49	
A	2.0400e-03	m^2
Reductie factor Chi	0.62	
Knikweerstand Nb,Rd	445.51	kN
Eenheidscontrole	0.29	-

Kipcontrole
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. en formule (6.54)

Kip Parameters		
Methode voor kipcurve	Art. 6.3.2.2.	
Wy	8.6400e-05	m^3
Elastisch critisch moment Mcr	99.41	kNm
Relatieve slankheid Lambda,LT	0.56	
Relatieve slankheid Lambda,T	0.44	
Relatieve slankheid Lambda,EXTRA	1.00	
Limiet slankheid Lambda,LT,0	0.40	

Mcr Parameters		
Kiplengte	2.145	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	2.51	
C2	0.06	
C3	1.00	

De slankheid of het buigend moment is van die aard dat een kiptoetsing niet dient uitgevoerd te worden volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.2.2(4)

Controle druk en buiging
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.3. en formule (6.61), (6.62)
Interactie Methode 2

Tabel van waarden		
kyy	0.432	
kyz	1.032	
kzy	0.867	
kzz	1.032	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	2.0400e-03	m^2
Wy	8.6400e-05	m^3
Wz	1.4800e-05	m^3
NRk	724.20	kN
My,Rk	30.67	kNm
Mz,Rk	5.25	kNm
My,Ed	-1.26	kNm
Mz,Ed	-0.19	kNm
Interactie Methode 2		
Psi y	-0.528	
Psi z	-0.045	
Cmy	0.400	
Cmz	0.833	
CmLT	0.400	

Eenheidscontrole (6.61) = 0.22 + 0.02 + 0.04 = 0.28
Eenheidscontrole (6.62) = 0.40 + 0.04 + 0.04 = 0.47

Plooicontrole
in knikveld 1
Volgens artikel EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. en formule (5.10) & (7.1)

Tabel van waarden	
hw/t	17.143

De slankheid van het lijf is van die aard dat de Plooicontrole niet dient uitgevoerd te worden.
De staaf voldoet aan de stabiliteitscontrole.
EC 3

11.5.5. Vak 19,18,17,16 - staaf S280,188

Lineaire berekening, Extreem : Doorsnede
Selectie : Benoemde selectie - vak 19.18,17,16- staaf S280,188
Klasse : All UGT

EN 1993-1-1 Norm Controle
Nationale bijlage: Nederlandse NEN-EN NA

Staaf S188	**2,163 m**	**UNP140**	**S 235**	**1a/1**	**0,06 -**

Partiële veiligheidsfactoren	
Gamma M0 voor weerstand van doorsneden	1,00
Gamma M1 voor weerstand tegen instabiliteit	1,00
Gamma M2 voor weerstand van netto-doorsneden	1,25

Materiaal		
Vloeisterkte fy	235,0	MPa
Uiterste sterkte fu	360,0	MPa
Bouwwijze	Gewalst	

...::DOORSNEDE CONTROLE::...

Kritische controle op positie 1.081 m

Interne krachten	Berekende	Eenheid
N,Ed	28,27	kN
Vy,Ed	0,00	kN
Vz,Ed	0,00	kN
T,Ed	0,00	kNm
My,Ed	0,13	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm

Trekcontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.3 en formule (6.5)

A	2,0400e-03	m^2
Npl,Rd	479,40	kN
Nu,Rd	528,77	kN
Nt,Rd	479,40	kN
Eenheidscontrole	0,06	-

Torsiecontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.7 en formule (6.23)

Tau,t,Ed	0,4	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Eenheidscontrole	0,00	-

Opmerking: De eenheidscontrole voor torsie is lager dan de grenswaarde van 0,05. Hierdoor wordt torsie beschouwd als niet-significant en wordt deze genegeerd in de gecombineerde controles.

Controle buigend moment voor My
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,y	1,0280e-04	m^3
Mpl,y,Rd	24,16	kNm
Eenheidscontrole	0,01	-

Controle gecombineerde buiging, axiale kracht en afschuifkracht
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1 en formule (6.2)

Npl,Rd	479,40	kN
Mpl,y,Rd	24,16	kNm
Mpl,z,Rd	6,65	kNm

Eenheidscontrole (6.2) = 0,06 + 0,01 + 0,00 = 0,06 -

Opmerking: Er is geen specifieke interactieformule volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.9.1 van toepassing.
Daarom wordt de plastisch lineaire som volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1(7) getoetst.
De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.

...::STABILITEITSCONTROLE::...

Kipcontrole
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. en formule (6.54)

Kip Parameters		
Methode voor kipcurve	Art. 6.3.2.2.	
Wy	8.6400e-05	m^3
Elastisch critisch moment Mcr	44.26	kNm
Relatieve slankheid Lambda,LT	0.68	
Relatieve slankheid Lambda,T	0.32	
Relatieve slankheid Lambda,EXTRA	1.00	
Limiet slankheid Lambda,LT,0	0.40	

Mcr Parameters		
Kiplengte	2.163	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.13	
C2	0.45	
C3	0.53	

De slankheid of het buigend moment is van die aard dat een kiptoetsing niet dient uitgevoerd te worden volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.2.2(4)
De staaf voldoet aan de stabiliteitscontrole.
EC 3

11.5.6. Vak 19,18,17,16 - staaf S209,189

Lineaire berekening, Extreem : Doorsnede
Selectie : Benoemde selectie - vak 19.18,17,16- staaf S209,189

Klasse : All UGT

EN 1993-1-1 Norm Controle

Nationale bijlage: Nederlandse NEN-EN NA

Staaf S209	**2,163 m**	**UNP140**	**S 235**	**1a/1**	**0,15 -**

Partiële veiligheidsfactoren	
Gamma M0 voor weerstand van doorsneden	1,00
Gamma M1 voor weerstand tegen instabiliteit	1,00
Gamma M2 voor weerstand van netto-doorsneden	1,25

Materiaal		
Vloeisterkte fy	235,0	MPa
Uiterste sterkte fu	360,0	MPa
Bouwwijze	Gewalst	

...::DOORSNEDE CONTROLE::...

Kritische controle op positie 1.081 m

Interne krachten	Berekende	Eenheid
N,Ed	57,40	kN
Vy,Ed	0,12	kN
Vz,Ed	0,05	kN
T,Ed	0,00	kNm
My,Ed	0,19	kNm
Mz,Ed	0,13	kNm

Trekcontrole

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.3 en formule (6.5)

A	2,0400e-03	m^2
Npl,Rd	479,40	kN
Nu,Rd	528,77	kN
Nt,Rd	479,40	kN
Eenheidscontrole	0,12	-

Torsiecontrole

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.7 en formule (6.23)

Tau,t,Ed	0,5	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Eenheidscontrole	0,00	-

Opmerking: De eenheidscontrole voor torsie is lager dan de grenswaarde van 0,05. Hierdoor wordt torsie beschouwd als niet-significant en wordt deze genegeerd in de gecombineerde controles.

Afschuivingscontrole voor Vy

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,2000e-03	m^2
Vpl,y,Rd	162,81	kN
Eenheidscontrole	0,00	-

Afschuivingscontrole voor Vz

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,0100e-03	m^2
Vpl,z,Rd	137,03	kN
Eenheidscontrole	0,00	-

Controle buigend moment voor My

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,y	1,0280e-04	m^3
Mpl,y,Rd	24,16	kNm
Eenheidscontrole	0,01	-

Controle buigend moment voor Mz

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,z	2,8300e-05	m^3
Mpl,z,Rd	6,65	kNm
Eenheidscontrole	0,02	-

Controle gecombineerde buiging, axiale kracht en afschuifkracht

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1 en formule (6.2)

Npl,Rd	479,40	kN
Mpl,y,Rd	24,16	kNm
Mpl,z,Rd	6,65	kNm

Eenheidscontrole (6.2) = 0,12 + 0,01 + 0,02 = 0,15 -

Opmerking: Er is geen specifieke interactieformule volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.9.1 van toepassing.

Daarom wordt de plastisch lineaire som volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1(7) getoetst.
Opmerking: Aangezien de afschuifkrachten minder dan de helft van de plastische afschuifweerstanden bedragen, wordt het effect ervan op de momentweerstanden genegeerd.
De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.

...::STABILITEITSCONTROLE::...
Classificatie voor staafknikontwerp
Beslissende positie voor stabiliteitsclassificatie: 2,163 m
Classificatie van interne drukonderdelen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1

Maximale breedte/dikte-verhouding	14,29
Grenswaarde klasse 1	33,00
Grenswaarde klasse 2	38,00
Grenswaarde klasse 3	42,00

=> Interne drukonderdelen klasse 1
Classificatie van uitkragende flenzen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 2

Maximale breedte/dikte-verhouding	4,30
Grenswaarde klasse 1	9,00
Grenswaarde klasse 2	10,00
Grenswaarde klasse 3	14,00

=> Uitkragende flenzen klasse 1
=> Doorsnede geclassificeerd als klasse 1 voor staafknikontwerp
Kipcontrole
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. en formule (6.54)

Kip Parameters		
Methode voor kipcurve	Art. 6.3.2.2.	
Wy	8.6400e-05	m^3
Elastisch critisch moment Mcr	137.09	kNm
Relatieve slankheid Lambda,LT	0.38	
Limiet slankheid Lambda,LT,0	0.40	

Mcr Parameters		
Kiplengte	1.081	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.42	
C2	0.09	
C3	1.00	

De slankheid of het buigend moment is van die aard dat een kiptoetsing niet dient uitgevoerd te worden volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.2.2(4)
Plooicontrole
in knikveld 1
Volgens artikel EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. en formule (5.10) & (7.1)

Tabel van waarden	
hw/t	17.143

De slankheid van het lijf is van die aard dat de Plooicontrole niet dient uitgevoerd te worden.
De staaf voldoet aan de stabiliteitscontrole.
EC 3

11.5.7. Traverse 1,2 - onderrand

Lineaire berekening, Extreem : Doorsnede
Selectie : Benoemde selectie - traverse 1,2 - onderrand
Klasse : All UGT
EN 1993-1-1 Norm Controle
Nationale bijlage: Nederlandse NEN-EN NA

Staaf S289	**8,015 m**	**UNP200**	**S 235**	**3/9**	**0,95 -**

Partiële veiligheidsfactoren	
Gamma M0 voor weerstand van doorsneden	1,00
Gamma M1 voor weerstand tegen instabiliteit	1,00
Gamma M2 voor weerstand van netto-doorsneden	1,25

Materiaal		
Vloeisterkte fy	235,0	MPa
Uiterste sterkte fu	360,0	MPa
Bouwwijze	Gewalst	

...::DOORSNEDE CONTROLE::...
Classificatie voor doorsnede-ontwerp
Volgens EN 1993-1-1 artikel 5.5.2
Classificatie van interne drukonderdelen

Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1

Maximale breedte/dikte-verhouding	18,12
Grenswaarde klasse 1	33,00
Grenswaarde klasse 2	38,00
Grenswaarde klasse 3	48,61

=> Interne drukonderdelen klasse 1

Classificatie van uitkragende flenzen

Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 2

Maximale breedte/dikte-verhouding	4,78
Grenswaarde klasse 1	9,00
Grenswaarde klasse 2	10,00
Grenswaarde klasse 3	14,12

=> Uitkragende flenzen klasse 1

=> Doorsnede geclassificeerd als klasse 1 voor doorsnede-ontwerp

Kritische controle op positie 2.582 m

Interne krachten	Berekende	Eenheid
N,Ed	-394,21	kN
Vy,Ed	0,40	kN
Vz,Ed	1,49	kN
T,Ed	0,03	kNm
My,Ed	-4,95	kNm
Mz,Ed	0,67	kNm

Drukcontrole

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.4 en formule (6.9)

A	3,2200e-03	m^2
Nc,Rd	756,70	kN
Eenheidscontrole	0,52	-

Torsiecontrole

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.7 en formule (6.23)

Tau,t,Ed	3,2	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Eenheidscontrole	0,02	-

Opmerking: De eenheidscontrole voor torsie is lager dan de grenswaarde van 0,05. Hierdoor wordt torsie beschouwd als niet-significant en wordt deze genegeerd in de gecombineerde controles.

Afschuivingscontrole voor Vy

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,7250e-03	m^2
Vpl,y,Rd	234,04	kN
Eenheidscontrole	0,00	-

Afschuivingscontrole voor Vz

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,7250e-03	m^2
Vpl,z,Rd	234,04	kN
Eenheidscontrole	0,01	-

Controle buigend moment voor My

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,y	2,2800e-04	m^3
Mpl,y,Rd	53,58	kNm
Eenheidscontrole	0,09	-

Controle buigend moment voor Mz

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,z	5,2850e-05	m^3
Mpl,z,Rd	12,42	kNm
Eenheidscontrole	0,05	-

Controle gecombineerde buiging, axiale kracht en afschuifkracht

Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1 en formule (6.2)

Npl,Rd	756,70	kN
Mpl,y,Rd	53,58	kNm
Mpl,z,Rd	12,42	kNm

Eenheidscontrole (6.2) = 0,52 + 0,09 + 0,05 = 0,67 -

Opmerking: Er is geen specifieke interactieformule volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.9.1 van toepassing.
Daarom wordt de plastisch lineaire som volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1(7) getoetst.
Opmerking: Aangezien de afschuifkrachten minder dan de helft van de plastische afschuifweerstanden bedragen, wordt het effect ervan op de momentweerstanden genegeerd.

De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.

...::STABILITEITSCONTROLE::...

Classificatie voor staafknikontwerp

Beslissende positie voor stabiliteitsclassificatie: 0,000 m

Classificatie van interne drukonderdelen

Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1

Maximale breedte/dikte-verhouding	18,12
Grenswaarde klasse 1	33,00
Grenswaarde klasse 2	38,00
Grenswaarde klasse 3	49,44

=> Interne drukonderdelen klasse 1

Classificatie van uitkragende flenzen

Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 2

Maximale breedte/dikte-verhouding	4,78
Grenswaarde klasse 1	9,00
Grenswaarde klasse 2	10,00
Grenswaarde klasse 3	14,14

=> Uitkragende flenzen klasse 1

=> Doorsnede geclassificeerd als klasse 1 voor staafknikontwerp

Buigingsknik Controle

Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. en formule (6.46)

Knikparameters	yy	zz	
Zijd. flex. type	geschoord	geschoord	
Systeemlengte L	2.943	1.120	m
lef/lsys k	0.98	0.97	
Kniklengte Lcr	2.884	1.083	m
Kritische Euler belastingen Ncr	4761.00	2614.52	kN
Slankheid	37.44	50.52	
Relatieve slankheid Lambda	0.40	0.54	
Limiet slankheid Lambda,0	0.20	0.20	
Knikkromme	c	c	
Imperfectie Alpha	0.49	0.49	
Reductie factor Chi	0.90	0.82	
Knikweerstand Nb,Rd	679.53	621.64	kN

Tabel van waarden		
A	3.2200e-03	m^2
Knikweerstand Nb,Rd	621.64	kN
Eenheidscontrole	0.63	-

Torsieknikcontrole

Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. en formule (6.46)

Tabel van waarden		
Torsieknik lengte	1.120	m
Ncr,T	3255.98	kN
Ncr,TF	2556.33	kN
Relatieve slankheid Lambda,T	0.54	
Limiet slankheid Lambda,0	0.20	
Knikkromme	c	
Imperfectie Alpha	0.49	
A	3.2200e-03	m^2
Reductie factor Chi	0.82	
Knikweerstand Nb,Rd	619.00	kN
Eenheidscontrole	0.64	-

Kipcontrole

Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. en formule (6.54)

Kip Parameters		
Methode voor kipcurve	Art. 6.3.2.2.	
Wy	1.9100e-04	m^3
Elastisch critisch moment Mcr	301.15	kNm
Relatieve slankheid Lambda,LT	0.39	
Limiet slankheid Lambda,LT,0	0.40	

Mcr Parameters		
Kiplengte	1.120	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.17	
C2	0.00	
C3	1.00	

De slankheid of het buigend moment is van die aard dat een kiptoetsing niet dient uitgevoerd te worden volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.2.2(4)

Controle druk en buiging

Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.3. en formule (6.61), (6.62)

Interactie Methode 2

Tabel van waarden		
kyy	0.839	

Tabel van waarden		
kyz	0.884	
kzy	0.973	
kzz	0.884	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	3.2200e-03	m^2
Wy	1.9100e-04	m^3
Wz	2.7000e-05	m^3
NRk	756.70	kN
My,Rk	44.88	kNm
Mz,Rk	6.35	kNm
My,Ed	-10.18	kNm
Mz,Ed	0.67	kNm
Interactie Methode 2		
Psi y	0.461	
Psi z	0.334	
Cmy	0.737	
Cmz	0.733	
CmLT	0.883	

Eenheidscontrole (6.61) = 0.58 + 0.19 + 0.09 = 0.86
Eenheidscontrole (6.62) = 0.64 + 0.22 + 0.09 = 0.95

Plooicontrole
in knikveld 1
Volgens artikel EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. en formule (5.10) & (7.1)

Tabel van waarden	
hw/t	20.824

De slankheid van het lijf is van die aard dat de Plooicontrole niet dient uitgevoerd te worden.
De staaf voldoet aan de stabiliteitscontrole.
EC 3

11.5.8. Traverse 1,2 - staaf S283,312

Lineaire berekening, Extreem : Doorsnede
Selectie : Benoemde selectie - traverse 1.2 - staaf S283,312
Klasse : All UGT

EN 1993-1-1 Norm Controle
Nationale bijlage: Nederlandse NEN-EN NA

Staaf S312	**2,391 m**	**UNP140**	**S 235**	**3/14**	**0,07 -**

Partiële veiligheidsfactoren	
Gamma M0 voor weerstand van doorsneden	1,00
Gamma M1 voor weerstand tegen instabiliteit	1,00
Gamma M2 voor weerstand van netto-doorsneden	1,25

Materiaal		
Vloeisterkte fy	235,0	MPa
Uiterste sterkte fu	360,0	MPa
Bouwwijze	Gewalst	

...::DOORSNEDE CONTROLE::...
Kritische controle op positie 1.196 m

Interne krachten	Berekende	Eenheid
N,Ed	26,02	kN
Vy,Ed	0,00	kN
Vz,Ed	-0,04	kN
T,Ed	0,02	kNm
My,Ed	0,18	kNm
Mz,Ed	0,06	kNm

Trekcontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.3 en formule (6.5)

A	2,0400e-03	m^2
Npl,Rd	479,40	kN
Nu,Rd	528,77	kN
Nt,Rd	479,40	kN
Eenheidscontrole	0,05	-

Torsiecontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.7 en formule (6.23)

Tau,t,Ed	3,3	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Eenheidscontrole	0,02	-

Opmerking: De eenheidscontrole voor torsie is lager dan de grenswaarde van 0,05. Hierdoor wordt torsie beschouwd als niet-significant en wordt deze genegeerd in de gecombineerde controles.

Afschuivingscontrole voor Vy
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,2000e-03	m^2
Vpl,y,Rd	162,81	kN
Eenheidscontrole	0,00	-

Afschuivingscontrole voor Vz
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,0100e-03	m^2
Vpl,z,Rd	137,03	kN
Eenheidscontrole	0,00	-

Controle buigend moment voor My
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,y	1,0280e-04	m^3
Mpl,y,Rd	24,16	kNm
Eenheidscontrole	0,01	-

Controle buigend moment voor Mz
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,z	2,8300e-05	m^3
Mpl,z,Rd	6,65	kNm
Eenheidscontrole	0,01	-

Controle gecombineerde buiging, axiale kracht en afschuifkracht
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1 en formule (6.2)

Npl,Rd	479,40	kN
Mpl,y,Rd	24,16	kNm
Mpl,z,Rd	6,65	kNm

Eenheidscontrole (6.2) = 0,05 + 0,01 + 0,01 = 0,07 -

Opmerking: Er is geen specifieke interactieformule volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.9.1 van toepassing.
Daarom wordt de plastisch lineaire som volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1(7) getoetst.
Opmerking: Aangezien de afschuifkrachten minder dan de helft van de plastische afschuifweerstanden bedragen, wordt het effect ervan op de momentweerstanden genegeerd.

De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.

...::STABILITEITSCONTROLE::...

Kipcontrole
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. en formule (6.54)

Kip Parameters		
Methode voor kipcurve	Art. 6.3.2.2.	
Wy	8.6400e-05	m^3
Elastisch critisch moment Mcr	39.38	kNm
Relatieve slankheid Lambda,LT	0.72	
Relatieve slankheid Lambda,T	0.28	
Relatieve slankheid Lambda,EXTRA	1.00	
Limiet slankheid Lambda,LT,0	0.40	

Mcr Parameters		
Kiplengte	2.391	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.13	
C2	0.38	
C3	0.53	

De slankheid of het buigend moment is van die aard dat een kiptoetsing niet dient uitgevoerd te worden volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.2.2(4)

Plooicontrole
in knikveld 1
Volgens artikel EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. en formule (5.10) & (7.1)

Tabel van waarden	
hw/t	17.143

De slankheid van het lijf is van die aard dat de Plooicontrole niet dient uitgevoerd te worden.
De staaf voldoet aan de stabiliteitscontrole.
EC 3

11.5.9. Traverse 1,2 - staaf S283,312

Lineaire berekening, Extreem : Doorsnede

Selectie : Benoemde selectie - traverse 1.2 - staaf S283,312
Klasse : All UGT

EN 1993-1-1 Norm Controle
Nationale bijlage: Nederlandse NEN-EN NA

Staaf S312	**2,391 m**	**UNP140**	**S 235**	**3/14**	**0,07 -**

Partiële veiligheidsfactoren	
Gamma M0 voor weerstand van doorsneden	1,00
Gamma M1 voor weerstand tegen instabiliteit	1,00
Gamma M2 voor weerstand van netto-doorsneden	1,25

Materiaal		
Vloeisterkte fy	235,0	MPa
Uiterste sterkte fu	360,0	MPa
Bouwwijze	Gewalst	

...::DOORSNEDE CONTROLE::...

Kritische controle op positie 1.196 m

Interne krachten	Berekende	Eenheid
N,Ed	26,02	kN
Vy,Ed	0,00	kN
Vz,Ed	-0,04	kN
T,Ed	0,02	kNm
My,Ed	0,18	kNm
Mz,Ed	0,06	kNm

Trekcontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.3 en formule (6.5)

A	2,0400e-03	m^2
Npl,Rd	479,40	kN
Nu,Rd	528,77	kN
Nt,Rd	479,40	kN
Eenheidscontrole	0,05	-

Torsiecontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.7 en formule (6.23)

Tau,t,Ed	3,3	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Eenheidscontrole	0,02	-

Opmerking: De eenheidscontrole voor torsie is lager dan de grenswaarde van 0,05. Hierdoor wordt torsie beschouwd als niet-significant en wordt deze genegeerd in de gecombineerde controles.

Afschuivingscontrole voor Vy
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,2000e-03	m^2
Vpl,y,Rd	162,81	kN
Eenheidscontrole	0,00	-

Afschuivingscontrole voor Vz
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,0100e-03	m^2
Vpl,z,Rd	137,03	kN
Eenheidscontrole	0,00	-

Controle buigend moment voor My
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,y	1,0280e-04	m^3
Mpl,y,Rd	24,16	kNm
Eenheidscontrole	0,01	-

Controle buigend moment voor Mz
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,z	2,8300e-05	m^3
Mpl,z,Rd	6,65	kNm
Eenheidscontrole	0,01	-

Controle gecombineerde buiging, axiale kracht en afschuifkracht
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1 en formule (6.2)

Npl,Rd	479,40	kN
Mpl,y,Rd	24,16	kNm
Mpl,z,Rd	6,65	kNm

Eenheidscontrole (6.2) = 0,05 + 0,01 + 0,01 = 0,07 -

Opmerking: Er is geen specifieke interactieformule volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.9.1 van toepassing.
Daarom wordt de plastisch lineaire som volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1(7) getoetst.
Opmerking: Aangezien de afschuifkrachten minder dan de helft van de plastische afschuifweerstanden bedragen, wordt het effect ervan op de momentweerstanden genegeerd.
De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.

...::STABILITEITSCONTROLE::...

Kipcontrole
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. en formule (6.54)

Kip Parameters		
Methode voor kipcurve	Art. 6.3.2.2.	
Wy	8.6400e-05	m^3
Elastisch critisch moment Mcr	39.38	kNm
Relatieve slankheid Lambda,LT	0.72	
Relatieve slankheid Lambda,T	0.28	
Relatieve slankheid Lambda,EXTRA	1.00	
Limiet slankheid Lambda,LT,0	0.40	

Mcr Parameters		
Kiplengte	2.391	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.13	
C2	0.38	
C3	0.53	

De slankheid of het buigend moment is van die aard dat een kiptoetsing niet dient uitgevoerd te worden volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.2.2(4)
Plooicontrole
in knikveld 1
Volgens artikel EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. en formule (5.10) & (7.1)

Tabel van waarden	
hw/t	17.143

De slankheid van het lijf is van die aard dat de Plooicontrole niet dient uitgevoerd te worden.
De staaf voldoet aan de stabiliteitscontrole.
EC 3

11.5.10. Vak 9,13,14 - onderrand voorvlak

Lineaire berekening, Extreem : Doorsnede
Selectie : Benoemde selectie - vak 9,13,14 - onderrand voorvlak
Klasse : All UGT
EN 1993-1-1 Norm Controle
Nationale bijlage: Nederlandse NEN-EN NA

Staaf S547	**1,720 m**	**UNP200**	**S 235**	**1a/21**	**0,85 -**

Partiële veiligheidsfactoren	
Gamma M0 voor weerstand van doorsneden	1,00
Gamma M1 voor weerstand tegen instabiliteit	1,00
Gamma M2 voor weerstand van netto-doorsneden	1,25

Materiaal		
Vloeisterkte fy	235,0	MPa
Uiterste sterkte fu	360,0	MPa
Bouwwijze	Gewalst	

...::DOORSNEDE CONTROLE::...
Classificatie voor doorsnede-ontwerp
Volgens EN 1993-1-1 artikel 5.5.2
Classificatie van interne drukonderdelen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1

Maximale breedte/dikte-verhouding	18,12
Grenswaarde klasse 1	33,00
Grenswaarde klasse 2	38,00
Grenswaarde klasse 3	49,70

=> Interne drukonderdelen klasse 1
Classificatie van uitkragende flenzen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 2

Maximale breedte/dikte-verhouding	4,78
Grenswaarde klasse 1	9,00
Grenswaarde klasse 2	10,00
Grenswaarde klasse 3	13,94

=> Uitkragende flenzen klasse 1
=> Doorsnede geclassificeerd als klasse 1 voor doorsnede-ontwerp

Kritische controle op positie 0.000 m

Interne krachten	Berekende	Eenheid
N,Ed	-379,48	kN
Vy,Ed	-0,34	kN
Vz,Ed	4,95	kN
T,Ed	0,00	kNm
My,Ed	-6,94	kNm
Mz,Ed	0,39	kNm

Drukcontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.4 en formule (6.9)

A	3,2200e-03	m^2
Nc,Rd	756,70	kN
Eenheidscontrole	0,50	-

Torsiecontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.7 en formule (6.23)

Tau,t,Ed	0,3	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Eenheidscontrole	0,00	-

Opmerking: De eenheidscontrole voor torsie is lager dan de grenswaarde van 0,05. Hierdoor wordt torsie beschouwd als niet-significant en wordt deze genegeerd in de gecombineerde controles.

Afschuivingscontrole voor Vy
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,7250e-03	m^2
Vpl,y,Rd	234,04	kN
Eenheidscontrole	0,00	-

Afschuivingscontrole voor Vz
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,7250e-03	m^2
Vpl,z,Rd	234,04	kN
Eenheidscontrole	0,02	-

Controle buigend moment voor My
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,y	2,2800e-04	m^3
Mpl,y,Rd	53,58	kNm
Eenheidscontrole	0,13	-

Controle buigend moment voor Mz
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,z	5,2850e-05	m^3
Mpl,z,Rd	12,42	kNm
Eenheidscontrole	0,03	-

Controle gecombineerde buiging, axiale kracht en afschuifkracht
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1 en formule (6.2)

Npl,Rd	756,70	kN
Mpl,y,Rd	53,58	kNm
Mpl,z,Rd	12,42	kNm

Eenheidscontrole (6.2) = 0,50 + 0,13 + 0,03 = 0,66 -

Opmerking: Er is geen specifieke interactieformule volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.9.1 van toepassing.
Daarom wordt de plastisch lineaire som volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1(7) getoetst.
Opmerking: Aangezien de afschuifkrachten minder dan de helft van de plastische afschuifweerstanden bedragen, wordt het effect ervan op de momentweerstanden genegeerd.

De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.

...::STABILITEITSCONTROLE::...
Classificatie voor staafknikontwerp
Beslissende positie voor stabiliteitsclassificatie: 0,000 m
Classificatie van interne drukonderdelen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1

Maximale breedte/dikte-verhouding	18,12
Grenswaarde klasse 1	33,00
Grenswaarde klasse 2	38,00
Grenswaarde klasse 3	49,70

=> Interne drukonderdelen klasse 1
Classificatie van uitkragende flenzen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 2

Maximale breedte/dikte-verhouding	4,78
Grenswaarde klasse 1	9,00

Grenswaarde klasse 2	10,00
Grenswaarde klasse 3	13,94

=> Uitkragende flenzen klasse 1
=> Doorsnede geclassificeerd als klasse 1 voor staafknikontwerp

Buigingsknik Controle
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. en formule (6.46)

Knikparameters	yy	zz	
Zijd. flex. type	geschoord	geschoord	
Systeemlengte L	1.720	1.720	m
lef/lsys k	0.89	0.60	
Kniklengte Lcr	1.523	1.035	m
Kritische Euler belastingen Ncr	17070.51	2862.57	kN
Slankheid	19.77	48.28	
Relatieve slankheid Lambda	0.21	0.51	
Limiet slankheid Lambda,0	0.20	0.20	
Knikkromme	c	c	
Imperfectie Alpha	0.49	0.49	
Reductie factor Chi	0.99	0.84	
Knikweerstand Nb,Rd	752.63	631.88	kN

Tabel van waarden		
A	3.2200e-03	m^2
Knikweerstand Nb,Rd	631.88	kN
Eenheidscontrole	0.60	-

Torsieknikcontrole
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. en formule (6.46)

Tabel van waarden		
Torsieknik lengte	1.720	m
Ncr,T	2048.86	kN
Ncr,TF	1987.07	kN
Relatieve slankheid Lambda,T	0.62	
Limiet slankheid Lambda,0	0.20	
Knikkromme	c	
Imperfectie Alpha	0.49	
A	3.2200e-03	m^2
Reductie factor Chi	0.78	
Knikweerstand Nb,Rd	586.60	kN
Eenheidscontrole	0.65	-

Kipcontrole
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. en formule (6.54)

Kip Parameters		
Methode voor kipcurve	Art. 6.3.2.2.	
Wy	1.9100e-04	m^3
Elastisch critisch moment Mcr	265.18	kNm
Relatieve slankheid Lambda,LT	0.41	
Limiet slankheid Lambda,LT,0	0.40	

Mcr Parameters		
Kiplengte	1.720	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.99	
C2	0.01	
C3	1.00	

De slankheid of het buigend moment is van die aard dat een kiptoetsing niet dient uitgevoerd te worden volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.2.2(4)

Controle druk en buiging
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.3. en formule (6.61), (6.62)
Interactie Methode 2

Tabel van waarden		
kyy	0.558	
kyz	0.908	
kzy	0.944	
kzz	0.908	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	3.2200e-03	m^2
Wy	1.9100e-04	m^3
Wz	2.7000e-05	m^3
NRk	756.70	kN
My,Rk	44.88	kNm
Mz,Rk	6.35	kNm
My,Ed	-6.94	kNm
Mz,Ed	0.39	kNm
Interactie Methode 2		
Psi y	-0.150	
Psi z	-0.464	
Cmy	0.525	
Cmz	0.766	

Tabel van waarden		
CmLT	0.525	

Eenheidscontrole (6.61) = 0.50 + 0.09 + 0.06 = 0.65
Eenheidscontrole (6.62) = 0.65 + 0.15 + 0.06 = 0.85

Plooicontrole
in knikveld 1
Volgens artikel EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. en formule (5.10) & (7.1)

Tabel van waarden	
hw/t	20.824

De slankheid van het lijf is van die aard dat de Plooicontrole niet dient uitgevoerd te worden.
De staaf voldoet aan de stabiliteitscontrole.
EC 3

11.5.11. Vak 9,13,14 - onderrand achtervlak

Lineaire berekening, Extreem : Doorsnede
Selectie : Benoemde selectie - vak 9,13,14 - onderrand achtervlak
Klasse : All UGT

EN 1993-1-1 Norm Controle
Nationale bijlage: Nederlandse NEN-EN NA

Staaf S390	**1,720 m**	**UNP200**	**S 235**	**1a-p/19**	**0,54 -**

Partiële veiligheidsfactoren	
Gamma M0 voor weerstand van doorsneden	1,00
Gamma M1 voor weerstand tegen instabiliteit	1,00
Gamma M2 voor weerstand van netto-doorsneden	1,25

Materiaal		
Vloeisterkte fy	235,0	MPa
Uiterste sterkte fu	360,0	MPa
Bouwwijze	Gewalst	

...::DOORSNEDE CONTROLE::...
Kritische controle op positie 0.000 m

Interne krachten	Berekende	Eenheid
N,Ed	301,16	kN
Vy,Ed	0,27	kN
Vz,Ed	-5,79	kN
T,Ed	0,00	kNm
My,Ed	6,51	kNm
Mz,Ed	-0,29	kNm

Trekcontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.3 en formule (6.5)

A	3,2200e-03	m^2
Npl,Rd	756,70	kN
Nu,Rd	834,62	kN
Nt,Rd	756,70	kN
Eenheidscontrole	0,40	-

Torsiecontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.7 en formule (6.23)

Tau,t,Ed	0,0	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Eenheidscontrole	0,00	-

Opmerking: De eenheidscontrole voor torsie is lager dan de grenswaarde van 0,05. Hierdoor wordt torsie beschouwd als niet-significant en wordt deze genegeerd in de gecombineerde controles.

Afschuivingscontrole voor Vy
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,7250e-03	m^2
Vpl,y,Rd	234,04	kN
Eenheidscontrole	0,00	-

Afschuivingscontrole voor Vz
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,7250e-03	m^2
Vpl,z,Rd	234,04	kN
Eenheidscontrole	0,02	-

Controle buigend moment voor My
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,y	2,2800e-04	m^3
Mpl,y,Rd	53,58	kNm
Eenheidscontrole	0,12	-

Controle buigend moment voor Mz
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,z	5,2850e-05	m^3
Mpl,z,Rd	12,42	kNm
Eenheidscontrole	0,02	-

Controle gecombineerde buiging, axiale kracht en afschuifkracht
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1 en formule (6.2)

Npl,Rd	756,70	kN
Mpl,y,Rd	53,58	kNm
Mpl,z,Rd	12,42	kNm

Eenheidscontrole (6.2) = 0,40 + 0,12 + 0,02 = 0,54 -

Opmerking: Er is geen specifieke interactieformule volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.9.1 van toepassing.
Daarom wordt de plastisch lineaire som volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1(7) getoetst.
Opmerking: Aangezien de afschuifkrachten minder dan de helft van de plastische afschuifweerstanden bedragen, wordt het effect ervan op de momentweerstanden genegeerd.
De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.
...::STABILITEITSCONTROLE::...
Kipcontrole
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. en formule (6.54)

Kip Parameters		
Methode voor kipcurve	Art. 6.3.2.2.	
Wy	1.9100e-04	m^3
Elastisch critisch moment Mcr	317.81	kNm
Relatieve slankheid Lambda,LT	0.38	
Limiet slankheid Lambda,LT,0	0.40	

Mcr Parameters		
Kiplengte	1.720	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	2.38	
C2	0.01	
C3	1.00	

De slankheid of het buigend moment is van die aard dat een kiptoetsing niet dient uitgevoerd te worden volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.2.2(4)
Plooicontrole
in knikveld 1
Volgens artikel EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. en formule (5.10) & (7.1)

Tabel van waarden	
hw/t	20.824

De slankheid van het lijf is van die aard dat de Plooicontrole niet dient uitgevoerd te worden.
De staaf voldoet aan de stabiliteitscontrole.
EC 3

11.5.12. Vak 9,13,14 - staaf S299

Lineaire berekening, Extreem : Doorsnede
Selectie : Benoemde selectie - vak 9,13,14 - staaf S299
Klasse : All UGT
EN 1993-1-1 Norm Controle
Nationale bijlage: Nederlandse NEN-EN NA

Staaf S299	**3,507 m**	**UNP200**	**S 235**	**3-p/26**	**0,15 -**

Partiële veiligheidsfactoren	
Gamma M0 voor weerstand van doorsneden	1,00
Gamma M1 voor weerstand tegen instabiliteit	1,00
Gamma M2 voor weerstand van netto-doorsneden	1,25

Materiaal		
Vloeisterkte fy	235,0	MPa
Uiterste sterkte fu	360,0	MPa
Bouwwijze	Gewalst	

...::DOORSNEDE CONTROLE::...

Classificatie voor doorsnede-ontwerp
Volgens EN 1993-1-1 artikel 5.5.2
Classificatie van interne drukonderdelen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1

Maximale breedte/dikte-verhouding	18,12
Grenswaarde klasse 1	33,00
Grenswaarde klasse 2	38,00
Grenswaarde klasse 3	42,15

=> Interne drukonderdelen klasse 1
Classificatie van uitkragende flenzen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 2

Maximale breedte/dikte-verhouding	4,78
Grenswaarde klasse 1	9,00
Grenswaarde klasse 2	10,00
Grenswaarde klasse 3	25,97

=> Uitkragende flenzen klasse 1
=> Doorsnede geclassificeerd als klasse 1 voor doorsnede-ontwerp
Kritische controle op positie 3.507 m

Interne krachten	Berekende	Eenheid
N,Ed	49,27	kN
Vy,Ed	-1,10	kN
Vz,Ed	-0,71	kN
T,Ed	0,00	kNm
My,Ed	-0,07	kNm
Mz,Ed	-1,00	kNm

Trekcontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.3 en formule (6.5)

A	3,2200e-03	m^2
Npl,Rd	756,70	kN
Nu,Rd	834,62	kN
Nt,Rd	756,70	kN
Eenheidscontrole	0,07	-

Torsiecontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.7 en formule (6.23)

Tau,t,Ed	0,0	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Eenheidscontrole	0,00	-

Opmerking: De eenheidscontrole voor torsie is lager dan de grenswaarde van 0,05. Hierdoor wordt torsie beschouwd als niet-significant en wordt deze genegeerd in de gecombineerde controles.
Afschuivingscontrole voor Vy
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,7250e-03	m^2
Vpl,y,Rd	234,04	kN
Eenheidscontrole	0,00	-

Afschuivingscontrole voor Vz
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,7250e-03	m^2
Vpl,z,Rd	234,04	kN
Eenheidscontrole	0,00	-

Controle buigend moment voor My
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,y	2,2800e-04	m^3
Mpl,y,Rd	53,58	kNm
Eenheidscontrole	0,00	-

Controle buigend moment voor Mz
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,z	5,2850e-05	m^3
Mpl,z,Rd	12,42	kNm
Eenheidscontrole	0,08	-

Controle gecombineerde buiging, axiale kracht en afschuifkracht
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1 en formule (6.2)

Npl,Rd	756,70	kN
Mpl,y,Rd	53,58	kNm
Mpl,z,Rd	12,42	kNm

Eenheidscontrole (6.2) = 0,07 + 0,00 + 0,08 = 0,15 -

Opmerking: Er is geen specifieke interactieformule volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.9.1 van toepassing.
Daarom wordt de plastisch lineaire som volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1(7) getoetst.
Opmerking: Aangezien de afschuifkrachten minder dan de helft van de plastische afschuifweerstanden bedragen, wordt het effect ervan op de momentweerstanden genegeerd.

De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.

...::STABILITEITSCONTROLE::...
Classificatie voor staafknikontwerp
Beslissende positie voor stabiliteitsclassificatie: 3,073 m
Classificatie van interne drukonderdelen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1

Maximale breedte/dikte-verhouding	18,12
Grenswaarde klasse 1	33,00
Grenswaarde klasse 2	38,00
Grenswaarde klasse 3	43,17

=> Interne drukonderdelen klasse 1
Classificatie van uitkragende flenzen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 2

Maximale breedte/dikte-verhouding	4,78
Grenswaarde klasse 1	12,58
Grenswaarde klasse 2	13,98
Grenswaarde klasse 3	42,12

=> Uitkragende flenzen klasse 1
=> Doorsnede geclassificeerd als klasse 1 voor staafknikontwerp
Kipcontrole
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. en formule (6.54)

Kip Parameters		
Methode voor kipcurve	Art. 6.3.2.2.	
Wy	1.9100e-04	m^3
Elastisch critisch moment Mcr	729.15	kNm
Relatieve slankheid Lambda,LT	0.25	
Limiet slankheid Lambda,LT,0	0.40	

Mcr Parameters		
Kiplengte	0.867	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.83	
C2	0.03	
C3	1.00	

De slankheid of het buigend moment is van die aard dat een kiptoetsing niet dient uitgevoerd te worden volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.2.2(4)
Plooicontrole
in knikveld 1
Volgens artikel EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. en formule (5.10) & (7.1)

Tabel van waarden	
hw/t	20.824

De slankheid van het lijf is van die aard dat de Plooicontrole niet dient uitgevoerd te worden.
De staaf voldoet aan de stabiliteitscontrole.
EC 3

11.5.13. Vak 9,13,14 - staaf S324

Lineaire berekening, Extreem : Doorsnede
Selectie : Benoemde selectie - vak 9,13,14 - staaf S324
Klasse : All UGT
EN 1993-1-1 Norm Controle
Nationale bijlage: Nederlandse NEN-EN NA

Staaf S324	**3,507 m**	**UNP200**	**S 235**	**3-p/10**	**0,14 -**

Partiële veiligheidsfactoren	
Gamma M0 voor weerstand van doorsneden	1,00
Gamma M1 voor weerstand tegen instabiliteit	1,00
Gamma M2 voor weerstand van netto-doorsneden	1,25

Materiaal		
Vloeisterkte fy	235,0	MPa
Uiterste sterkte fu	360,0	MPa
Bouwwijze	Gewalst	

...::DOORSNEDE CONTROLE::...
Kritische controle op positie 3.507 m

Interne krachten	Berekende	Eenheid
N,Ed	51,81	kN
Vy,Ed	0,70	kN
Vz,Ed	-0,61	kN
T,Ed	0,00	kNm
My,Ed	0,00	kNm
Mz,Ed	0,93	kNm

Trekcontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.3 en formule (6.5)

A	3,2200e-03	m^2
Npl,Rd	756,70	kN
Nu,Rd	834,62	kN
Nt,Rd	756,70	kN
Eenheidscontrole	0,07	-

Torsiecontrole
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.7 en formule (6.23)

Tau,t,Ed	0,1	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Eenheidscontrole	0,00	-

Opmerking: De eenheidscontrole voor torsie is lager dan de grenswaarde van 0,05. Hierdoor wordt torsie beschouwd als niet-significant en wordt deze genegeerd in de gecombineerde controles.

Afschuivingscontrole voor Vy
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,7250e-03	m^2
Vpl,y,Rd	234,04	kN
Eenheidscontrole	0,00	-

Afschuivingscontrole voor Vz
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.6 en formule (6.17)

Eta	1,20	
Av	1,7250e-03	m^2
Vpl,z,Rd	234,04	kN
Eenheidscontrole	0,00	-

Controle buigend moment voor My
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,y	2,2800e-04	m^3
Mpl,y,Rd	53,58	kNm
Eenheidscontrole	0,00	-

Controle buigend moment voor Mz
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.5 en formule (6.12),(6.13)

Wpl,z	5,2850e-05	m^3
Mpl,z,Rd	12,42	kNm
Eenheidscontrole	0,08	-

Controle gecombineerde buiging, axiale kracht en afschuifkracht
Volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1 en formule (6.2)

Npl,Rd	756,70	kN
Mpl,y,Rd	53,58	kNm
Mpl,z,Rd	12,42	kNm

Eenheidscontrole (6.2) = 0,07 + 0,00 + 0,08 = 0,14 -

Opmerking: Er is geen specifieke interactieformule volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.9.1 van toepassing.
Daarom wordt de plastisch lineaire som volgens EN 1993-1-1 artikel 6.2.1(7) getoetst.
Opmerking: Aangezien de afschuifkrachten minder dan de helft van de plastische afschuifweerstanden bedragen, wordt het effect ervan op de momentweerstanden genegeerd.
De staaf voldoet aan de doorsnedecontrole.

...::STABILITEITSCONTROLE::...
Classificatie voor staafknikontwerp
Beslissende positie voor stabiliteitsclassificatie: 0,438 m
Classificatie van interne drukonderdelen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 1

Maximale breedte/dikte-verhouding	18,12
Grenswaarde klasse 1	71,86
Grenswaarde klasse 2	82,75
Grenswaarde klasse 3	71,08

=> Interne drukonderdelen klasse 1
Classificatie van uitkragende flenzen
Volgens EN 1993-1-1 tabel 5.2 blad 2

Maximale breedte/dikte-verhouding	4,78

Grenswaarde klasse 1	9,00
Grenswaarde klasse 2	10,00
Grenswaarde klasse 3	14,80

=> Uitkragende flenzen klasse 1
=> Doorsnede geclassificeerd als klasse 1 voor staafknikontwerp

Kipcontrole
Volgens artikel EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. en formule (6.54)

Kip Parameters		
Methode voor kipcurve	Art. 6.3.2.2.	
Wy	1.9100e-04	m^3
Elastisch critisch moment Mcr	189.53	kNm
Relatieve slankheid Lambda,LT	0.49	
Limiet slankheid Lambda,LT,0	0.40	

Mcr Parameters		
Kiplengte	1.753	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.46	
C2	0.08	
C3	1.00	

De slankheid of het buigend moment is van die aard dat een kiptoetsing niet dient uitgevoerd te worden volgens EN 1993-1-1 artikel 6.3.2.2(4)

Plooicontrole
in knikveld 1
Volgens artikel EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. en formule (5.10) & (7.1)

Tabel van waarden	
hw/t	20.824

De slankheid van het lijf is van die aard dat de Plooicontrole niet dient uitgevoerd te worden.
De staaf voldoet aan de stabiliteitscontrole.
EC 3

Bijlage C Controle staven mastlichaam

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 1* *randen*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-2322,9	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	2117,6	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H200/200/24* (*1)

h	=	200	mm	I_y	=	33306649	mm^4
b	=	200	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	235176	mm^3
t_f	=	24	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	570556	mm^3
y_s	=	58,4	mm	i_y	=	60,6	mm
A_{bruto}	=	9059	mm^2	i_v	=	38,8	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	2180	mm	No. bolts / end / flange	=	6	**(Per flange !)**
$L_{v;cr}$	=	2180	mm	Type of bolts M / "	=	30	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	0	mm	End distance bolt e1	=	65	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	100	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	65	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	2	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	20	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,77** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **56** **< 120**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,95** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,90** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,44** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,95 = 95%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 1* *diagonalen*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-518,9	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	465,2	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H150/150/13* (*1)

h	=	150	mm	I_y	=	6526542	mm^4
b	=	150	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	64864	mm^3
t_f	=	13	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	165432	mm^3
y_s	=	39,5	mm	i_y	=	43,0	mm
A_{bruto}	=	3528	mm^2	i_v	=	27,5	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	2450	mm	No. bolts / end / flange	=	3	
$L_{v;cr}$	=	2450	mm	Type of bolts M / "	=	30	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	0	mm	End distance bolt e1	=	65	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. biuckling)	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	100	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	75	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	15	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,68** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **89** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,83** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,80** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,59** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,83 = 83%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 1* *1e hor.knikverkorter*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-23,2	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	23,2	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	1,5	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H70/70/7* (*1)

h	=	70	mm	I_y	=	422977	mm^4
b	=	70	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	8411	mm^3
t_f	=	7	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	21457	mm^3
y_s	=	19,7	mm	i_y	=	21,2	mm
A_{bruto}	=	940	mm^2	i_v	=	13,5	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	2957	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	2957	mm	Type of bolts M / "	=	16	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	2957	mm	Edge distance bolt e2	=	35	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	7	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,16** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,37** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **219** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,64** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,78** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,38** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,31** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,78 = 78%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 1* *1e hor.knikverkorter pootverband*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-5,3*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*5,3*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*1,5*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H100/100/10* (*1)

h	=	*100*	mm	I_y	=	*1766764*	mm^4
b	=	*100*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*24615*	mm^3
t_f	=	*10*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*62597*	mm^3
y_s	=	*28,2*	mm	i_y	=	*30,4*	mm
A_{bruto}	=	*1915*	mm^2	i_v	=	*19,3*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*4180*	mm	No. bolts / end / flange	=	*1*	
$L_{v;cr}$	=	*4180*	mm	Type of bolts M / "	=	*16*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	End distance bolt e1	=	*35*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*50*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*4180*	mm	Edge distance bolt e2	=	*50*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*6*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,02** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,18** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **216** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,07** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,09** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,09** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,08** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,18 = 18%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	**0**	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: Vak 1 1e schuine knikverkorter

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-28,5	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	28,5	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : H80/80/8 (*1)

h	=	80	mm	I_y	=	722469	mm^4
b	=	80	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	12576	mm^3
t_f	=	8	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	32038	mm^3
y_s	=	22,6	mm	i_y	=	24,3	mm
A_{bruto}	=	1227	mm^2	i_v	=	15,4	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	3460	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	3460	mm	Type of bolts M / "	=	16	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	40	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	8	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,14** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **224** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,63** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,76** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,47** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,34** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,76 = 76%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 1* *2e hor.knikverkorter*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-23,2	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	23,2	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	1,5	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H60/60/6* (*1)

h	=	60	mm	I_y	=	227925	mm^4
b	=	60	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	5285	mm^3
t_f	=	6	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	13507	mm^3
y_s	=	16,9	mm	i_y	=	18,2	mm
A_{bruto}	=	691	mm^2	i_v	=	11,5	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	2197	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	2197	mm	Type of bolts M / "	=	16	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	2197	mm	Edge distance bolt e2	=	30	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	5	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,23** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,44** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **190** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,67** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,85** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,38** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,44** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,85 = 85%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 1* *2e hor.knikverkorter pootverband*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-5,3	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	5,3	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	1,5	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H70/70/7* (*1)

h	=	70	mm	I_y	=	422977	mm^4
b	=	70	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	8411	mm^3
t_f	=	7	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	21457	mm^3
y_s	=	19,7	mm	i_y	=	21,2	mm
A_{bruto}	=	940	mm^2	i_v	=	13,5	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	3110	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	3110	mm	Type of bolts M / "	=	16	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	3110	mm	Edge distance bolt e2	=	35	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	6	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,04** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,39** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **230** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,16** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,20** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,09** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,08** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,39 = 39%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: Vak 1 2e schuine knikverkorter

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-35,0	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	35,0	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : H80/80/8 (*1)

h	=	80	mm	I_y	=	722469	mm^4
b	=	80	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	12576	mm^3
t_f	=	8	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	32038	mm^3
y_s	=	22,6	mm	i_y	=	24,3	mm
A_{bruto}	=	1227	mm^2	i_v	=	15,4	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	2765	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	2765	mm	Type of bolts M / "	=	16	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	40	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	8	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,17** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **179** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,51** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,66** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,58** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,41** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,66 = 66%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 1* *3e hor.knikverkorter*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-23,2	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	23,2	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	1,5	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H50/50/5* (*1)

h	=	50	mm	I_y	=	109643	mm^4
b	=	50	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	3049	mm^3
t_f	=	5	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	7811	mm^3
y_s	=	14,0	mm	i_y	=	15,1	mm
A_{bruto}	=	480	mm^2	i_v	=	9,6	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	1437	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	1437	mm	Type of bolts M / "	=	16	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	1437	mm	Edge distance bolt e2	=	25	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	5	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,36** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,50** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **150** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,63** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,86** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,38** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,50** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,86 = 86%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 1* *3e hor.knikverkorter pootverband*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-5,3	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	5,3	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	1,5	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H50/50/5* (*1)

h	=	50	mm	I_y	=	109643	mm^4
b	=	50	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	3049	mm^3
t_f	=	5	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	7811	mm^3
y_s	=	14,0	mm	i_y	=	15,1	mm
A_{bruto}	=	480	mm^2	i_v	=	9,6	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	2035	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	2035	mm	Type of bolts M / "	=	16	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	2035	mm	Edge distance bolt e2	=	25	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	5	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,08** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,71** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **212** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,27** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,34** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,09** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,11** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,71 = 71%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 1 - schuine knikverkorter pootverband- controle*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-8,6*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*8,6*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H120/120/12* (*1)

h	=	*120*	mm	I_y	=	*3676666*	mm^4
b	=	*120*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*42735*	mm^3
t_f	=	*12*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*108247*	mm^3
y_s	=	*34,0*	mm	i_y	=	*36,5*	mm
A_{bruto}	=	*2754*	mm^2	i_v	=	*23,3*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*5580*	mm	No. bolts / end / flange	=	*1*	
$L_{v;cr}$	=	*5580*	mm	Type of bolts M / "	=	*16*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	End distance bolt e1	=	*35*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*50*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*60*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*5*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,02** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **240** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,10** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,12** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,14** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,16** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,16 = 16%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 2* *randen*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-2204,6	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	2036,0	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H200/200/24* (*1)

h	=	200	mm	I_y	=	33306649	mm^4
b	=	200	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	235176	mm^3
t_f	=	24	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	570556	mm^3
y_s	=	58,4	mm	i_y	=	60,6	mm
A_{bruto}	=	9059	mm^2	i_v	=	38,8	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	1687	mm	No. bolts / end / flange	=	6	**(Per flange !)**
$L_{v;cr}$	=	1687	mm	Type of bolts M / "	=	30	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	0	mm	End distance bolt e1	=	65	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	100	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	80	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	2	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	20	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,74** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **43** **< 120**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,80** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,85** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,42** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,85 = 85%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 2* *diagonalen*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-665,7*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*606,4*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H180/180/15* (*1)

h	=	*180*	mm	I_y	=	*12141472*	mm^4
b	=	*180*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*102915*	mm^3
t_f	=	*15*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*262974*	mm^3
y_s	=	*46,2*	mm	i_y	=	*50,5*	mm
A_{bruto}	=	*4769*	mm^2	i_v	=	*32,3*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*4860*	mm	No. bolts / end / flange	=	*4*	
$L_{v;cr}$	=	*2430*	mm	Type of bolts M / "	=	*30*	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	*0*	mm	End distance bolt e1	=	*65*	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. biuckling)	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*100*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*90*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*15*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,64** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **96** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,88** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,77** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,50** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,88 = 88%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 2* *hor.knikverkorter*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-22,1	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	22,1	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	1,5	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H60/60/6* (*1)

h	=	60	mm	I_y	=	227925	mm^4
b	=	60	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	5285	mm^3
t_f	=	6	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	13507	mm^3
y_s	=	16,9	mm	i_y	=	18,2	mm
A_{bruto}	=	691	mm^2	i_v	=	11,5	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	1859	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	1859	mm	Type of bolts M / "	=	16	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	30	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	6	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,21** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,00** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **161** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,47** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,63** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,37** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,35** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,63 = 63%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 2* *schuine knikverkorter*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-16,0	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	16,0	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H70/70/7* (*1)

h	=	70	mm	I_y	=	422977	mm^4
b	=	70	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	8411	mm^3
t_f	=	7	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	21457	mm^3
y_s	=	19,7	mm	i_y	=	21,2	mm
A_{bruto}	=	940	mm^2	i_v	=	13,5	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	2450	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	2450	mm	Type of bolts M / "	=	16	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	35	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	7	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,11** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **182** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,31** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,41** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,27** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,22** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,41 = 41%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 3* *randen*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-2282,7	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	2116,9	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H200/200/24* (*1)

h	=	200	mm	I_y	=	33306649	mm^4
b	=	200	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	235176	mm^3
t_f	=	24	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	570556	mm^3
y_s	=	58,4	mm	i_y	=	60,6	mm
A_{bruto}	=	9059	mm^2	i_v	=	38,8	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	1768	mm	No. bolts / end / flange	=	6	**(Per flange !)**
$L_{v;cr}$	=	1768	mm	Type of bolts M / "	=	30	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	0	mm	End distance bolt e1	=	65	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	100	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	80	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	2	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	20	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,77** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **46** **< 120**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,85** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,88** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,44** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,88 = 88%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 3* *diagonalen*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-223,3*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*215,4*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H150/90/10* (*1)

h	=	*150*	mm	I_y	=	*5331436*	mm^4
b	=	*90*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*41125*	mm^3
t_f	=	*10*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*261873*	mm^3
y_s	=	*20,4*	mm	i_y	=	*48,0*	mm
A_{bruto}	=	*2315*	mm^2	i_v	=	*19,4*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*4962*	mm	No. bolts / end / flange	=	*2*	
$L_{v;cr}$	=	*2481*	mm	Type of bolts M / "	=	*24*	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	*0*	mm	End distance bolt e1	=	*55*	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. biuckling)	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*80*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*45*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*10*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,55** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **128** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,81** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,82** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,62** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,82 = 82%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 3* *horizontale knikverkorter*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-22,8	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	22,8	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	1,5	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H60/60/6* (*1)

h	=	60	mm	I_y	=	227925	mm^4
b	=	60	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	5285	mm^3
t_f	=	6	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	13507	mm^3
y_s	=	16,9	mm	i_y	=	18,2	mm
A_{bruto}	=	691	mm^2	i_v	=	11,5	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	1636	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	1636	mm	Type of bolts M / "	=	16	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	30	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	6	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,22** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,00** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **142** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,39** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,55** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,38** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,36** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,55 = 55%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: Vak 3 schuine knikverkorter

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-21,3	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	16,9	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : H60/60/6 (*1)

h	=	60	mm	I_y	=	227925	mm^4
b	=	60	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	5285	mm^3
t_f	=	6	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	13507	mm^3
y_s	=	16,9	mm	i_y	=	18,2	mm
A_{bruto}	=	691	mm^2	i_v	=	11,5	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	2270	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	2270	mm	Type of bolts M / "	=	16	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	30	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	6	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,16** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **197** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,65** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,82** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,35** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,27** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,82 = 82%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 4* *randen*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-1933,4*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*1771,7*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H200/200/20* (*1)

h	=	*200*	mm	I_y	=	*28505852*	mm^4
b	=	*200*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*199111*	mm^3
t_f	=	*20*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*501562*	mm^3
y_s	=	*56,8*	mm	i_y	=	*61,1*	mm
A_{bruto}	=	*7635*	mm^2	i_v	=	*38,9*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*1784*	mm	No. bolts / end / flange		=	*6*	**(Per flange !)**
$L_{v;cr}$	=	*1784*	mm	Type of bolts	M / "	=	*30*	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	*0*	mm	End distance bolt	e1	=	*65*	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt	s1	=	*100*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt	e2	=	*80*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality	4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*2*	no=1, yes=2	Rolled screw threads		=	*1*	
Thickness tie plate	=	*20*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2		=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,76** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **46** **< 120**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,85** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,75** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,37** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,85 = 85%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	**0**	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 4* *diagonalen*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-253,2	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	261,6	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H150/90/10* (*1)

h	=	150	mm	I_y	=	5331436	mm^4
b	=	90	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	41125	mm^3
t_f	=	10	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	261873	mm^3
y_s	=	20,4	mm	i_y	=	48,0	mm
A_{bruto}	=	2315	mm^2	i_v	=	19,4	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	4755	mm	No. bolts / end / flange	=	3	
$L_{v;cr}$	=	2378	mm	Type of bolts M / "	=	24	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	End distance bolt e1	=	55	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	80	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	45	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	10	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,57** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **123** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,87** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,64** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,51** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,87 = 87%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 4* *horizontale knikverkorter*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-19,3*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*19,3*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*1,5*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H50/50/5* (*1)

h	=	*50*	mm	I_y	=	*109643*	mm^4
b	=	*50*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*3049*	mm^3
t_f	=	*5*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*7811*	mm^3
y_s	=	*14,0*	mm	i_y	=	*15,1*	mm
A_{bruto}	=	*480*	mm^2	i_v	=	*9,6*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*1427*	mm	No. bolts / end / flange	=	*1*	
$L_{v;cr}$	=	*1427*	mm	Type of bolts M / "	=	*16*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	End distance bolt e1	=	*35*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*50*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*1427*	mm	Edge distance bolt e2	=	*22*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*5*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,36** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,49** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **149** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,51** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,71** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,32** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,53** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,71 = 71%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 4* *horizontaal*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-13,2	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	13,5	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	1,5	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H70/70/7* (*1)

h	=	70	mm	I_y	=	422977	mm^4
b	=	70	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	8411	mm^3
t_f	=	7	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	21457	mm^3
y_s	=	19,7	mm	i_y	=	21,2	mm
A_{bruto}	=	940	mm^2	i_v	=	13,5	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	2920	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	2920	mm	Type of bolts M / "	=	16	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	2920	mm	Edge distance bolt e2	=	35	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	6	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,09** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,37** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **216** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,36** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,44** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,22** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,21** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,44 = 44%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 4* *schuine knikverkorter*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-21,4	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	21,4	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H60/60/6* (*1)

h	=	60	mm	I_y	=	227925	mm^4
b	=	60	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	5285	mm^3
t_f	=	6	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	13507	mm^3
y_s	=	16,9	mm	i_y	=	18,2	mm
A_{bruto}	=	691	mm^2	i_v	=	11,5	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	2190	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	2190	mm	Type of bolts M / "	=	16	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. bucklingl)	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	30	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	6	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,21** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **190** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,62** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,78** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,36** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,34** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,78 = 78%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 5* *randen*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-1402,8*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*1264,8*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H200/200/18* (*1)

h	=	*200*	mm	I_y	=	*22802204*	mm^4
b	=	*200*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*166578*	mm^3
t_f	=	*18*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*422051*	mm^3
y_s	=	*54,0*	mm	i_y	=	*58,7*	mm
A_{bruto}	=	*6618*	mm^2	i_v	=	*37,5*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*1707*	mm	No. bolts / end / flange		=	*4*	**(Per flange !)**
$L_{v;cr}$	=	*1707*	mm	Type of bolts	M / "	=	*30*	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	*0*	mm	End distance bolt	e1	=	*65*	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt	s1	=	*100*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt	e2	=	*80*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality	4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*2*	no=1, yes=2	Rolled screw threads		=	*1*	
Thickness tie plate	=	*18*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2		=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,63** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **45** **< 120**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,71** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,81** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,44** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,81 = 81%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	**0**	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 5* *diagonalen*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-325,9	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	309,0	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H150/100/10* (*1)

h	=	150	mm	I_y	=	5516683	mm^4
b	=	100	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	43563	mm^3
t_f	=	10	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	236120	mm^3
y_s	=	23,4	mm	i_y	=	47,8	mm
A_{bruto}	=	2418	mm^2	i_v	=	21,5	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	4360	mm	No. bolts / end / flange	=	3	
$L_{v;cr}$	=	2180	mm	Type of bolts M / "	=	24	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	0	mm	End distance bolt e1	=	55	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	80	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	50	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	10	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,64** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **101** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,87** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,80** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,60** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,87 = 87%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 5* *horizontale knikverkorter*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-14,0*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*14,0*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*1,5*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H50/50/5* (*1)

h	=	*50*	mm	I_y	=	*109643*	mm^4
b	=	*50*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*3049*	mm^3
t_f	=	*5*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*7811*	mm^3
y_s	=	*14,0*	mm	i_y	=	*15,1*	mm
A_{bruto}	=	*480*	mm^2	i_v	=	*9,6*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*1250*	mm	No. bolts / end / flange	=	*1*	
$L_{v;cr}$	=	*1250*	mm	Type of bolts M / "	=	*16*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	End distance bolt e1	=	*35*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*50*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*1250*	mm	Edge distance bolt e2	=	*22*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*5*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,26** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,43** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **130** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,30** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,44** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,23** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,38** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,44 = 44%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	**0**	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 5* *schuine knikverkorter*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-25,7	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	25,7	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H60/60/6* (*1)

h	=	60	mm	I_y	=	227925	mm^4
b	=	60	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	5285	mm^3
t_f	=	6	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	13507	mm^3
y_s	=	16,9	mm	i_y	=	18,2	mm
A_{bruto}	=	691	mm^2	i_v	=	11,5	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	2050	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	2050	mm	Type of bolts M / "	=	16	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	30	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	6	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,25** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **177** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,66** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,85** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,43** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,40** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,85 = 85%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 6 en 7 randen*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-1423,0*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*1307,8*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H200/200/18* (*1)

h	=	*200*	mm	I_y	=	*22802204*	mm^4
b	=	*200*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*166578*	mm^3
t_f	=	*18*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*422051*	mm^3
y_s	=	*54,0*	mm	i_y	=	*58,7*	mm
A_{bruto}	=	*6618*	mm^2	i_v	=	*37,5*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*2140*	mm	No. bolts / end / flange		=	*4*	**(Per flange !)**
$L_{v;cr}$	=	*2140*	mm	Type of bolts	M / "	=	*30*	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	*0*	mm	End distance bolt	e1	=	*65*	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt	s1	=	*100*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt	e2	=	*100*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality	4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*2*	no=1, yes=2	Rolled screw threads		=	*1*	
Thickness tie plate	=	*20*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2		=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,66** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **57** **< 120**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,80** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,83** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,45** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,83 = 83%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 6,7* *diagonalen v.v en a.v*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-339,3*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*309,5*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H150/150/14* (*1)

h	=	*150*	mm	I_y	=	*7942873*	mm^4
b	=	*150*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*75811*	mm^3
t_f	=	*14*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*192046*	mm^3
y_s	=	*41,4*	mm	i_y	=	*44,8*	mm
A_{bruto}	=	*3951*	mm^2	i_v	=	*28,7*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*5642*	mm	No. bolts / end / flange	=	*3*	
$L_{v;cr}$	=	*2816*	mm	Type of bolts M / "	=	*24*	
L_{tot} (with comb. buckling)	=		mm	End distance bolt e1	=	*55*	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*80*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*75*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*15*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,39** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **126** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,82** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,83** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,43** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,83 = 83%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 6,7* *diagonalen l.z.v en r.z.v*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-322,8*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*318,4*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H150/150/14* (*1)

h	=	*150*	mm	I_y	=	*7942873*	mm^4
b	=	*150*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*75811*	mm^3
t_f	=	*14*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*192046*	mm^3
y_s	=	*41,4*	mm	i_y	=	*44,8*	mm
A_{bruto}	=	*3951*	mm^2	i_v	=	*28,7*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*4764*	mm	No. bolts / end / flange	=	*3*	
$L_{v;cr}$	=	*2382*	mm	Type of bolts M / "	=	*24*	
L_{tot} (with comb. buckling)	=		mm	End distance bolt e1	=	*55*	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*80*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*75*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*15*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,40** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **106** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,60** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,79** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,44** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,79 = 79%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 6,7* *horizontaal v.v a.v*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-61,8*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*43,5*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*1,5*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H130/130/12* (*1)

h	=	*130*	mm	I_y	=	*4355063*	mm^4
b	=	*130*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*48239*	mm^3
t_f	=	*12*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*122351*	mm^3
y_s	=	*35,6*	mm	i_y	=	*38,6*	mm
A_{bruto}	=	*2919*	mm^2	i_v	=	*24,7*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*3949*	mm	No. bolts / end / flange	=	*2*	
$L_{v;cr}$	=	*3949*	mm	Type of bolts M / "	=	*16*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=		mm	End distance bolt e1	=	*35*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*50*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*3949*	mm	Edge distance bolt e2	=	*65*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*12*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,09** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,09** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **160** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,24** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,51** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,27** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,51 = 51%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 6,7* *hor. knikverkorters*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-30,5	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	34,3	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	1,5	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H60/60/6* (*1)

h	=	60	mm	I_y	=	227925	mm^4
b	=	60	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	5285	mm^3
t_f	=	6	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	13507	mm^3
y_s	=	16,9	mm	i_y	=	18,2	mm
A_{bruto}	=	691	mm^2	i_v	=	11,5	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	1252	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	1252	mm	Type of bolts M / "	=	16	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=		mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	1252	mm	Edge distance bolt e2	=	30	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	15	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,33** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,25** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **108** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,33** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,53** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,57** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,54** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,57 = 57%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 6* *schuine knikverkorter v.v en a.v*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-83,7*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*61,8*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H100/100/8* (*1)

h	=	*100*	mm	I_y	=	*1032450*	mm^4
b	=	*100*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*16122*	mm^3
t_f	=	*8*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*41542*	mm^3
y_s	=	*24,9*	mm	i_y	=	*27,3*	mm
A_{bruto}	=	*1389*	mm^2	i_v	=	*17,5*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*2076*	mm	No. bolts / end / flange	=	*2*	
$L_{v;cr}$	=	*2076*	mm	Type of bolts M / "	=	*16*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=		mm	End distance bolt e1	=	*35*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*50*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*50*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*8*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,28** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **119** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,46** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,69** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,54** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,69 = 69%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	**0**	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 6* *schuine knikverkorter l.z.v en r.z.v*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-23,1	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	20,3	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H60/60/8* (*1)

h	=	60	mm	I_y	=	291532	mm^4
b	=	60	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	6890	mm^3
t_f	=	8	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	16481	mm^3
y_s	=	17,7	mm	i_y	=	18,0	mm
A_{bruto}	=	903	mm^2	i_v	=	11,5	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	2571	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	2571	mm	Type of bolts M / "	=	16	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=		mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	30	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	10	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,15** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **223** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,69** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,83** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,38** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,24** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,83 = 83%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 8* *randen*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-882,8*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*708,8*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H160/160/15* (*1)

h	=	*160*	mm	I_y	=	*10400567*	mm^4
b	=	*160*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*92851*	mm^3
t_f	=	*15*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*235093*	mm^3
y_s	=	*44,2*	mm	i_y	=	*47,9*	mm
A_{bruto}	=	*4525*	mm^2	i_v	=	*30,7*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*2141*	mm	No. bolts / end / flange		=	*3*	**(Per flange !)**
$L_{v;cr}$	=	*2141*	mm	Type of bolts	M / "	=	*30*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	End distance bolt	e1	=	*65*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt	s1	=	*100*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt	e2	=	*80*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality	4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*2*	no=1, yes=2	Rolled screw threads		=	*1*	
Thickness tie plate	=	*15*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2		=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,55** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **70** **< 120**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,84** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,68** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,42** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,84 = 84%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 8* *diagonalen v.v en a.v.*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-249,9*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*282,8*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H120/120/12* (*1)

h	=	*120*	mm	I_y	=	*3676666*	mm^4
b	=	*120*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*42735*	mm^3
t_f	=	*12*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*108247*	mm^3
y_s	=	*34,0*	mm	i_y	=	*36,5*	mm
A_{bruto}	=	*2754*	mm^2	i_v	=	*23,3*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*4017*	mm	No. bolts / end / flange	=	*3*	
$L_{v;cr}$	=	*2019*	mm	Type of bolts M / "	=	*24*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=		mm	End distance bolt e1	=	*55*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*80*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*60*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*12*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,52** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **110** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,70** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,70** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,46** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,70 = 70%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 8* *diagonalen l.z.v en r.z.v.*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-480,7*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*472,6*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H150/150/15* (*1)

h	=	*150*	mm	I_y	=	*8980519*	mm^4
b	=	*150*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*83519*	mm^3
t_f	=	*15*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*211438*	mm^3
y_s	=	*42,5*	mm	i_y	=	*45,7*	mm
A_{bruto}	=	*4302*	mm^2	i_v	=	*29,1*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*4760*	mm	No. bolts / end / flange	=	*4*	
$L_{v;cr}$	=	*2380*	mm	Type of bolts M / "	=	*24*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=		mm	End distance bolt e1	=	*55*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*80*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*75*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*15*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,54** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **104** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,79** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,89** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,46** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,89 = 89%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	**0**	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 8* *hor. knikverkortes*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-13,5	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	17,0	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	1,5	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H50/50/5* (*1)

h	=	50	mm	I_y	=	109643	mm^4
b	=	50	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	3049	mm^3
t_f	=	5	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	7811	mm^3
y_s	=	14,0	mm	i_y	=	15,1	mm
A_{bruto}	=	480	mm^2	i_v	=	9,6	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	879	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	879	mm	Type of bolts M / "	=	16	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=		mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	879	mm	Edge distance bolt e2	=	80	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	8	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,06** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,30** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **92** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,16** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,29** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,28** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,32** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,32 = 32%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 8* *hor. verbanden l.z.v en r.z.v.*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-12,8*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*15,8*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*1,5*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H100/100/10* (*1)

h	=	*100*	mm	I_y	=	*1766764*	mm^4
b	=	*100*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*24615*	mm^3
t_f	=	*10*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*62597*	mm^3
y_s	=	*28,2*	mm	i_y	=	*30,4*	mm
A_{bruto}	=	*1915*	mm^2	i_v	=	*19,3*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*4252*	mm	No. bolts / end / flange	=	*1*	
$L_{v;cr}$	=	*4252*	mm	Type of bolts M / "	=	*16*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=		mm	End distance bolt e1	=	*35*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*50*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*4252*	mm	Edge distance bolt e2	=	*50*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*8*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,05** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,18** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **220** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,18** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,22** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,26** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,19** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,26 = 26%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 8* *schuine knikverkortes*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-35,6*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*41,0*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H70/70/7* (*1)

h	=	*70*	mm	I_y	=	*422977*	mm^4
b	=	*70*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*8411*	mm^3
t_f	=	*7*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*21457*	mm^3
y_s	=	*19,7*	mm	i_y	=	*21,2*	mm
A_{bruto}	=	*940*	mm^2	i_v	=	*13,5*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*2231*	mm	No. bolts / end / flange	=	*1*	
$L_{v;cr}$	=	*2231*	mm	Type of bolts M / "	=	*16*	
L_{tot} (with comb. buckling)	=		mm	End distance bolt e1	=	*35*	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. biuckling)	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*50*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*35*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*15*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,28** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **165** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,59** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,78** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,68** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,55** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,78 = 78%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 9,14,13 bovenrand*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-219,7*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*285,8*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H130/130/12* (*1)

h	=	*130*	mm	I_y	=	*4355063*	mm^4
b	=	*130*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*48239*	mm^3
t_f	=	*12*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*122351*	mm^3
y_s	=	*35,6*	mm	i_y	=	*38,6*	mm
A_{bruto}	=	*2919*	mm^2	i_v	=	*24,7*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*3680*	mm	No. bolts / end / flange	=	*3*	
$L_{v;cr}$	=	*3680*	mm	Type of bolts M / "	=	*24*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	End distance bolt e1	=	*55*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*80*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*65*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*12*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,49** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **149** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,77** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,70** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,46** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,77 = 77%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 9,14,13 diagonalen ondervlak*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-62,7	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	61,0	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H80/80/8* (*1)

h	=	80	mm	I_y	=	722469	mm^4
b	=	80	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	12576	mm^3
t_f	=	8	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	32038	mm^3
y_s	=	22,6	mm	i_y	=	24,3	mm
A_{bruto}	=	1227	mm^2	i_v	=	15,4	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	2550	mm	No. bolts / end / flange	=	2	
$L_{v;cr}$	=	2550	mm	Type of bolts M / "	=	16	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	35	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	8	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,32** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **165** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,61** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,52** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,41** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,61 = 61%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 9,14,13 diagonalen ondervlak S322,323,293,294*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-43,0*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*17,9*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H50/50/8* (*1)

h	=	*50*	mm	I_y	=	*162828*	mm^4
b	=	*50*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*4684*	mm^3
t_f	=	*8*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*10685*	mm^3
y_s	=	*15,2*	mm	i_y	=	*14,8*	mm
A_{bruto}	=	*741*	mm^2	i_v	=	*9,6*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*1135*	mm	No. bolts / end / flange	=	*1*	
$L_{v;cr}$	=	*1135*	mm	Type of bolts M / "	=	*16*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	End distance bolt e1	=	*35*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*50*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*25*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*8*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,17** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **118** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,50** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,81** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,71** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,38** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,81 = 81%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 9,14,13 diagonalen v.v en a.v. S226,224,239,241*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-145,0	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	160,5	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H100/100/10* (*1)

h	=	100	mm	I_y	=	1766764	mm^4
b	=	100	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	24615	mm^3
t_f	=	10	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	62597	mm^3
y_s	=	28,2	mm	i_y	=	30,4	mm
A_{bruto}	=	1915	mm^2	i_v	=	19,3	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	2380	mm	No. bolts / end / flange	=	2	
$L_{v;cr}$	=	2380	mm	Type of bolts M / "	=	20	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	0	mm	End distance bolt e1	=	40	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. biuckling)	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	80	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	50	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	10	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,43** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **123** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,61** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,85** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,65** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,85 = 85%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 9,14,13 diagonalen v.v en a.v. S242,225,227,240*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-163,2*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*138,6*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H100/100/10* (*1)

h	=	*100*	mm	I_y	=	*1766764*	mm^4
b	=	*100*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*24615*	mm^3
t_f	=	*10*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*62597*	mm^3
y_s	=	*28,2*	mm	i_y	=	*30,4*	mm
A_{bruto}	=	*1915*	mm^2	i_v	=	*19,3*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*2373*	mm	No. bolts / end / flange	=	*2*	
$L_{v;cr}$	=	*2373*	mm	Type of bolts M / "	=	*20*	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	*0*	mm	End distance bolt e1	=	*40*	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*80*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*50*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*10*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,37** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **123** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,68** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,87** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,56** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,87 = 87%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 9,14,13 hor. verbanden S 215,220,222,214,219,221*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-2,8	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	2,4	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H55/55/5* (*1)

h	=	55	mm	I_y	=	134440	mm^4
b	=	55	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	3540	mm^3
t_f	=	5	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	9068	mm^3
y_s	=	14,8	mm	i_y	=	16,1	mm
A_{bruto}	=	517	mm^2	i_v	=	10,3	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	2305	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	2350	mm	Type of bolts M / "	=	16	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. bucklingl)	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	27,5	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	6	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,03** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **227** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,15** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,18** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,05** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,05** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,18 = 18%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 10* *randen*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-713,4*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*602,2*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H160/160/15* (*1)

h	=	*160*	mm	I_y	=	*10400567*	mm^4
b	=	*160*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*92851*	mm^3
t_f	=	*15*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*235093*	mm^3
y_s	=	*44,2*	mm	i_y	=	*47,9*	mm
A_{bruto}	=	*4525*	mm^2	i_v	=	*30,7*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*1760*	mm	No. bolts / end / flange		=	*3*	**(Per flange !)**
$L_{v;cr}$	=	*1760*	mm	Type of bolts	M / "	=	*24*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	End distance bolt	e1	=	*55*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt	s1	=	*80*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt	e2	=	*80*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality	4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*2*	no=1, yes=2	Rolled screw threads		=	*1*	
Thickness tie plate	=	*15*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2		=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,44** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **57** **< 120**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,59** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,88** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,42** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,88 = 88%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 10* *diagonalen v.v en a.v.*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-212,8*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*275,2*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H120/120/12* (*1)

h	=	*120*	mm	I_y	=	*3676666*	mm^4
b	=	*120*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*42735*	mm^3
t_f	=	*12*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*108247*	mm^3
y_s	=	*34,0*	mm	i_y	=	*36,5*	mm
A_{bruto}	=	*2754*	mm^2	i_v	=	*23,3*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*4412*	mm	No. bolts / end / flange	=	*3*	
$L_{v;cr}$	=	*2206*	mm	Type of bolts M / "	=	*24*	
L_{tot} (with comb. buckling)	=		mm	End distance bolt e1	=	*55*	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*80*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*60*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*15*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,51** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **121** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,69** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,68** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,44** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,69 = 69%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 10* *diagonalen l.z.v en r.z.v.*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-124,9*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*123,8*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H90/90/9* (*1)

h	=	*90*	mm	I_y	=	*1158332*	mm^4
b	=	*90*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*17927*	mm^3
t_f	=	*9*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*45626*	mm^3
y_s	=	*25,4*	mm	i_y	=	*27,3*	mm
A_{bruto}	=	*1552*	mm^2	i_v	=	*17,4*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*2264*	mm	No. bolts / end / flange	=	*2*	
$L_{v;cr}$	=	*2264*	mm	Type of bolts M / "	=	*24*	
L_{tot} (with comb. buckling)	=		mm	End distance bolt e1	=	*55*	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*80*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*45*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*10*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,49** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **130** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,69** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,46** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,40** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,69 = 69%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 10* *horizontaal l.z.v en r.z.v*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-203,2*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*217,2*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*1,5*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H100/100/12* (*1)

h	=	*100*	mm	I_y	=	*2066880*	mm^4
b	=	*100*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*29124*	mm^3
t_f	=	*12*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*71193*	mm^3
y_s	=	*29,0*	mm	i_y	=	*30,2*	mm
A_{bruto}	=	*2271*	mm^2	i_v	=	*19,3*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*3507*	mm	No. bolts / end / flange	=	*2*	
$L_{v;cr}$	=	*1713*	mm	Type of bolts M / "	=	*24*	
L_{tot} (with comb. buckling)	=		mm	End distance bolt e1	=	*55*	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*80*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*1713*	mm	Edge distance bolt e2	=	*50*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*12*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,58** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,06** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **116** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,75** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,80** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,52** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,80 = 80%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 10* *hor. knikverkortes l.z.v en r.z.v*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-20,0*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*20,0*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*1,5*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H50/50/5* (*1)

h	=	*50*	mm	I_y	=	*109643*	mm^4
b	=	*50*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*3049*	mm^3
t_f	=	*5*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*7811*	mm^3
y_s	=	*14,0*	mm	i_y	=	*15,1*	mm
A_{bruto}	=	*480*	mm^2	i_v	=	*9,6*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*1616*	mm	No. bolts / end / flange	=	*1*	
$L_{v;cr}$	=	*1616*	mm	Type of bolts M / "	=	*16*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=		mm	End distance bolt e1	=	*35*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*50*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*1616*	mm	Edge distance bolt e2	=	*80*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*8*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,07** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,56** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **168** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,67** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,87** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,33** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,38** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,87 = 87%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 10* *schuine knikverkorters*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-264,3*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*232,0*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H120/80/10* (*1)

h	=	*120*	mm	I_y	=	*2755303*	mm^4
b	=	*80*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*27409*	mm^3
t_f	=	*10*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*141480*	mm^3
y_s	=	*19,5*	mm	i_y	=	*38,0*	mm
A_{bruto}	=	*1913*	mm^2	i_v	=	*17,1*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*1544*	mm	No. bolts / end / flange	=	*3*	
$L_{v;cr}$	=	*1544*	mm	Type of bolts M / "	=	*24*	
L_{tot} (with comb. buckling)	=		mm	End distance bolt e1	=	*55*	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*80*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*40*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*8*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,63** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **90** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,79** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,65** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,58** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,79 = 79%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	**0**	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 11,12* *randen*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-362,8	kN	*Combined forces diagonal:*			
Tension:	N_{Sd}	=	329,3	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H120/120/12* (*1)

h	=	120	mm	I_y	=	3676666	mm^4
b	=	120	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	42735	mm^3
t_f	=	12	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	108247	mm^3
y_s	=	34,0	mm	i_y	=	36,5	mm
A_{bruto}	=	2754	mm^2	i_v	=	23,3	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	2220	mm	No. bolts / end / flange	=	2	**(Per flange !)**
$L_{v;cr}$	=	2220	mm	Type of bolts M / "	=	24	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	End distance bolt e1	=	55	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	80	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	60	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	2	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	12	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,42** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **95** **< 120**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,82** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,67** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,40** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,82 = 82%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 11,12* *diagonalen v.v en a.v.*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-132,2*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*116,3*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H120/120/10* (*1)

h	=	*120*	mm	I_y	=	*2399837*	mm^4
b	=	*120*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*30497*	mm^3
t_f	=	*10*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*78074*	mm^3
y_s	=	*30,7*	mm	i_y	=	*33,6*	mm
A_{bruto}	=	*2125*	mm^2	i_v	=	*21,5*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*4098*	mm	No. bolts / end / flange	=	*2*	
$L_{v;cr}$	=	*2080*	mm	Type of bolts M / "	=	*24*	
L_{tot} (with comb. buckling)	=		mm	End distance bolt e1	=	*55*	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*80*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*60*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*12*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,33** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **122** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,57** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,49** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,35** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,57 = 57%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 11,12* *diagonalen l.z.v en r.z.v.*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-225,3	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	216,6	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H120/120/10* (*1)

h	=	120	mm	I_y	=	2399837	mm^4
b	=	120	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	30497	mm^3
t_f	=	10	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	78074	mm^3
y_s	=	30,7	mm	i_y	=	33,6	mm
A_{bruto}	=	2125	mm^2	i_v	=	21,5	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	2652	mm	No. bolts / end / flange	=	2	
$L_{v;cr}$	=	2652	mm	Type of bolts M / "	=	24	
L_{tot} (with comb. buckling)	=		mm	End distance bolt e1	=	55	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	80	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	60	mm
Position perpendicular force	=	2	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	10	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,61** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **123** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,85** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,83** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,63** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,85 = 85%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 11,12* *hor. knikverkorters*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-3,1*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*3,9*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*1,5*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H60/60/6* (*1)

h	=	*60*	mm	I_y	=	*227925*	mm^4
b	=	*60*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*5285*	mm^3
t_f	=	*6*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*13507*	mm^3
y_s	=	*16,9*	mm	i_y	=	*18,2*	mm
A_{bruto}	=	*691*	mm^2	i_v	=	*11,5*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*2536*	mm	No. bolts / end / flange	=	*1*	
$L_{v;cr}$	=	*2536*	mm	Type of bolts M / "	=	*16*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=		mm	End distance bolt e1	=	*35*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*50*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*2536*	mm	Edge distance bolt e2	=	*80*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*8*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,01** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,51** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **220** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,12** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,15** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,06** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,06** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,51 = 51%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 11,12* *schuine knikverkorters*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-7,9	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	9,3	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H50/50/5* (*1)

h	=	50	mm	I_y	=	109643	mm^4
b	=	50	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	3049	mm^3
t_f	=	5	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	7811	mm^3
y_s	=	14,0	mm	i_y	=	15,1	mm
A_{bruto}	=	480	mm^2	i_v	=	9,6	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	2179	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	2179	mm	Type of bolts M / "	=	16	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=		mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	80	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	8	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,03** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **227** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,46** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,56** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,15** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,18** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,56 = 56%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 15,20* *randen S361,372,413,425*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-181,0*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*140,5*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H100/100/10* (*1)

h	=	*100*	mm	I_y	=	*1766764*	mm^4
b	=	*100*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*24615*	mm^3
t_f	=	*10*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*62597*	mm^3
y_s	=	*28,2*	mm	i_y	=	*30,4*	mm
A_{bruto}	=	*1915*	mm^2	i_v	=	*19,3*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*970*	mm	No. bolts / end / flange	=	*2*	
$L_{v;cr}$	=	*970*	mm	Type of bolts M / "	=	*24*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	End distance bolt e1	=	*55*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*80*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*50*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*10*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,44** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **50** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,33** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,67** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,48** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,67 = 67%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 15,20 diagonalen v.v en a.v S155,153,141,139*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-98,4*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*110,5*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H65/65/8* (*1)

h	=	*65*	mm	I_y	=	*374895*	mm^4
b	=	*65*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*8128*	mm^3
t_f	=	*8*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*19858*	mm^3
y_s	=	*18,9*	mm	i_y	=	*19,5*	mm
A_{bruto}	=	*985*	mm^2	i_v	=	*12,5*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*1506*	mm	No. bolts / end / flange	=	*2*	
$L_{v;cr}$	=	*1506*	mm	Type of bolts M / "	=	*20*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	End distance bolt e1	=	*40*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*80*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*32,5*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*8*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,62** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **121** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,78** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,59** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,57** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,78 = 78%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 15,20 diagonalen S131,132,145,144*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-119,5	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	111,7	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H80/80/8* (*1)

h	=	80	mm	I_y	=	722469	mm^4
b	=	80	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	12576	mm^3
t_f	=	8	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	32038	mm^3
y_s	=	22,6	mm	i_y	=	24,3	mm
A_{bruto}	=	1227	mm^2	i_v	=	15,4	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	1541	mm	No. bolts / end / flange	=	2	
$L_{v;cr}$	=	1541	mm	Type of bolts M / "	=	20	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	End distance bolt e1	=	40	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	80	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	40	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	8	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,49** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **100** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,62** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,63** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,56** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,63 = 63%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 15,20 diagonalen l.z.v en r.z.v. S23,24,87,86;94t/m97*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-14,4	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	13,6	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H50/50/5* (*1)

h	=	50	mm	I_y	=	109643	mm^4
b	=	50	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	3049	mm^3
t_f	=	5	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	7811	mm^3
y_s	=	14,0	mm	i_y	=	15,1	mm
A_{bruto}	=	480	mm^2	i_v	=	9,6	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	1850	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	1850	mm	Type of bolts M / "	=	16	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	25	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	8	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,21** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **193** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,61** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,77** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,24** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,29** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,77 = 77%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 15,20 horizonatalen l.z.v r.z.v (S25;88;98;211;212)*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-9,6	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	13,1	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	1,5	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H50/50/5* (*1)

h	=	50	mm	I_y	=	109643	mm^4
b	=	50	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	3049	mm^3
t_f	=	5	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	7811	mm^3
y_s	=	14,0	mm	i_y	=	15,1	mm
A_{bruto}	=	480	mm^2	i_v	=	9,6	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	2163	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	2163	mm	Type of bolts M / "	=	16	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	2163	mm	Edge distance bolt e2	=	25	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	8	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,20** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,75** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **225** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,54** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,66** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,22** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,28** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,75 = 75%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 19,18,17,16* *bovenrand*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-114,2	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	148,8	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H120/120/12* (*1)

h	=	120	mm	I_y	=	3676666	mm^4
b	=	120	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	42735	mm^3
t_f	=	12	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	108247	mm^3
y_s	=	34,0	mm	i_y	=	36,5	mm
A_{bruto}	=	2754	mm^2	i_v	=	23,3	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	4465	mm	No. bolts / end / flange	=	3	
$L_{v;cr}$	=	4465	mm	Type of bolts M / "	=	16	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	35	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	12	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,28** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **192** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,61** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,82** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,45** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,82 = 82%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 19,18,17,16* *diagonalen ondervlak (S182,184,185,183,178,179,206,207,201,203,200,202)*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-81,3	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	79,4	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H70/70/9* (*1)

h	=	70	mm	I_y	=	524666	mm^4
b	=	70	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	10605	mm^3
t_f	=	9	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	25562	mm^3
y_s	=	20,5	mm	i_y	=	21,0	mm
A_{bruto}	=	1188	mm^2	i_v	=	13,5	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	1523	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	1523	mm	Type of bolts M / "	=	20	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	End distance bolt e1	=	40	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	80	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	35	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	9	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,45** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **113** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,55** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,88** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,86** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,71** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,88 = 88%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 19,18,17,16* *diagonalen ondervlak (S186,187,205,204)*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-31,0*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*31,0*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H50/50/6* (*1)

h	=	*50*	mm	I_y	=	*128406*	mm^4
b	=	*50*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*3612*	mm^3
t_f	=	*6*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*8883*	mm^3
y_s	=	*14,5*	mm	i_y	=	*15,0*	mm
A_{bruto}	=	*569*	mm^2	i_v	=	*9,6*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*1297*	mm	No. bolts / end / flange	=	*1*	
$L_{v;cr}$	=	*1297*	mm	Type of bolts M / "	=	*16*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	End distance bolt e1	=	*35*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*50*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*25*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*6*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,40** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **135** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,59** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,86** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,51** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,56** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,86 = 86%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 19,18,17,16* *diagonalen v.v en a.v. (S100,S107,S111,S118)*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-69,4*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*30,1*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H90/90/9* (*1)

h	=	*90*	mm	I_y	=	*1158332*	mm^4
b	=	*90*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*17927*	mm^3
t_f	=	*9*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*45626*	mm^3
y_s	=	*25,4*	mm	i_y	=	*27,3*	mm
A_{bruto}	=	*1552*	mm^2	i_v	=	*17,4*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*2364*	mm	No. bolts / end / flange	=	*2*	
$L_{v;cr}$	=	*2364*	mm	Type of bolts M / "	=	*16*	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	*0*	mm	End distance bolt e1	=	*35*	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*50*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*45*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*6*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,12** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **136** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,41** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,58** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,60** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,60 = 60%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 19,18,17,16* *diagonalen v.v en a.v. (S101,S109,S112,S120)*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-34,0*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*66,9*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H65/65/6* (*1)

h	=	*65*	mm	I_y	=	*272781*	mm^4
b	=	*65*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*6032*	mm^3
t_f	=	*6*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*15400*	mm^3
y_s	=	*17,7*	mm	i_y	=	*19,2*	mm
A_{bruto}	=	*737*	mm^2	i_v	=	*12,3*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*2364*	mm	No. bolts / end / flange	=	*2*	
$L_{v;cr}$	=	*2364*	mm	Type of bolts M / "	=	*16*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	End distance bolt e1	=	*35*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*50*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*80*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*6*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,60** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **192** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,68** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,55** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,60** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,68 = 68%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 19,18,17,16* *diagonalen v.v en a.v. (S102,S110,S113,S126)*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-50,6*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*47,3*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H90/90/9* (*1)

h	=	*90*	mm	I_y	=	*1158332*	mm^4
b	=	*90*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*17927*	mm^3
t_f	=	*9*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*45626*	mm^3
y_s	=	*25,4*	mm	i_y	=	*27,3*	mm
A_{bruto}	=	*1552*	mm^2	i_v	=	*17,4*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*2819*	mm	No. bolts / end / flange	=	*1*	
$L_{v;cr}$	=	*2819*	mm	Type of bolts M / "	=	*16*	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	*0*	mm	End distance bolt e1	=	*35*	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*50*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*80*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*8*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,09** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **162** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,49** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,65** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,84** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,56** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,84 = 84%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Vak 19,18,17,16* *verticale diagonalen v.v en a.v.*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-3,0	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	3,2	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H50/50/5* (*1)

h	=	50	mm	I_y	=	109643	mm^4
b	=	50	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	3049	mm^3
t_f	=	5	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	7811	mm^3
y_s	=	14,0	mm	i_y	=	15,1	mm
A_{bruto}	=	480	mm^2	i_v	=	9,6	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	1700	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	1700	mm	Type of bolts M / "	=	16	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	80	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	8	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,01** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **177** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,11** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,14** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,05** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,06** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,14 = 14%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Order	:	P13057	**Dossier :**	13.059	**Berekening :** B.13089
Project	:	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer			
Part	:	mast 74			

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *HV 1* *randen*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-322,3	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	285,4	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	1,5	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H150/150/14* (*1)

h	=	150	mm	I_y	=	7942873	mm^4
b	=	150	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	75811	mm^3
t_f	=	14	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	192046	mm^3
y_s	=	41,4	mm	i_y	=	44,8	mm
A_{bruto}	=	3951	mm^2	i_v	=	28,7	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	3800	mm	No. bolts / end / flange	=	3	
$L_{v;cr}$	=	3800	mm	Type of bolts M / "	=	24	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	End distance bolt e1	=	55	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	80	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	3800	mm	Edge distance bolt e2	=	75	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	14	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,36** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,05** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **132** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,72** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,79** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,40** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,79 = 79%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *HV 1* *diagonalen*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-100,5	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	91,7	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	1,5	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H130/130/12* (*1)

h	=	130	mm	I_y	=	4355063	mm^4
b	=	130	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	48239	mm^3
t_f	=	12	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	122351	mm^3
y_s	=	35,6	mm	i_y	=	38,6	mm
A_{bruto}	=	2919	mm^2	i_v	=	24,7	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	5374	mm	No. bolts / end / flange	=	2	
$L_{v;cr}$	=	5374	mm	Type of bolts M / "	=	16	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	5374	mm	Edge distance bolt e2	=	65	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	10	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,19** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,12** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **217** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,62** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,83** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,52** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,83 = 83%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *HV 1* *kruis*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-1,7	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	0,8	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	1,5	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H110/110/10* (*1)

h	=	110	mm	I_y	=	2145337	mm^4
b	=	110	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	28311	mm^3
t_f	=	10	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	71930	mm^3
y_s	=	29,8	mm	i_y	=	32,4	mm
A_{bruto}	=	2043	mm^2	i_v	=	20,7	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	7600	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	3800	mm	Type of bolts M / "	=	16	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	7600	mm	Edge distance bolt e2	=	55	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	10	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,00** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,28** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **235** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,03** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,03** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,03** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,01** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,28 = 28%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *HV 2* *randen*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-7,1	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	14,4	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	1,5	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H80/80/8* (*1)

h	=	80	mm	I_y	=	722469	mm^4
b	=	80	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	12576	mm^3
t_f	=	8	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	32038	mm^3
y_s	=	22,6	mm	i_y	=	24,3	mm
A_{bruto}	=	1227	mm^2	i_v	=	15,4	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	3350	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	3350	mm	Type of bolts M / "	=	16	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. bucklng)	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	3350	mm	Edge distance bolt e2	=	40	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	6	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,07** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,28** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **217** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,15** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,18** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,24** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,23** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,28 = 28%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *HV 2* *diagonalen*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-19,1	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	18,8	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	1,5	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H110/110/10* (*1)

h	=	110	mm	I_y	=	2145337	mm^4
b	=	110	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	28311	mm^3
t_f	=	10	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	71930	mm^3
y_s	=	29,8	mm	i_y	=	32,4	mm
A_{bruto}	=	2043	mm^2	i_v	=	20,7	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	4741	mm	No. bolts / end / flange	=	2	
$L_{v;cr}$	=	4741	mm	Type of bolts M / "	=	16	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	4741	mm	Edge distance bolt e2	=	55	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	7	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,06** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,18** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **229** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,18** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,16** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,14** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,18 = 18%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *HV 3* *randen*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-556,8*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*512,9*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*1,5*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H150/150/14* (*1)

h	=	*150*	mm	I_y	=	*7942873*	mm^4
b	=	*150*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*75811*	mm^3
t_f	=	*14*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*192046*	mm^3
y_s	=	*41,4*	mm	i_y	=	*44,8*	mm
A_{bruto}	=	*3951*	mm^2	i_v	=	*28,7*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*2500*	mm	No. bolts / end / flange	=	*3*	
$L_{v;cr}$	=	*2500*	mm	Type of bolts M / "	=	*30*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	End distance bolt e1	=	*65*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*100*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*2500*	mm	Edge distance bolt e2	=	*75*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*14*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,66** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,03** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **87** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,78** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,86** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,61** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,86 = 86%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *HV 3* *diagonalen*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-68,3	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	66,7	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	1,5	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H100/100/10* (*1)

h	=	100	mm	I_y	=	1766764	mm^4
b	=	100	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	24615	mm^3
t_f	=	10	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	62597	mm^3
y_s	=	28,2	mm	i_y	=	30,4	mm
A_{bruto}	=	1915	mm^2	i_v	=	19,3	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	3536	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	3536	mm	Type of bolts M / "	=	20	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	0	mm	End distance bolt e1	=	40	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	80	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	3536	mm	Edge distance bolt e2	=	50	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	12	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,21** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,15** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **183** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,66** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,85** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,73** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,54** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,85 = 85%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *HV 3* *kruis*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-2,3	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	1,3	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	1,5	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H70/70/7* (*1)

h	=	70	mm	I_y	=	422977	mm^4
b	=	70	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	8411	mm^3
t_f	=	7	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	21457	mm^3
y_s	=	19,7	mm	i_y	=	21,2	mm
A_{bruto}	=	940	mm^2	i_v	=	13,5	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	5000	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	2500	mm	Type of bolts M / "	=	16	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	5000	mm	Edge distance bolt e2	=	35	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	7	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,01** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,63** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **236** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,07** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,09** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,04** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,02** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,63 = 63%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *HV 4* *kruis en koppelstaven*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-18,2*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*18,4*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*1,5*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H100/100/10* (*1)

h	=	*100*	mm	I_y	=	*1766764*	mm^4
b	=	*100*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*24615*	mm^3
t_f	=	*10*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*62597*	mm^3
y_s	=	*28,2*	mm	i_y	=	*30,4*	mm
A_{bruto}	=	*1915*	mm^2	i_v	=	*19,3*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*7163*	mm	No. bolts / end / flange	=	*1*	
$L_{v;cr}$	=	*3582*	mm	Type of bolts M / "	=	*16*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	End distance bolt e1	=	*35*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*50*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*7163*	mm	Edge distance bolt e2	=	*50*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*12*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,05** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,31** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **236** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,28** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,35** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,31** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,17** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,35 = 35%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *HV 4* *diagonalen*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-22,0	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	27,0	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	1,5	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H110/110/12* (*1)

h	=	110	mm	I_y	=	2798302	mm^4
b	=	110	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	35661	mm^3
t_f	=	12	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	88748	mm^3
y_s	=	31,5	mm	i_y	=	33,4	mm
A_{bruto}	=	2511	mm^2	i_v	=	21,3	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	5065	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	5065	mm	Type of bolts M / "	=	16	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	5065	mm	Edge distance bolt e2	=	55	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	10	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,06** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,15** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **238** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,27** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,32** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,45** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,25** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,45 = 45%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Traverse 1 en 2* *bovenrand*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*0,0*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*69,9*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H110/110/10* (*1)

h	=	*110*	mm	I_y	=	*2145337*	mm^4
b	=	*110*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*28311*	mm^3
t_f	=	*10*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*71930*	mm^3
y_s	=	*29,8*	mm	i_y	=	*32,4*	mm
A_{bruto}	=	*2043*	mm^2	i_v	=	*20,7*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*4732*	mm	No. bolts / end / flange	=	*3*	
$L_{v;cr}$	=	*4732*	mm	Type of bolts M / "	=	*16*	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	*0*	mm	End distance bolt e1	=	*35*	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*50*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*55*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*8*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,18** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **228** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,00** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,39** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,31** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,39 = 39%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Traverse 1 en 2* *diagonalen (S232,236,254,448)*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-11,0*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*56,0*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H65/65/6* (*1)

h	=	*65*	mm	I_y	=	*272781*	mm^4
b	=	*65*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*6032*	mm^3
t_f	=	*6*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*15400*	mm^3
y_s	=	*17,7*	mm	i_y	=	*19,2*	mm
A_{bruto}	=	*737*	mm^2	i_v	=	*12,3*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*2811*	mm	No. bolts / end / flange	=	*2*	
$L_{v;cr}$	=	*2811*	mm	Type of bolts M / "	=	*16*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	End distance bolt e1	=	*35*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*50*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*32,5*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*6*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,50** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **228** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,29** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,46** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,50** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,50 = 50%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Traverse 1 en 2* *diagonalen (S233,255,296,297,217,218,229,237)*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-10,7	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	2,1	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H50/50/5* (*1)

h	=	50	mm	I_y	=	109643	mm^4
b	=	50	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	3049	mm^3
t_f	=	5	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	7811	mm^3
y_s	=	14,0	mm	i_y	=	15,1	mm
A_{bruto}	=	480	mm^2	i_v	=	9,6	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	1778	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	1778	mm	Type of bolts M / "	=	16	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	25	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	8	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,03** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **185** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,42** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,54** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,18** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,15** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,54 = 54%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Traverse 1 en 2* *diagonalen onderrand (S287,316)*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-3,0*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*1,0*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*1,5*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H70/70/5* (*1)

h	=	*70*	mm	I_y	=	*177913*	mm^4
b	=	*70*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*4264*	mm^3
t_f	=	*5*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*11124*	mm^3
y_s	=	*16,0*	mm	i_y	=	*17,7*	mm
A_{bruto}	=	*570*	mm^2	i_v	=	*11,3*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*3013*	mm	No. bolts / end / flange	=	*1*	
$L_{v;cr}$	=	*1500*	mm	Type of bolts M / "	=	*16*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	End distance bolt e1	=	*35*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*50*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*3013*	mm	Edge distance bolt e2	=	*35*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*8*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,01** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **0,75** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **170** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,09** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,12** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,05** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,04** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,75 = 75%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

Check equal le

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section:

Traverse 1 en 2 *diagonalen onderrand (S307,273,274,275,278,279,280,302,303,304,308,309)*

Memberforces : (Attention! pressure = "-" and tension ="+")

Compression:	N_{Sd}	=	-60,3	kN	*Combined forces diagonal:*			
Tension:	N_{Sd}	=	57,6	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : H60/60/8 (*1)

h	=	60	mm	I_y	=	291532	mm^4
b	=	60	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	6890	mm^3
t_f	=	8	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	16481	mm^3
y_s	=	17,7	mm	i_y	=	18,0	mm
A_{bruto}	=	903	mm^2	i_v	=	11,5	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	1300	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	1300	mm	Type of bolts M / "	=	20	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	0	mm	End distance bolt e1	=	40	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	80	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	30	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	8	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = 0,46 < 1

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = n.v.t. < 1

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = 113 < 200 or 240

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = n.v.t. < 1

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = 0,54 < 1

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = 0,86 < 1

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = n.v.t. < 1

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = n.v.t. < 1

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = 0,64 < 1

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = 0,69 < 1

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : $U.C_{max}$ = 0,86 = 86%

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Traverse 1 en 2* *diagonalen onderrand (S313,314,285,284)*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-50,0*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*45,0*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H60/60/8* (*1)

h	=	*60*	mm	I_y	=	*291532*	mm^4
b	=	*60*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*6890*	mm^3
t_f	=	*8*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*16481*	mm^3
y_s	=	*17,7*	mm	i_y	=	*18,0*	mm
A_{bruto}	=	*903*	mm^2	i_v	=	*11,5*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*1400*	mm	No. bolts / end / flange	=	*1*	
$L_{v;cr}$	=	*1400*	mm	Type of bolts M / "	=	*24*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	End distance bolt e1	=	*55*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*80*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*30*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*8*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,41** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **121** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,50** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,78** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,37** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,53** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,78 = 78%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Traverse 1 en 2* *diagonalen onderrand (S317,466,288,465)*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-77,7	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	77,8	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H90/90/9* (*1)

h	=	90	mm	I_y	=	1158332	mm^4
b	=	90	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	17927	mm^3
t_f	=	9	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	45626	mm^3
y_s	=	25,4	mm	i_y	=	27,3	mm
A_{bruto}	=	1552	mm^2	i_v	=	17,4	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	2270	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	2270	mm	Type of bolts M / "	=	20	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	0	mm	End distance bolt e1	=	40	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	80	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	45	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	8	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,31** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **131** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,51** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,75** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,83** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,79** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,83 = 83%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Traverse 3 en 4* *bovenrand*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*0,0*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*42,0*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H80/80/8* (*1)

h	=	*80*	mm	I_y	=	*722469*	mm^4
b	=	*80*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*12576*	mm^3
t_f	=	*8*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*32038*	mm^3
y_s	=	*22,6*	mm	i_y	=	*24,3*	mm
A_{bruto}	=	*1227*	mm^2	i_v	=	*15,4*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*2880*	mm	No. bolts / end / flange	=	*2*	
$L_{v;cr}$	=	*2880*	mm	Type of bolts M / "	=	*16*	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	*0*	mm	End distance bolt e1	=	*35*	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*50*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*40*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*8*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,22** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **187** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,00** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,35** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,28** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,35 = 35%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Traverse 3 en 4* *onderrand*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-53,2	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	49,3	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H60/60/8* (*1)

h	=	60	mm	I_y	=	291532	mm^4
b	=	60	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	6890	mm^3
t_f	=	8	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	16481	mm^3
y_s	=	17,7	mm	i_y	=	18,0	mm
A_{bruto}	=	903	mm^2	i_v	=	11,5	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	1340	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	1340	mm	Type of bolts M / "	=	16	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	30	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	8	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,36** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **116** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,50** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,79** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,88** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,58** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,88 = 88%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Traverse 3 en 4* *onderrand S193,191,170,168*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-25,2	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	27,2	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H50/50/5* (*1)

h	=	50	mm	I_y	=	109643	mm^4
b	=	50	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	3049	mm^3
t_f	=	5	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	7811	mm^3
y_s	=	14,0	mm	i_y	=	15,1	mm
A_{bruto}	=	480	mm^2	i_v	=	9,6	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	1200	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	1200	mm	Type of bolts M / "	=	24	
L_{tot} (with comb. buckling)	=	0	mm	End distance bolt e1	=	55	mm
$a*L_{tot}$ (with comb. buckling)	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	80	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	25	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	8	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,56** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **125** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,50** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,74** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,20** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,79** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,79 = 79%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Traverse 5 en 6* *randen*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-180,0*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*141,9*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H100/100/10* (*1)

h	=	*100*	mm	I_y	=	*1766764*	mm^4
b	=	*100*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*24615*	mm^3
t_f	=	*10*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*62597*	mm^3
y_s	=	*28,2*	mm	i_y	=	*30,4*	mm
A_{bruto}	=	*1915*	mm^2	i_v	=	*19,3*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*2008*	mm	No. bolts / end / flange	=	*2*	
$L_{v;cr}$	=	*2008*	mm	Type of bolts M / "	=	*24*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	End distance bolt e1	=	*55*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*80*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*50*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*10*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,45** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **104** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,62** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,66** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,47** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,66 = 66%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Traverse 5 en 6* *bovenrand*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-23,0*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*38,0*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H65/50/6* (*1)

h	=	*65*	mm	I_y	=	*271004*	mm^4
b	=	*50*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*5202*	mm^3
t_f	=	*6*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*21006*	mm^3
y_s	=	*12,9*	mm	i_y	=	*20,3*	mm
A_{bruto}	=	*658*	mm^2	i_v	=	*10,5*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*1726*	mm	No. bolts / end / flange	=	*2*	
$L_{v;cr}$	=	*1726*	mm	Type of bolts M / "	=	*16*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	End distance bolt e1	=	*35*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*50*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*25*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*6*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,39** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **164** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,41** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,32** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,34** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,41 = 41%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Traverse 5 en 6* *diagonalen v.v en a.v.*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	*-4,9*	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	*1,9*	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	*0*	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	*0*	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	*0*	kN

Angle profile : *H50/50/5* (*1)

h	=	*50*	mm	I_y	=	*109643*	mm^4
b	=	*50*	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	*3049*	mm^3
t_f	=	*5*	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	*7811*	mm^3
y_s	=	*14,0*	mm	i_y	=	*15,1*	mm
A_{bruto}	=	*480*	mm^2	i_v	=	*9,6*	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	*Fe510*		Permissible stress $f_{y;d}$	=	*355,0*	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	*1911*	mm	No. bolts / end / flange	=	*1*	
$L_{v;cr}$	=	*1911*	mm	Type of bolts M / "	=	*16*	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	End distance bolt e1	=	*35*	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	*0*	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	*50*	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	*0*	mm	Edge distance bolt e2	=	*80*	mm
Position perpendicular force	=	*1*	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	*8,8*	
Column profile?	=	*1*	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	*1*	
Thickness tie plate	=	*8*	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	*1*	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,01** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **199** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,22** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,28** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,08** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,06** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,28 = 28%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Traverse 5 en 6* *diagonalen l.z.v en r.z.v*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-34,8	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	37,5	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H50/50/6* (*1)

h	=	50	mm	I_y	=	128406	mm^4
b	=	50	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	3612	mm^3
t_f	=	6	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	8883	mm^3
y_s	=	14,5	mm	i_y	=	15,0	mm
A_{bruto}	=	569	mm^2	i_v	=	9,6	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	1092	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	1092	mm	Type of bolts M / "	=	16	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	25	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	8	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,48** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **114** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,50** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,79** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,62** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,68** **< 1**

Remarks:

The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,79 = 79%**

(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

Referentienr :	13039140509	**Berekening :**	B.14015
Project :	150 kV lijn Leiden - Zoetermeer		
Part :	mast 74		

D&C ENGINEERING

Check equal leg angle-members according to Eurocode 3, prEN 1993-1-1 : 2003

File prEN 1993-1-1.revB.xls d.d. 2-32012, JG

Check section: *Traverse 5 en 6* *diagonalen l.z.v en r.z.v (S71,S73,S10,S8)*

Memberforces : **(Attention! pressure = "-" and tension ="+")**

Compression:	N_{Sd}	=	-23,4	kN	***Combined forces diagonal:***			
Tension:	N_{Sd}	=	23,7	kN	$N_{comb1;c;s;d}$ (min. Compr. or tension)	=	0	kN
	$F_{perpend.;s;d}$	=	0	kN	$N_{comb2;c;s;d}$ (max. compression)	=	0	kN

Angle profile : *H60/60/6* (*1)

h	=	60	mm	I_y	=	227925	mm^4
b	=	60	mm	$W_{y;el;eff.1}$	=	5285	mm^3
t_f	=	6	mm	$W_{y;el;eff.2}$	=	13507	mm^3
y_s	=	16,9	mm	i_y	=	18,2	mm
A_{bruto}	=	691	mm^2	i_v	=	11,5	mm

Material :

Mat. qual. Fe360 / Fe510	=	Fe510		Permissible stress $f_{y;d}$	=	355,0	N/mm^2

Geometry section and bolts:

$L_{y;cr}$	=	2162	mm	No. bolts / end / flange	=	1	
$L_{v;cr}$	=	2162	mm	Type of bolts M / "	=	16	
$L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	End distance bolt e1	=	35	mm
$a*L_{tot\ (with\ comb.\ buckling)}$	=	0	mm	Centre-centre spacing bolt s1	=	50	mm
$L_{perpendicular\ force}$	=	0	mm	Edge distance bolt e2	=	30	mm
Position perpendicular force	=	1	(⌉=1, ⌋=2)	Boltquality 4.6/5.6/8.8/10.9	=	8,8	
Column profile?	=	1	no=1, yes=2	Rolled screw threads	=	1	
Thickness tie plate	=	6	mm	Dubble strap joint no=1, yes=2	=	1	

Summary checks :

1 - Check tension on member :

$UC_1 = N_{Ed} / N_{t.Rd}$ = **0,23** **< 1**

2 - Check perpendicular force on member :

$UC_2 = M_{Ed} / M_{c.Rd}$ = **n.v.t.** **< 1**

3 - Check of the member slenderness :

$UC_3 = C_{max;buc} / C_{perm}$ = **187** **< 200 or 240**

4 - Check stress in member due to compression without excentricity:

$UC_4 = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

5 - Check stress in member due to compression with excentricity:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **0,66** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **0,83** **< 1**

6 - Check stress with combined buckling of two sections:

$UC_{5-1} = N_{E;d} / (C_{max;buc} \times N_{b;Rd})$ = **n.v.t.** **< 1**

$UC_{5-2} = N_{E;d} / N_{b;Rd} + k_{yy} \times (M_{y;Ed} + DM_{y;Ed}) / (C_{LT} \times M_{y;Rk})$ = **n.v.t.** **< 1**

7 - Check shear stress boltconnection:

$UC_7 = F_{v;Ed} / F_{v;Rd}$ = **0,39** **< 1**

8 - Check bearing stress boltconnection:

$UC_8 = F_{b;Ed} / F_{b;Rd}$ = **0,37** **< 1**

Remarks:

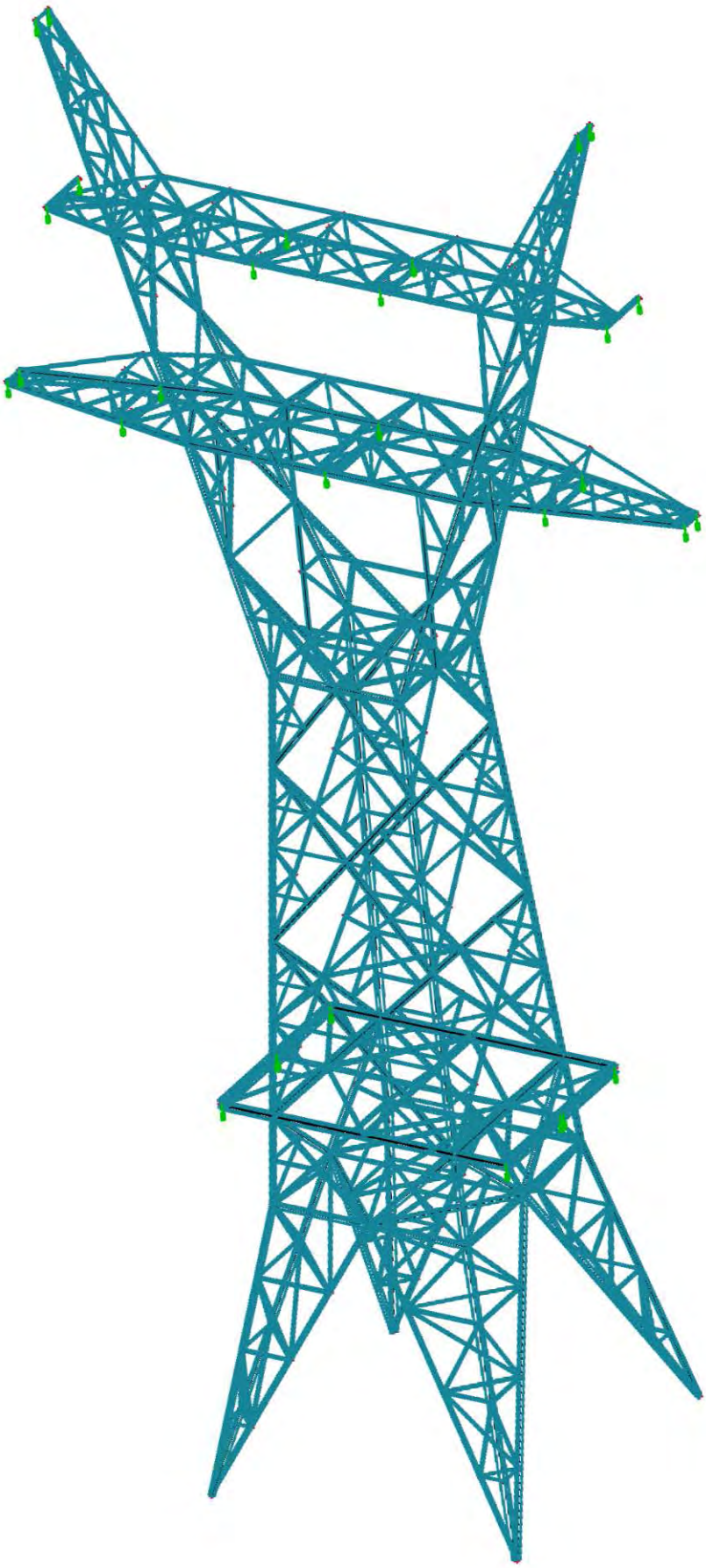
The maximum increase of stress or totalstress is(*2) : **$U.C_{max}$ = 0,83 = 83%**

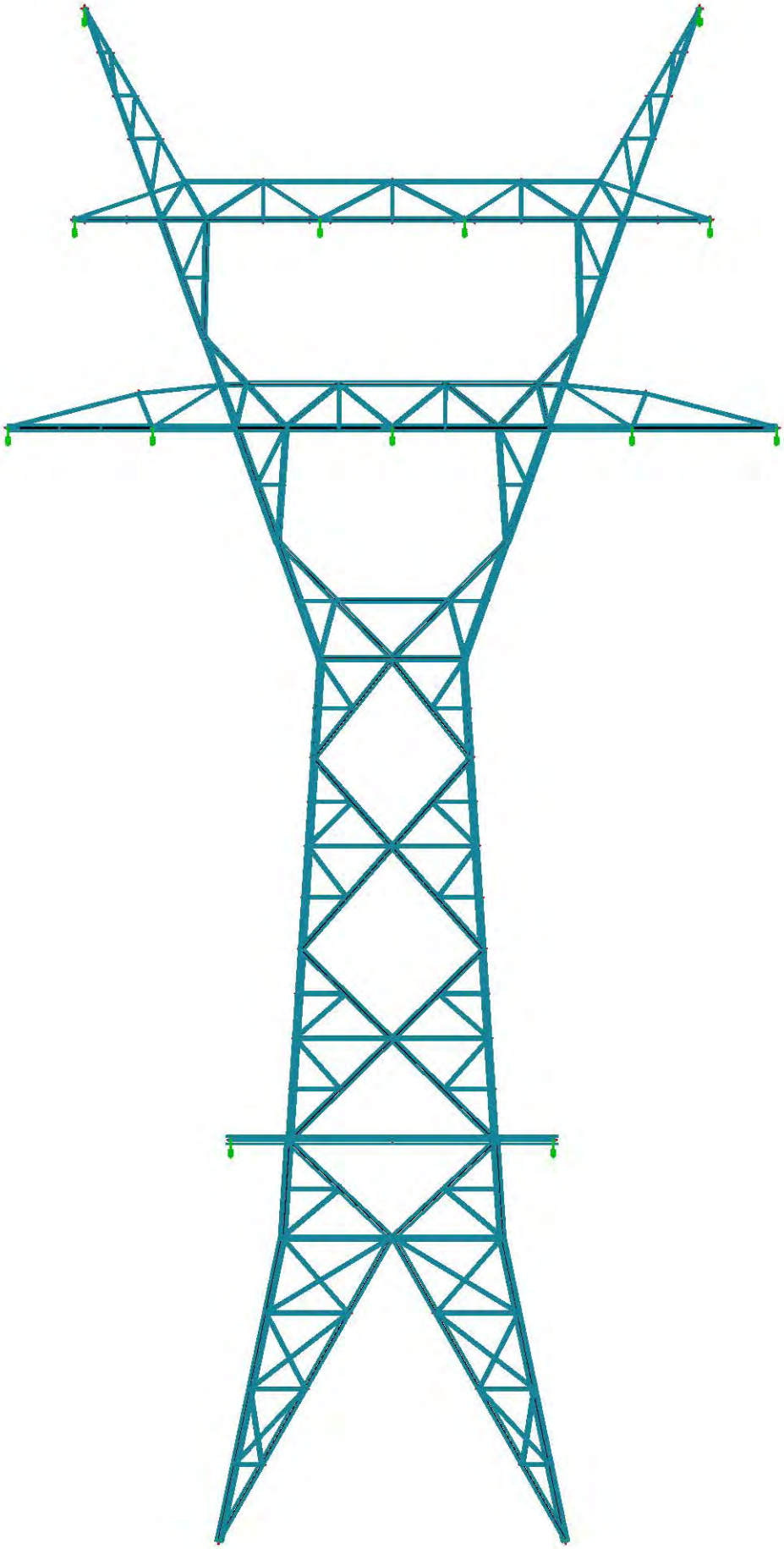
(*1) Eventually, with the checks of the stresses, the cross-section reduction method is used according to prEN 1993-1-5.

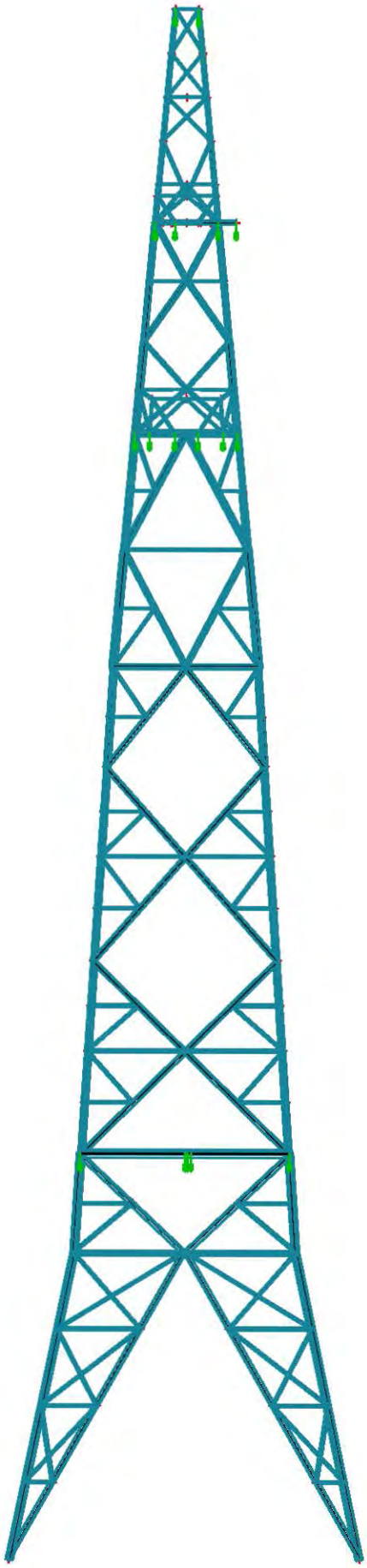
(*2) The total stress or increase of stress has been related to the permissible stress.

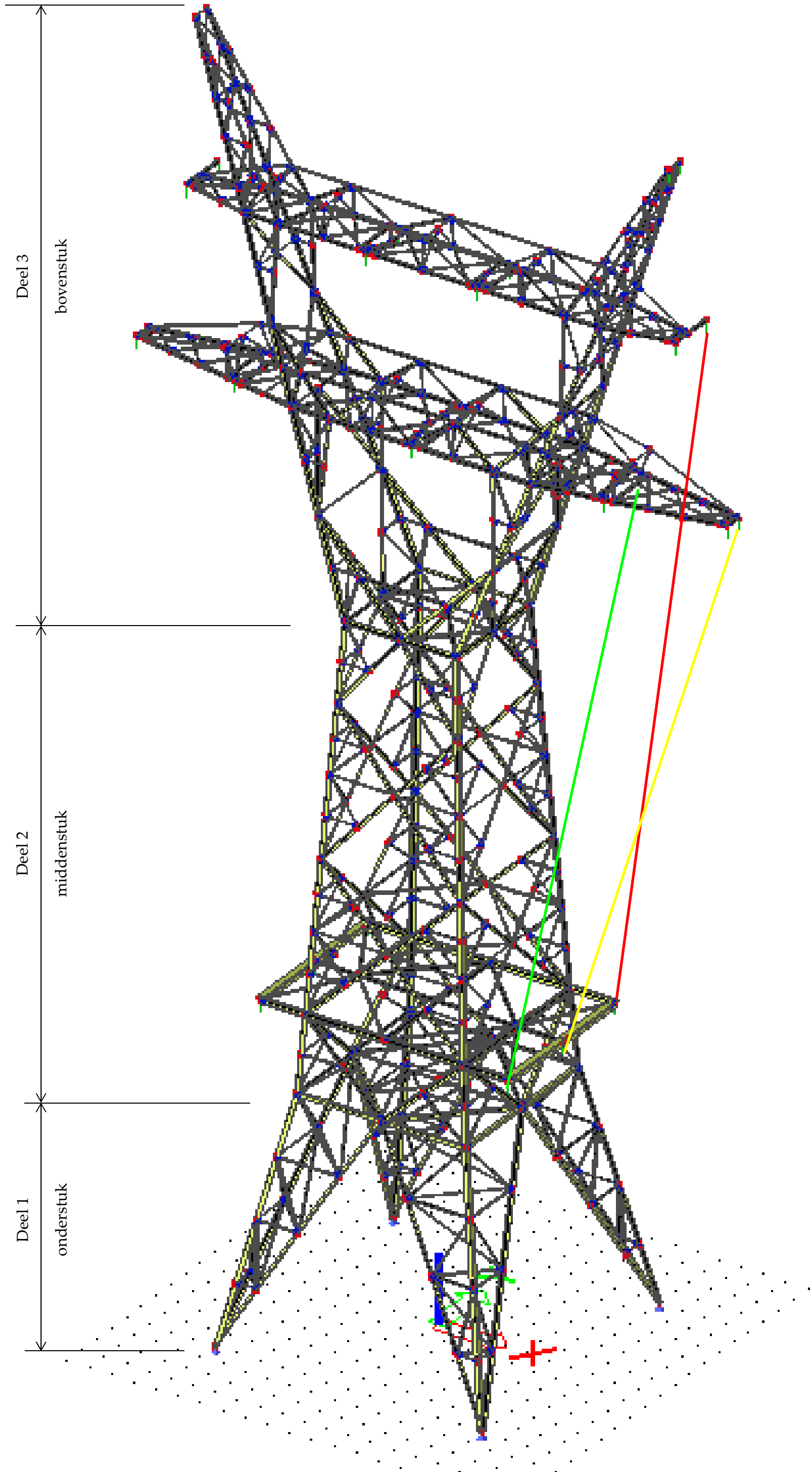
Revision :	0	A	B	C	D	E	F
Date :	9-apr-2013						
Name :	M.Glegola						
Checked :	J. Hollaar						

3. BIJLAGE: AANZICHTTEKENINGEN

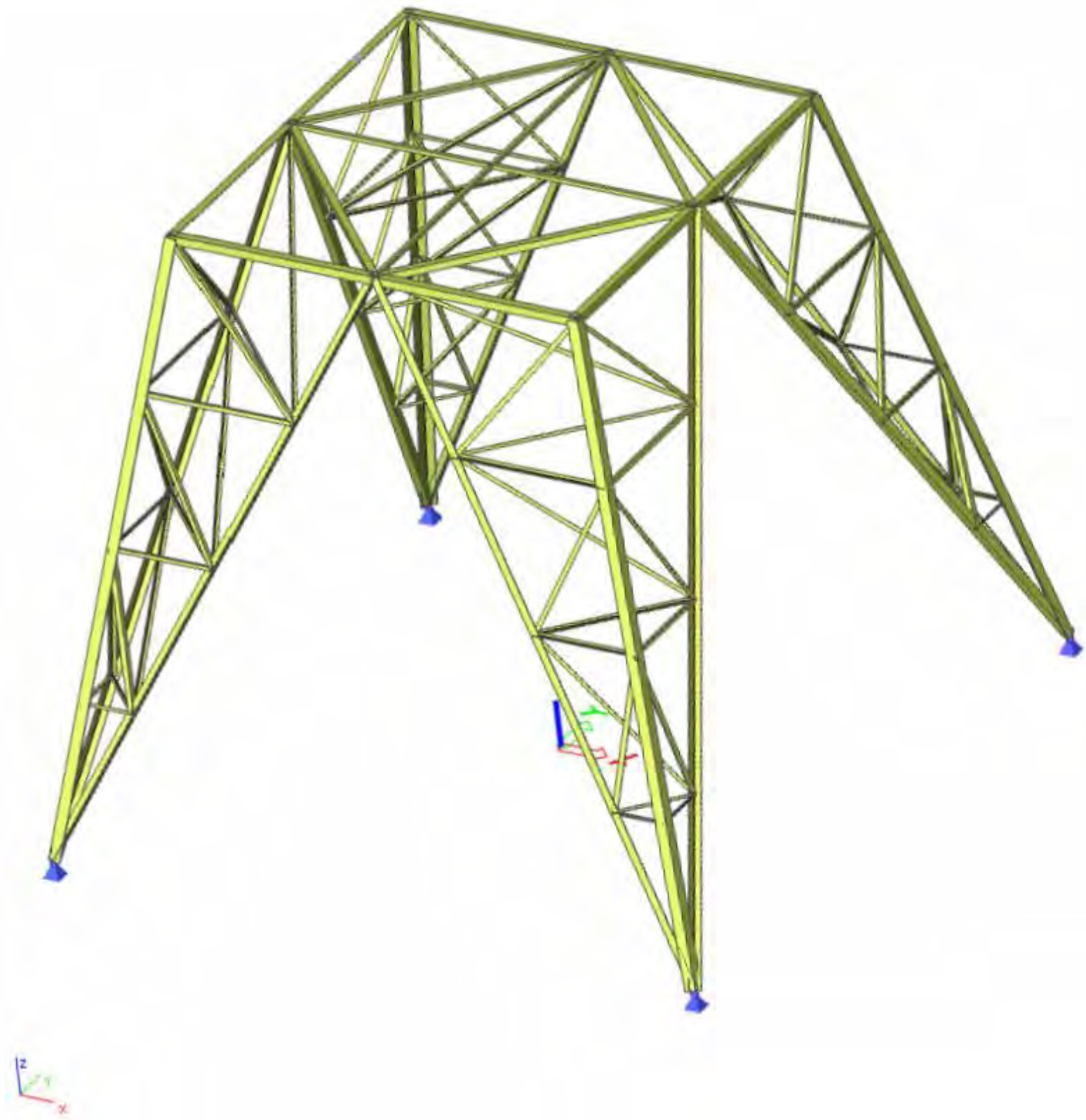




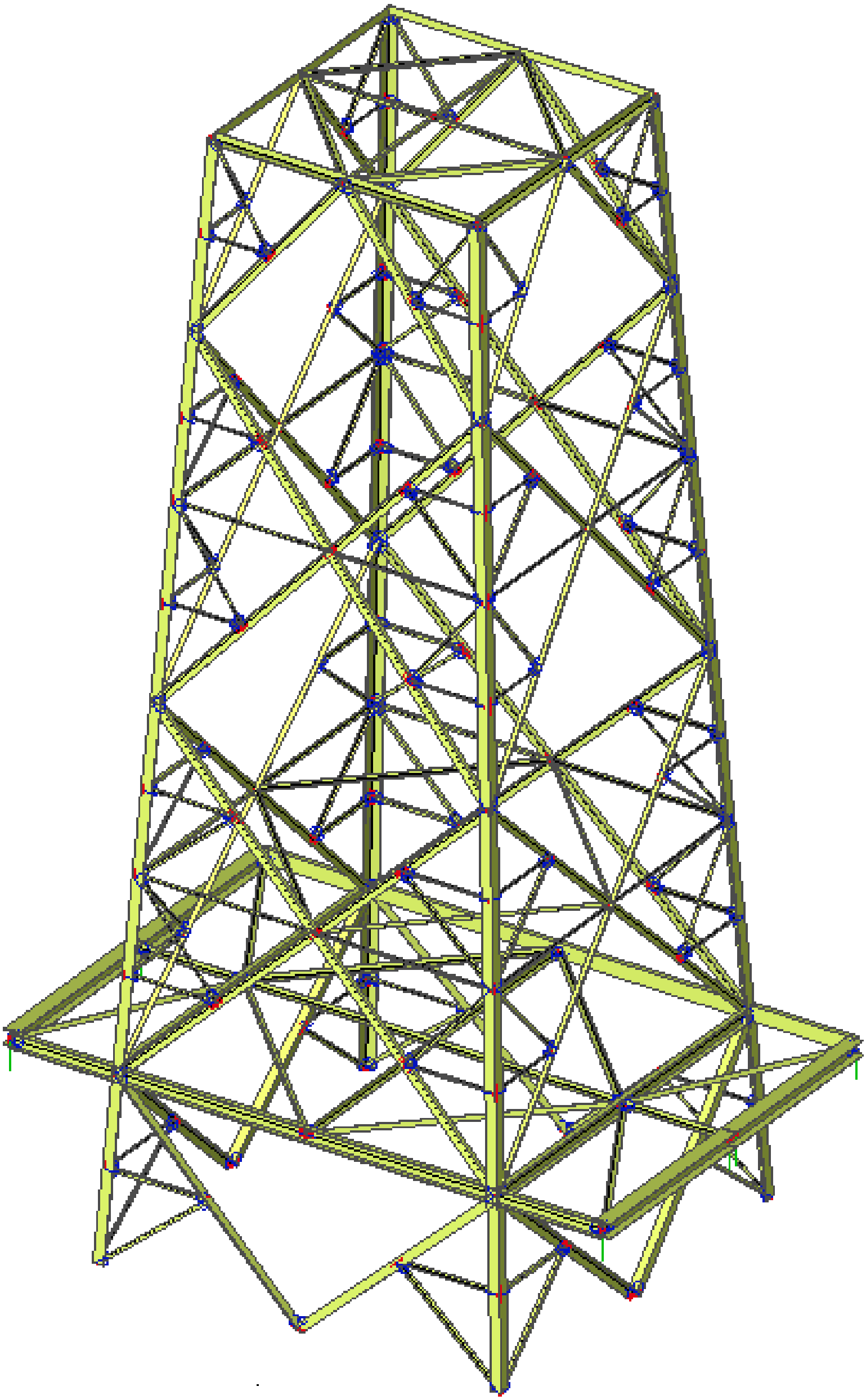




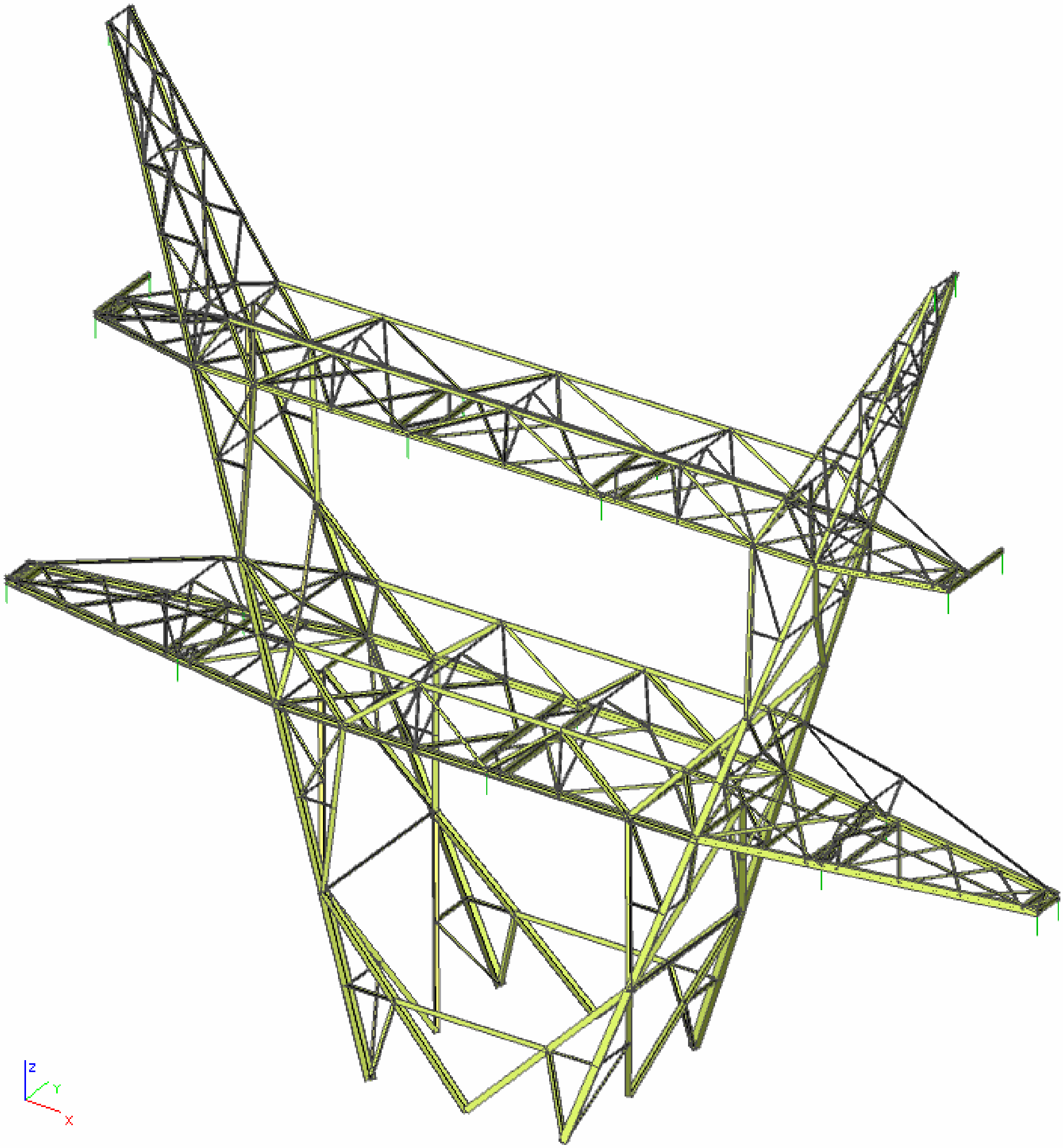
Figuur 1: Mast 74 -overzicht



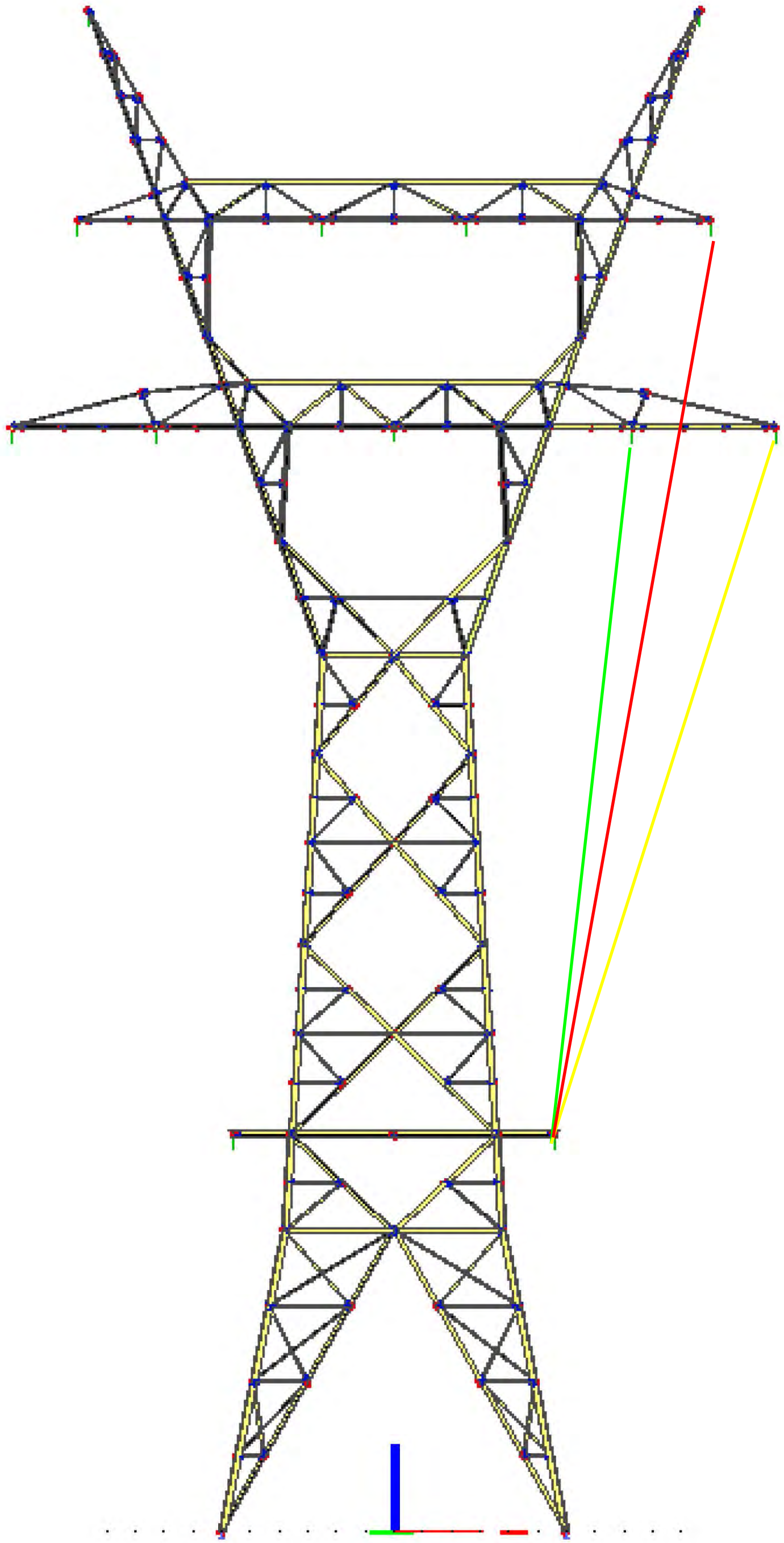
Figuur 2: Mast 74 – Deel1 :onderstuk



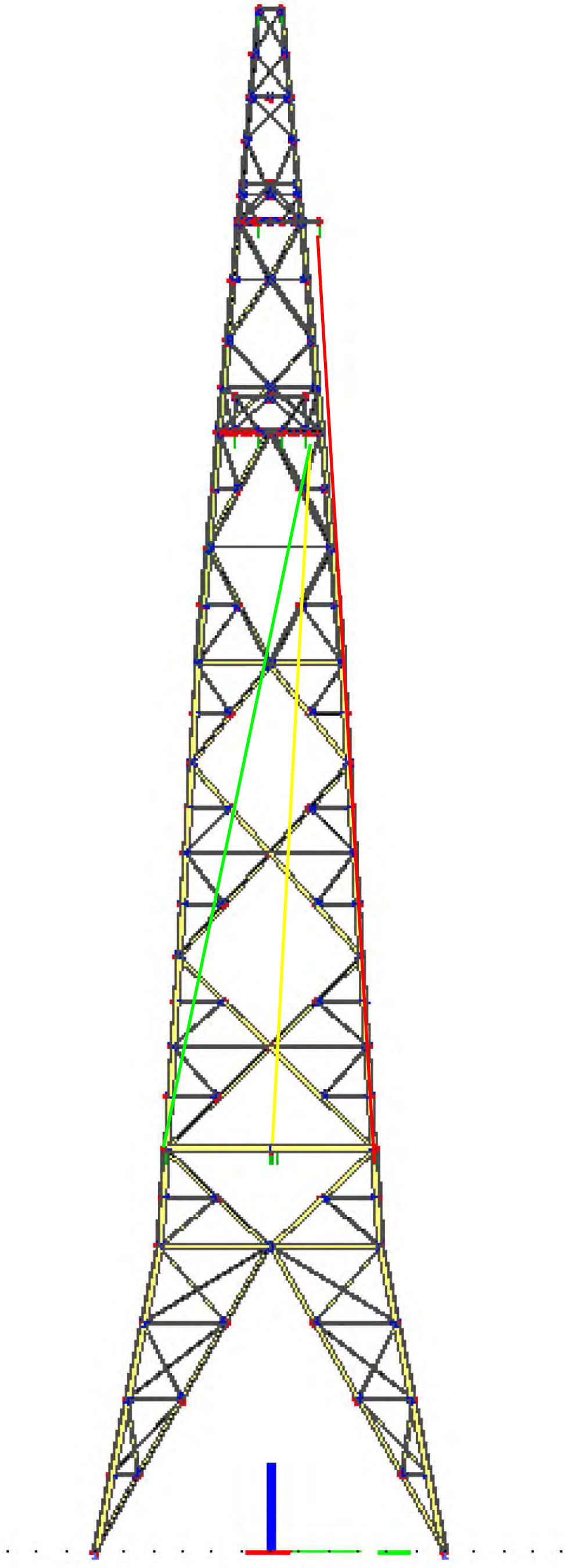
Figuur 3: Mast 74 – Deel2 : middenstuk



Figuur 4: Mast 74 – Deel3 : bovenstuk



Figuur 5: Mast 74 – voorvlak



Figuur 6: Mast 74 – zijvlak

Bijlage 9b

Ontwerp omleiding M74

Ontwerp omleiding M74

Project:
Randstad 380 kV Noordring

Opdrachtgever:
TenneT TSO

Revisie	Datum	Wijzigingen ten opzichte van vorige revisie
00	14-02-2014	Eerste versie
01	04-04-2014	Aangepast aan de hand van een nieuwe versie van de overzichtstekeningen
02	25-04-2014	Toevoeging aangepaste werkmethode voor het amoveren van de omleiding

Documentnummer: R3N-OWR-0051

Opsteller	*Controleur*	*Vrijgever*
Koen Pieters Project Leider	Pieter de Jager Ontwerp Manager	Erik Duwel Project Manager

Distributie

Naam	Bedrijf
Extern	
Guido Volman	TenneT TSO
Intern	
Erik Duwel	BAM
Pieter de Jager	BAM
Eric van Rooijen	BAM
Rob Bakker	BAM
Erwin ten Cate	BAM
Michaël Desmet	Cofely Fabricom
Koen Pieters	Cofely Fabricom
Hein Pijnappel	Mott McDonald

Beheer

De documentbeheerder van de combinatie verzorgt de distributie. Alleen houders van een geregistreerde kopie ontvangen automatisch aanvullingen en/of wijzigingen. Het is de verantwoordelijkheid van de houders het document up to date te houden. De laatste versie is altijd beschikbaar in ThinkProject!

Indien documenten worden geprint, geldt het volgende: een geregistreerde kopie is geldig vanaf de datum van uitgifte. Bij uitgifte van een document met een hoger revisienummer verliest de voorgaande versie automatisch haar geldigheid. Kopiehouders dienen het voorblad van een ongeldige versie te markeren met een diagonale lijn samen met de tekst 'vervallen'.

Neem bij twijfel over de geldende versie contact op met de documentbeheerder.

Inhoudsopgave

Referentie lijst *3*
1. Inleiding *4*
2. Drie circuit TIJDELIJKE verbinding aan mast 074 ..... *5*
2.1. Omgevingsimpact 5
2.2. Lengteprofiel 5
2.3. Mastbeeld 6
2.4. Fundatie 6
2.5. VNB ombouwplan 7
2.6. Versterkingen M73 en M75 7
2.7. Werkmethode amoveren omleiding 8
3. Bijlagen *8*
Bijlage 1: Lengteprofiel omleiding M74 9
Bijlage 2: VNB ombouwplan 10

Referentie lijst

Ref	Document naam
[A]	R3N-TEK-0006-07 overzichtstekening blad 7 van 20 mast147-143; R3N-TEK-0123-07 overzichtstekening blad 6 van 20 mast75-74;
[B]	R3N-TEK-0182 Tijdelijke mast YMM74
[C]	R3N-PLA-0005-01 VNB Plan
[D]	R3N-PLN-0001 Planning
[E]	R3N-OWR-0055-00.01 Controle berekeningen M73 en M75

1. INLEIDING

De komende jaren werken het ministerie van Economische Zaken en TenneT aan de aanleg van een nieuwe 380 kV hoogspanningsverbinding in de Randstad. De nieuwe verbinding stelt de voorziening van elektriciteit in de Randstad veilig.

Het ontwerptracé van de nieuwe Randstad 380 kV verbinding is sinds eind 2008 bekend. De plannen gaan uit van twee ringen, tussen Wateringen en Zoetermeer (de Zuidring) en tussen Zoetermeer en Beverwijk (de Noordring). Eind 2012 heeft TenneT de aanbesteding opgestart voor het gedeelte van de Noordring tussen station Vijfhuizen en Bleiswijk. Het contract is opgedeeld in twee percelen, waarbij de grens ligt bij Zuidelijke Ringvaart. Dit document heeft betrekking op perceel 2 (het zuidelijke gedeelte).

Het voorliggende document is onderdeel van het definitief ontwerp ten behoeve van de vergunningsaanvragen en behandelt:

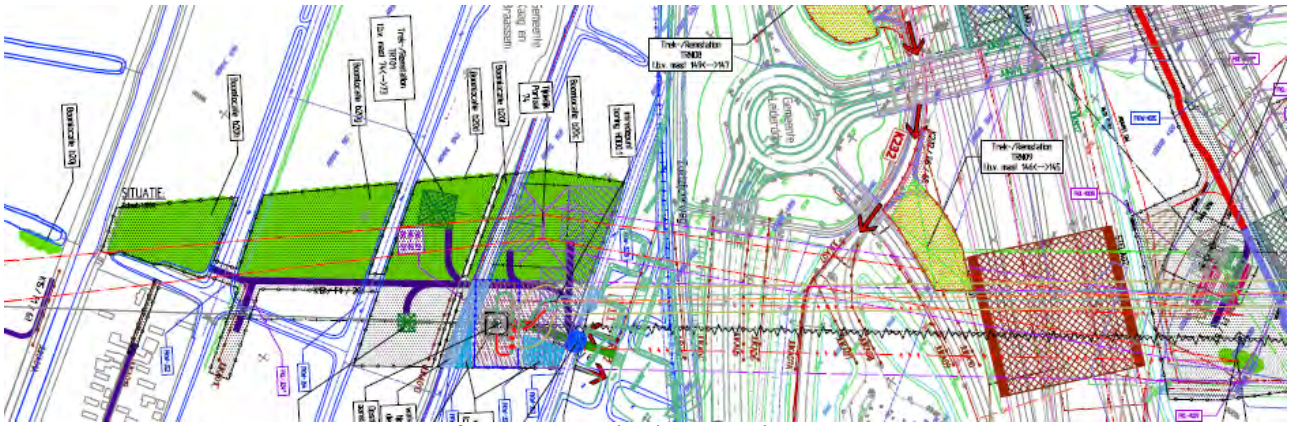
- Het ontwerp van een 3 circuit omleiding tussen mast 73 en mast 75 (150kV)

2. DRIE CIRCUIT TIJDELIJKE VERBINDING AAN MAST 074

Situatie schets: Aan mast 74 wordt de nieuwe ondergrondse 150kV lijn gekoppeld aan de bestaande 150kV luchtlijn naar Leiden. Mast 74 moet dus worden vrijgemaakt om van een half verankering te worden omgebouwd naar een OSP. De bestaande 150kV lijn zal hiervoor worden omgeleid via een tijdelijke mast aan de noordkant van oorspronkelijke lijn.

2.1. OMGEVINGSIMPACT

Voor het plaatsen van de tijdelijke mast zal er een oppervlakte van 50 x 50m moeten worden vrijgemaakt, ook onder de lijn moet er voldoende ruimte vrij zijn. Onder de lijn zal er een strook bomen moeten worden gekapt (groene zone). Zie ref [A] voor meer detail.

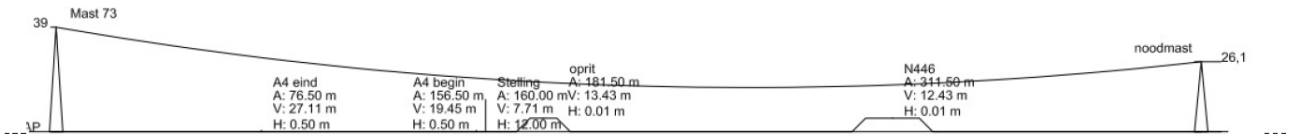


Figuur 1: Omgevingsimpact rond mast 74

Aangezien de lijnen van mast 74 naar de tijdelijke mast worden overgebracht zal het aantal beschermingen worden uitgebreid. Over de A4 (+ op-en afritten) zal er gewerkt worden met stellingen en netten. Langs de N446 wordt het aantal jukken verdubbeld en aan de volkstuintjes zullen er extra maatregelen getroffen worden.

2.2. LENGTEPROFIEL

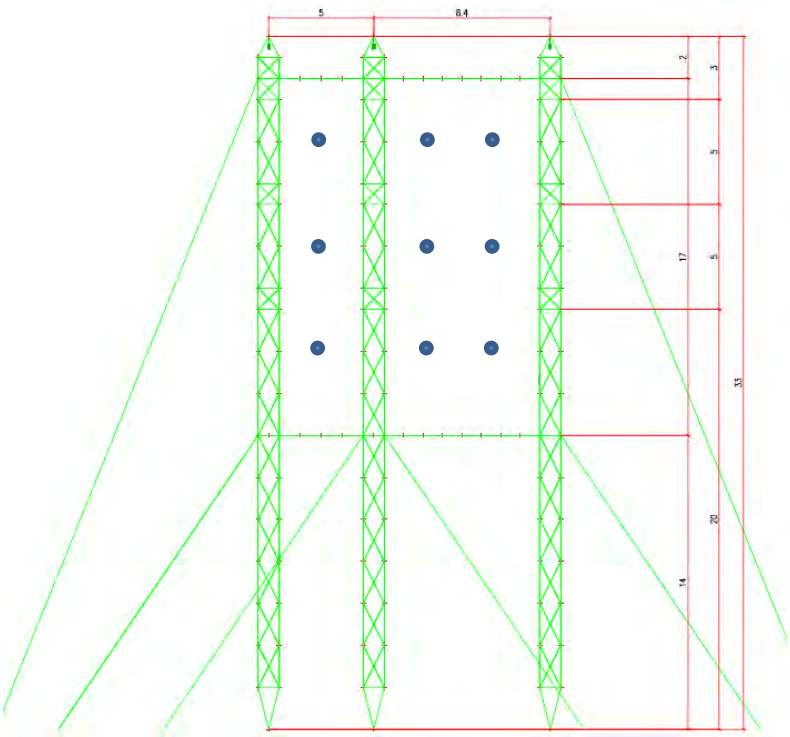
Voor de hoogte van de omleiding tussen M73 en de tijdelijke mast is er rekening gehouden met enkele bepalende obstakels: N446 (5m), Oprit A4 (5m) en de beschermingen over de A4 (12m). De kleinste tussen afstand is 7,71m wat voldoende is volgens de NEN norm. Zie bijlage 1 voor meer detail. In het portaal tijdelijke mast - M75 zullen er enkele bomen gekapt moeten worden.



Figuur 2: Lengte profiel Mast 73 – tijdelijke mast

2.3. MASTBEELD

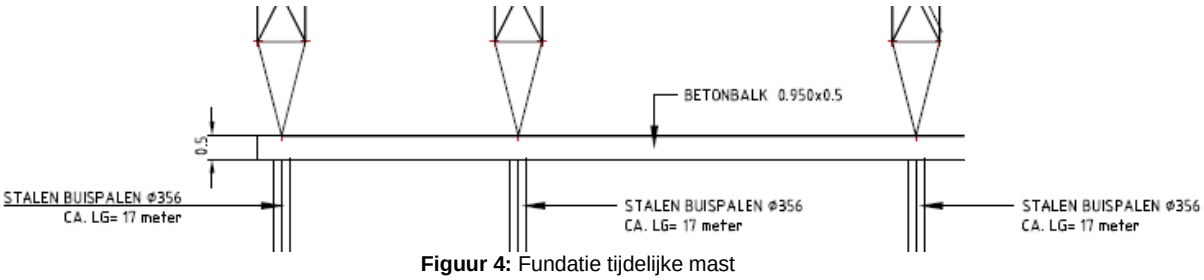
De tijdelijke mast zal bestaan uit een gesloten frame, verankerd met kabels naar de grond.
De drie circuits worden verticaal boven elkaar gemonteerd. Zie ref [B] voor een detail tekening met afmetingen. Er is voor deze opstelling gekozen met het oog op minimale onderlinge afstanden, obstakels, A4, locatie van de mast, hoek, methode van het overbrengen van de geleiders,…



Figuur 3: Mastbeeld tijdelijke mast

2.4. FUNDATIE

Als fundatie worden er 3 stalen buispalen van 17m (ϕ 356 mm) in de grond geheid met daarop een betonnen balk van 14,5 x 0,95 x 0,5m. De verbinding van het portaal naar de betonnen balk gebeurt middels ingestorte ankers. Zie ref [B] voor een overzicht.



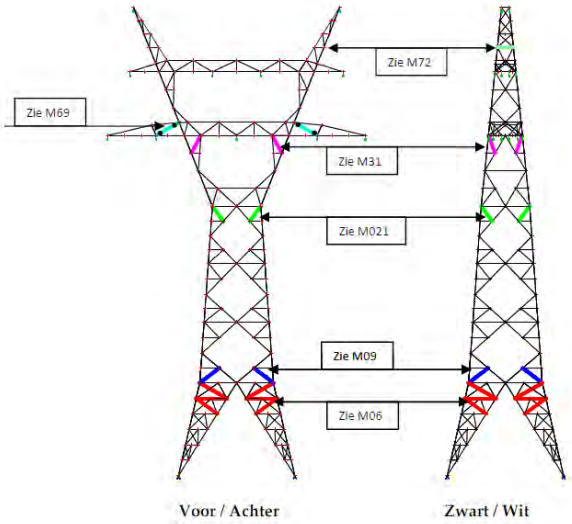
Figuur 4: Fundatie tijdelijke mast

2.5. VNB OMBOUWPLAN

De werkmethode is op zo'n manier opgesteld dat er tijdens de werken ten alle tijden 1 circuit in dienst is en 1 in stand-by. Zie bijlage 2 voor de verschillende stappen en een visuele voorstelling. Voor de algemene planning zie ref [C] en [D].

2.6. VERSTERKINGEN M73 EN M75

Door de hoek en het hoogte verschil die de omleiding naar het tijdelijk portaal te weeg brengt zullen masten 73 en 75 op verschillende plaatsen in hun structuur versterkt moeten worden.



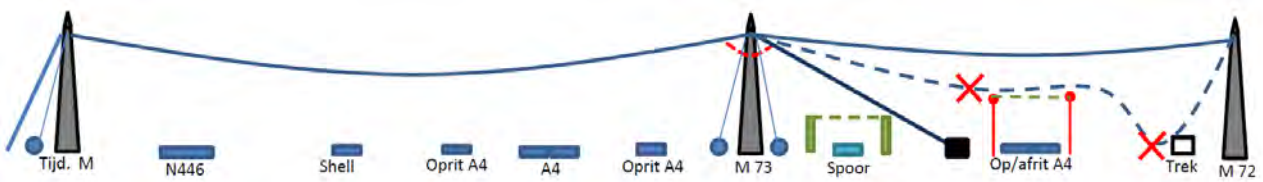
Figuur 5: Versterkingen M55

Ook voor de fundering van masten 73 en 75 zijn er aanvullende maatregelen nodig. Bij de situatie waarbij de palen op trek komen te staan voldoen de huidige funderingen niet. Om de te grote trekspanningen op te vangen worden er extra grout ankers geplaatst. Meer details vindt u in ref [E].

2.7. WERKMETHODE AMOVEREN OMLEIDING

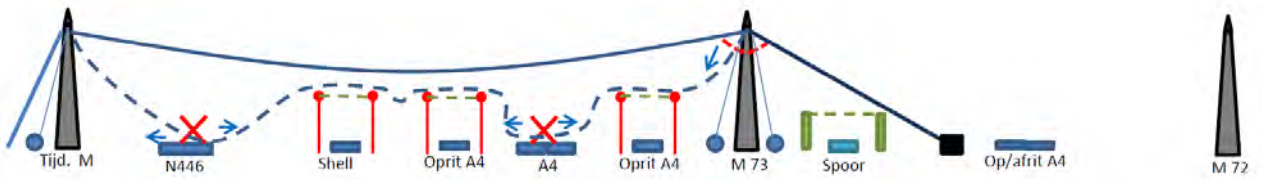
Op het moment dat de ondergrondse kabels zijn geïnstalleerd zal de omleiding in zijn geheel worden verwijderd. Aangezien de geleiders tussen mast 72 en de tijdelijke mast zowel de A4 als de HSL kruist is er een aangepaste werkmethode uitgewerkt in samenspraak met de verschillende instanties.

Het amoveren zal in twee stappen verlopen. Eerst zullen de geleiders tussen M72 en M73 worden weggehaald, hiervoor worden er jukken aan weerskanten van de op en afritten geplaatst en stellingen aan de HSL, beide worden overspannen met netten. De geleiders worden één voor één gecontroleerd naar onderen gebracht en geknipt. Aangezien mast 73 niet sterk genoeg is om maar aan één kant geleiders te hebben hangen zal er voor elke verwijderde geleider een tui worden getrokken naar een ballast en zo de balans van de mast verzekeren.



Figuur 6: Fase 1 amoveren tussen M72 en M73

Voor het stuk tussen de mast 73 en het tijdelijke portaal zullen we de A4 voor enkele nachten omleiden via de op en afritten, de N446 zal tijdelijke worden gesperd. De op en afritten worden beschermd met netten zoals voorgesteld in het onderstaande schema. Wanneer de omleidingen zijn gerealiseerd worden de geleiders wederom gecontroleerd naar onderen gebracht en geknipt op verschillende plaatsen.



Figuur 7: Fase 2 amoveren tussen M73 en het tijdelijke portaal

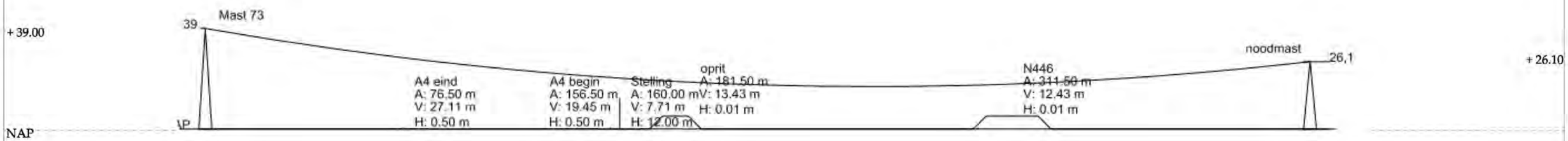
3. BIJLAGEN

Bijlage 1 Lengte profiel omleiding M74

Bijlage 2 VNB ombouwplan

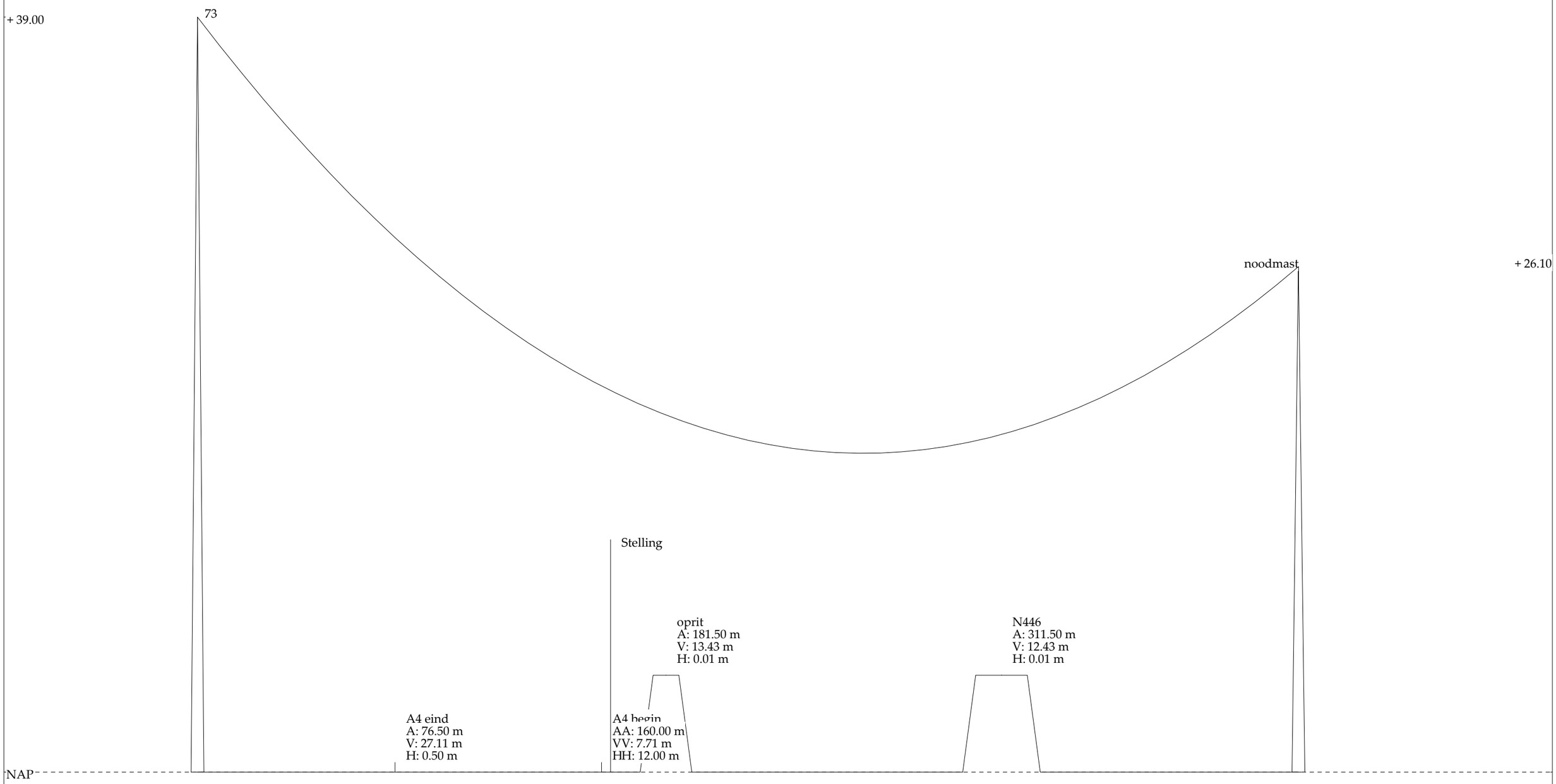
BIJLAGE 1: LENGTEPROFIEL OMLEIDING M74

Bestand:	13039a_nood_verhoogd	Geleidertype :	CU185	Temperatuur :	10 °C	Veld :	1	Lengte :	426.52 m	Sch. hor. :	1 : 1500
Vak :		Plaats :	fase ondertr	Trekkracht :	24895 N	Doorh. t.o.v. hoogste mast :			22.54 m	Sch. vert.:	1 : 1500



Naam hoogspanningslijn:		Omschrijving veld:	
Omschrijving vak:	73 - 74	73 - 74	D&C Software Zeegprogrammatuur versie 9.0

Bestand:	13039a_nood_verhoogd	Geleidertype :	CU185	Temperatuur :	10 °C	Veld :	1	Lengte :	426.52 m	Sch. hor. :	1 : 1500
Vak :		Plaats :	fase ondertr	Trekkracht :	24895 N	Doorh. t.o.v. hoogste mast :			22.54 m	Sch. vert.:	1 : 200



Naam hoogspanningslijn:		Omschrijving veld:	
Omschrijving vak:	73 - 74	73 - 74	D&C Software Zeegprogrammatuur versie 9.0

BIJLAGE 2: VNB OMBOUWPLAN

Scenario Omleiding M74

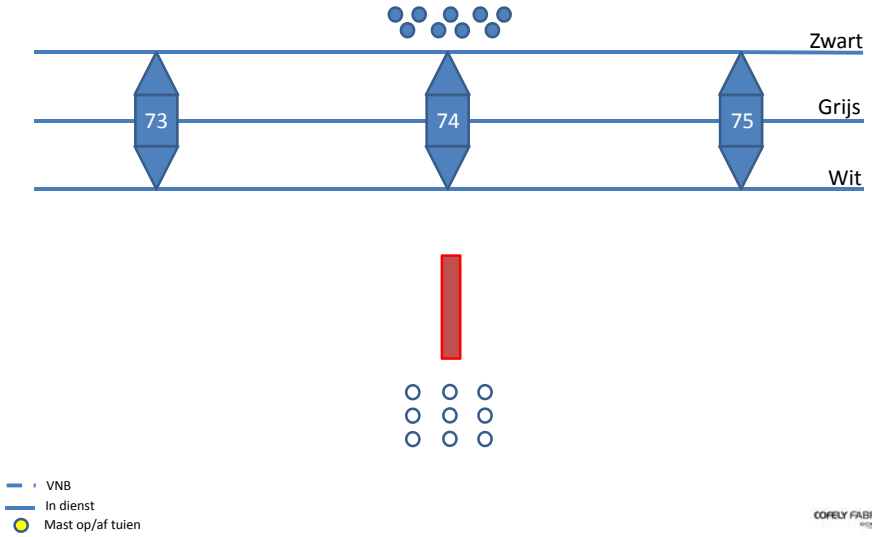
Dag	Werk omschrijving	Schema	VNB
1	Versterken van mast lichaam M73 en M75	/	/
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11	Versterken 1 kant van mast kop M73 en M75	/	Wit + Grijs
12			
13			
14			
15			
16	Versterken 2e kant van mast kop M73 en M75	/	Grijs + Zwart
17			
18			
19			
20			
21	Montage tijdelijke mast	Stap 1	/
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31	Afstand houders circuit wit uit portaal M73-74 en M74-75 fietsen	Stap 2	Wit + Grijs
32	Op poelie leggen van de 3 fase draden in circuit Wit		
33	Klaarmaken van de tuien		
34	Optuien Mast 75	Stap 3/4	Wit + Grijs
35	Knippen van de fase kabel Kabel naar de grond brengen en persen van verlengstuk (tussen M73 en tijdelijke mast)		
36	Kabels in de tijdelijke mast hijsen		
37	Overbrengen aardkabel		
38	Afwerken van verankering circuit Wit tijdelijke mast	Stap 5	Wit + Grijs
39			
40	Afstand houders circuit wit terug plaatsen		
41	Controle TenneT voor indienstname circuit Wit		Wit + Grijs
42	Afstand houders circuit Grijs uit portaal M73-74 en M74-75 fietsen	Stap 6	Zwart + Grijs
43	Op poelie leggen van de 3 fase draden in circuit Grijs		
44	Klaarmaken van de tuien		
45	Optuien Mast 75	Stap 7/8	Zwart + Grijs
46	Knippen van de fase kabel Kabel naar de grond brengen en persen van verlengstuk (tussen M73 en tijdelijke mast)		
47	Kabels in de tijdelijke mast hijsen		
48	Afwerken van verankering circuit Grijs tijdelijke mast	Stap 9	Zwart + Grijs
49			
50	Afstand houders circuit Grijs terug plaatsen		
51	Afstand houders circuit Zwart uit portaal M73-74 en M74-75 fietsen	Stap 10	Zwart + Grijs
52	Op poelie leggen van de 3 fase draden in circuit Zwart		
53	Klaarmaken van de tuien		
54	Optuien Mast 75	Stap 11/12	Zwart + Grijs
55	Knippen van de fase kabel Kabel naar de grond brengen en persen van verlengstuk (tussen M73 en tijdelijke mast)		
56	Kabels in de tijdelijke mast hijsen		
57	Overbrengen aardkabel		
58	Afwerken van verankering circuit Zwart tijdelijke mast	Stap 13	Zwart + Grijs
59			
60	Afstand houders circuit Zwart terug plaatsen		
61	Controle TenneT voor indienstname circuit Grijs + Zwart		Zwart + Grijs

Scenario Omleiding M74

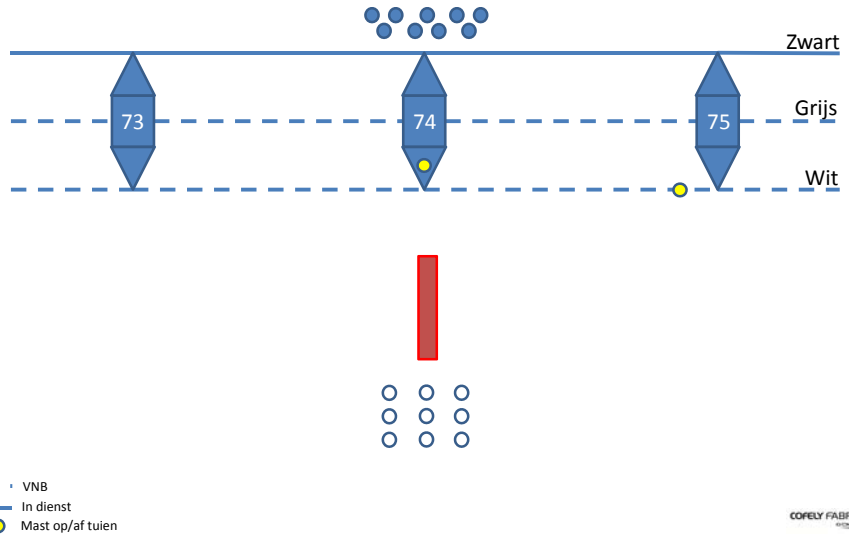
Dag	Werk omschrijving	Schema	VNB
Terugplaatsen kabels van tijdelijke mast naar nieuwe mast 74			
1	Afstand houders circuit Zwart uit portaal M73-tijdelijke mast en tijdelijke mast -M75 fietsen		Zwart + Grijs
2	Optuien Mast 75 Overbrengen circuit zwart + aardkabel naar nieuwe mast 74 (exclusief aansluiting op OSP)		Zwart + Grijs
3			
4			
5	Afwerken van verankering circuit Zwart nieuwe mast 74		Zwart + Grijs
6			
7	Afstand houders circuit Zwart terug plaatsen		Zwart + Grijs
8	Afstand houders circuit Grijs uit portaal M73-tijdelijke mast en tijdelijke mast -M75 fietsen		Zwart + Grijs
9	Optuien Mast 75 Overbrengen circuit grijs naar nieuwe mast 74 (exclusief aansluiting op OSP)		Zwart + Grijs
10			
11			
12	Afwerken van verankering circuit Grijs nieuwe mast 74		Zwart + Grijs
13			
14	Afstand houders circuit Grijs terug plaatsen		Zwart + Grijs
15	Controle TenneT voor indienstname circuit Grijs + Zwart		Zwart + Grijs
16	Afstand houders circuit Wit uit portaal M73-tijdelijke mast en tijdelijke mast -M75 fietsen		Grijs + Wit
17	Optuien Mast 75 Overbrengen circuit wit + aardkabel naar nieuwe mast 74 (exclusief aansluiting op OSP)		Grijs + Wit
18			
19			
20	Afwerken van verankering circuit Wit nieuwe mast 74		Grijs + Wit
21			
22	Afstand houders circuit wit terug plaatsen		Grijs + Wit
23	Controle TenneT voor indienstname circuit Wit		Grijs + Wit

Scenario Omleiding M74

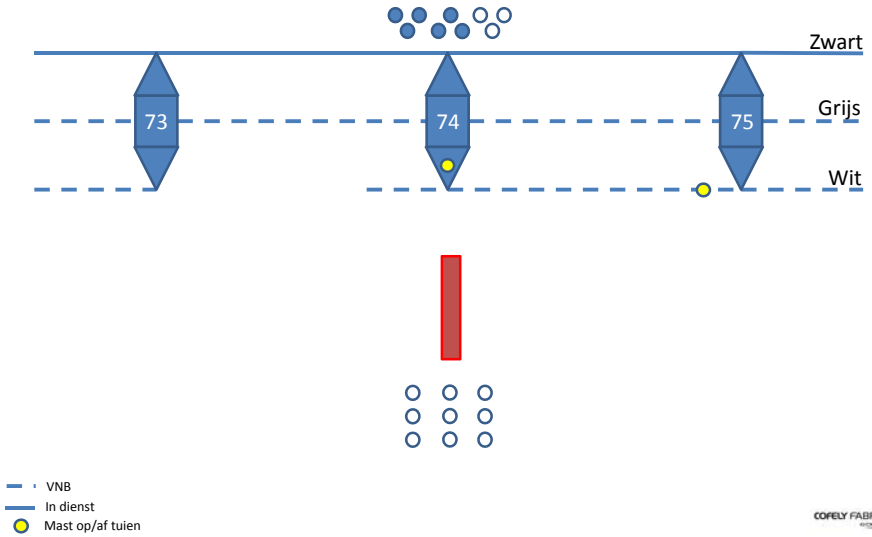
Stap 1: Montage tijdelijke mast



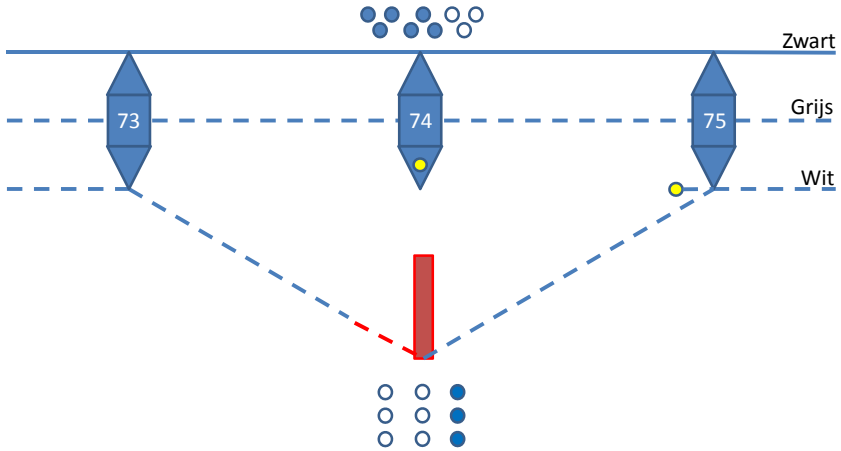
Stap 2: Voorbereiden circuit wit + eventueel versterken van M73



Stap 3: Knippen fase draden circuit wit



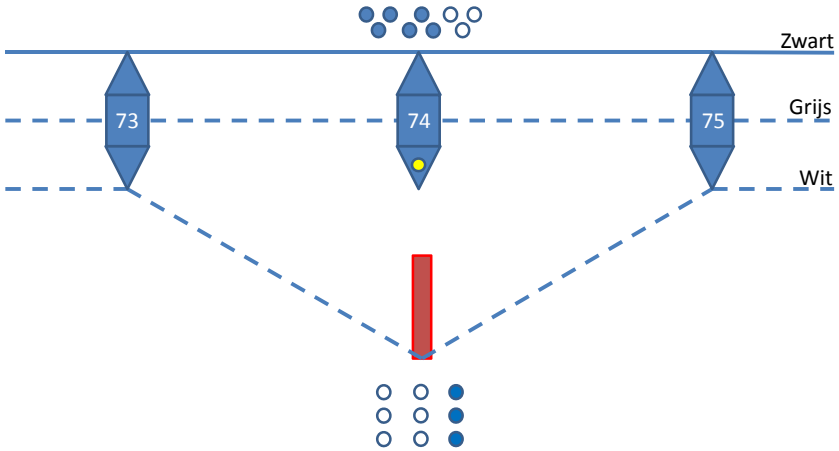
Stap 4: Overbrengen + verlengen circuit wit



VNB
In dienst
Mast op/af tuien

COFELY FABRICOM

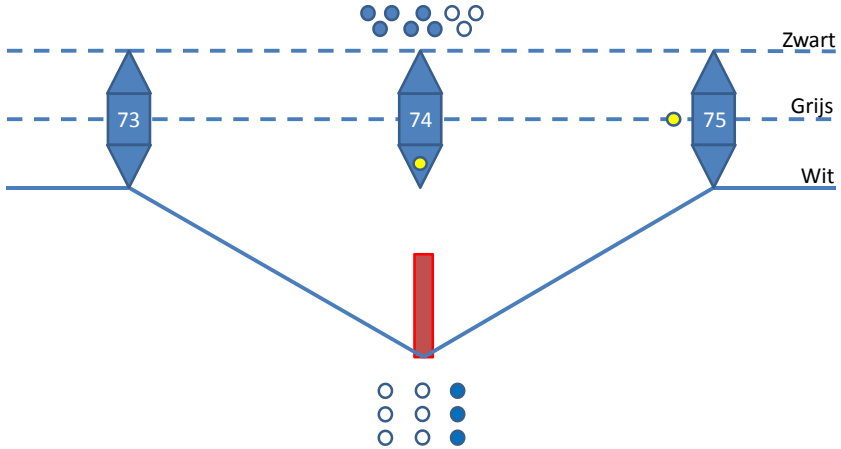
Stap 5: Afwerken circuit wit



VNB
In dienst
Mast op/af tuien

COFELY FABRICOM

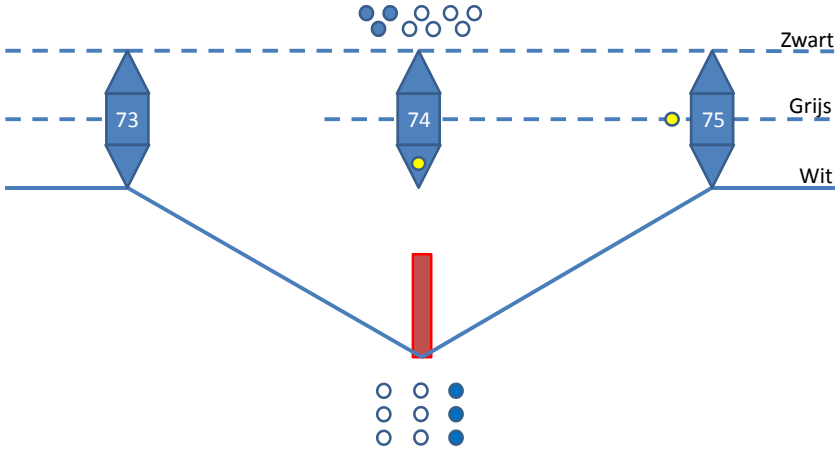
Stap 6: Voorbereiden circuit grijs + eventueel versterken van M73



VNB
In dienst
Mast op/af tuien

COFELY FABRICOM

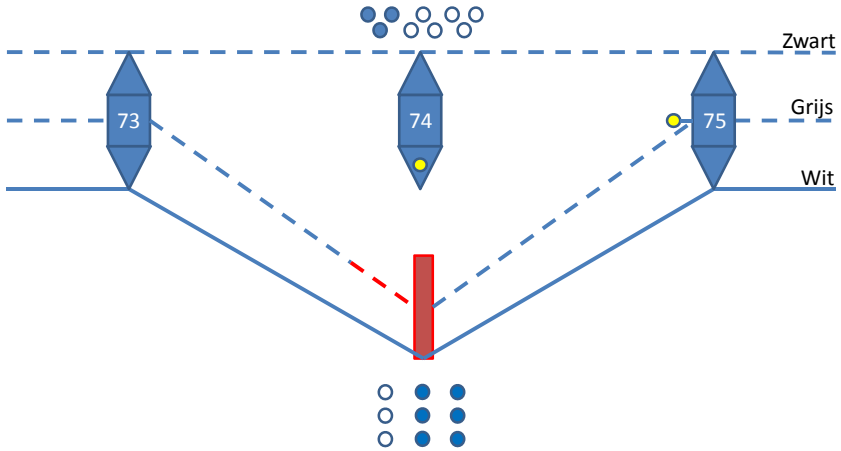
Stap 7: Knippen fase draden circuit grijs



VNB
In dienst
Mast op/af tuien

COFELY FABRICOM

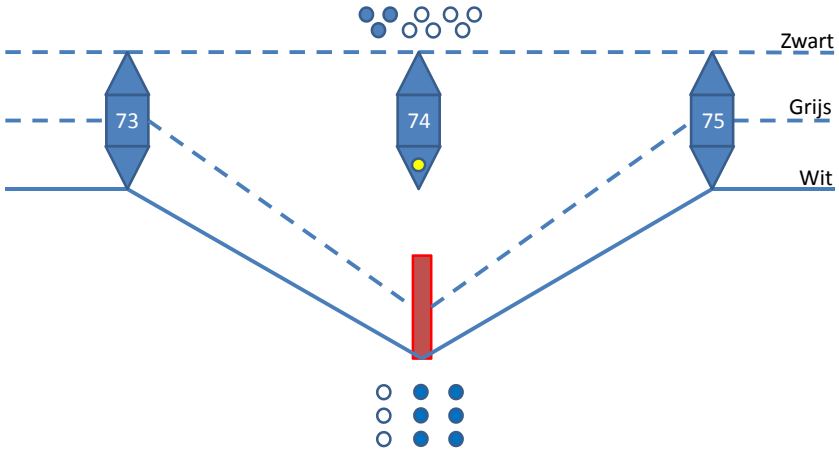
Stap 8: Overbrengen + verlengen circuit grijs



VNB
In dienst
Mast op/af tuien

COFELY FABRICOM

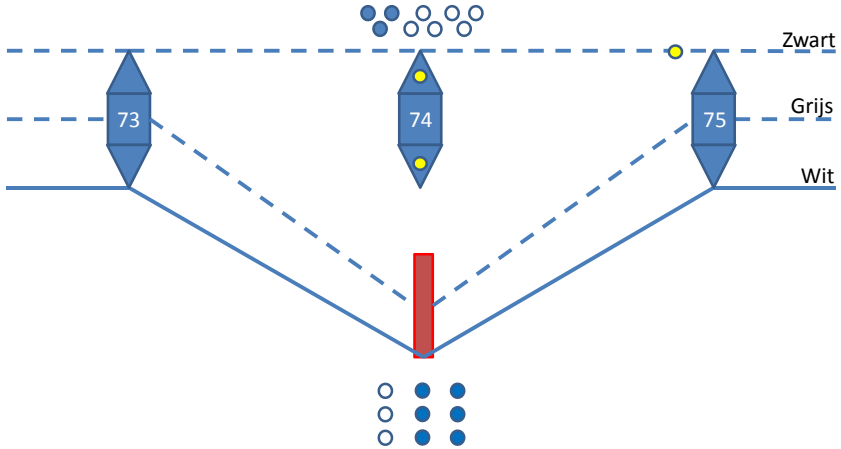
Stap 9: Afwerken circuit grijs



VNB
In dienst
Mast op/af tuien

COFELY FABRICOM

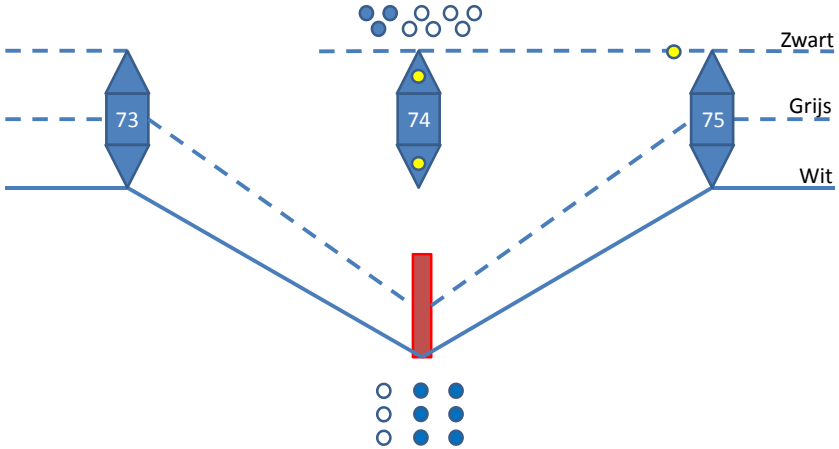
Stap 10: Voorbereiden circuit zwart + eventueel versterken van M73



VNB
In dienst
Mast op/af tuien

COFELY FABRICOM

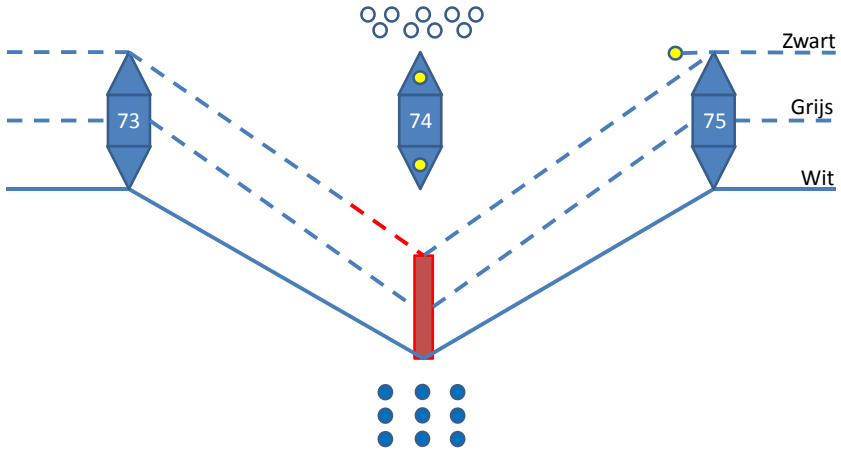
Stap 11: Knippen fase draden circuit zwart



VNB
In dienst
Mast op/af tuien

COFELY FABRICOM

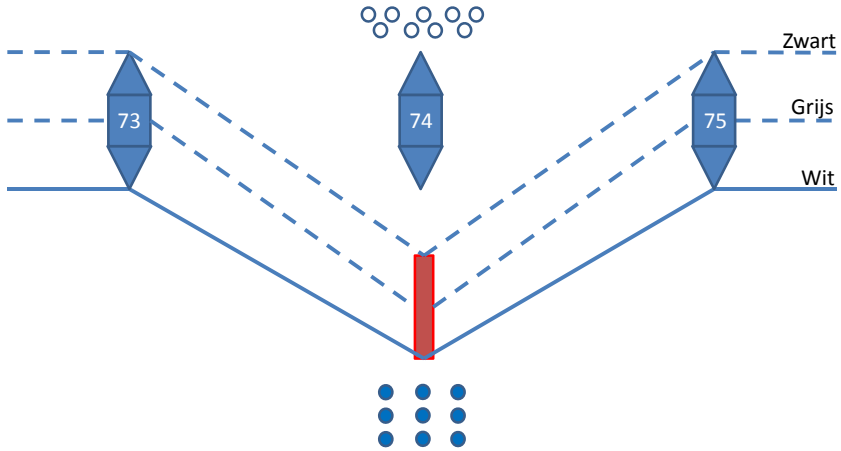
Stap 12: Overbrengen + verlengen circuit zwart



VNB
In dienst
Mast op/af tuien

COFELY FABRICOM

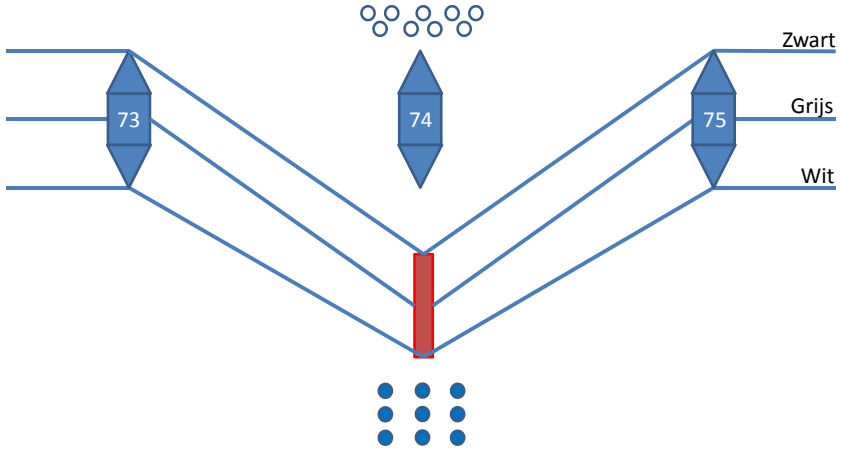
Stap 13: Afwerken circuit zwart



VNB
In dienst
Mast op/af tuien

COFELY FABRICOM

Stap 14: Omleiding in dienst



VNB
In dienst
Mast op/af tuien

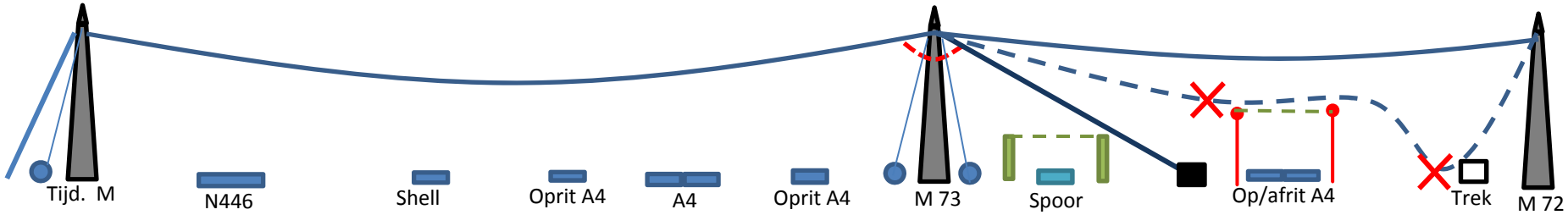
COFELY FABRICOM

Bijlage 9c

Schema beschermingsmaatregelen

A4

Optie 2C: Omleiden van de A4 (voorbereiding)



Verkeersimpact:

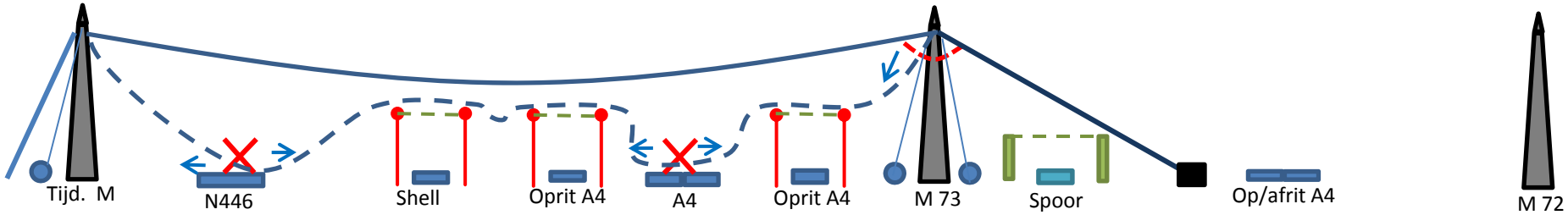
op -en afritten complex:

- 4 x 15 min sperring voor trekken/wegnemen van netten
- 1 dag per oprit opbouw/afbraak jukken
- Of: 6 uur doorlopend afsluiten van op en afrit

HSL: Overkappen met stelling en netten

- 3 x 15 min sperring voor trekken van beschermingskabels (zondag morgen)

Optie 2C: Omleiden van de A4



Verkeersimpact:

A4: 3 nachten omleiding via op en afritten => 4 – 5 uur doorlopende werken

N446:

- 20 x 15 min sperring (max 7 per nacht)

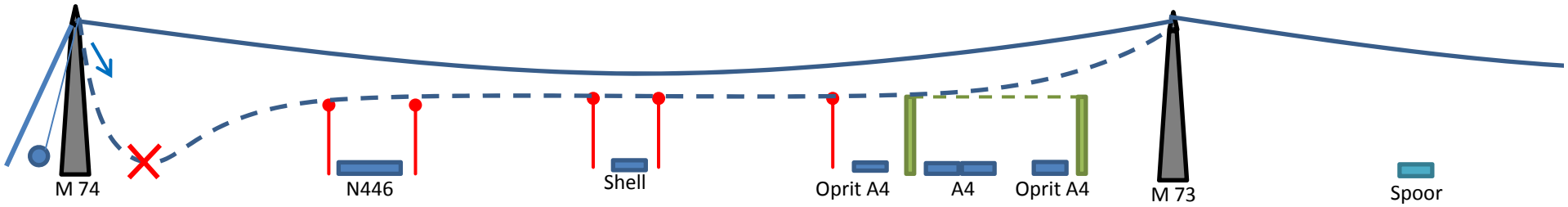
op -en afritten complex:

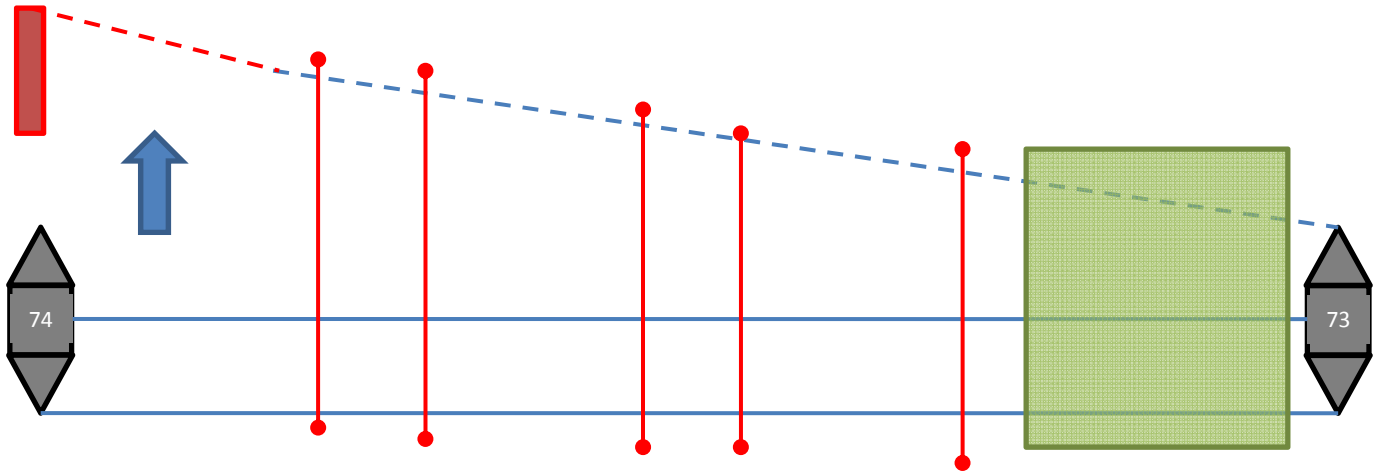
- 4 x 15 min sperring voor trekken/wegnemen van netten
- 1 dag per oprit opbouw/afbraak jukken

HSL: Overkappen met stelling en netten

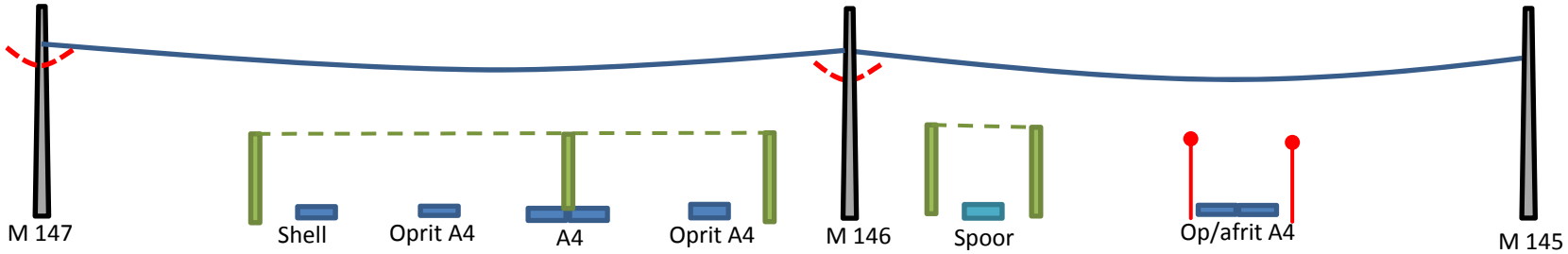
- 3 x 15 min sperring voor trekken van beschermingskabels (zondag morgen)

Bescherming A4 tijdens omleiding





Beschermen van A4 tijdens trekken nieuwe lijn



Verkeersimpact:

A4:

- 2 weken opbouw/afbraak stellage (per stellage)
- 3 x 15 min sperring voor trekken van beschermingskabels (per stellage)

shell:

- 3 x 15 min sperring voor trekken van beschermingskabels (per stellage)

op -en afritten complex:

- 2 weken opbouw/afbraak stellage (per stellage)
- 3 x 15 min sperring voor trekken van beschermingskabels (per stellage)
- 1 dag opbouw/afbraak jukken

HSL: Overkappen met stelling en netten

- 3 x 15 min sperring voor trekken van beschermingskabels (zondag morgen)

Bijlage 10

Jukkenplan nieuwe lijn

R3N-OWR-0037 Jukkenplan Nieuwe Lijnen

Project:
Randstad 380 kV Noordring

Opdrachtgever:
TenneT TSO

Revisie	Datum	Wijzigingen ten opzichte van vorige revisie
01	06-08-2013	Eerste versie
02	04-10-2013	Aanpassingen aan nieuwe versie overzichtstekeningen
03	15-11-2013	Aanpassingen aan nieuwe versie overzichtstekeningen
04	07-02-2014	Aanpassingen aan nieuwe versie overzichtstekeningen
05	08-04-2014	Aanpassingen aan nieuwe versie overzichtstekeningen
06	24-04-2014	Aanpassingen aan nieuwe versie overzichtstekeningen

Documentnummer: R3N-OWR-0037

Opsteller	*Controleur*	*Vrijgever*
Koen Pieters Project Leider	Pieter de Jager Ontwerp Manager	Erik Duwel Project Manager

Distributie

Naam	Bedrijf
Extern	
Guido Volman	TenneT TSO
Intern	
Erik Duwel	BAM
Pieter de Jager	BAM
Eric van Rooijen	BAM
Rob Bakker	BAM
Erwin ten Cate	BAM
Michaël Desmet	Cofely Fabricom
Koen Pieters	Cofely Fabricom
Hein Pijnappel	Mott McDonald

Beheer

De documentbeheerder van de combinatie verzorgt de distributie. Alleen houders van een geregistreerde kopie ontvangen automatisch aanvullingen en/of wijzigingen. Het is de verantwoordelijkheid van de houders het document up to date te houden. De laatste versie is altijd beschikbaar in ThinkProject!

Indien documenten worden geprint, geldt het volgende: een geregistreerde kopie is geldig vanaf de datum van uitgifte. Bij uitgifte van een document met een hoger revisienummer verliest de voorgaande versie automatisch haar geldigheid. Kopiehouders dienen het voorblad van een ongeldige versie te markeren met een diagonale lijn samen met de tekst 'vervallen'.

Neem bij twijfel over de geldende versie contact op met de documentbeheerder.

Inhoudsopgave

1. Inleiding 4
2. Definiëren van de nodige beschermingsmaatregelen en verkeersmaatregelen 5
3. Bijlagen 5

Referentie lijst

Ref	Document naam
[A]	*R3N-TEK-001_018 Overzichtstekening*

1. INLEIDING

De komende jaren werken het ministerie van Economische Zaken en TenneT aan de aanleg van een nieuwe 380 kV hoogspanningsverbinding in de Randstad. De nieuwe verbinding stelt de voorziening van elektriciteit in de Randstad veilig.

Het ontwerptracé van de nieuwe Randstad 380 kV verbinding is sinds eind 2008 bekend. De plannen gaan uit van twee ringen, tussen Wateringen en Zoetermeer (de Zuidring) en tussen Zoetermeer en Beverwijk (de Noordring). Eind 2012 heeft Tennet de aanbesteding opgestart voor het gedeelte van de Noordring tussen station Vijfhuizen en Bleiswijk. Het contract is opgedeeld in twee percelen, waarbij de grens ligt bij Zuidelijke Ringvaart. Dit document heeft betrekking op perceel 2 (het zuidelijke gedeelte).

Het voorliggende document is onderdeel van het Definitief Ontwerp en behandelt het Jukkenplan voor de bouw van de nieuwe lijnen.
.

2. DEFINIËREN VAN DE NODIGE BESCHERMINGSMAATREGELEN EN VERKEERSMAATREGELEN

Afhankelijk van de te beschermen obstakels, wordt er gekozen voor specifieke beschermingsmaatregelen:

Afhankelijk van de te beschermen obstakels, wordt er gekozen voor specifieke beschermingsmaatregelen. zie bijlage 3 voor een compleet overzicht:

A. Houten beschermingsjukken

Houten beschermingsjuk

Afhankelijk van de omgeving wordt er gekozen voor het plaatsen van deze jukken in een gegraven put of in een betonblok. Wanneer we werken in de nabijheid van kabels, leidingen of we zijn niet zeker wat er in de ondergrond zit wordt de kuil manueel gegraven (voor een paal van 14m => 1,4m diep). De Jukken/betonblokken worden vervoerd en geïnstalleerd door een aangepaste vrachtwagen met een mobile laadkraan. Tijdens het lossen en installeren op de openbare weg wordt de nodige signalisatie voorzien. Na installatie worden de jukken afgeschermd met jersies of gemarkeerd aan de voet. Zie bijlage 1 voor de verschillende afmetingen.

Gegraven put

betonblok (2,6t)

Installatie juk

C. Stellingen

Wanneer jukken of kranen niet voldoende kunnen beschermen wordt er geopteerd voor stellingen met netten. Deze kunnen worden aangepast naar gelang de situatie. (zie bijlage 2 voor enkele voorbeelden)

Stellingen met netten

3. BIJLAGEN

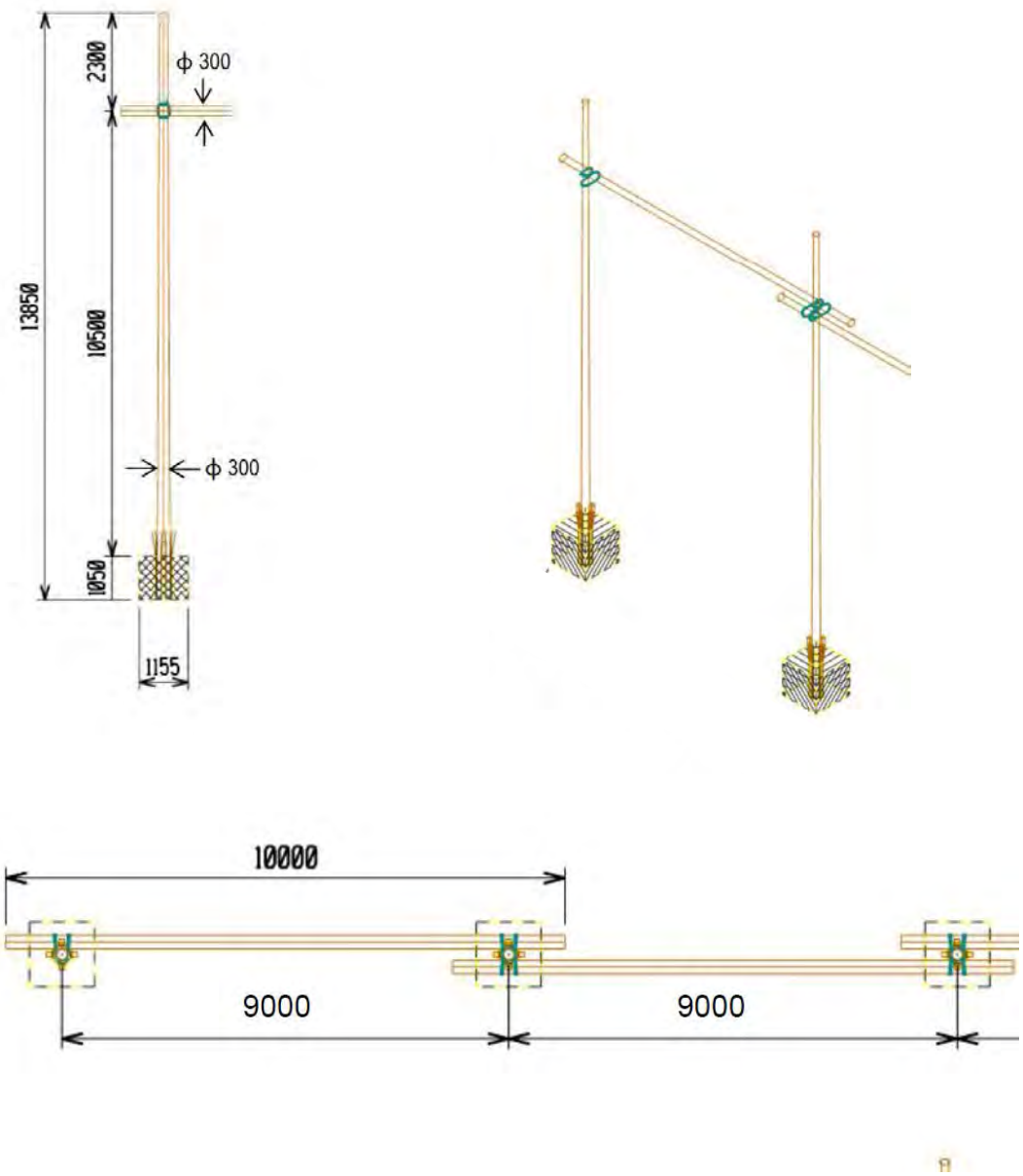
Bijlage 1 Jukken

Bijlage 2 Beschermingen met stelling plus net

Bijlage 3 Bescherming en signalisatie

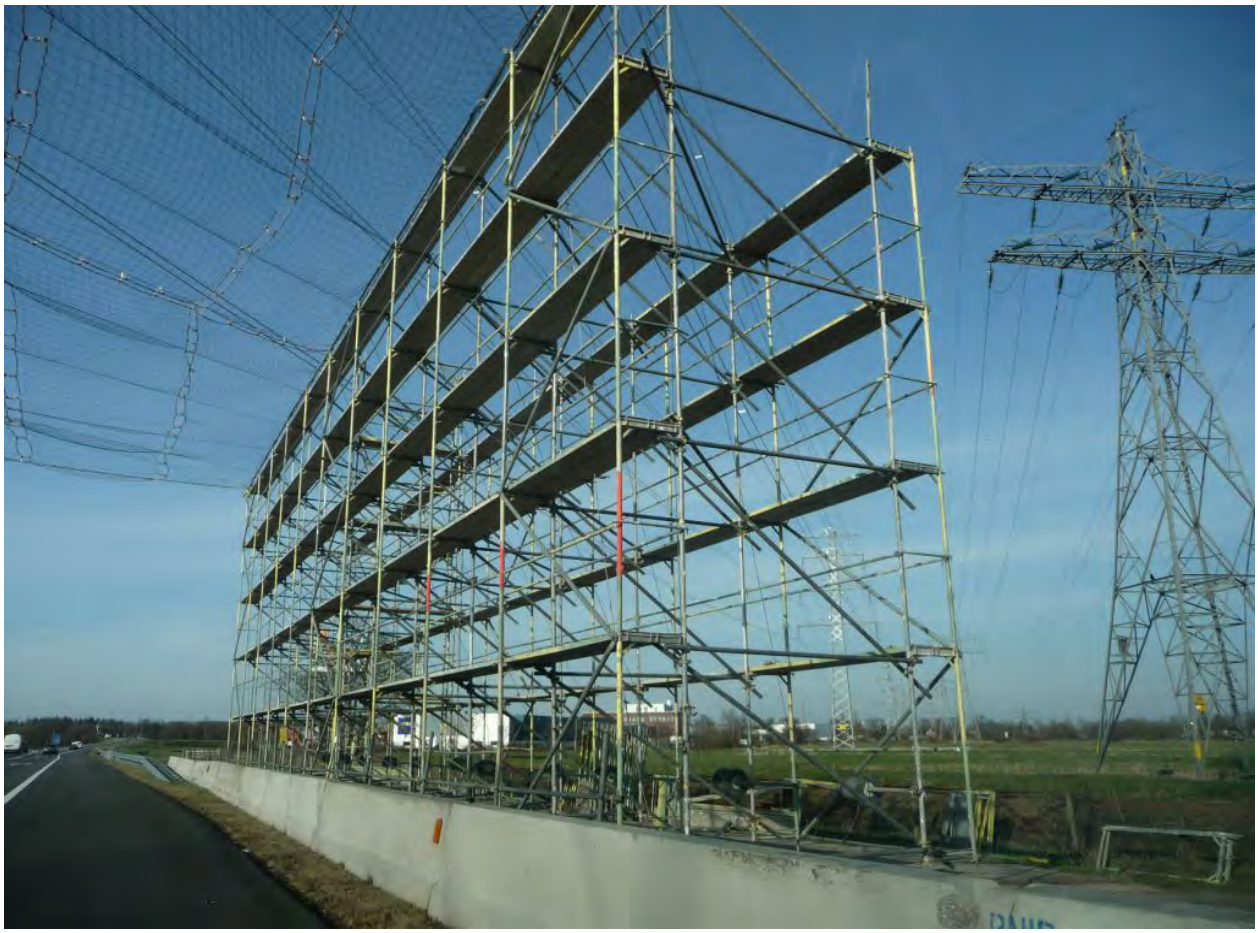
BIJLAGE 1

Jukken



BIJLAGE 2

Beschermingen met stelling plus net



BIJLAGE 3

Bescherming en signalisatie

MAST of VELD	BESCHRIJVING HINDERNIS	houten JUK met 6 horizontale liggers	houten JUK met 9 horizontale liggers	Stelling met net	Specifiek	Wegsignalisatie
Mast 162 - 163	Ringvaart				Tijdelijke stops scheepvaartverkeer	
Mast 158 - 157	Molenweg / Dwarsweg	JUKN03	JUKN04			
Mast 157 - 156	Ripselaan / Joop Zoetemelkpad	JUKN05 + JUKN06				
Mast 150 - 149	Achterwetering	JUKN08A + JUKN08B				
Mast 149 - 148	Oprit (bos)				Afsluiten met heras	
Mast 148 - 147	Zuidzijderweg / Afrit A4		JUKN09.0 – JUK09.0G + JUKN09.0 tot en met JUKN09.13 (telkens enkel juk dwars over weg)	STEL.N01-1,2,3,4 + STEL.N05-1,2,3,4 + STEL.N06-1,2,3,4	Stelling met net voor afrit en A4	voorsignalisatie + botsabsorbeerder tijdens plaatsen en wegnemen stelling/jukken
Mast 147 - 146	Afrit A4 / A4 / N446	JUKN10 + JUKN10A+ JUKN11 + JUKN12		STEL.N02-1,2,3 + STEL.N03-1,2 + STEL.N04-1,2	Stelling met net voor afrit en A4 Jukken voor viaduct en fietspad	voorsignalisatie + botsabsorbeerder tijdens plaatsen en wegnemen stelling/jukken
Mast 146 - 145	Treinspoor / Oprit A4 / Bospolder / parking / rivier (+stelling voor gebouw)	JUKN13 t/m JUKN18		STEL.N06 + STEL.N07	Stelling met net voor treinspoor .Jukken voor oprit, bospolder en rivier. Afzetten van parking met heras	voorsignalisatie + botsabsorbeerder tijdens plaatsen en wegnemen stelling/jukken
Mast 135 - 134	Hondsdijk / rivier / rijdijk	JUKN21 t/m JUKN24		STEL-F.01 + STEL-F.02	Stelling ter bescherming fietspaden	voorsignalisatie + botsabsorbeerder tijdens plaatsen en wegnemen stelling/jukken
Mast 133 - 132	Treinspoor / Groenendijksepad / N11	JUKN25		STEL.N08 t/m STEL.N11	Stelling met net voor Treinspoor en N11, Jukken voor Groenendijksepad	voorsignalisatie + botsabsorbeerder tijdens plaatsen en wegnemen stelling/jukken
Mast 131 - 130	Vierheemskinderenweg	JUKN26 + JUKN27				
Mast 125 - 124	Boerderij / Westeinde	JUKN30 + JukN31				voorsignalisatie + botsabsorbeerder tijdens plaatsen en wegnemen stelling/jukken
Mast 119 - 118	Hoogeveenseweg / fietspad		JUKN32 + JUKN33			voorsignalisatie + botsabsorbeerder tijdens plaatsen en wegnemen stelling/jukken
Mast 118 - 117	Benthorn (boerderij)		JUKN34 + JUKN35			
Mast 113 - 112	Oostkade / Boerderij		JUKN35C+ JUKN36 + JUKN37			
Mast 108 - 107	Voorlaan / rivier	JUKN38 + JUKN39 + JUKN40				voorsignalisatie + botsabsorbeerder tijdens plaatsen en wegnemen stelling/jukken
Mast 105 - 104	Kruis weg / Oprit A12 / Afrit A12 / Hoefweg	JUKN41 t/m JUKN44		STEL.N12 + STEL.N13 STEL.N12A + STEL.N13A		voorsignalisatie + botsabsorbeerder tijdens plaatsen en wegnemen stelling/jukken
Mast 104 - 105	Facetlaan	JUKN45 + JUKN46				
Mast 102 - 101	Facetlaan / A12 / Spoorlijn / Creanenborgpad	JUKN47 + JUKN48		STEL.N14	Creanenborpad afluiten met herras hekken, Stelling met net voor A 12 en spoorlijn	voorsignalisatie + botsabsorbeerder tijdens plaatsen en wegnemen stelling/jukken

Voor het overzichtsplan met een situatieschets refereren we naar het document *ref [A].*

Bijlage 11

Jukkenplan amovatie

Jukkenplan Amovatie

Project:
Randstad 380 KV Noordring

Opdrachtgever:
TenneT TSO

Revisie	Datum	Wijzigingen ten opzichte van vorige revisie
00	19-07-2013	Eerste versie
01	06-08-2013	Aanpassing na commentaar TenneT
02	04-10-2013	Aanpassing na commentaar TenneT
03	15-11-2013	Aanpassing aan nieuwe versie overzichtstekeningen
04	07-02-2014	Aanpassing aan nieuwe versie overzichtstekeningen
05	04-04-2014	Aanpassing aan nieuwe versie overzichtstekeningen + toevoegen van werkmethode per span

Documentnummer: R3N-OWR-0013

Opsteller	*Controleur*	*Vrijgever*
Michael Desmet Deputy Department Manager	Pieter de Jager Ontwerp Manager	Erik Duwel Project Manager

Distributie

Naam	Bedrijf
Extern	
Guido Volman	TenneT TSO
Intern	
Erik Duwel	BAM
Pieter de Jager	BAM
Eric van Rooijen	BAM
Rob Bakker	BAM
Erwin ten Cate	BAM
Michaël Desmet	Cofely Fabricom
Koen Pieters	Cofely Fabricom
Hein Pijnappel	Mott McDonald

Beheer

De documentbeheerder van de combinatie verzorgt de distributie. Alleen houders van een geregistreerde kopie ontvangen automatisch aanvullingen en/of wijzigingen. Het is de verantwoordelijkheid van de houders het document up to date te houden. De laatste versie is altijd beschikbaar in ThinkProject!

Indien documenten worden geprint, geldt het volgende: een geregistreerde kopie is geldig vanaf de datum van uitgifte. Bij uitgifte van een document met een hoger revisienummer verliest de voorgaande versie automatisch haar geldigheid. Kopiehouders dienen het voorblad van een ongeldige versie te markeren met een diagonale lijn samen met de tekst 'vervallen'.

Neem bij twijfel over de geldende versie contact op met de documentbeheerder.

Inhoudsopgave

Referentie lijst *3*
1. Inleiding *4*
2. Uitgangspunten *5*
2.1. Omschrijving van de stappen voor amovatie 5
2.2. Eisen 5
2.3. Raakvlakken 5
2.4. Bindende en informatieve documenten 6
2.5. Risico's en kansen 6
3. Uitwerking ontwerp *7*
3.1. Aanvragen van de nodige VNB's/vergunningen/… 7
3.2. Definiëren van de nodige beschermingsmaatregelen en verkeersmaatregelen 7
3.3. Uitwerken van de toegangswegen in samenwerking met BAM-wegen 9
3.4. Definiëren van de verschillende trek- en remstations in functie van planning en omgeving 10
3.5. Aarden van de werkzones, op wiel leggen en amoveren van de geleiders 10
3.6. Optuien van de masten waar nodig (Mast 42N, M45, M50, M51, M55, M56, M60, M61, M62, M63, M64, M67, M71, M72, M74, M75) 11
3.7. Amovatie van alle masten met kraan 12
3.8. Knippen van de geamoveerde mastelementen op doek om knip- en verfschilfers op te vangen 13
3.9. Afvoer van de afkomende materialen 13
3.10. Uitbraak van de bestaande funderingen tot 2 m onder maaiveld 13
3.11. Aanvullen van grond rekening houdend met nalink (incl. "schoon grond" verklaring) 14
3.12. Controle en opkuis omgeving op restanten van betonnen delen 14
4. Veiligheid *14*
5. Bijlagen *15*

Referentie lijst

Ref	Document naam
[A]	R3N-PLN-0001Planning
[B]	R3N-PLA-0005-01 VNB Plan
[C]	Eindtermen 2.0 TIS 11-056a
[D]	Lijnen-"Standaard Programma van Eisen Randstad 380KV" PVE.050.000 versie 1.0, d.d. 25 november 2010
[E]	Lijnen-"Specifiek Programma van Eisen Randstat 380KV" PVE 05.001 versie 2.3, d.d. 4 Juli 2012
[F]	"Algemene specificatie installatie geleiders klemmen armaturen isolatoren HS lijnen" SPE.05.324 versie 1.0
[G]	R3N-REG-0002-00Kans en Risico Register
[H]	R3N-MPL-0014-1.02 Project management plan
[I]	R3N-MPL-0006-01 Omgevingsmanagement plan

1. INLEIDING

De komende jaren werken het ministerie van Economische Zaken en TenneT aan de aanleg van een nieuwe 380 kV hoogspanningsverbinding in de Randstad. De nieuwe verbinding stelt de voorziening van elektriciteit in de Randstad veilig.

Het ontwerptracé van de nieuwe Randstad 380 kV verbinding is sinds eind 2008 bekend. De plannen gaan uit van twee ringen, tussen Wateringen en Zoetermeer (de Zuidring) en tussen Zoetermeer en Beverwijk (de Noordring). Eind 2012 heeft Tennet de aanbesteding opgestart voor het gedeelte van de Noordring tussen station Vijfhuizen en Bleiswijk. Het contract is opgedeeld in twee percelen, waarbij de grens ligt bij Zuidelijke Ringvaart. Dit document heeft betrekking op perceel 2 (het zuidelijke gedeelte).

BAM heeft op 8 juli 2013 het contract ondertekend met TenneT voor het ontwerp en realiseren van perceel 2. Het voorliggende document is onderdeel van het Definitief Ontwerp en behandelt het Jukkenplan voor de amovatie van de bestaande lijn.

2. UITGANGSPUNTEN

2.1. OMSCHRIJVING VAN DE STAPPEN VOOR AMOVATIE

In deze paragraaf wordt de volledige werkmethode besproken voor het amoveren van een hoogspanningslijn. Deze bestaat uit volgende stappen:

1. Aanvragen van de nodige VNB's
2. Definiëren van de nodige beschermingsmaatregelen en verkeersmaatregelen
3. Uitwerken van de toegangswegen in samenwerking met BAM-wegen
4. Definiëren van de verschillende trek- en remstations in functie van planning en omgeving
5. Aarden van de werkzones, op wiel leggen en amoveren van de geleiders
6. Optuien van de masten waar nodig (beveiliging van de locaties)
7. Amovatie van alle masten met kraan
8. Knippen van de geamoveerde mastelementen op doek om knip- en verfschilfers op te vangen
9. Afvoer van de afkomende materialen
10. Uitbraak van de bestaande funderingen tot 2 m onder maaiveld

Voor een meer gedetailleerd overzicht refereren we naar onze algemene planning (ref [A]).

2.2. EISEN

De belangrijkste eisen voor de amovatie zijn:

- Aantoonbaarheid afvoeren van materialen conform de wettelijke voorschriften
- Fundatieblokken dienen geheel te worden verwijderd.
- Verfschilfers en restmaterialen dienen op een deugdelijke wijze worden afgevoerd. Er mogen geen vervuilingen zoals olieresten achterblijven.
- Palen en/of ankers dienen tot minimaal 2 m onder maaiveld verwijderd te worden.
  Er mogen geen restanten en betondelen groter dan 2 cm achterblijven.

2.3. RAAKVLAKKEN

In deze paragraaf worden de raakvlakken behandeld voor het amoveren van een hoogspanningslijn. De belangrijkste raakvlakken zijn:

- VNB van de te amoveren lijn (ref [B])
- Materialen van derden in de masten (Telecom,..)
- K & L rond de te amoveren fundatie, te plaatsen tijdelijke jukken en de grondankers
- Beschikbaarheid toegangswegen naar mast amovatie locatie
- Verkeersbeheersmaatregelen (CROW)

2.4. BINDENDE EN INFORMATIEVE DOCUMENTEN

In deze paragraaf worden de bindende en informatieve documenten behandeld voor het amoveren van een hoogspanningslijn. De belangrijkste documenten zijn:

- Vraagspecificatie tracé Vijfhuizen – Bleiswijk
- Eindtermen TenneT 2.0 (ref [C])
- Lijnen-“Standaard Programma van Eisen” (ref [D])
- Lijnen-“Specifiek Programma van Eisen Randstad 380kV” (ref [E])
- “Algemene specificatie installatie geleiders klemmen armaturen isolatoren HS lijnen” (ref [F])
- CROW richtlijnen

2.5. RISICO'S EN KANSEN

De belangrijkste kansen en risico’s met betrekking tot amovatie zijn:

- KR222 Bestaande geleider breekt bij verwijderen
- KR183 Grondvervuiling rond bestaande / te amoveren masten
- KR042 beschermingsmaatregel kraan met net wordt niet aanvaard/toegelaten als bescherming
- KR226 Niet noodzakelijk aanbrengen botsabsorbering / wegsignalisatie bij amovatie

De risico’s en kansen zijn nader uitgewerkt in het risico’s en kansenregister (ref [G]).

3. UITWERKING ONTWERP

In dit hoofdstuk worden in de onderstaande paragrafen de te nemen stappen nader beschreven voor het amoveren van de kabels en de masten. Voor meer gedetailleerde werkmethoden refereren we naar onze interne werkinstructies die uitvoerig besproken kunnen worden tijdens werk vergaderingen of de kick of meeting.
De communicatie met veiligheidsdeskundigen en bouwleiders van Tennet wordt beschreven in het Project management plan (ref [H]).

3.1. AANVRAGEN VAN DE NODIGE VNB'S/VERGUNNINGEN/…

Voor snelweg, spoor of water overgangen moet er met de betrokken instanties worden bekeken op welke manier de werken kunnen worden uitgevoerd. Eventueel met een VNB. In het omgevingsmanagement plan (ref [I]) wordt verder ingegaan over hoe de communicatie verloopt met de omgeving (rentmeester/landeigenaar/gemeenten/waterschappen/…).

3.2. DEFINIËREN VAN DE NODIGE BESCHERMINGSMAATREGELEN EN VERKEERSMAATREGELEN

Afhankelijk van de te beschermen obstakels, wordt er gekozen voor specifieke beschermingsmaatregelen. zie bijlage 1 voor een compleet overzicht:

A. Houten beschermingsjukken

Houten beschermingsjuk

Afhankelijk van de omgeving wordt er gekozen voor het plaatsen van deze jukken in een gegraven put of in een betonblok. Wanneer we werken in de nabijheid van kabels, leidingen of we zijn niet zeker wat er in de ondergrond zit wordt de kuil manueel gegraven (voor een paal van 14m => 1,4m diep). De Jukken/betonblokken worden vervoerd en geïnstalleerd door een aangepaste vrachtwagen met een mobile laadkraan. Tijdens het lossen en installeren op de openbare weg wordt de nodige signalisatie voorzien. Na installatie worden de jukken afgeschermd met jersies of gemarkeerd aan de voet. Zie bijlage 2 voor de verschillende afmetingen.

Gegraven put

betonblok (2,6t)

Installatie juk

B. Kranen met net

Een kraan wordt uitgerust met horizontale liggers waartussen netten worden gespannen. De kraan wordt opgebouwd in de nabijheid van de te beschermen zone waarna de giek over het obstakel kan worden gedraaid wanneer nodig. (zie bijlage 3 voor enkele voorbeelden)

Kraan opstelling met netten

C. Stellingen

Wanneer jukken of kranen niet voldoende kunnen beschermen wordt er geopteerd voor stellingen met netten. Deze kunnen worden aangepast naar gelang de situatie. (zie bijlage 4 voor enkele voorbeelden)

Stellingen met netten

D. Kraan met afrolwiel

Op plaatsen waar het obstakel kort bij de mast staat is het mogelijk gebruik te maken van een kraan met afrolwiel als mechanische bescherming. De geleider wordt bij het wegtrekken over de volledige lengte begeleid door het wiel. Bij breuk zal de kabel automatisch naar de grootste tracé worden getrokken en dus het obstakel beschermen. (zie bijlage 5 voor enkele voorbeelden)

Bescherming met afrolwiel

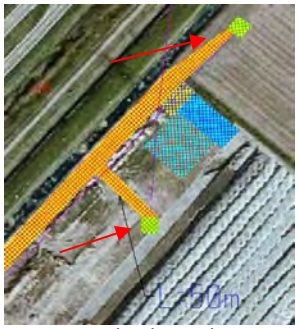
3.3. UITWERKEN VAN DE TOEGANGSWEGEN IN SAMENWERKING MET BAM-WEGEN

Bij het ontwerp van de toegangswegen wordt gekozen voor het traject die de kleinste impact heeft op de omgeving. Dit wil zeggen dat deze (voor zover mogelijk) starten van de toegangswegen van BAM-Wegen om zo naar de te amoveren masten gaat. Dit traject wordt vastgelegd op een toegangsplan.

Toegangsplan

3.4. DEFINIËREN VAN DE VERSCHILLENDE TREK- EN REMSTATIONS IN FUNCTIE VAN PLANNING EN OMGEVING

Het bepalen van deze trek- en remstations gebeurt parallel met het bepalen van de toegangen. Hun inplanting wordt dan ook op dezelfde plannen vastgelegd.

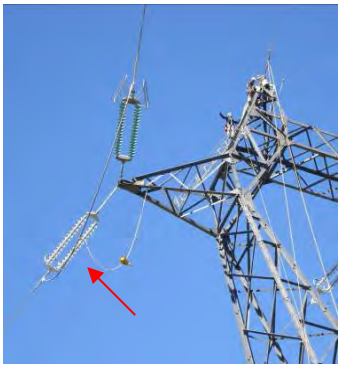


Inplanting trek- en remstations

Trek/Rem machines

3.5. AARDEN VAN DE WERKZONES, OP WIEL LEGGEN EN AMOVEREN VAN DE GELEIDERS

Van zodra we toestemming hebben gekregen om aan te masten te mogen werken (zie ref [B]), worden alle werkzones geaard. Onder werk zone wordt verstaan: trek- en reminstallatie, lijnbanken, afrolwielen en de te amoveren geleiders.



Aarden van werkzones

Afrolwielen worden in de masten gemonteerd waarin de geleiders worden opgehangen.

Geleider op afrolwiel

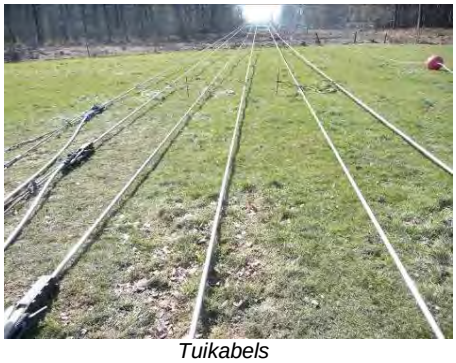
Eens de twee vorige stappen zijn uitgevoerd, kunnen de geleiders geamoveerd worden met behulp van een trek- en reminstallatie. Hierbij worden de geamoveerde geleiders op een haspel gewikkeld om afgevoerd en verschroot te worden. Eventueel aanwezige ringleiding en aardelektroden worden ook verwijderd.

Oprollen van oude geleider op haspel

Op de trajecten tussen masten 43N en 45, 51 en 55 (tijdelijke omleiding), 55 en 61, 65 en 68 en 71 en 74 bevinden zich geen obstakels onder de lijnen. Daar kunnen we de geleider tot op de grond laten zakken met behulp van lieren. De geleider wordt vervolgens opgerold op conische bobijnen met behulp van een kleinere trekmachine, of wordt in stukken geknipt en manueel opgerold. In bijlage 6 vindt u een overzicht van de aanbevolen werkmethode per span.

3.6. OPTUIEN VAN DE MASTEN WAAR NODIG (MAST 42N, M45, M50, M51, M55, M56, M60, M61, M62, M63, M64, M67, M71, M72, M74, M75)

Om de stabiliteit van de aangrenzende masten te vrijwaren dienen deze opgetuid te worden. Dit wordt gedaan door middel van kabels te spannen tussen de verankeringen van de geleiders die geamoveerd worden en grondankers. De trekkracht in deze tuikabels zal het onevenwicht in krachten opvangen. Zie bijlage 7 voor de technische informatie over het te amoveren tracé.



Tuikabels

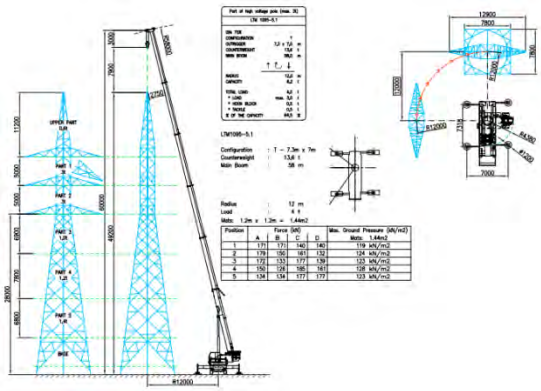
Grondverankeringen

Om ongevallen te voorkomen worden deze grondverankeringen beveiligd door een mobiele afsluiting type “Heras”. Indien nodig wordt het gebied ook bewaakt door een bewakingsagent.

Afbakening van een grondverankering

3.7. AMOVATIE VAN ALLE MASTEN MET KRAAN

Voor het amoveren van een mast dient een keuze gemaakt te worden voor het type kraan. Deze is afhankelijk van factoren zoals de hoogte en het gewicht van de onderdelen. Een bijkomende factor is de afstand van de kraan ten opzicht van de mast. Deze gegevens worden vastgelegd op een hijsplan door het kraanbedrijf.



Hijsplan

Bij het amoveren worden de mastelementen één voor één naar beneden gelaten en neergezet op een geotextiel zodat schilfers en rest materiaal kunnen worden opgevangen.

Amoveren van mastelementen

3.8. KNIPPEN VAN DE GEAMOVEERDE MASTELEMENTEN OP DOEK OM KNIP- EN VERFSCHILFERS OP TE VANGEN

Eens neergezet worden de mastelementen geknipt tot kleinere onderdelen door middel van een hydraulische knipschaar.

Knippen van mast elementen

3.9. AFVOER VAN DE AFKOMENDE MATERIALEN

De geknipte mastonderdelen worden in containers geladen en afgevoerd naar een gespecialiseerd bedrijf om verschroot te worden.

Afvoer van materiaal

3.10. UITBRAAK VAN DE BESTAANDE FUNDERINGEN TOT 2 M ONDER MAAIVELD

Bij het uitbreken van de funderingen worden de stalen sokkels samen met het beton en de wapeningsstaven uitgebroken en afgevoerd tot de afgesproken diepte (afhankelijk van het funderingstype).

3.11. AANVULLEN VAN GROND REKENING HOUDEND MET NALINK (INCL. “SCHOON GROND” VERKLARING)

De ontstane uitgravingen worden opgevuld met aangevoerde grond (uit ontgraving nieuwe fundaties). De kwaliteit en samenstelling van deze grond wordt gewaarborgd door de “schoon grond” verklaring. Het terrein wordt achtergelaten conform de overeenkomst met de landeigenaar.

Aanvullen van grond

3.12. CONTROLE EN OPKUIS OMGEVING OP RESTANTEN VAN BETONNEN DELEN

Voor het verlaten van de werkzone wordt er nagegaan of alle betonnen delen weg zijn. Hierbij wordt er ook nagegaan of er geen verf- of metaalschilfers afkomstig van het knippen overblijft.

4. VEILIGHEID

De veiligheidsaspecten worden opgenomen en besproken in een specifieke risicoanalyse. In bijlage 8 ziet u hiervan een voorbeeld. Deze specifieke risicoanalyse wordt opgesteld alvorens de werken van start gaan en krijgt meer een meer vorm naargelang de voorbereidingen vorderen.

Bijzondere aandachtspunten zijn onder andere:

- Veiligheid van derden
- Veiligheid van eigen personeel
- Inductie
- Val van personen
- Val van voorwerpen
- Persoonlijke beschermingsmiddelen

Deze worden specifiek besproken in werkprocedures en herhaald aan alle personeelsleden onder de vorm van kick-off, onthaal op de werf, toolbox meetings, LMRA, veiligheidsinspecties, enz..

De project specifieke risico’s, organisatie documenten, veiligheidsbeleid plan, VNB’s, … zullen worden opgenomen in een V&G plan alvorens de werken van start gaan.

5. BIJLAGEN

Bijlage 1 Bescherming en signalisatie

Bijlage 2 Jukken met 4 en 5 balken

Bijlage 3 Beschermingskraan met net

Bijlage 4 Beschermingen met stelling plus net

Bijlage 5 Beschermingskraan met afrolwiel

Bijlage 6 Werkmethode per tracé

Bijlage 7 Technische informatie te amoveren tracé

Bijlage 8 Algemene veiligheids documenten

BIJLAGE 1

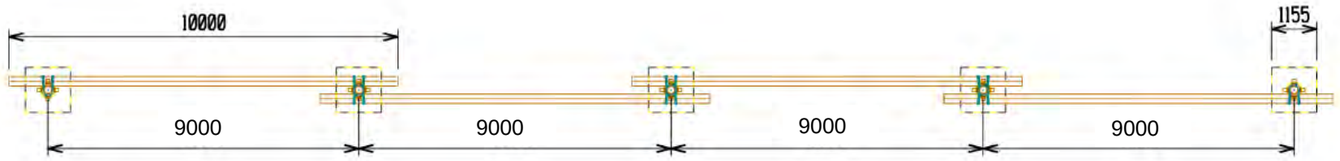
Bescherming en signalisatie

MAST of VELD	BESCHRIJVING HINDERNIS	houten JUK met 4 horizontale liggers	houten JUK met 5 horizontale liggers	Houten JUK met 9 horizontale liggers	Specifiek		Wegsignalisatie
YMM42A-YMM43	veldweg				afsluiten met Heras		
YMM43-YMM44	Rottedijk				afsluiten met Heras		
YMM44-YMM45	veldweg				afsluiten met Heras		
YMM45-YMM46	fietspad Noorddijk	JUKA25					
YMM46 tot en met YMM49	GOLFBAAN BENTWOUD						
YMM50-YMM51	2 vaksbaan Hoogeveensweg	JUKA23 + JUKA24					voorsignalisatie + botsabsorbeerder tijdens plaatsen en wegnemen jukken
YMM54-YMM55	Westeinde	JUKA21 + JUKA22					
YMM59-YMM60	Vierheemskinderenweg	JUKA20					
YMM61-YMM62	4 vaksbaan N11 + fietspad						afsluiten met tussenstappen van 15minuten tijdens 5 nachten
	spoorlijn				2 kranen met afrolwiel + Hoogwerker		afsluiten met tussenstappen van 15minuten tijdens 5 nachten
YMM63-YMM64	Rijndijk + fietspad		JUKA18 + JUKA19		stelling voor fietspad STEL-F.02		
	Hondsdijk + fietspad		JUKA16 + JUKA17		stelling voor fietspad STEL-F.01		
YMM72-YMM73	Bospolder	JUKA14 + JUKA15				ALTERNATIEF : Verwijderen geleiders met rollenlijn (of alternatieve) methode waarbij geen jukken of kranen dienen geplaatst te worden. Enkel stopzetten van het verkeer gedurende perioden van +/- 15 minuten (overdag of 's nachts) vereist.	voorsignalisatie + botsabsorbeerder tijdens plaatsen en wegnemen jukken
	afrit Rijksweg A4	JUKA13 + JUKA14					voorsignalisatie + botsabsorbeerder tijdens plaatsen en wegnemen jukken
	oprit Rijksweg A4	JUKA12 + JUKA13					voorsignalisatie + botsabsorbeerder tijdens plaatsen en wegnemen jukken
	spoorlijn				Stelling STELA03 + 04		
YMM73-YMM74	Rijksweg A4 + oprit Rijksweg A4				Stelling voor A4 STELA01 + STELA02		voorsignalisatie + botsabsorbeerder tijdens plaatsen en wegnemen jukken
	oprit Rijksweg A4			JUKA09 + JUKA10			voorsignalisatie + botsabsorbeerder tijdens plaatsen en wegnemen jukken
	Shell complex			JUKA07A + JUKA07B+ JUKA07 + JUKA08			
	afrit N446 + fietspad			JUKA04 + JUKA05 + JUKA06			voorsignalisatie + botsabsorbeerder tijdens plaatsen en wegnemen jukken
	Zuidzijderweg + nieuwe complex			JUKA2+ JUKA2A + JUK03			voorsignalisatie + botsabsorbeerder tijdens plaatsen en wegnemen jukken
YMM74-YMM75	Bospad	JUKA01D					
	Volkstuintjes/camping	JUKA01A + JUKA01B + JUKA01C					

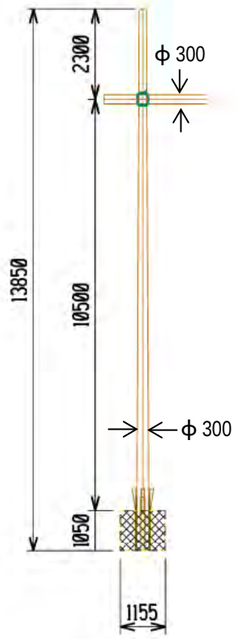
Voor het overzichtsplan met een situatieschets refereren we naar het document *'R3N-TEK-001_018'*

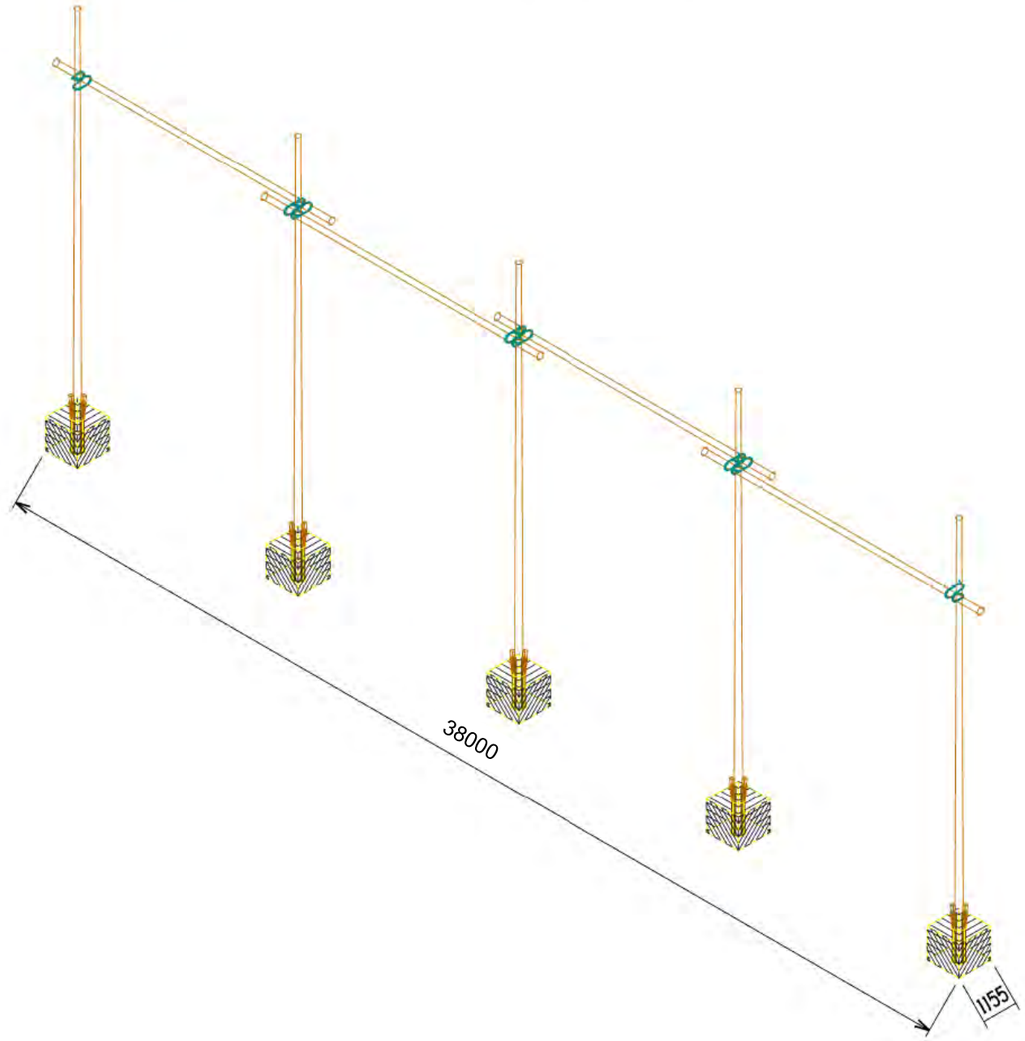
BIJLAGE 2

Jukken met 4 en 5 balken



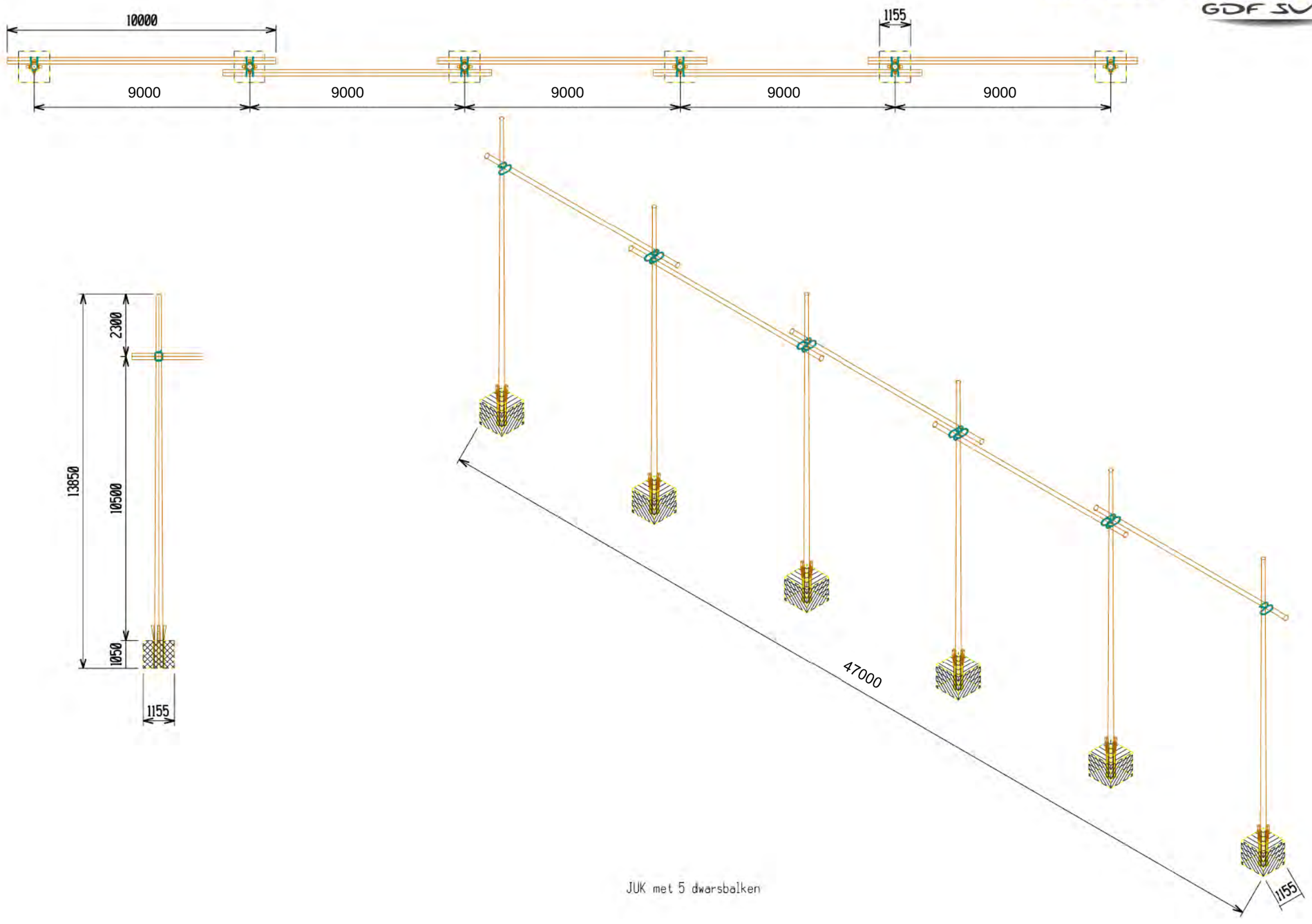
COFELY FABRICOM GDF SUEZ





JUK met 4 dwarsbalken

COFELY FABRICOM
GDF SUEZ

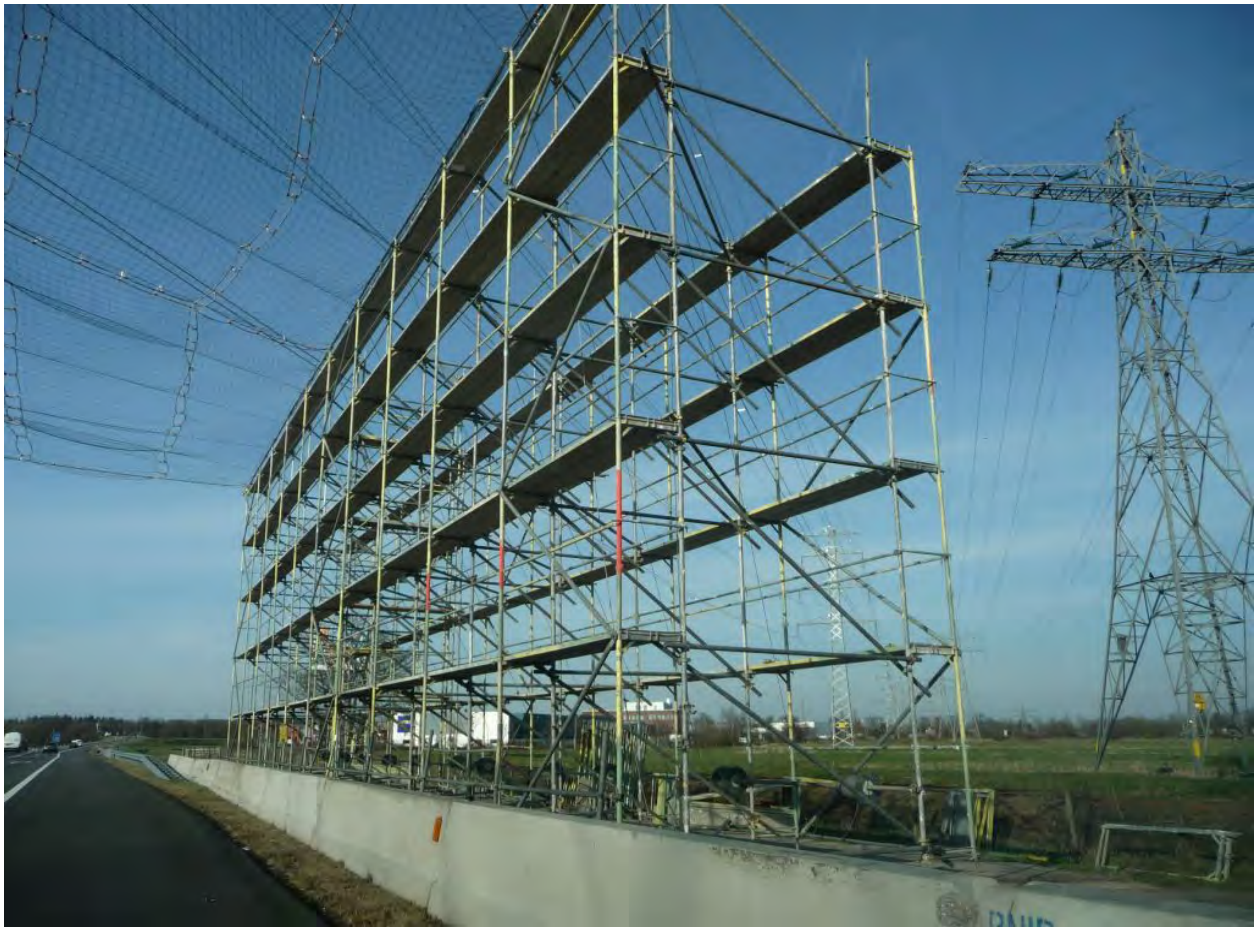


BIJLAGE 3

Beschermingskraan met net

BIJLAGE 4

Beschermingen met stelling plus net



BIJLAGE 5

Beschermingskraan met afrolwiel

BIJLAGE 6

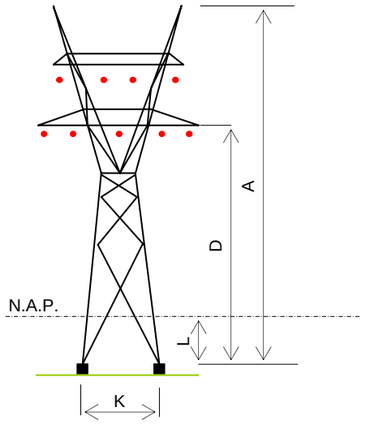
Werkmethode per tracé

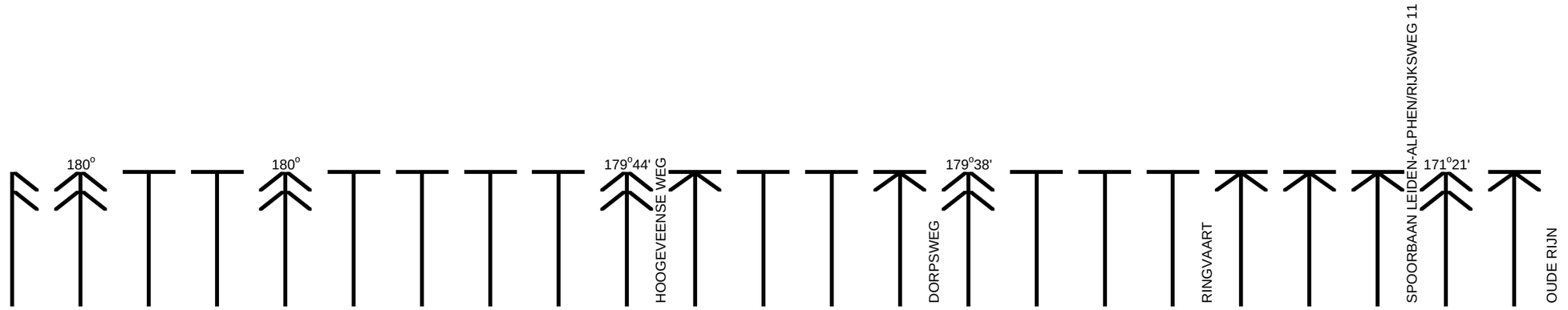
OVERZICHT AMOVATIE VAN DE KABELS

mast	type bevestiging	span	tir
juk	afspanning		42N-44: kabel laten zakken
		juk-42N	
42N	dubbele afspanning		
		42N-43	
43	enkele ophanging		
		43-44	
44	enkele ophanging		
		44-45	machine tir 45-50 mast 45 tuien
45	dubbele afspanning		45-50: kabel wegrollen
		45-46	
46	enkele ophanging		
		46-47	
47	enkele ophanging		
		47-48	
48	enkele ophanging		
		48-49	
49	enkele ophanging		
		49-50	
50	dubbele afspanning		
		50-51	machine tir 45-50 mast 50 of 51 tuien afhankelijk van volgorde tirs
51	halfverankering		51-55: kabel laten zakken
		51-52	
52	enkele ophanging		
		52-portaal	
53 (later portaal)	enkele ophanging		
		53-54	
54 (later portaal)	halfverankering		
		portaal-55	
55	dubbele afspanning		
		55-56	mast 55 of 56 tuien afhankelijk van volgorde tirs
56	enkele ophanging		55-60: kabel laten zakken
		56-57	
57	enkele ophanging		
		57-58	
58	enkele ophanging		
		58-59	
59	halfverankering		
		59-60	
60	halfverankering		
		60-61	machine tir 61-62 mast 60 of 61 tuien afhankelijk van volgorde tirs
61	halfverankering		61-62: kabel wegrollen
		61-62	
62	dubbele afspanning		
		62-63	machine tir 61-62 / machine tir 63-64 mast 62 of 63 tuien afhankelijk van volgorde tirs
63	halfverankering		63-64: kabel wegrollen
		63-64	
64	halfverankering		
		64-65	machine tir 63-64 mast 64 of 65 tuien afhankelijk van volgorde tirs
65	dubbele afspanning		65-68: kabel laten zakken
		65-66	
66	halfverankering		
		66-67	
67	halfverankering		
		67-68	
68	dubbele afspanning		
		68-69	mast 68 of 69 tuien afhankelijk van volgorde tirs
69	halfverankering		68-71: kabel laten zakken
		69-70	
70	halfverankering		
		70-71	
71	halfverankering		
		71-72	mast 71 of 72 tuien afhankelijk van volgorde tirs
72	halfverankering		71-74: kabel laten zakken
		72-73	
73	dubbele afspanning		
		73-74	
74	halfverankering		

BIJLAGE 7

Technische informatie te amoveren tracé





MAST

NR.		JUK	42N	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
TYPE		ES	EHD	DD	DD	HU	DD	DD	DD	DD	HU	DD	DD	DD	DD	HU	DD	DD	DD	DD	DD	DD	HU	DF
HOOFDMATEN	A	12,00	31,00	53,00	53,00	53,00	53,00	53,00	53,00	53,00	53,00	53,00	53,00	53,00	53,00	53,00	53,00	53,00	53,00	53,00	53,00	53,00	53,00	84,00
	D	7,00	18,00	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	62,00
	K		10,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	16,00
MAAT t.o.v. N.A.P.	L			3,63-	3,77-	3,44-	3,74-	3,51-	3,87-	3,78-	3,56-	3,83-	4,00-	3,96-	3,83-	3,08-	3,82-	3,90-	3,67-	0,94-	1,10-	1,00-	0,72-	0,07-

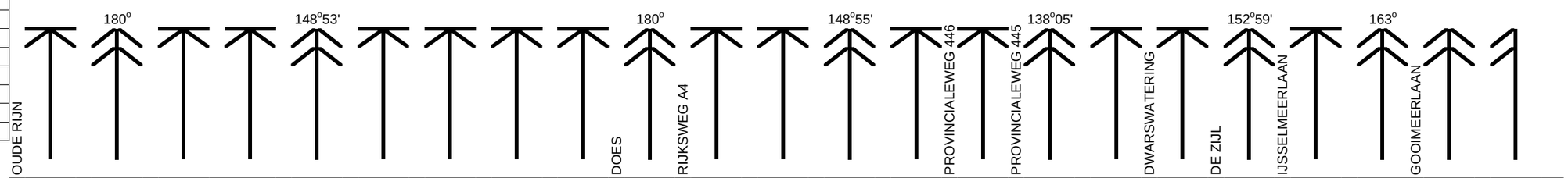
LENGTE	VELDLENGTE	30,05	304,94	424,87	430,07	528,62	427,19	426,43	426,36	427,77	439,53	431,50	431,44	432,44	419,21	420,39	431,72	391,70	412,98	437,85	437,72	455,45	358,52	
	VAKLENGTE	30,05	1159,88	2136,37	2154,12	2987,81																		
SAMENSTELLING	STROOMGELEIDER	2xCu 185mm² σ=40N/mm²	2x Cu 185mm² σ=135N/mm²																					
	BLIKSEMGELEIDER	Br 50mm² σ=60N/mm²	Br 50mm² σ=215N/mm²																					
WEGKAART		1772	1773	1774	1775	1776	1777	1778	1779															
GEMEENTE		ZEVENHUIZEN-MOERKAPELLE	RIJNWOUDE																					

TYPE BEVESTIGING

SYMBOOL	BENAMING
↑	ENKELE AFSPANNING
⇑	DUBBELE AFSPANNING
T	ENKELE OPHANGING
⊤	DUBBELE OPHANGING
⊥	HALF-VERANKERING
⊥	EXTRA BEVEILIGING BEVEILIGING 1 ZIJDE
⊥	EXTRA BEVEILIGING BEVEILIGING 2 ZIJDEN

MAST

TYPE	AANTAL
DD	24
DE	4
DF	2
DH	1
HU	6
HV	2
HW	2
HX	1
EHD	2
ES	2
TOTAAL	46



	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	JUK
	DF	HU	DD	DD	HV	DD	DD	DD	DD	HU	DD	DD	HV	DE	DE	HW	DE	DH	HX	DE	HW	EHD	ES
HOOFDMATEN A	84,00	53,00	53,00	53,00	54,50	53,00	53,00	53,00	53,00	53,00	53,00	53,00	54,50	53,00	53,00	54,50	53,00	84,00	89,00	53,00	54,50	31,00	12,00
D	62,00	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	62,00	67,00	38,50	38,50	18,00	7,00
K	16,00	12,00	12,00	12,00	13,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	13,00	12,00	12,00	13,00	12,00	16,00	18,00	12,00	13,00	10,00	
MAAT t.o.v. N.A.P. L	0,16+	0,50-	0,47-	0,37-	0,08-	0,73-	0,76-	0,82-	0,68-	0,93-	0,88-	1,17-	0,87-	0,76-	0,58-	0,90-	0,71-	0,19-	1,48+	0,46-	0,05-	0,58+	

LENGTE	VELDLENGTE	253,24	543,86	455,32	427,71	456,77	465,00	431,85	460,02	404,27	324,81	426,52	395,15	419,26	315,90	360,41	383,12	453,68	534,83	388,56	482,05	387,19	251,03	26,57
	VAKLENGTE	1155,62	1339,80	2085,95	1240,93	1059,43	1377,07	869,24	251,03	26,57													
SAMENSTELLING	STROOMGELEIDER	2x Cu 185mm² σ=135N/mm²	2xCu185mm²σ=40N/mm²																				
	BLIKSEMGELEIDER	Br 50mm² σ=215N/mm²	Br 50mm²σ=60N/mm²																				
WEGKAART		1779	1780	1781	1782	1783	1784	1785	1786														
GEMEENTE		RIJNWOUDE	LEIDERDORP	LEIDEN																			

TOTALE LENGTE 17873,87

ZT-LD150

TENNET

BV065-2

150kV verb. Zoetermeer - Leiden

blad 1 / 1 | wijziging: V 26-03-08

BIJLAGE 8

Algemene veiligheids documenten

COFELY FABRICOM GDF SUEZ	**"Cross Control" Lines** **Veiligheidsconsigne / Consigne de sécurité**	*Equipe / ploeg:*

WERF / CHANTIER DATUM / DATE		
VERANTWOORDELIJKE VOOR HET WERK RESPONSABLE DU CHANTIER		**GSM**
UIT TE VOEREN WERKEN TRAVAUX À RÉALISER		
LIJNEN OF APPARATEN **BUITEN SPANNING** LIGNES OU APPAREILLAGES **HORS TENSION**		
LIJNEN OF APPARATEN **ONDER SPANNING*** **(GEVAAR)** LIGNES OU APPAREILLAGES **SOUS TENSION*** **(DANGER)**		
AANVANG DER WERKEN : UUR DÉBUT DES TRAVAUX : HEURE		EINDE DER WERKEN : UUR FIN DES TRAVAUX : HEURE

NAAM NOM	HANDTEKENING SIGNATURE	NAAM NOM	HANTEKENING SIGNATURE

COFELY FABRICOM
GDF SUEZ

BU	INFRA
Division	High Voltage
Department	Lines
Section	

KICK-OFF MEETING

Intern gebruik / Usage interne: ☐

Extern gebruik / Usage externe ☐ Onderaannemer / Sous-traitant: ☐

WBS-n°: R-029283-100		Datum / Date : ……/……/……..

Verdeling /Diffusion : werf - chantier / MDT / CDE / WKU / LWO / BDD / Preventiedienst - Service de Prévention

Opgesteld door / Etabli par :……	Functie / Fonction : ……..	Handtekening / Signature: ……

Aanwezigen / Présences: ……

Het werk	**Le travail**			
Algemene planning van de klant	Planning général du client	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Uitgewerkte planning	Planning interne détaillé	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Projectplan (met risicoanalyse)	Plan de projet (avec analyse des risques)	O.K. ☐		……
Risicovolle werken	**Travaux à risques**			
Onder spanning	Sous tension	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Hoogtewerker - Vorkheftruck - Kraan	Elévateur à fourche - Elévateur - Grue	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Werkzaamheden langs de wegen	Travaux au voisinage des routes	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Werkzaamheden langs het water	Travaux à proximité de l'eau	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Hijswerkzaaheden	Levage	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Asbest	Amiante	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Organisatie	**Organisation**			
Organigram van de klant	Organigramme du client	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Organigram werf	Organigramme Chantier	O.K. ☐	N.A. ☐	……
V-verantwoordelijke op site	Responsable de sécurité sur site	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Uurooster	Horaire	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Reglementen en procedures	**Règlements et procédures**			
Specifieke PBM's	EPI's spécifiques	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Bijzondere regels opdrachtgever	Règles particulières du client	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Gebruik van werkvergunning	Utilisation du permis de travail	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Gebruik van werkvuurvergunning	Utilisation du permis de feu	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Gebruik van stellingen	Utilisation d'échafaudages	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Documenten A-ongeval aanwezig ?	Documents Accidents présents?	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Werken met specifieke opleiding nodig ?	Travaux exigeant une formation spécifique	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Afbakening van gevaarlijke zones	Délimitation des zones dangereuses	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Orde en netheid op de werf (doorgangen)	Ordre et propreté du chantier (passages)	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Personeelvervoer	Transport de personnel	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Mogelijkheden tot parkeren	Emplacement de parkings	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Specifieke werkvergunning(en)	Permis de travail spécifique(s)	O.K. ☐	N.A. ☐	…… ……
Gevaarlijke produkten	**Produits dangereux**			
Eigen levering	Fournis par nos soins	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Geleverd door de klant	Fournis par le client	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Geleverd door derde	Fournis par des tiers	O.K. ☐	N.A. ☐	…… ……
Noodsituaties	**Situations d'urgence**			
Noodtelefoonnummers	Numéros d'appel d'urgence	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Hulpverlener	Secouriste	O.K. ☐	N.A. ☐	……
EHBO-kist	Boîte de secours	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Werfinstallatie	**Installation chantier**			
Keuring door erkend organisme	Contrôle par organisme agréé	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Orde en netheid	Ordre et propreté	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Sanitaire installatie	Installation sanitaire	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Toegangkelijkheid	Accès installation chantier	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Materieel voor werfinrichting beschikbaar	Disponibilité du matériel utile à l'installation	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Affichering van documenten	Affichage des documents	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Onderhoudsproducten	Produits d'entretien	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Nutsvoorzieningen	**Utilités**			
Elektriciteit	Electricité	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Water	Eau	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Telefoon	Téléphone	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Afvoer afvalwater	Evacuation des eaux usées	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Afval	**Déchets**			
Afvalophaling	Enlèvement des déchets	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Scheiden van afval / container	Tri des déchets - Conteneurs	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Arbeidsmiddelen	**Equipements de travail**			
Nodige middelen op werf	Matériel nécessaire sur site	O.K. ☐	N.A. ☐	……
In te vullen als een onderaannemer (=O.A.) aanwezig is op de werf	**A remplir en cas de présence de sous-traitant (1 document par sous-traitant)**		N.A. ☐	
Inpassing activiteiten O.A. in eigen planning	Insertion de son planning dans le planning général	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Contacten met de klant verlopen uitsluitend via werfleider	Tout contact avec le client via le chef de chantier	O.K. ☐	N.A. ☐	……
V-plan O.A. doornemen	Vérification de son propre plan de sécurité	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Gevaarlijke produkten geleverd door O.A.	Produits dangereux utilisés par le sous-traitant	O.K. ☐	N.A. ☐	……
Eigen werfinstallatie	Installation de chantier propre	O.K. ☐	N.A. ☐	……
In het geval het volledige werk aan de O.A. uitgegeven werd :	**Dans le cas ou le travail entier serait donné à un sous-traitant(s) (S.T.):**		N.A. ☐	
(*) O.A. geeft toolbox meetings aan zijn personeel	* Le S.T. donne des 'toolbox meetings' à son personnel	O.K. ☐		
(*) Lijst van zijn werknemers op de werf up to date houden	* Le S.T. a une liste à jour de présence de son personnel sur le chantier	O.K. ☐		
(*) Onthaal op de werf organiseren voor zijn personeel	* Le S.T. organise l'acceuil sur le chantier pour son personnel	O.K. ☐		
(*) = Ingevulde formulieren zijn steeds op de werf aanwezig	(*) = Les formulaires remplis sont toujours présent sur le chantier			

Voor akkoord: Naam vertegenwoordiger O.A.: Handtekening: ……

Pour accord: Nom du représentant du sous-traitant: . . . . . Signature:

TOOLBOX-MEETING

BELGIAN & INTERNATIONAL OPERATIONS -

Division : High Voltage Department : Lines

COFELY FABRICOM GDF SUEZ

IN TE VULLEN DOOR WERFLEIDER - A REMPLIR PAR LE CHEF DE CHANTIER

Project : Projet :	WBS R-029283-100	Datum : Date :

Verdeling : **Werf** / **Project** / MDT / CDE / LWO (SEM) / or (DEM) / WKU / BDD Dienst Preventie / Afdeling Veiligheid

Diffusion : **Chantier** / Service Prévention

Toolbox gehouden door :
Toolbox tenu par:

Naam - Nom	Functie - Fonction	Handtekening - Signature

Besproken onderwerpen - Sujets discutés

Maandthema - Thème mensuel:

. . .

Opmerkingen tijdens het laatste veiligheidsprojectbezoek - Remarques de la dernière visite de sécurité de projet:

. . .

Projectgebonden risico's - Risques liés au projet:

. . .

Ongeval & Incident te melden - Accident & Incident à mentionner:

Waar en wanneer - Où et quand: . . .

Wat - Quoi : . . .

Preventieve actie - Action préventive: . . .

Rondvraag - Tour de table:

. . .

IN TE VULLEN DOOR DEELNEMERS - A REMPLIR PAR LES PARTICIPANTS

Aanwezigen - Présences:

	Naam - Voornaam / Nom - Prénom	Firma - Firme	Handtekening - Signature
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			
16.			
17.			
18.			
19.			
20.			
21.			
22.			
23.			
24.			

COFELY FABRICOM
GDF SUEZ

ALGEMENE RISICOANALYSE LIJNEN

VOLGORDE VAN DE WERKZAAMHEDEN	RISICO	OORZAAK	BESCHERMINGSMIDDELEN / MAATREGELEN
0. Aanleg en inrichting van de werfoplsagplaats en verkeer in de opslagplaats en op het openbaar domein			
0.1. Opslagplaats	Val - personeel	- onstabiel opslaan van goederen	- materieel en materiaal op doordachte wijze opstapelen
	- voorwerpen	- onbekwaamheid of onvoldoende informatie van personeel	- voldoende afstand laten tussen de voorwerpen
		- hindernissen in de doorgang	- PBM en CBM gebuiken - informatie en opleiding van personeel - alle materiaal en materieel uit de doorgangen verwijderen
	Elektrische risico's	- slecht geïsoleerde elementen onder spanning	- een perdiodieke controle laten uitvoeren door een bekwaam persoon en de herstellingen of aanpassingen van het netwerk toevertrouwen aan gekwalificeerd personeel
		- aansluitingen / uitrustingen " die niet volgens de voorschriften geïnstalleerd, hersteld of onderhouden zijn "	
0.2. Orde en netheid	Hygiëne	- afwezigheid van richtlijnen aan het personeel - beschadigingen - vandalisme	- informeren van het personeel - plaatsing van voldoende afvalcontainers
0.3. Verkeer ingeval van onheil	Ontoegangkelijk voor hulpdiensten	- geblokkeerde wegen	- indien nodig een toegangsplan opstellen - informeren van het personeel - verbieden de toegangswegen te blokkeren
0.4. Verkeer openbaar domein	Geblokkeerd verkeer	- ontbreken verkeersplan	- eventueel een verkeersplan opstellen in overleg met de bevoegde instanties
	Ontoegankelijk voor hulpdiensten	- geblokkeerde wegen	- informeren van het personeel
1. Funderingen			
1.1. Inplanting	Slechte inplanting	- fout bij het opnieuw uitzetten van de mast	- tegensprekelijk uitzetten van het centrum en de paaltjes van de assen in het bijzijn van de afgevaardigde van bouwheer en aannemer
		- fout bij het inplanten van de assen	
	Contact met nutsleidingen	- aanwezigheid van kabels/buizen/kanalisaties in de grond	- officiële aanvraag van de plannen aan de verschillende eigenaars van de ondergrondse exploitaties
1.2. "Klassieke" funderingen	Val -Personeel	- ontbreken van collectief beschermingsmiddel	- opleiding van de bestuurder - opleiding van en instructies aan het personeel - controle op het dragen van de PBM-CMB werkuitrusting
	- Derden	- ontbreken van ladders en/of loopplanken	- afbakening - toegang verbieden voor niet-bevoegde personen
	- Dieren	- aanwezigheid van dieren	- laten weghalen
	Instortingen	- ontbreken en/of te snel verwijderen van de beschoeiing - aard van de bodem	- bescherming tegen instortingen (beschoeiing, bestutting) - instructies aan het personeel
	Contact met bewegende of stilstaande voorwerpen	- aanwezigheid van machines, materiaal en materieel dat al dan niet veel plaats inneemt	- de toegang ontzeggen aan elke persoon wiens aanwezigheid niet absoluut noodzakelijk is - het dragen van de PBM verplichten, CBM - bepalen van veiligheidsafstanden - scholing van het personeel

ALGEMENE RISICOANALYSE LIJNEN

COFELY FABRICOM GDF SUEZ

VOLGORDE VAN DE WERKZAAMHEDEN	RISICO	OORZAAK	BESCHERMINGSMIDDELEN / MAATREGELEN
1.3, Funderingen op palen, micropalen en valse putten	Stoten tegen voorwerpen	- de buis steekt uit de grond na het heien	- eventuele installatie van collectieve beschermingsmiddelen (afsluitingen)
	Vallen van voorwerpen	- omvallen van de heimachine terwijl deze van de ene paal of pyloon naar de andere wordt verplaatst	- de aard van de bodem controleren voor de verplaatsing - demonteren of intrekken van de mast van de machine - volledig demonteren van de machine
	Val in de buis	- buis met een grote diameter (> 70 cm) die uit de grond steekt	- voorlopige afsluiting van de buis - onmiddellijke vulling (indien mogelijk) - eventuele installatie van collectieve beschermingsmiddelen (afsluitingen)
	Al dan niet elektrische contacten	- aanwezigheid van luchtlijnen	- de hoogte van de mast controleren - de mast eventueel intrekken tijdens de verplaatsing - verplichting om aan de uitbater de veiligheidsinstructies te vragen (AVIL - BVIL - BVIP) - informeren van het personeel
		- aanwezigheid van kabels/buizen/kanalisaties in de grond	- uitvoeren van verkennende graafwerken en/of de plannen van de nutsleidingen vragen aan de verschillende maatschappijen
	Verzakking van de grond	- overbelasting van de bodem door de machine tijdens de uitvoering - onstabiele grond	- een platform voor de uitvoering van de palen voorzien - een kleinere machine gebruiken - voorzien van een "veiligheidszone"
	Contact met bewegende voorwerpen	- rondvliegen van producten (breken van de verbindingsaanhechtingen)	- controle van de aansluitingen voor het begin van de activiteit - gebruik van de nodige en verplichte PBM's (werkkledij, regenkledij, bril, helm, veiligheidslaarzen) door het personeel
2. Mastwerken **2.1. Versteviging van de masten - plaatsen van draadstelplaten - plaatsen van Arcusbollen (aardingen) - plaatsen van bekabeling voor lichtbebakening**	**Risico's verbonden aan de verplaatsingen op en onder de masten :**		Veiligheidsvoorschriften (mechanische en elektrische) - AVIL - BVIL - BVIP - werkvergunning - Gevarenzone op de grond
- toegang tot de schachten en tot de draagarmen	Risico's op vallen : - personeel - voorwerpen	- ontbreken PBM - CBM - slechte verplaatsingen - onbekwaam gebruik van materiaal - slechte bevestiging van elementen	- werkuitrusting (werktuigen) - CBM : collectieve beschermingsmiddelen - PBM : helmen, veiligheidsharnas, schoenen, handschoenen - Opleiden/informeren van het personeel - Verplicht gebruik van de levenslijn vanaf 2m hoogte bij het klimmen in masten
- boren / uitboren	Staalkrullen	- krullen en splinters	- gebruik van magneten - dragen van een bril
	Verwondingen (pols)	- boren zonder automatische ontkoppeling	- keuze van de werktuigen (boor met ontkoppeling)
	Risico's te wijten aan de weeromstandigheden	- wind, rijm, ijzel, sneeuw, regen op geverfde oppervlakten, onweer	- voorschriften betreffende slechte weersomstandig-heden (gladde oppervlakten, windkracht, onweer)
	Elektrische en elektromagnetische risico's		- Veiligheidsvoorschriften (mechanische en elektrische - AVIL - BVIL - BVIP - werkvergunning)
- toegang	**Blootstelling aan of elektrisch contact**	- draadstellen onder spanning	- ter beschikking stellen van een draadstel - Identificatie van de draadstel(len) die onder spanning staan - schema van de lijn - waarschuwingssysteem voor een draadstel onder spanning (vlaggen)
- gebruik van elektrische machines en werktuigen - elektrische groepen - boren, slijpschijven, boutschroeven	Blootstelling aan of elektrisch contact	- aansluitingen - werktuigen die niet volgens de voorschriften onderhouden of hersteld zijn	- controle - test - dubbele isolatie

COFELY FABRICOM
GDF SUEZ

ALGEMENE RISICOANALYSE LIJNEN

VOLGORDE VAN DE WERKZAAMHEDEN	RISICO	OORZAAK	BESCHERMINGSMIDDELEN / MAATREGELEN
2.2. Samenvoegen van een mast op de grond			
- sortering - samenvoegen (kraan)	Risico op vallen - personeel - voorwerpen	- slecht opslaan van hoekijzers - onstabiele geassembleerde stukken - hindernissen - onbekwaam of onvoldoende geïnformeerd personeel	- voorschriften (mechanische) AVIL - BVIL - BVIP - PBM (helm, veiligheidsharnassen, schoenen en handschoenen - ladders - eventueel afbakenen van de werkzone - informeren en opleiden van personeel - doorgangen vrijmaken
- gebruik elektrische groepen - boren, boutschroeven	Blootstelling aan of elektrisch contact	- aansluitingen - werktuigen die niet volgens de voorschriften onderhouden of hersteld zijn	- controle - test - dubbele isolatie
- werken in de buurt van een lijn in dienst of in een hoogspanningspost	- contact met de HS	- onbekwaam of onvoldoende opgeleid en geïnformeerd personeel	- opleiding - informatie - PBM - CBM - werkuitrusting - AVIL - BVIL - BVIP - werkvergunning - afbakening van de zones
2.3. Hijsen van een mast met de kraan - afbreken voor herbruiken of sloop			- Veiligheidsvoorschriften (mechanische en elektrische - AVIL - BVIL - BVIP - werkvergunning) - dragen PBM - het vermogen van de kraan berekenen
	- Verzakking van het terrein	- onstabiele bodem of ondergrond	- controle van de kwalitet van de bodem voor gebruik - voldoende verdeling van de druk over de grond
	Instorting van de kraan of van de werkbak (tijdens gebruik)	- onbekwaam gebruik, overbelasting	- inspectie door de kraanman en of door bevoegd personeel
	Vallen van voorwerpen tijdens het optillen van elementen en de bevestiging ervan	- slechte bevestiging van elementen	- de coördinatie tussen de kraanman en de persoon die de lasten moet bevestigen optimaliseren (walkietalkie en/of signalen) - bekwame personen - medische controle
	Gewelddadig contact tussen de kraan/werkbak en het personeel	- onvervaren kraanman - te snelle verplaatsing van voorwerpen	- opleiding van het personeel
	Blootstelling aan of elektrisch contact	- aanwezigheid luchtlijnen en/of spanning - niet naleven van de elektrische veiligheidsafstanden - AVIL - BVIL	- de elementen onder spanning loskoppelen alvorens de activiteiten aan het elektrisch netwerk uit te voeren - de positie van de kraan / bak controleren - aan de uitbater van de werken vragen welke voorzorgen men moet nemen en welke afstand men moet respecteren.
	Val van mensen die op een bepaalde hoogte werken	- slechte verplaatsingen - ontbreken van PBM - aanwezigheid van hindernissen - elektrische schok terwijl men in de mast klimt met een of meerdere draadstellen onder spanning	- op de mast klimmen via de daartoe voorziene uitrustingen (klimbouten, ladders, …) Verplicht gebruik van de levenslijn vanaf 2m hoogte - bij het klimmen in masten - gebruik van hoogwerker (portiek) - controle van de werkmethodes - verplichting om de PBM's te dragen (beschermende handschoenen tegen val en inductie, veiligheids-schoenen, werkkledij, helm, veiligheidsharnas) - informeren en opleiden van het uitvoerend personeel
	Val van voorwerpen tijdens hun gebruik	- verkeerde werkmethode - materieel dat uit de handen valt - breken van het bevestigingsmateriaal - slechte verankering van de lasten	- afbakenen van de werkzones en de omgeving van de machines die werken - beperken van het aantal mensen dat aanwezig is ter - hoogte van de uitgevoerde werken - opleiden en informeren van het personeel
	Inspanningen, verkeerde bewegingen	- verkeerde behandeling van de lasten - slechte werkmethode	- opleiding en instructies ter attentie van het uitvoerende personeel - controleren of de juiste heftechniek wordt toegepast
2.4. Specifiek geval : hijsen met de kraan - demonteren van een mast *in de buurt van een lijn in dienst of in een hoogspanningspost*	- idem 2.3. - contact met de HS	- onbekwaam of onvoldoende geïnformeerd of opgeleid personeel	- opleiding en informatie - PBM - CBM - werkuitrusting - AVIL - BVIL - BVIP - werkvergunning - afbakenen van de zones

ALGEMENE RISICOANALYSE LIJNEN

COFELY FABRICOM
GDF SUEZ

VOLGORDE VAN DE WERKZAAMHEDEN	RISICO	OORZAAK	BESCHERMINGSMIDDELEN / MAATREGELEN
3. Kabelwerken			
3.1. Luchtlijnen : - afrolwielen - koorden/trekkabels(met helicopter) - enkele geleiders - bundelgeleiders - normale aardkabel - OPGW-aardkabel - regelen en op klemmen zetten van de fasegeleiders - regelen en op klemmen zetten van de aardkabel - plaatsen van tegengewichten - aanbrengen van afstandhouders - aanbrengen van bebakeningsbollen - uitvoering afdaling op portiek post - bescherming door portieken - speciale beschermingen : . geëlektrificeerde NMBS . autosnelweg / expressway . kanaal . overspannen of naburige MS-lijnen . overspannen of naburige HS-lijnen	Risico's verbonden aan verplaatsingen op of onder masten :		- Veiligheidsvoorschriften(mechanische en elektrische) AVIL - BVIL - BVIP - werkvergunning - zie nota Tractebel : soins à apporter aux conducteurs lors de leurs tirage (GGLIGNE4D 2531772 rev 03 van 03/05/95) - veiligheidsdocumenten voor toegang snijdingsbonnen, vlaggen,...) - gevarenzones respecteren (onder de masten, rond de machines, in de posten)
	- onderhoud materieel ; materiaal ; machines ; monteren - portieken	- ontbreken PBM - slechte radioverbindingen	- dragen PBM - zenders - ontvangers -GSM
	- Val : - personeel - voorwerpen	- ontbreken PBM - onaangepaste methode	- PBM : helmen, harnas, schoenen, handschoenen - werkuitrusting (werktuigen) - CBM : collectieve veiligheidsuitrusting - ladders - opleiding - instructies - hoogwerker voor werken op portiek post - Verplicht gebruik van de levenslijn vanaf 2m hoogte bij het klimmen in masten
	- geklemd raken tussen draaiende voorwerpen (machines, afrolwielen, …)	- onbekwaamheid - onvoldoende kennis van het personeel	- controleren of de beveiligingen doeltreffend werken
	- breken van de bevestiging van de uitrustingen aan het uiteinde van het draagvlak of slechte bevestiging	- slechte bescherming van het materieel - slecht opgeleid of geïnformeerd personeel	- periodieke controle van het materieel - doc EBL (15-06-1986)
	- risico's te wijten aan de weersomstandigheden	- wind - rijm - ijzel - sneeuw - regen op geverfde oppervlakte - onweer	- voorschriften betreffende slechte weersomstandig-heden (gladde oppervlakten - windkracht - onweer)
	- breken trekkabel of kabel	- overbelasting van het gebuikte materieel - slechte bevestiging van het materieel - wegschuiven van de geleiders	- periodieke controle van het materieel - opleiden / informeren van het personeel
	- val van de helikopter bij het trekken van de trekkabels	- slechte weersomstandigheden (mist, wind, …) - aanzienlijke overbelasting	- vlucht verbieden - systeem voorzien om trekkabel los te laten

ALGEMENE RISICOANALYSE LIJNEN

COFELY FABRICOM
GDF SUEZ

VOLGORDE VAN DE WERKZAAMHEDEN	RISICO	OORZAAK	BESCHERMINGSMIDDELEN / MAATREGELEN
Werken op en onder de masten	**Elektrische en elektromagnetische risico's :**		- Veiligheidsvoorschriften (mechanische en elektrische) AVIL - BVIL - BVIP - werkvergunning
- toegang - gebruik van elektrische machines en werktuigen - Werken aan de binnen- en buitenkant van de masten - werken met zwaar materieel en kabels op de grond - werken op enkele of gebundelde fasegeleiders - trekken van een tweede draadstel en een aardkabel - trekken van een aardkabel			- Zie nota Fab-ERL/DUR 915.545 van 03/05/88 ; goedgekeurd en opgelegd door Tractebel en aanvullende nota van 29/05/91
	1. Blootstelling aan of elektrisch contact	- draadstellen onder spanning - naburige installaties onder spanning in de posten - aansluitingen die niet volgens de voorschriften onderhouden of hersteld worden	- veiligheidsvoorschriften van de uitbater - afbakenen van de gevaarzones - ter beschikking stellen van één of van de twee draadstellen - identificatie van de draadstellen die onder spanning staan - waarschuwingssysteem van de circuits die onder spanning staan (vlaggen,...) - AVIL-BVIP-BVIL- werkvergunning - PBM-CBM - werkuitrusting
	2. Inductierisico's	- naburige draadstellen onder spanning - naburige installaties onder spanning in de posten	- veiligheidsvoorschriften uitbater - afbakenen van de gevaarzones - ter beschikking stellen van één of van de twee draadstellen - identificatie van de draadstellen die onder spanning staan waarschuwingssysteem van de draadstellen die - onder spanning staan (vlaggen,...) - AVIL-BVIL-BVIP - werkvergunning - PBM-CBM - werkuitrusting - aarding machines (trekmachine - remmachine - haspelwagen) - aarding van de afrolwielen - aarding van de werkzones (ophanging en verankering) - aarding om de vijf masten (aanbevolen)
3.2. Aanbrengen van verlengingskabels (geïsoleerde kabels): - werken in de posten	- toegang en verplaatsingen in de posten	- nabijheid van installaties onder spanning	- veiligheidsvoorschriften van de uitbater - de werkzones en de toegangen afbakenen - AVIL-BVIL-BVIP- werkvergunning - opleiden en informeren van het personeel
	- elektrisch contact	- aanwezigheid luchtlijnen - aanwezigheid kabels - buizen - kanalisaties of dergelijke in de grond	- de plannen vragen van alle luchtlijnen en grondkabels
	- val	- kabelgoten - sleuven	- CBM

Bijlage 12

Boorplan 150 kV kabel A4

Boorplan - HDD0.1 A4/HSL/Does

Project:
Randstad 380 kV Noordring

Opdrachtgever:
TenneT TSO

Revisie	Datum	Wijzigingen ten opzichte van vorige revisie
00	19-07-2013	Eerste uitgave
01	19-07-2013	Commentaar uit interne review verwerkt
02	13-08-2013	Aanvullend bodemonderzoek verwerkt + boring dieper ivm palen HSL
03	11-11-2013	Boorlijn aangepast ivm eis Oasen

Documentnummer: R3N-OWR-0020

Opsteller	*Controleur*	*Vrijgever*
M. van Velzen Adviseur Geotechniek	P. de Jager Ontwerpmanager	Arjan Hogenboom Project Manager

Distributie

Naam	Bedrijf
Extern	
Guido Volman	TenneT TSO
Intern	
Arjan Hogenboom	BAM
Pieter de Jager	BAM
Eric van Rooijen	BAM
David van Loenen	BAM
Rob Bakker	BAM
Erwin ten Cate	BAM
Michael deSmet	Fabricom
Hein Pijnappel	Mott McDonald

Beheer

De documentbeheerder van de combinatie verzorgt de distributie. Alleen houders van een geregistreerde kopie ontvangen automatisch aanvullingen en/of wijzigingen. Het is de verantwoordelijkheid van de houders het document up to date te houden. De laatste versie is altijd beschikbaar in ThinkProject!

Indien documenten worden geprint, geldt het volgende: een geregistreerde kopie is geldig vanaf de datum van uitgifte. Bij uitgifte van een document met een hoger revisienummer verliest de voorgaande versie automatisch haar geldigheid. Kopiehouders dienen het voorblad van een ongeldige versie te markeren met een diagonale lijn samen met de tekst 'vervallen'.

Neem bij twijfel over de geldende versie contact op met de documentbeheerder.

Inhoudsopgave

1. Inleiding *4*
2. Uitgangspunten *5*
2.1. Ontwerpnormen 5
2.2. Verkeersbelasting 5
2.3. Belangen 5
2.3.1. Kabels en leidingen 5
2.3.2. Objecten 5
2.3.3. Hoogheemraadschap Rijnland 5
2.3.4. ProRail 6
2.4. Bodemopbouw 6
2.5. Grondwater 6
3. Berekening *7*
3.1. Rekenmethoden 7
3.1.1. Sterkte van de buis tijdens de aanlegfase 7
3.1.2. Sterkte en vervorming van de buis in de bedrijfsfase 7
3.1.3. Grondmechanisch evenwicht in de ondergrond (muddruk) 7
3.2. Resultaten 7
3.2.1. Aanlegfase 8
3.2.2. Bedrijfsfase 8
3.2.3. Muddrukberekening 8
3.2.4. kwelproblematiek 8
4. Uitvoering *10*
4.1. Voorbereidende werkzaamheden 10
4.1.1. Uitzetten boortracé 10
4.1.2. Ondergrondse kabels en leidingen 10
4.1.3. Het graven en dichten van het in- en uittredegat 10
4.2. Boorproces 10
4.2.1. Algemeen 10
4.2.2. Het boren 10
4.2.3. Pilot-boring 10
4.2.4. Ruimen van het boorgat 10
4.2.5. Intrekken van de leiding 10
4.2.6. Meetsysteem 11
4.2.7. Boorvloeistof 11
4.2.8. Werkwater 11
4.2.9. Energievoorziening 11
4.3. Werkterrein en opstelling apparatuur en voertuigen 11
4.4. Risico-inventarisatie 12
4.5. Keuring, controles en revisie 12
4.6. Verkeersmaatregelen 12
5. Conclusies en aandachtspunten *13*
6. Bijlagen *15*
Bijlage 1 Grondonderzoek 16
Bijlage 2 Berekening aanlegfase 18
Bijlage 3 Berekening bedrijfsfase 19
Bijlage 4 Productblad Maxi-rig 20

1. INLEIDING

De komende jaren werken het ministerie van Economische Zaken en TenneT aan de aanleg van een nieuwe 380 kV hoogspanningsverbinding in de Randstad. De nieuwe verbinding stelt de voorziening van elektriciteit in de Randstad veilig.

Het ontwerptracé van de nieuwe Randstad 380 kV verbinding is sinds eind 2008 bekend. De plannen gaan uit van twee ringen, tussen Wateringen en Zoetermeer (de Zuidring) en tussen Zoetermeer en Beverwijk (de Noordring). Eind 2012 heeft Tennet de aanbesteding opgestart voor het gedeelte van de Noordring tussen station Vijfhuizen en Bleiswijk. Het contract is opgedeeld in twee percelen, waarbij de grens ligt bij Zuidelijke Ringvaart. Dit document heeft betrekking op perceel 2 (het zuidelijke gedeelte).

BAM heeft op 8 juli 2013 het contract ondertekend met TenneT voor het ontwerp en realiseren van perceel 2. Het voorliggende document is onderdeel van het Definitief Ontwerp en behandelt het boorplan van de horizontaal gestuurde boringen ter hoogte van Leiderdorp.

Ter hoogte van Leiderdorp wordt een tweetal horizontaal gestuurde boringen (HDD's) uitgevoerd onder Rijksweg A4, de hoge snelheidsspoorlijn en primaire watergang de Does.

Het betreft een tweetal identieke, hart-op-hart 5 m, parallel aan elkaar gesitueerde boringen voor het 150kV kabeltraject. Aangezien de situatie, te kruisen objecten, in beide situaties lichtelijk van elkaar afwijken zijn voor deze locatie beide boorlijnen beschouwd.

In deze revisie is de boorlijn aangepast aan een recentelijk bekend geworden dekkingseis van Oasen.

In tabel 1 is een overzicht gegeven met de kenmerken van de boring.

Tabel 1 Kenmerk boring

Mantelbuizen	Kwaliteit	Bestemming
4 x Ø200 mm	HDPE, PE100, SDR11	150 kV kabels

2. UITGANGSPUNTEN

2.1. ONTWERPNORMEN

Doordat er met het ontwerp de Rijksweg A4 wordt gekruist zijn de regels van Rijkswaterstaat van toepassing. Deze zijn weergegeven in de Richtlijn boortechnieken van Rijkswaterstaat [13].

Tevens wordt een regionale waterkering gekruist.

Omdat het medium kabels betreft zijn NEN 3650 en NEN 3651 niet van toepassing.

De eisen van ProRail zijn in verband met het kruisen van het spoor van toepassing verklaard.

2.2. VERKEERSBELASTING

Voor de verkeersbelasting is uitgegaan van de verkeersklasse volgens C5 van NEN 3650-1:2003, Fatigue Load Model 2 (10 kPa, Openbare, overige wegen), Fatigue Load Model 3 (25 kPa, Autosnelwegen A- en Provinciale N-wegen) en Trein (50 kPa, NS-spoor volgens OVS).

2.3. BELANGEN

2.3.1. KABELS EN LEIDINGEN

De in de nabijheid van het boortracé gelegen kabels en leidingen zijn aan de hand van een gedane KLIC-melding op de tekening weergegeven. Nabij het intredepunt bevinden zich conform de KLIC informatie geen kabels en leidingen. Nabij het uittredepunt kruist de boring een waterleiding van Oasen, de leidingbeheerder stelt hiervoor een dekkingseis van 5,0 m. Met het huidige ontwerp wordt hieraan voldaan. Het boortracé kruist verder enkele ondiep gelegen kabels en leidingen. Deze worden met het huidige ontwerp op voldoende diepte gekruist.

2.3.2. OBJECTEN

Het huidige ontwerp kruist verschillende objecten zoals weergegeven in tabel 2, waarin tevens de vereiste dekking is weergegeven.

Tabel 2 Te kruisen objecten met minimaal vereiste dekking

Object	Vereiste dekking
	[m]
Rijksweg A4	2
HSL (spoor)	12
Does (vaarweg)	4
Regionale waterkering	10
Waterleiding Oasen	5

In het huidige ontwerp wordt aan deze dekkingseisen voldaan.

2.3.3. HOOGHEEMRAADSCHAP RIJNLAND

Het hoogheemraadschap Rijnland stelt dat een regionale waterkering met een minimale dekking van 10 m moet worden gekruist en de boring de grens van het Holoceen en het Pleistoceen (eerste watervoerende pakket) met minimaal 2,5 m dekking moet kruisen, dus of minimaal 2,5 m boven het Pleistoceen of 2,5 m onder het Holoceen. Verder stelt het hoogheemraadschap dat er geen uitwisseling van water tussen het Holoceen en Pleistoceen mag plaatsvinden, dit houdt in dat wanneer de grondwaterstand in het Holoceen en de stijghoogte in het Pleistoceen van elkaar verschillen kleikisten met kwelscherm dienen te worden toegepast.

2.3.4. PRORAIL

De boring dient omdat het spoor wordt gekruist te voldoen aan de regelgeving van ProRail, [14] en [15].

Het spoor is op palen gefundeerd, de norm stelt dat de plastische zone van de boring buiten het invloedgebied van de palen dient te blijven. Het invloedgebied van de palen bedraagt circa 4 à 5 m, de plastische zone rond de boring bedraagt maximaal 2 m. De boorlijn is hierop gedimensioneerd zodat de minimale dekking tussen paalpunt en boorgat 7 m bedraagt.

De boring kruist het spoor niet haaks, dit is niet toegestaan volgens artikel 19 van [14]. De reden hiervoor is het risico op scheluwte door ongelijkmatige zakkingen van het spoor en bijbehorend ontsporingsgevaar.
In [15] wordt aangegeven dat het mogelijk is schuin te kruisen wanneer er toestemming is gegeven door Prorail.

Verder zijn, conform [15], de druklijnen in perspectief getekend. De boorlijn wijkt 63° af van de normaal op het spoor. De helling van de druklijn (normaal 1:1,5) wordt dan 1:1,5/cos(63°) = 1:3,30. De insteek van de druklijn ligt op 2,75 m uit hart spoor. In perspectief wordt dat 2,75/cos(63°) = 6,06 m.

Met de boorlijn wordt aan de dekkingseis van 12 m voldaan binnen de druklijnen, minimale dekking bedraagt 29 m ten opzichte van het boorgat. Verder wordt er binnen de druklijnen niet gestuurd, zowel in horizontale dan wel verticale richting. Hierdoor wordt er dan ook geen verschilzakking ter plaatse van het spoor verwacht.

Het beschikbare grondonderzoek voldoet niet aan de norm van categorie Zeer Grote Gestuurde Boringen (S-C). Over het tracé dient om de 150 m bodemonderzoek te zijn uitgevoerd en minimaal 1 boring. Het bodemonderzoek dient zich tussen 5 m en 10 m van de boorlijn te zijn genomen.
In het huidige bodemonderzoek ontbreekt de boring en over het traject ontbreken over grote delen bodemonderzoek welk aan de norm voldoet.

2.4. BODEMOPBOUW

Het maaiveld ter plaatse van het boortracé is op de vergunningstekeningen, R380N-TEK-0047 en R380N-TEK-0074, weergegeven. Ten behoeve van de engineering is een aantal sonderingen uit het aangereikte bodemonderzoek gehanteerd, te weten DKM1189, DKM381, S30F01611 (deze komt uit de archiefgegevens van TNO dinoloket), DKM385 en DKM1185, weergegeven in bijlage 1. De bodemopbouw is weergegeven in de bijlagen (D-Geo Pipeline berekeningen).

Uit geologisch booronderzoek blijkt dat er een sterk grindige bijmenging is aangetroffen. Hieruit kan worden opgemaakt dat de boring mogelijk grindlaagjes zal kruisen. Hiermee dient in de uitvoering rekening gehouden te worden. Echt zorgwekkende grindlagen zijn niet aangetroffen in het bekende bodemonderzoek.

Opgemerkt wordt dat het bodemonderzoek niet voldoet aan de gestelde normen en de eisen van ProRail, zie paragraaf 2.3.4.

Er dient ter controle van het aangenomen bodemprofiel aanvullend bodemonderzoek uit te worden gevoerd. Dit om mogelijke inhomogeniteit tussen de bodemprofielen uit te sluiten.

2.5. GRONDWATER

Aangezien er nabij de projectlocatie geen recente peilbuisgegevens beschikbaar zijn wordt uitgegaan van de waterstanden conform de legger van het hoogheemraadschap Rijnland. Het waterpeil van het oppervlakte water ten westen van de Does is gesteld op NAP -2,37 m, het waterpeil in de Does op NAP -0,67 m en ten oosten van de Does op NAP -1,97 m.

Conform de Grondwaterkaart van Nederland bedraagt de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket circa NAP -2,5 m.

In de berekeningen is rekening gehouden met deze waterstanden.

3. BEREKENING

3.1. REKENMETHODEN

De berekening van een gestuurde boring betreft de volgende aspecten:

1. sterkte van de buis tijdens de aanlegfase;
2. sterkte en vervorming van de buis in de bedrijfsfase;
3. grondmechanisch evenwicht in de ondergrond (muddrukberekening) tijdens de aanleg.

Alle berekeningen zijn uitgevoerd met het computerprogramma D-Geo Pipeline, versie 6.3 build 1.4 van Deltares.

3.1.1. STERKTE VAN DE BUIS TIJDENS DE AANLEGFASE

Gecontroleerd is of de maximale spanning in een buis niet groter is dan de toelaatbare (korte duur) spanning. De spanningen ontstaan vooral door de trekkracht in een buis en de opgelegde kromming.

3.1.2. STERKTE EN VERVORMING VAN DE BUIS IN DE BEDRIJFSFASE

Gecontroleerd is of de maximale spanning in een buis niet groter is dan de toelaatbare (lange duur) spanning. De spanning wordt in dit geval veroorzaakt door de grondbelasting op de buis en de opgelegde kromming.

Daarnaast wordt getoetst of de vervorming van een buis een zekere grenswaarde niet overschrijdt. Verder dient er gecontroleerd te worden of een buis niet kan imploderen als gevolg van de uitwendige waterdruk.

3.1.3. GRONDMECHANISCH EVENWICHT IN DE ONDERGROND (MUDDRUK)

De berekening is gebaseerd op de voorwaarde dat tijdens alle fasen van de boring sprake moet zijn van grondmechanisch evenwicht. NEN 3650 bijlage E.2 vermeldt hiertoe een tweetal eisen:

1. De dekking H (gemeten tot het hart van een buis) moet minimaal gelijk zijn aan $\gamma \times R_{p;max}$, waarin $R_{p;max}$ de maximale straal van de plastische zone is en γ een veiligheidsfactor. Op basis van een gekozen geometrie is de bijbehorende effectieve toelaatbare muddruk P'_{max} te berekenen;
2. P'_{max} mag niet groter zijn dan 90% van de limietdruk P'_{lim}.

Beide eisen zijn samen te vatten tot de volgende vergelijking:

$$P'_{max;maatgevend} = \min(P'_{max};0.9P'_{lim}) > P'_{max;optredend}.$$

Deze formulering heeft betrekking op de effectieve spanningen (korrelspanningen). Het gaat hier om niet meetbare rekengrootheden. Beter is het om de formulering te betrekken op (wel meetbare) totaalspanningen en de werkelijk optredende muddruk. Indien in de beschouwde put een waterspanning U heerst geldt:

$$P_{max;maatgevend} = U + \min(P'_{max};0.9P'_{lim}) > P_{max;optredend}.$$

De optredende muddruk is gelijk aan $P_{max;optredend}(z) = \gamma \times Z+[\sigma-\sigma_0] \times \partial P/\partial S$. Hierin staat de eerste term voor de statische druk en de tweede term voor de wrijving.

De rekenmodellen zijn in detail beschreven in de eerder genoemde normen.

De geometrie van de boring (diepteligging, intredehoek, boogstralen) is tevens bepaald door het type machine waarmee de boring uitgevoerd wordt.

3.2. RESULTATEN

Bijlage 2 betreft de berekeningen in de aanlegfase, waaronder de controle van de sterkte van de buis in de aanlegfase en de berekening van verwachte en toelaatbare muddrukken. De verkeersbelasting is voor de aanlegfase op nul gesteld omdat deze de berekeningsresultaten (toelaatbare muddruk) gunstig beïnvloedt. De controle van de buis op sterkte en vervorming in de bedrijfsfase zijn in bijlage 3 opgenomen.

In de berekeningen worden 5 belastingfasen onderscheiden:

- Fase 1A begin trekoperatie;
- Fase 1B einde trekoperatie;

- Fase 2 intern op druk brengen (testdruk);
- Fase 3 bedrijfstoestand, niet op druk;
- Fase 4 bedrijfstoestand, op druk (ontwerpdruk).

Bij een drukloos medium zijn fasen 2 en 4 niet van toepassing.

3.2.1. AANLEGFASE

In tabel 3 zijn de verwachtingswaarde van de benodigde trekkracht en toelaatbare trekkracht van de leiding weergegeven van de boring.

Tabel 3 Trekkrachten

Berekende trekkracht incl. onzekerheidsfactor 1,8 [kN]	Toelaatbare trekkracht [kN]
1,8 x 112 = 202	4 x 98 = 392

De trekkracht van de leiding is toelaatbaar.

Bij de berekening van de trekkracht wordt ervan uitgegaan dat de in te trekken leiding zich centrisch in de boorspoeling bevindt. De berekening geeft aan dat de leiding iets opwaarts beweegt, hierdoor kan de benodigde trekkracht iets hoger liggen dan de berekende trekkracht. Er is in dit geval rekening gehouden met een onzekerheidsfactor van 1,8, in verband met het trekken van een bundel. De leiding dient tijdens het aanbrengen te worden gevuld met water om de optredende trekkrachten te reduceren en te voldoen aan implosie. Voor de volledige berekeningsresultaten wordt verwezen naar bijlage 2.

3.2.2. BEDRIJFSFASE

Uit de berekeningen blijkt, dat, wanneer de leiding gevuld wordt met water, de optredende spanningen toelaatbaar zijn en dat de maximaal toelaatbare deflectie niet overschreden wordt. De leiding dient te zijn gevuld met water om te voldoen op implosie.

Voor de berekeningsresultaten wordt verwezen naar bijlage 3.

3.2.3. MUDDRUKBEREKENING

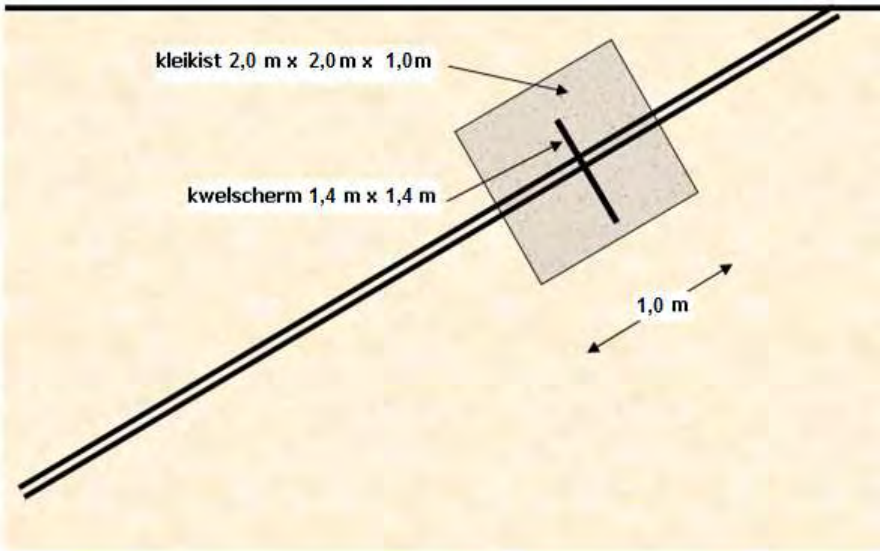
De berekening van de toelaatbare muddruk is opgenomen in bijlage 2.
De verwachtingswaarde van de benodigde bentonietdruk is circa 480 kN/m^2 ≈ 4,8 bar.

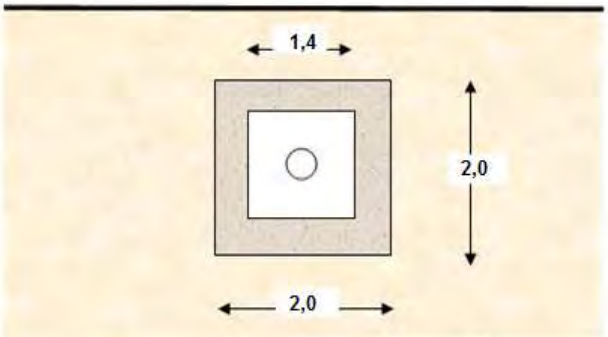
Nabij het intrede- en uittredepunt van het boren is de optredende muddruk groter of gelijk aan de toelaatbare muddruk. Dit is uiteraard inherent aan de methode.

Ter plaatse van het in- en uittredepunt kan mogelijk grondbreuk optreden. Dit komt omdat de spanningen in de grond ter plaatse gering zijn. In de praktijk blijkt dit over het algemeen geen problemen te geven.

3.2.4. KWELPROBLEMATIEK

De heersende grondwaterstroming mag in principe door de aanleg van de boring niet verstoord worden. De grondwaterstand over het gehele traject is circa NAP -2,37 m respectievelijk NAP -1,97 m en ter plaatse van de Does NAP -0,67 m, in eerste zandlaag heerst een stijghoogte van circa NAP -2,5 m. De bentonietspoeling in het boorgat rondom de buis zal na verloop van tijd indikken. Dit proces zal de kwelstroom bevorderen. Geadviseerd wordt om directe kortsluiting tussen de lagen te voorkomen door een kleikist met kwelscherm toe te passen ter plaatse van het in- en het uittredepunt, zie figuur 1.





Figuur 1 Kwelscherm met kleikist

4. UITVOERING

4.1. VOORBEREIDENDE WERKZAAMHEDEN

4.1.1. UITZETTEN BOORTRACÉ

Het tracé wordt uitgezet vanaf de bijgevoegde tekening. Het uitzetten van het tracé wordt uitgevoerd door de boormeester (eventueel in samenwerking met de projectleider of uitvoerder van het werk).

4.1.2. ONDERGRONDSE KABELS EN LEIDINGEN

Voorafgaande aan de engineering is een KLIC-melding gedaan. Afhankelijk van het tijdstip van uitvoering wordt een nieuwe KLIC-melding gedaan. Eventuele kabels en leidingen ter plaatse van het in- en uittredepunt worden vrij gegraven door middel van proefsleuven.

4.1.3. HET GRAVEN EN DICHTEN VAN HET IN- EN UITTREDEGAT

Nadat alle kabels en leidingen zijn vrij gegraven, worden het in- en uittredegat gegraven. De uitgekomen grond wordt opgeslagen naast de werkgaten. Het in- en uittredegat worden later gedicht met de vrijgekomen grond.

4.2. BOORPROCES

4.2.1. ALGEMEEN

Op basis van de lengte en de diameter van de in te trekken leiding zal de boring worden uitgevoerd met een Maxi Rig (80 ton trekkracht). Het productblad van deze rig is in bijlage 4 opgenomen.

4.2.2. HET BOREN

Een HDD-boring bestaat uit drie fasen:

1. Het uitvoeren van de pilotboring;
2. Het ruimen van het boorgat;
3. Het intrekken van de leiding.

4.2.3. PILOT-BORING

Bij de pilot-boring worden 4,5" boorbuizen (lengte circa 5 meter) vanaf de boormachine in de grond gedrukt volgens het vooraf vastgestelde profiel. Aan het uiteinde van de boorbuizen bevindt zich de boorkop. Tijdens het wegdrukken van de boorstangen wordt boorspoeling door de boorstangen gepompt naar de boorkop om de grond voor de kop los te maken. De boorvloeistof zorgt voor smering, het open houden van het boorgat en afvoer van grond. Bij deze boring wordt gebruik gemaakt van een jet-bit stuursysteem met een niet-magnetische stuurbuis. Een kleine afschuining aan de voorkant van de boorkop zorgt voor de stuurreactie in de grond. Tijdens het boren draait de boorkop en gaat de boring in een rechte lijn.

Wanneer gestuurd dient te worden, wordt de boorkop in een bepaalde positie vastgezet en zo verder door de grond geperst. Vanwege de afschuining wordt dan een bocht ingezet.

Het boorgat is gemiddeld 1,2 tot 1,5 keer zo groot als de boorkop, afhankelijk van de bodemopbouw.

4.2.4. RUIMEN VAN HET BOORGAT

Wanneer de boorkop aan de uittredezijde is gearriveerd wordt deze verwijderd en vervangen door een ruimer. Deze wordt door de machine vervolgens roterend teruggetrokken. Tijdens dit terugtrekken vergroot de ruimer het boorgat. Het aantal ruimgangen is afhankelijk van de diameter van het boorgat, de in te trekken leiding en de bodemopbouw. Ook de ruimer wordt voorzien van boorvloeistof, om de boorgang schoon te spoelen en om instorting van het gat te voorkomen.

4.2.5. INTREKKEN VAN DE LEIDING

Als de ruimer het boorgat voldoende vergroot heeft, wordt deze losgekoppeld van de boorbuis en vervangen door een barrel met daaraan de in te trekken leiding. Het is ook mogelijk dat deze direct achter de ruimer wordt ingetrokken. De wordt eerst uitgelegd op het maaiveld en in secties van 3 elementen ingetrokken. Tussen de barrel en de leiding wordt een swivel geplaatst om draaiing (torsie) van de buis te voorkomen. Het gat blijft tijdens het ruimen en intrekken van de leiding constant gevuld met boorspoeling, zodat

instorting van het boorgat wordt tegengegaan en gelijktijdig de wrijvingsweerstand bij het intrekken belangrijk wordt gereduceerd.

4.2.6. MEETSYSTEEM

Voor het meten wordt een 'optische gyroscoop' gebruikt.

Optische gyroscoop
Bij optische Gyroscopen wordt gewerkt met splitsing van lichtstralen. In een dergelijke gyroscoop zitten geen bewegende onderdelen meer.

De nauwkeurigheid van dergelijke systemen is groot:
- 0,02 graad (0,03%) in de pitch;
- 0,04 graad (0,07%) in de azimut.

Over 865 m lengte is de nauwkeurigheid dus:
- Verticaal: 0,03% x 863,55 = 0,26 m;
- Horizontaal: 0,07% x 863,55 = 0,60 m.

4.2.7. BOORVLOEISTOF

De toegepaste boorvloeistof zal worden aangemaakt met water en Cebo Tunnelgel (bentoniet) of gelijkwaardig in een speciaal hiervoor ontwikkelde unit. De gebruikte boorvloeistof kan worden gerecycled en hergebruikt of worden opgevangen en afgevoerd. In dit geval wordt het uittredende mengsel bentoniet/grond opgevangen en afgevoerd naar een verwerkingsbedrijf. Voorafgaande aan de boring dient nog nader te worden bekeken of additieven in de bentoniet noodzakelijk zijn.

4.2.8. WERKWATER

Voor het aanmaken van de boorvloeistof is werkwater benodigd. Geadviseerd wordt om werkwater te gebruiken dat voldoet aan de volgende specificaties:
- Chloridengehalte: Cl^- < 500 mg/l;
- Calciumgehalte (hardheid): Ca < 100 mg/l;
- Zuurgraad: 8,5 < pH < 9,5.
  De zuurgraad van het water mag ook rond pH=7 zijn, de OCMA-bentoniet heeft echter de meest optimale werking bij een pH-waarde tussen 8,5 en 9,5.

In het algemeen kan als werkwater het oppervlaktewater nabij de boring worden gebruikt. Eventueel kan het werkwater aangepast worden om te voldoen aan bovengenoemde specificaties. Indien het niet mogelijk is het water uit de omgeving te gebruiken dan zal het werkwater worden aangevoerd met een waterwagen.

4.2.9. ENERGIEVOORZIENING

De benodigde energie zal opgewekt worden door aggregaten.

4.3. WERKTERREIN EN OPSTELLING APPARATUUR EN VOERTUIGEN

Aan de intredezijde bevindt zich het volgende materieel:
- Boormachine (9,5 m x 2,5 m);
- Trekker en waterwagen (optioneel);
- Vrachtwagen (16 m x 2,5 m);
- Auto's (personeel);
- Aggregaat;
- Mengunit voor de boorvloeistof.

Aan de uitredezijde bevindt zich het volgende materieel:
- Trekker + zuigwagen;
- Haspelwagen + auto (4WD).

4.4. RISICO-INVENTARISATIE

Voor dit werk is een standaard risico-inventarisatie van toepassing welke op het werk aanwezig is.

4.5. KEURING, CONTROLES EN REVISIE

De keuringen en controles van materialen op het werk worden uitgevoerd conform het kwaliteitssysteem van BAM Infratechniek bv. De meetinstrumenten en gereedschappen moeten gekalibreerd zijn. Een bewijs van kalibratie moet toegevoegd zijn bij de meetrapporten.

Tijdens het ruimen van het boorgat en het intrekken van de leiding worden de volgende gegevens op het activiteiten- en keuringsformulier geregistreerd:

- Trek- en duwkracht [bar];
- Draaimoment [bar];
- Boormotor [RPM];
- Muddruk [bar];
- Pompvolume [l/min].

De informatie verzameld tijdens het boren wordt verwerkt tot een revisietekening (as-built tekening) en verstrekt aan de opdrachtgever.

4.6. VERKEERSMAATREGELEN

De benodigde verkeersmaatregelen zullen conform de CROW-regelgeving worden uitgevoerd.

5. CONCLUSIES EN AANDACHTSPUNTEN

De conclusies en aandachtspunten zijn als volgt:

1. Er is geen (historisch) onderzoek gedaan naar de aanwezigheid van eventuele obstakels in de ondergrond. Er is wel een KLIC melding gedaan, alle hieruit volgende kabels en leidingen zijn, voor zover deze zijn verstrekt, ingetekend. In overleg met de beheerder kan worden besloten om, voorafgaand aan de uitvoering, alsnog een dergelijk onderzoek uit te voeren;
2. De verschillende belangen van de wegbeheerder en de kabel- en leidingeneigenaren ter hoogte van de boring zijn opgenomen in paragraaf 2.3;
3. Het boortracé kruist een spoorweg onder een hoek van 63°, hiervoor dient toestemming door de vergunningsverlener van ProRail te worden verleend;
4. De leiding dient tijdens het intrekken en tijdens de bedrijfsfase met water gevuld te worden ter compensatie van de heersende waterdruk en het reduceren van de trekkracht;
5. Uit de ontwerpberekeningen volgt dat de buis op sterkte en stijfheid voldoet;
6. De verwachte trekkracht bedraagt maximaal 202 kN (= 20 ton) en valt ruimschoots binnen de maximaal toelaatbare trekkracht van 392 kN (= 39 ton);
7. De verwachte benodigde bentonietdruk bedraagt circa 480 kN/m^2 ≈ 4,8 bar;
8. Geadviseerd wordt om nabij het intrede- en uittredepunt, langzaam te boren om de kans op uitbraak van boorvloeistof te beperken;
9. Geadviseerd wordt om het chloridengehalte, calciumgehalte en zuurgraad van het werkwater te controleren alvorens de boorspoeling wordt aangemaakt;
10. Geadviseerd wordt om kortsluiting tussen het grondwater in het Holocene grondpakket en het grondwater in het Pleistoceen te voorkomen door middel van het toepassen van een kwelscherm van 1,4 m x 1,4 m met een kleikist van 2,0 m x 2,0 m x 1,0 m;
11. Opgemerkt wordt dat het bodemonderzoek (nog) niet voldoet aan de normen van Prorail;
12. Voorafgaande aan de boring dient nader te worden bekeken of additieven in de bentoniet noodzakelijk zijn.

Het ontwerp van de gestuurde boring is weergegeven op ontwerptekeningen R380N-TEK-0047 en R380N-TEK-0074.

Referenties

1. NEN-EN 1990, Grondslagen;
2. NEN-EN 1991, Belastingen op constructies;
3. NEN-EN 1997, Geotechnisch ontwerp;
4. NEN 3650-1, Eisen voor buisleidingsystemen;
5. NEN 3560-2, Eisen voor buisleidingsystemen: staal;
6. NEN 3650-3, Eisen voor buisleidingsystemen: kunststof;
7. NEN 3650-4, Eisen voor buisleidingsystemen: beton;
8. NEN 3651, Aanvullende eisen voor leidingen in kruisingen met belangrijke waterstaatswerken;
9. NPR 3659, Sterkteberekening ondergrondse pijpleidingen;
10. CUR 91-7, Vuist- en rekenregels voor grondconstructies op sterk samendrukbare ondergrond;
11. CUR 162, construeren met grond - grondconstructies op en in weinig draagkrachtige en sterk samendrukbare grond;
12. CUR 2003-7, Bepaling geotechnische parameters;
13. Richtlijn boortechnieken (RWS, 2004);
14. Technische Voorschriften bij vergunningen voor kabels en leidingen langs, onder en boven de spoorweg, Railinfrabeheer, 2002;
15. Boringen en persingen – eisen aan het maken van een goed werkplan, ProRail Ondergrondse Infra, versie D03 d.d. 27-1-2011;
16. www.dinoloket.nl;
17. Ontwerptekening, R380N-TEK-0047;
18. Ontwerptekening, R380N-TEK-0074.

6. BIJLAGEN

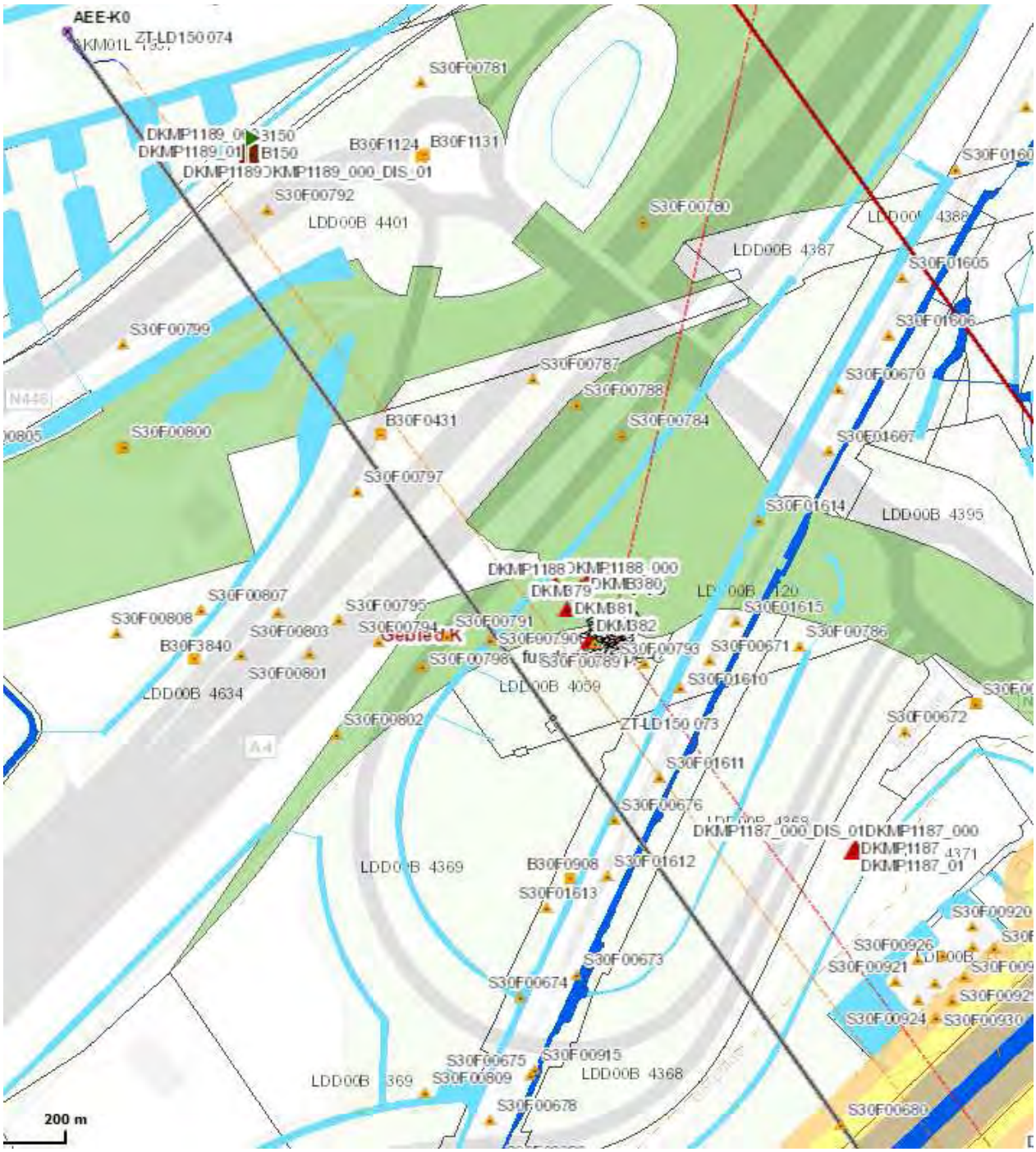
Bijlage 1 Grondonderzoek

Bijlage 2 Berekening aanlegfase

Bijlage 3 Berekening bedrijfsfase

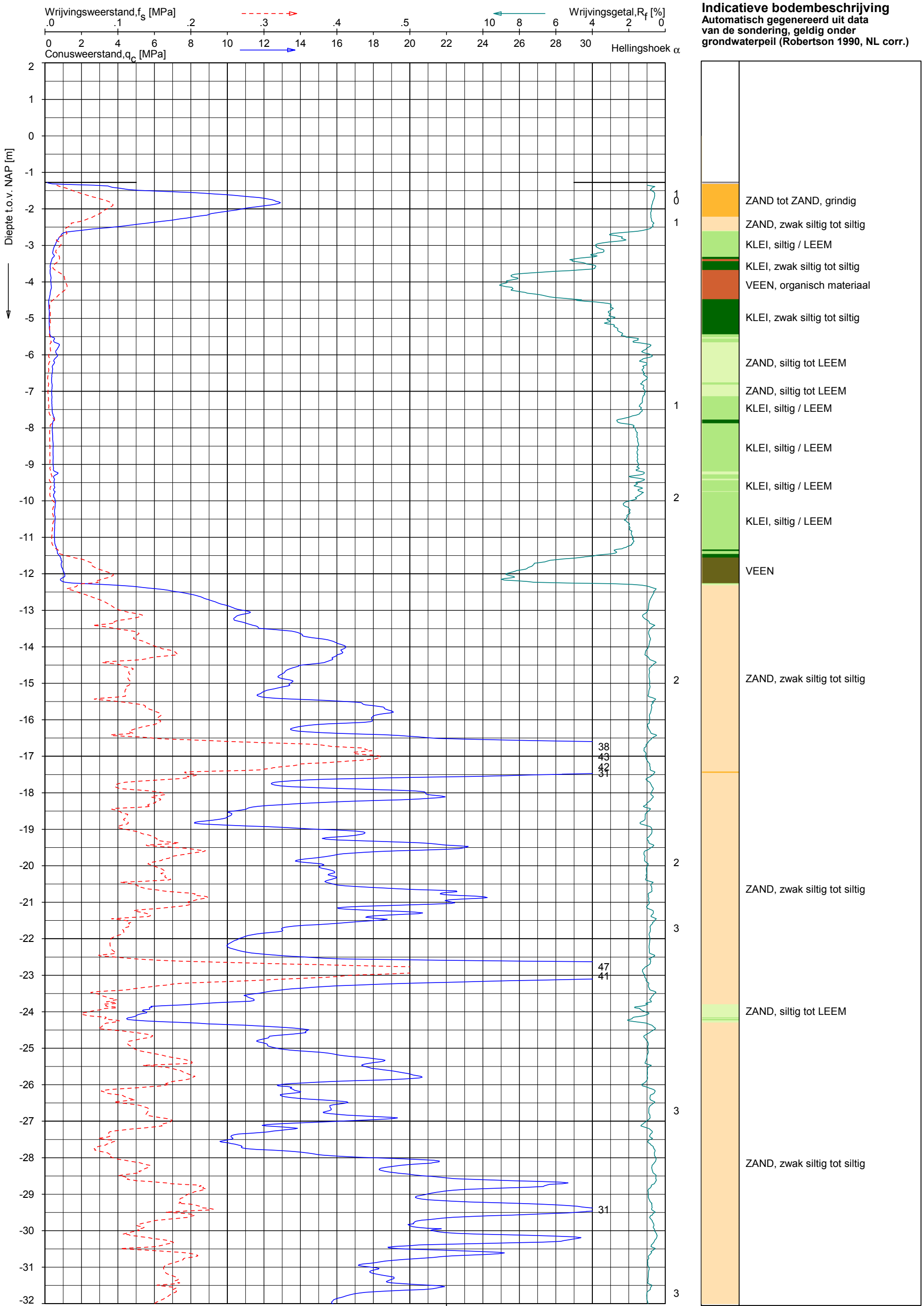
Bijlage 4 Productblad Maxi-rig

BIJLAGE 1 GRONDONDERZOEK



Boorplan - HDD0.1 A4/HSL/Does

Randstad 380 kV Noordring



Opg. : JSL d.d. 21-mei-2013 Coord.: X= 98086.2 m Y= 464339.5 m Systeem: RD
Get. : VALKF d.d. 05-jun-2013 MV = NAP -1.27 m Conus: F7.5CKE2HAW$_1$/B P1 1701-2578

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 3. Test type TE1
Conustype: A_c = 1500 mm^2; A_s = 19956mm^2

FUGRO

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

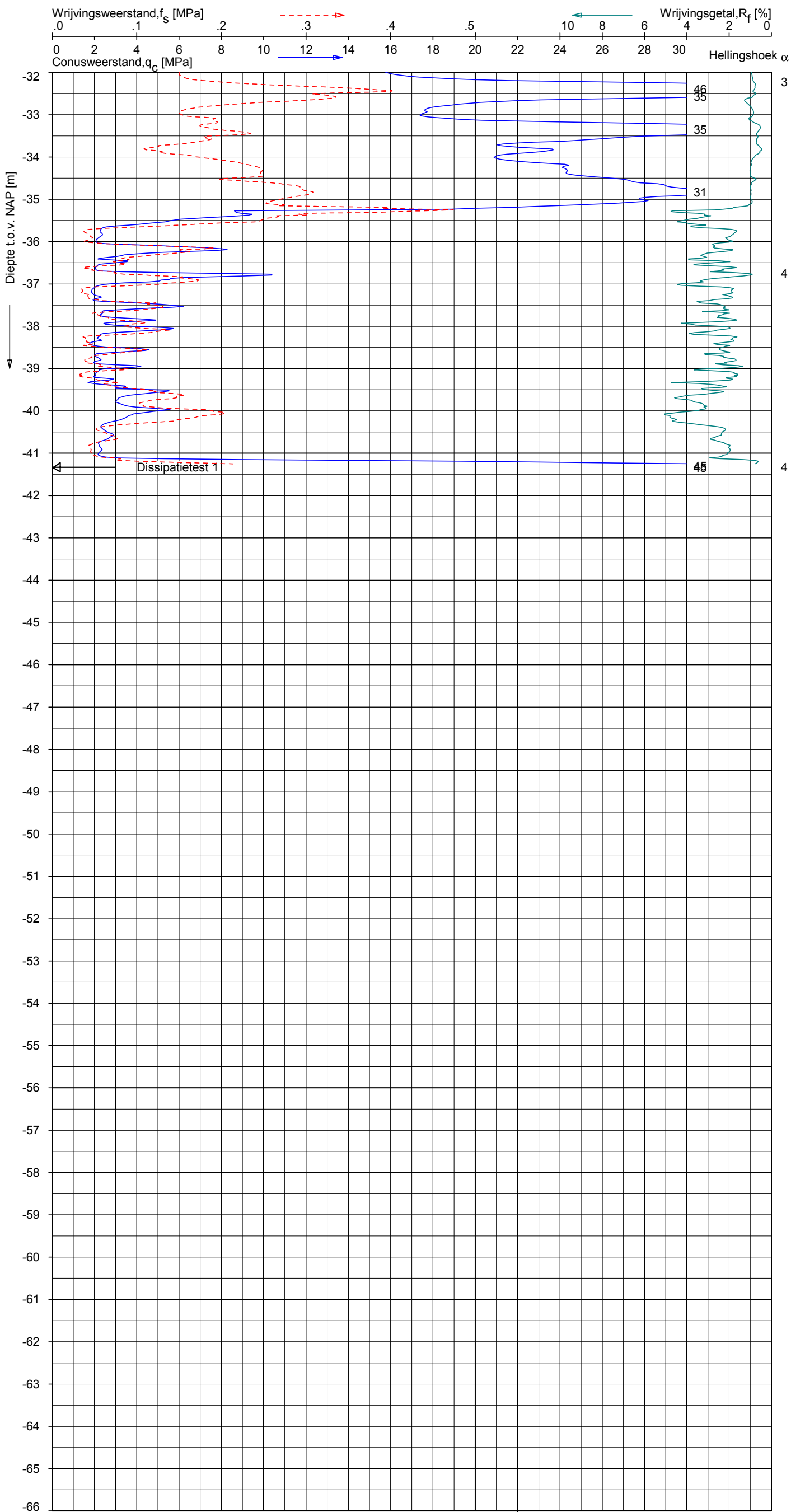
GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKMP1189

UNIPLOT 05.21.nl / QcFsClass-N3.cmd / 2013-06-05 09:54:01

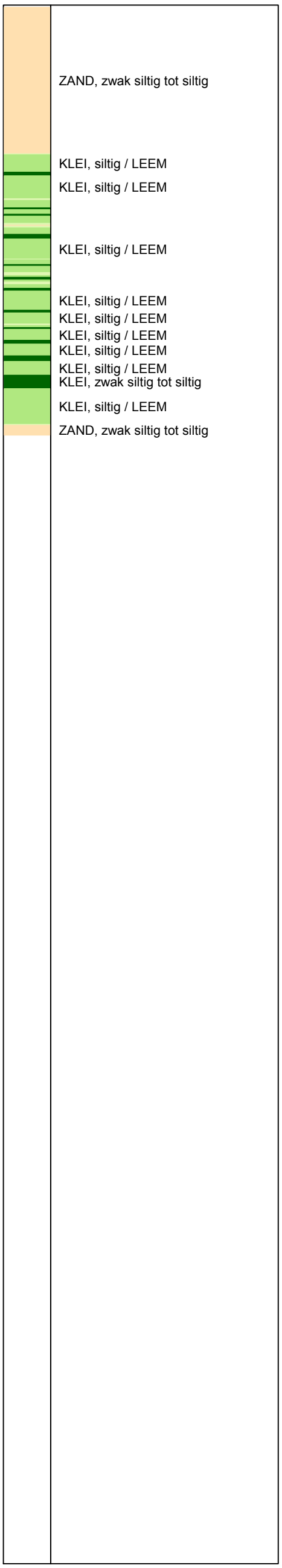
1010-0117-003

DKMP1189 - 1



Indicatieve bodembeschrijving

Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg. : JSL	d.d. 21-mei-2013	Coord.: X= 98086.2 m	Y= 464339.5 m	Systeem: RD	Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get. : VALKF	d.d. 05-jun-2013	MV = NAP -1.27 m	Conus: F7.5CKE2HAW$_1$/B P1	1701-2578	Toepassingsklasse 3. Test type TE1 Conustype: A_c = 1500 mm^2; A_s = 19956mm^2

FUGRO

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

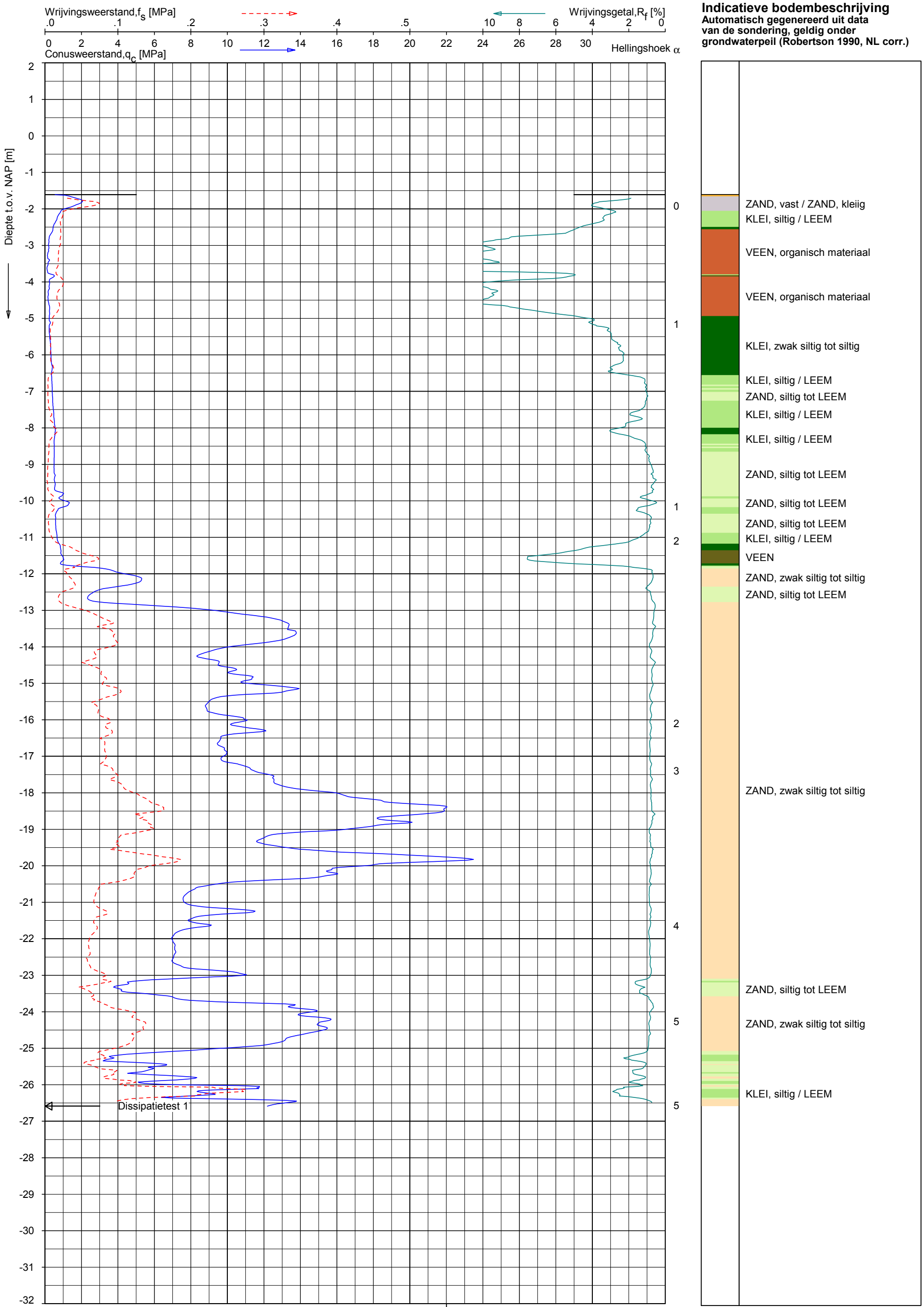
GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKMP1189

UNIPLOT 05.21.nl / QcFsClass-N3.cmd / 2013-06-05 09:54:02

1010-0117-003

DKMP1189 - 2



Opg. : DMB/JLA d.d. 01-aug-2013 Coord.: X= 98625.3 m Y= 463589.1 m Systeem: RD
Get. : VALKF d.d. 26-aug-2013 MV = NAP -1.61 m Conus: F7.5CKE2HAW$_1$/B P1 1701-2130

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 3. Test type TE1
Conustype: A_c = 1500 mm^2; A_s = 19956mm^2

FUGRO

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

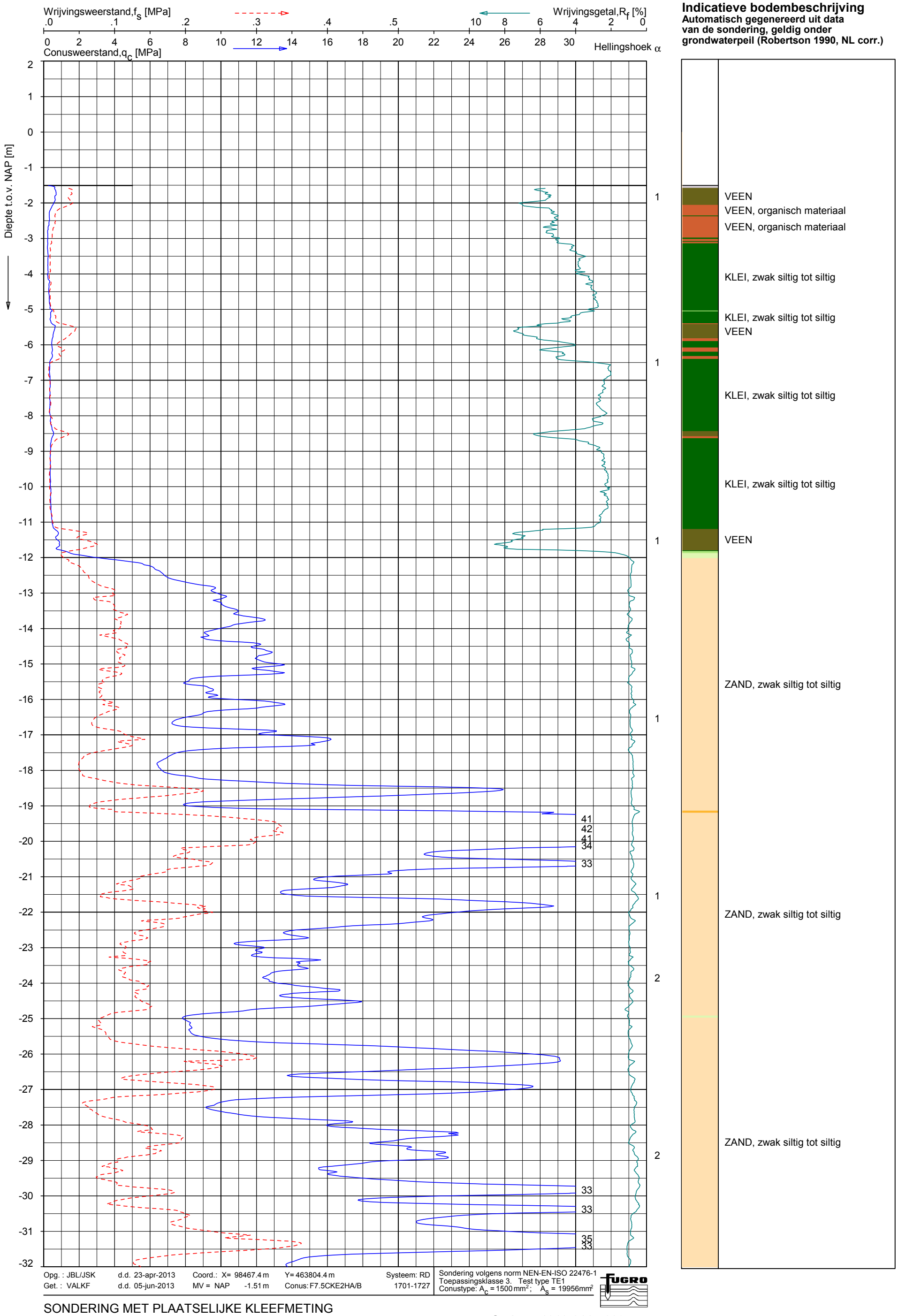
GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKMP1185

UNIPLOT 05.22.nl / QcFsClass-N3.cmd / 2013-08-27 13:21:10

1010-0117-003

DKMP1185 - 1



Opg. : JBL/JSK d.d. 23-apr-2013 Coord.: X= 98467.4 m Y= 463804.4 m Systeem: RD
Get. : VALKF d.d. 05-jun-2013 MV = NAP -1.51 m Conus: F7.5CKE2HA/B 1701-1727

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 3. Test type TE1
Conustype: A_c = 1500 mm²; A_s = 19956mm²

FUGRO

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

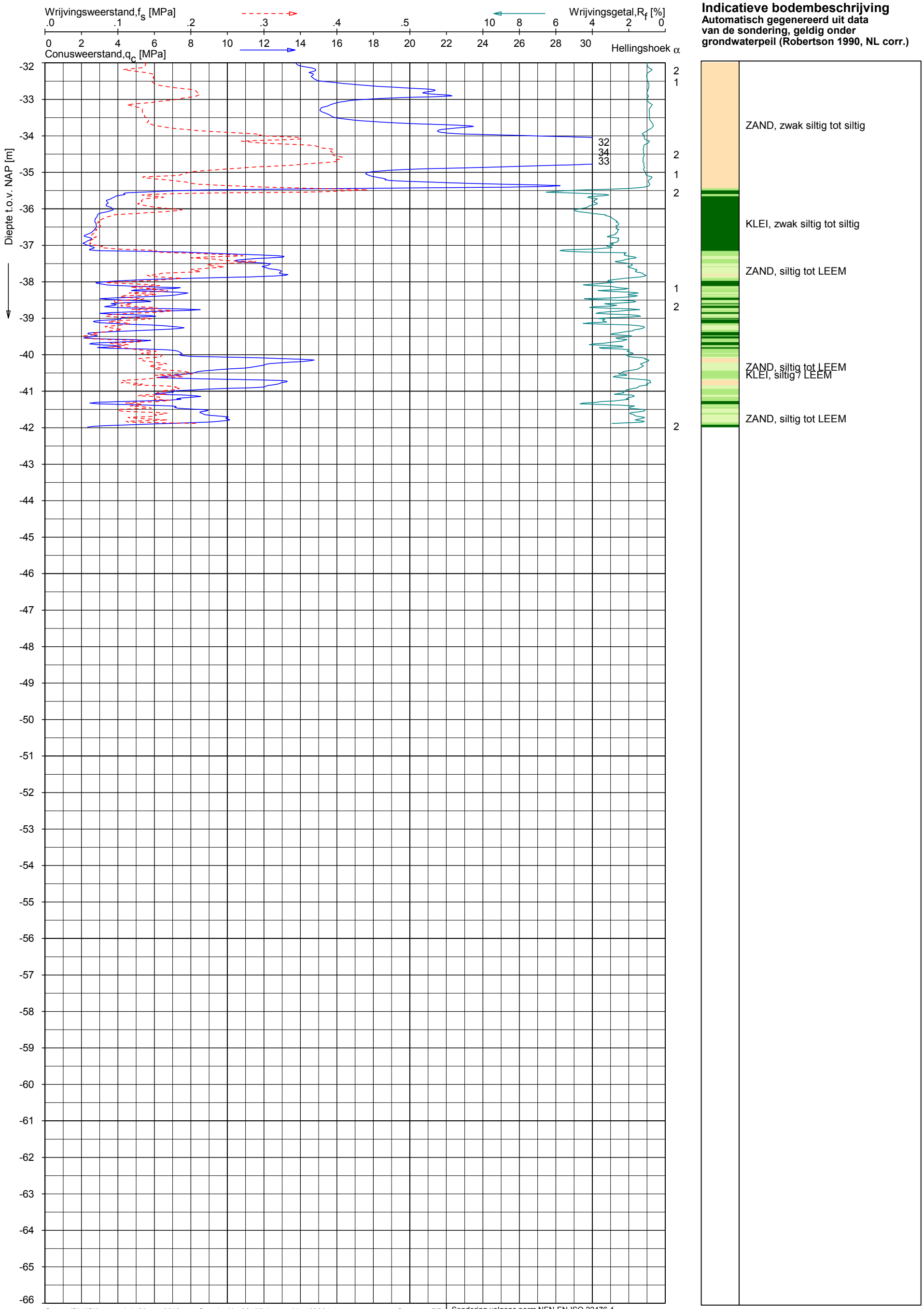
GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKM385

UNIPLOT 05.22.nl / QcFsClass-N3.cmd / 2013-06-05 11:36:46

1010-0117-003

DKM385 - 1



Opg. : JBL/JSK d.d. 23-apr-2013 Coord.: X= 98467.4 m Y= 463804.4 m Systeem: RD
Get. : VALKF d.d. 05-jun-2013 MV = NAP -1.51 m Conus: F7.5CKE2HA/B 1701-1727

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 3. Test type TE1
Conustype: A_c = 1500 mm^2; A_s = 19956mm^2

FUGRO

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

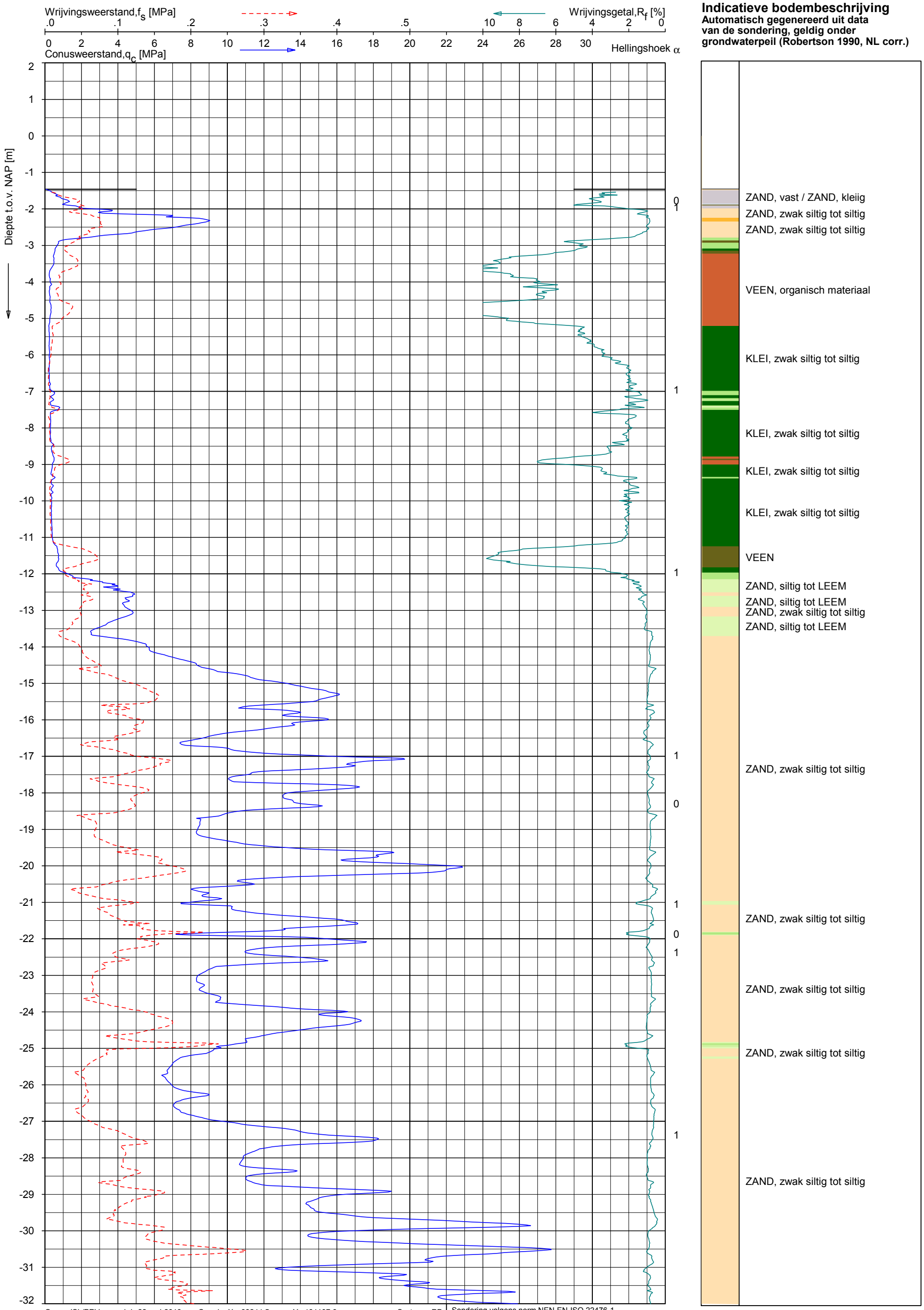
GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKM385

UNIPLOT 05.22.nl / QcFsClass-N3.cmd / 2013-06-05 11:36:46

1010-0117-003

DKM385 - 2



Opg. : JSL/PRV d.d. 22-mei-2013 Coord.: X= 98244.5 m Y= 464107.6 m Systeem: RD
Get. : VALKF d.d. 05-jun-2013 MV = NAP -1.46 m Conus: F7.5CKE2HA/B 1701-1314

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 3. Test type TE1
Conustype: A_c = 1500 mm^2; A_s = 19956mm^2

FUGRO

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

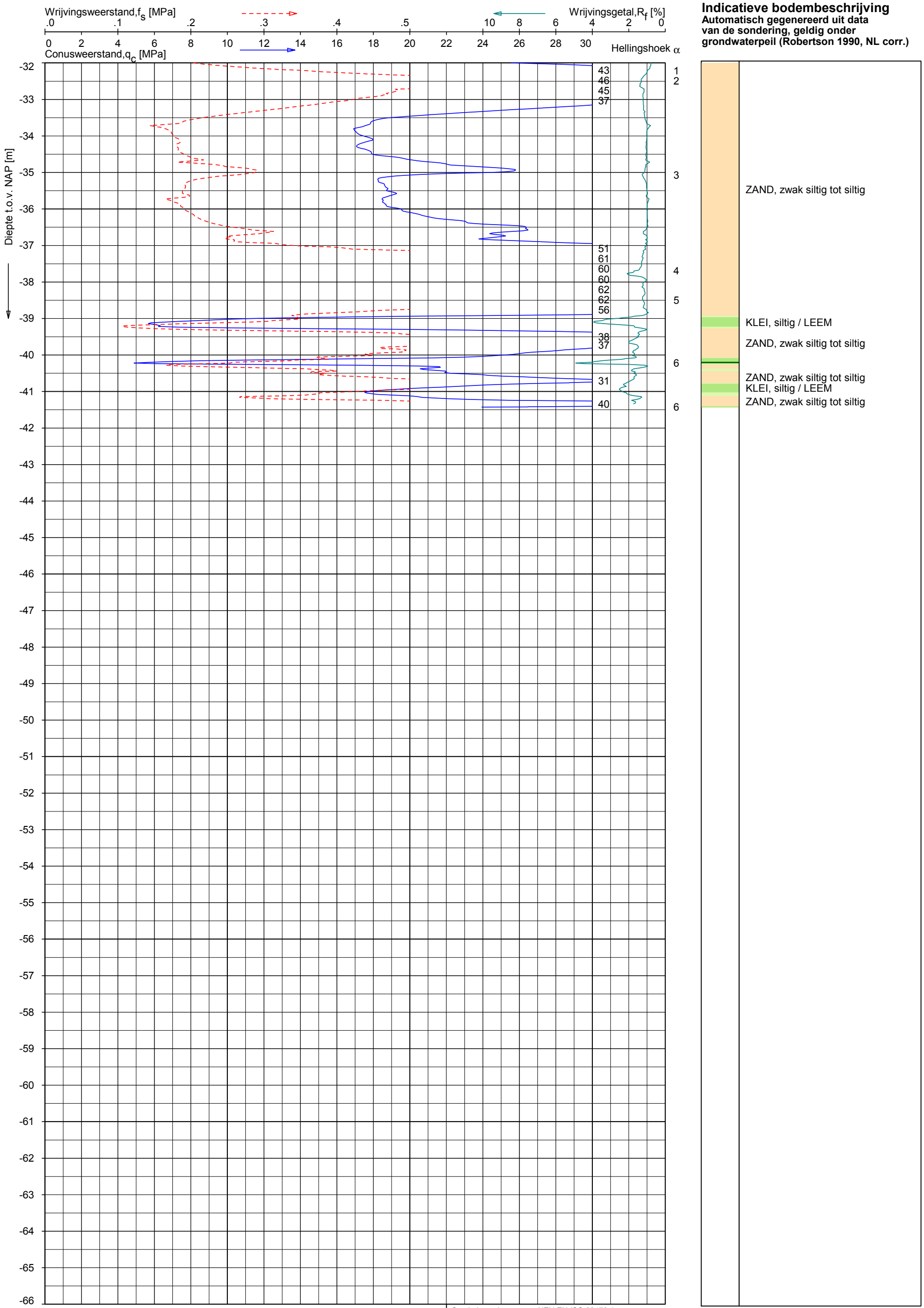
GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKM381

UNIPLOT 05.21.nl / QcFsClass-N3.cmd / 2013-06-05 09:31:02

1010-0117-003

DKM381 - 1



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GEOTECHNISCH ONDERZOEK PROJECT R380 NOORDRING-ZUID

Opdr. 1010-0117-003
Sond. DKM381

UNIPLOT 05.21.nl / QcFsClass-N3.cmd / 2013-06-05 09:31:02

1010-0117-003

DKM381 - 2

BIJLAGE 2 BEREKENING AANLEGFASE

Rapport voor D-Geo Pipeline 6.3

Model : Horizontaal Gestuurde Boring
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam: BAM Infratechniek

Datum van rapport: 7-11-2013
Tijd van rapport: 11:15:06

Bestandsnaam: M:\..\150kV\01 A4-HSL - Does\DO++\HDD-01A A4-HSL-Does Aanlegfase SDR

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave 2
2 Invoergegevens 4
2.1 Gebruikt model 4
2.2 Laagscheidingen 4
2.3 PN-Lijnen 12
2.4 Freatische Lijn 13
2.5 Grondprofielen 13
2.6 Grenslagen 13
2.7 Configuratie van de Pijpleiding 13
2.8 Berekenings Verticalen 14
2.9 Materiaaltypen 16
2.10 Materiaalgegevens van de Leiding 17
2.11 Gegevens voor Leidingberekening 18
2.12 Geometrie 19
2.12.1 Geometrie Sectie, Detail 19
2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht 19
2.13 Boorvloeistofdruk Gegevens 20
2.14 Factoren 20
3 Boorvloeistofdrukken 21
3.1 Boorvloeistofdruk Gegevens 21
3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk 29
3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken 32
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring 32
3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen 33
3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie 33
4 Grondmechanische Parameters 34
4.1 Grondmechanische Parameters 1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 34
4.2 Grondmechanische Parameters 2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 39
4.3 Grondmechanische Parameters 3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 45
4.4 Grondmechanische Parameters 4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 51
5 Gegevens voor Spanningsanalyse 57
5.1 Algemene gegevens 57
5.2 Ballasten Leiding 57
5.3 Trekkrachtberekening 57
6 Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 59
6.1 Materiaalgegevens1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 59
6.2 Resultaten Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 59
6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie 59
6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie 60
6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 60
6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 60
6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk 60
6.3 Controle van de Berekende Spanningen1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 61
6.3.1 Toetsing op Implosie1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 61
7 Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 62
7.1 Materiaalgegevens2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 62
7.2 Resultaten Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 62
7.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie 62
7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie 63
7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 63
7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 63
7.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk 63
7.3 Controle van de Berekende Spanningen2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 64
7.3.1 Toetsing op Implosie2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 64
8 Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 65
8.1 Materiaalgegevens3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 65
8.2 Resultaten Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 65
8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie 65
8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie 66
8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 66
8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 66
8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk 66
8.3 Controle van de Berekende Spanningen3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 67
8.3.1 Toetsing op Implosie3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 67

9 Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 68
9.1 Materiaalgegevens4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 68
9.2 Resultaten Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 68
9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie 68
9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie 69
9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 69
9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 69
9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk 69
9.3 Controle van de Berekende Spanningen4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 70
9.3.1 Toetsing op Implosie4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 70

2 Invoergegevens

2.1 Gebruikt model

Gebruikt model : Horizontaal Gestuurde Boring

2.2 Laagscheidingen

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
34 - X -	-32,500	0,000	15,221	17,426	17,675
34 - Y -	-1,249	-1,249	-1,203	-2,700	-2,869
34 - X -	24,144	24,368	26,422	64,346	122,880
34 - Y -	-2,869	-2,700	-1,153	-1,045	-0,859
34 - X -	122,881	127,708	130,843	130,986	136,151
34 - Y -	-0,859	-0,782	-2,778	-2,869	-2,869
34 - X -	136,267	139,445	172,413	174,834	185,234
34 - Y -	-2,789	-0,593	-0,062	-2,868	-2,863
34 - X -	186,651	188,299	305,672	331,943	334,641
34 - Y -	-1,450	0,193	2,081	1,548	-1,999
34 - X -	335,257	335,302	336,322	336,369	337,066
34 - Y -	-2,809	-2,869	-2,863	-2,809	-2,008
34 - X -	340,018	424,790	426,280	426,456	429,939
34 - Y -	1,384	-0,335	-2,599	-2,867	-2,862
34 - X -	430,158	432,176	441,011	447,424	456,100
34 - Y -	-2,629	-0,485	-0,925	-0,925	-0,970
34 - X -	458,418	458,499	461,861	461,936	463,655
34 - Y -	-2,786	-2,850	-2,850	-2,778	-1,123
34 - X -	475,290	494,515	496,999	497,213	498,337
34 - Y -	-1,359	-0,957	-2,700	-2,850	-2,849
34 - X -	498,540	501,034	526,872	526,873	572,668
34 - Y -	-2,697	-0,820	-0,279	-0,279	0,459
34 - X -	575,102	575,366	576,491	576,729	578,988
34 - Y -	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523	0,561
34 - X -	593,484	595,913	596,187	631,658	631,998
34 - Y -	0,794	-2,480	-2,850	-2,849	-2,400
34 - X -	634,132	653,019	653,621	653,642	689,571
34 - Y -	0,424	0,116	-2,352	-2,439	-2,439
34 - X -	691,796	691,799	691,829	692,162	721,776
34 - Y -	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009
34 - X -	739,267	756,788	778,146	779,222	779,412
34 - Y -	0,455	1,921	0,784	-2,304	-2,850
34 - X -	780,460	780,670	781,787	788,389	789,437
34 - Y -	-2,850	-2,307	0,591	0,239	-2,323
34 - X -	789,653	790,701	790,917	791,898	805,270
34 - Y -	-2,850	-2,850	-2,326	0,052	-0,659
34 - X -	823,902	824,532	824,726	825,774	825,994
34 - Y -	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
34 - X -	826,699	855,032	887,546		
34 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
33 - X -	-32,500	17,426	17,675	24,144	24,368
33 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,700
33 - X -	26,422	64,346	122,880	122,881	127,708
33 - Y -	-1,153	-1,045	-0,859	-0,859	-0,782
33 - X -	130,843	130,986	136,151	136,267	139,445
33 - Y -	-2,778	-2,869	-2,869	-2,789	-0,593
33 - X -	172,413	174,834	185,234	186,651	188,299
33 - Y -	-0,062	-2,868	-2,863	-1,450	0,193
33 - X -	305,672	331,943	334,641	335,257	335,302
33 - Y -	2,081	1,548	-1,999	-2,809	-2,869
33 - X -	336,322	336,369	337,066	340,018	424,790
33 - Y -	-2,863	-2,809	-2,008	1,384	-0,335
33 - X -	426,280	426,456	429,939	430,158	432,176
33 - Y -	-2,599	-2,867	-2,862	-2,629	-0,485
33 - X -	441,011	447,424	456,100	458,418	458,499

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
33 - Y -	-0,925	-0,925	-0,970	-2,786	-2,850
33 - X -	461,861	461,936	463,655	475,290	494,515
33 - Y -	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957
33 - X -	496,999	497,213	498,337	498,540	501,034
33 - Y -	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820
33 - X -	526,872	526,873	572,668	575,102	575,366
33 - Y -	-0,279	-0,279	0,459	-2,527	-2,850
33 - X -	576,491	576,729	578,988	593,484	595,913
33 - Y -	-2,849	-2,523	0,561	0,794	-2,480
33 - X -	596,187	631,658	631,998	634,132	653,019
33 - Y -	-2,850	-2,849	-2,400	0,424	0,116
33 - X -	653,621	653,642	689,571	691,796	691,799
33 - Y -	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422
33 - X -	691,829	692,162	721,776	739,267	756,788
33 - Y -	-2,267	-0,525	-1,009	0,455	1,921
33 - X -	778,146	779,222	779,412	780,460	780,670
33 - Y -	0,784	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307
33 - X -	781,787	788,389	789,437	789,653	790,701
33 - Y -	0,591	0,239	-2,323	-2,850	-2,850
33 - X -	790,917	791,898	805,270	823,902	824,532
33 - Y -	-2,326	0,052	-0,659	-0,880	-2,387
33 - X -	824,726	825,774	825,994	826,699	855,032
33 - Y -	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249
33 - X -	887,546				
33 - Y -	-1,249				
32 - X -	-32,500	17,426	17,675	24,144	24,368
32 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,700
32 - X -	92,758	130,843	130,986	136,151	136,267
32 - Y -	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869	-2,789
32 - X -	139,445	172,413	174,834	185,234	186,651
32 - Y -	-0,593	-0,062	-2,868	-2,863	-1,450
32 - X -	188,299	305,672	331,943	334,641	335,257
32 - Y -	0,193	2,081	1,548	-1,999	-2,809
32 - X -	335,302	336,322	336,369	337,066	340,018
32 - Y -	-2,869	-2,863	-2,809	-2,008	1,384
32 - X -	424,790	426,280	426,456	429,939	430,158
32 - Y -	-0,335	-2,599	-2,867	-2,862	-2,629
32 - X -	432,176	441,011	447,424	456,100	458,418
32 - Y -	-0,485	-0,925	-0,925	-0,970	-2,786
32 - X -	458,499	461,861	461,936	463,655	475,290
32 - Y -	-2,850	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359
32 - X -	494,515	496,999	497,213	498,337	498,540
32 - Y -	-0,957	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697
32 - X -	501,034	526,872	526,873	572,668	575,102
32 - Y -	-0,820	-0,279	-0,279	0,459	-2,527
32 - X -	575,366	576,491	576,729	578,988	593,484
32 - Y -	-2,850	-2,849	-2,523	0,561	0,794
32 - X -	595,913	596,187	631,658	631,998	634,132
32 - Y -	-2,480	-2,850	-2,849	-2,400	0,424
32 - X -	653,019	653,621	653,642	689,571	691,796
32 - Y -	0,116	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439
32 - X -	691,799	691,829	692,162	721,776	739,267
32 - Y -	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009	0,455
32 - X -	756,788	778,146	779,222	779,412	780,460
32 - Y -	1,921	0,784	-2,304	-2,850	-2,850
32 - X -	780,670	781,787	788,389	789,437	789,653
32 - Y -	-2,307	0,591	0,239	-2,323	-2,850
32 - X -	790,701	790,917	791,898	805,270	823,902
32 - Y -	-2,850	-2,326	0,052	-0,659	-0,880
32 - X -	824,532	824,726	825,774	825,994	826,699
32 - Y -	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913
32 - X -	855,032	887,546			
32 - Y -	-1,249	-1,249			
31 - X -	-32,500	17,426	17,675	24,144	24,368
31 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,700
31 - X -	92,758	130,843	130,986	136,151	136,267

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
31 - Y -	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869	-2,789
31 - X -	174,834	185,234	186,651	188,299	305,672
31 - Y -	-2,868	-2,863	-1,450	0,193	2,081
31 - X -	331,943	334,641	335,257	335,302	336,322
31 - Y -	1,548	-1,999	-2,809	-2,869	-2,863
31 - X -	336,369	337,066	340,018	424,790	426,280
31 - Y -	-2,809	-2,008	1,384	-0,335	-2,599
31 - X -	426,456	429,939	430,158	432,176	441,011
31 - Y -	-2,867	-2,862	-2,629	-0,485	-0,925
31 - X -	447,424	456,100	458,418	458,499	461,861
31 - Y -	-0,925	-0,970	-2,786	-2,850	-2,850
31 - X -	461,936	463,655	475,290	494,515	496,999
31 - Y -	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957	-2,700
31 - X -	497,213	498,337	498,540	501,034	526,872
31 - Y -	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820	-0,279
31 - X -	526,873	572,668	575,102	575,366	576,491
31 - Y -	-0,279	0,459	-2,527	-2,850	-2,849
31 - X -	576,729	578,988	593,484	595,913	596,187
31 - Y -	-2,523	0,561	0,794	-2,480	-2,850
31 - X -	631,658	631,998	634,132	653,019	653,621
31 - Y -	-2,849	-2,400	0,424	0,116	-2,352
31 - X -	653,642	689,571	691,796	691,799	691,829
31 - Y -	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267
31 - X -	692,162	721,776	739,267	756,788	778,146
31 - Y -	-0,525	-1,009	0,455	1,921	0,784
31 - X -	779,222	779,412	780,460	780,670	781,787
31 - Y -	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307	0,591
31 - X -	788,389	789,437	789,653	790,701	790,917
31 - Y -	0,239	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326
31 - X -	791,898	805,270	823,902	824,532	824,726
31 - Y -	0,052	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850
31 - X -	825,774	825,994	826,699	855,032	887,546
31 - Y -	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249
30 - X -	-32,500	17,426	17,675	24,144	24,368
30 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,700
30 - X -	92,758	130,843	130,986	136,151	136,267
30 - Y -	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869	-2,789
30 - X -	174,834	185,234	186,651	334,641	335,257
30 - Y -	-2,868	-2,863	-1,450	-1,999	-2,809
30 - X -	335,302	336,322	336,369	337,066	340,018
30 - Y -	-2,869	-2,863	-2,809	-2,008	1,384
30 - X -	424,790	426,280	426,456	429,939	430,158
30 - Y -	-0,335	-2,599	-2,867	-2,862	-2,629
30 - X -	432,176	441,011	447,424	456,100	458,418
30 - Y -	-0,485	-0,925	-0,925	-0,970	-2,786
30 - X -	458,499	461,861	461,936	463,655	475,290
30 - Y -	-2,850	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359
30 - X -	494,515	496,999	497,213	498,337	498,540
30 - Y -	-0,957	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697
30 - X -	501,034	526,872	526,873	572,668	575,102
30 - Y -	-0,820	-0,279	-0,279	0,459	-2,527
30 - X -	575,366	576,491	576,729	578,988	593,484
30 - Y -	-2,850	-2,849	-2,523	0,561	0,794
30 - X -	595,913	596,187	631,658	631,998	634,132
30 - Y -	-2,480	-2,850	-2,849	-2,400	0,424
30 - X -	653,019	653,621	653,642	689,571	691,796
30 - Y -	0,116	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439
30 - X -	691,799	691,829	692,162	721,776	739,267
30 - Y -	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009	0,455
30 - X -	756,788	778,146	779,222	779,412	780,460
30 - Y -	1,921	0,784	-2,304	-2,850	-2,850
30 - X -	780,670	781,787	788,389	789,437	789,653
30 - Y -	-2,307	0,591	0,239	-2,323	-2,850
30 - X -	790,701	790,917	791,898	805,270	823,902
30 - Y -	-2,850	-2,326	0,052	-0,659	-0,880
30 - X -	824,532	824,726	825,774	825,994	826,699

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
30 - Y -	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913
30 - X -	855,032	887,546			
30 - Y -	-1,249	-1,249			
29 - X -	-32,500	17,426	17,675	24,144	24,368
29 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,700
29 - X -	92,758	130,843	130,986	136,151	136,267
29 - Y -	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869	-2,789
29 - X -	174,834	185,234	335,257	335,302	336,322
29 - Y -	-2,868	-2,863	-2,809	-2,869	-2,863
29 - X -	336,369	337,066	340,018	424,790	426,280
29 - Y -	-2,809	-2,008	1,384	-0,335	-2,599
29 - X -	426,456	429,939	430,158	432,176	441,011
29 - Y -	-2,867	-2,862	-2,629	-0,485	-0,925
29 - X -	447,424	456,100	458,418	458,499	461,861
29 - Y -	-0,925	-0,970	-2,786	-2,850	-2,850
29 - X -	461,936	463,655	475,290	494,515	496,999
29 - Y -	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957	-2,700
29 - X -	497,213	498,337	498,540	501,034	526,872
29 - Y -	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820	-0,279
29 - X -	526,873	572,668	575,102	575,366	576,491
29 - Y -	-0,279	0,459	-2,527	-2,850	-2,849
29 - X -	576,729	578,988	593,484	595,913	596,187
29 - Y -	-2,523	0,561	0,794	-2,480	-2,850
29 - X -	631,658	631,998	634,132	653,019	653,621
29 - Y -	-2,849	-2,400	0,424	0,116	-2,352
29 - X -	653,642	689,571	691,796	691,799	691,829
29 - Y -	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267
29 - X -	692,162	721,776	739,267	756,788	778,146
29 - Y -	-0,525	-1,009	0,455	1,921	0,784
29 - X -	779,222	779,412	780,460	780,670	781,787
29 - Y -	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307	0,591
29 - X -	788,389	789,437	789,653	790,701	790,917
29 - Y -	0,239	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326
29 - X -	791,898	805,270	823,902	824,532	824,726
29 - Y -	0,052	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850
29 - X -	825,774	825,994	826,699	855,032	887,546
29 - Y -	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249
28 - X -	-32,500	17,426	17,675	24,144	24,368
28 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,700
28 - X -	92,758	130,843	130,986	136,151	136,267
28 - Y -	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869	-2,789
28 - X -	174,834	185,234	335,257	335,302	336,322
28 - Y -	-2,868	-2,863	-2,809	-2,869	-2,863
28 - X -	336,369	337,066	361,795	426,280	426,456
28 - Y -	-2,809	-2,008	-2,100	-2,599	-2,867
28 - X -	429,939	430,158	432,176	441,011	447,424
28 - Y -	-2,862	-2,629	-0,485	-0,925	-0,925
28 - X -	456,100	458,418	458,499	461,861	461,936
28 - Y -	-0,970	-2,786	-2,850	-2,850	-2,778
28 - X -	463,655	475,290	494,515	496,999	497,213
28 - Y -	-1,123	-1,359	-0,957	-2,700	-2,850
28 - X -	498,337	498,540	501,034	526,872	526,873
28 - Y -	-2,849	-2,697	-0,820	-0,279	-0,279
28 - X -	572,668	575,102	575,366	576,491	576,729
28 - Y -	0,459	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523
28 - X -	578,988	593,484	595,913	596,187	631,658
28 - Y -	0,561	0,794	-2,480	-2,850	-2,849
28 - X -	631,998	634,132	653,019	653,621	653,642
28 - Y -	-2,400	0,424	0,116	-2,352	-2,439
28 - X -	689,571	691,796	691,799	691,829	692,162
28 - Y -	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525
28 - X -	721,776	739,267	756,788	778,146	779,222
28 - Y -	-1,009	0,455	1,921	0,784	-2,304
28 - X -	779,412	780,460	780,670	781,787	788,389
28 - Y -	-2,850	-2,850	-2,307	0,591	0,239
28 - X -	789,437	789,653	790,701	790,917	791,898

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
28 - Y -	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326	0,052
28 - X -	805,270	823,902	824,532	824,726	825,774
28 - Y -	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850
28 - X -	825,994	826,699	855,032	887,546	
28 - Y -	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249	
27 - X -	-32,500	17,426	17,675	24,144	24,368
27 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,700
27 - X -	92,758	130,843	130,986	136,151	136,267
27 - Y -	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869	-2,789
27 - X -	174,834	185,234	335,257	335,302	336,322
27 - Y -	-2,868	-2,863	-2,809	-2,869	-2,863
27 - X -	336,369	361,795	426,280	426,456	429,939
27 - Y -	-2,809	-2,800	-2,599	-2,867	-2,862
27 - X -	430,158	432,176	441,011	447,424	456,100
27 - Y -	-2,629	-0,485	-0,925	-0,925	-0,970
27 - X -	458,418	458,499	461,861	461,936	463,655
27 - Y -	-2,786	-2,850	-2,850	-2,778	-1,123
27 - X -	475,290	494,515	496,999	497,213	498,337
27 - Y -	-1,359	-0,957	-2,700	-2,850	-2,849
27 - X -	498,540	501,034	526,872	526,873	572,668
27 - Y -	-2,697	-0,820	-0,279	-0,279	0,459
27 - X -	575,102	575,366	576,491	576,729	578,988
27 - Y -	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523	0,561
27 - X -	593,484	595,913	596,187	631,658	631,998
27 - Y -	0,794	-2,480	-2,850	-2,849	-2,400
27 - X -	634,132	653,019	653,621	653,642	689,571
27 - Y -	0,424	0,116	-2,352	-2,439	-2,439
27 - X -	691,796	691,799	691,829	692,162	721,776
27 - Y -	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009
27 - X -	739,267	756,788	778,146	779,222	779,412
27 - Y -	0,455	1,921	0,784	-2,304	-2,850
27 - X -	780,460	780,670	781,787	788,389	789,437
27 - Y -	-2,850	-2,307	0,591	0,239	-2,323
27 - X -	789,653	790,701	790,917	791,898	805,270
27 - Y -	-2,850	-2,850	-2,326	0,052	-0,659
27 - X -	823,902	824,532	824,726	825,774	825,994
27 - Y -	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
27 - X -	826,699	855,032	887,546		
27 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
26 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
26 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
26 - X -	429,939	430,158	432,176	441,011	447,424
26 - Y -	-2,862	-2,629	-0,485	-0,925	-0,925
26 - X -	456,100	458,418	458,499	461,861	461,936
26 - Y -	-0,970	-2,786	-2,850	-2,850	-2,778
26 - X -	463,655	475,290	494,515	496,999	497,213
26 - Y -	-1,123	-1,359	-0,957	-2,700	-2,850
26 - X -	498,337	498,540	501,034	526,872	526,873
26 - Y -	-2,849	-2,697	-0,820	-0,279	-0,279
26 - X -	572,668	575,102	575,366	576,491	576,729
26 - Y -	0,459	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523
26 - X -	578,988	593,484	595,913	596,187	631,658
26 - Y -	0,561	0,794	-2,480	-2,850	-2,849
26 - X -	631,998	634,132	653,019	653,621	653,642
26 - Y -	-2,400	0,424	0,116	-2,352	-2,439
26 - X -	689,571	691,796	691,799	691,829	692,162
26 - Y -	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525
26 - X -	721,776	739,267	756,788	778,146	779,222
26 - Y -	-1,009	0,455	1,921	0,784	-2,304
26 - X -	779,412	780,460	780,670	781,787	788,389
26 - Y -	-2,850	-2,850	-2,307	0,591	0,239
26 - X -	789,437	789,653	790,701	790,917	791,898
26 - Y -	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326	0,052
26 - X -	805,270	823,902	824,532	824,726	825,774
26 - Y -	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850
26 - X -	825,994	826,699	855,032	887,546	

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
26 - Y -	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249	
25 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
25 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
25 - X -	429,939	430,158	452,277	458,418	458,499
25 - Y -	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850
25 - X -	461,861	461,936	463,655	475,290	494,515
25 - Y -	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957
25 - X -	496,999	497,213	498,337	498,540	501,034
25 - Y -	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820
25 - X -	526,872	526,873	572,668	575,102	575,366
25 - Y -	-0,279	-0,279	0,459	-2,527	-2,850
25 - X -	576,491	576,729	578,988	593,484	595,913
25 - Y -	-2,849	-2,523	0,561	0,794	-2,480
25 - X -	596,187	631,658	631,998	634,132	653,019
25 - Y -	-2,850	-2,849	-2,400	0,424	0,116
25 - X -	653,621	653,642	689,571	691,796	691,799
25 - Y -	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422
25 - X -	691,829	692,162	721,776	739,267	756,788
25 - Y -	-2,267	-0,525	-1,009	0,455	1,921
25 - X -	778,146	779,222	779,412	780,460	780,670
25 - Y -	0,784	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307
25 - X -	781,787	788,389	789,437	789,653	790,701
25 - Y -	0,591	0,239	-2,323	-2,850	-2,850
25 - X -	790,917	791,898	805,270	823,902	824,532
25 - Y -	-2,326	0,052	-0,659	-0,880	-2,387
25 - X -	824,726	825,774	825,994	826,699	855,032
25 - Y -	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249
25 - X -	887,546				
25 - Y -	-1,249				
24 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
24 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
24 - X -	429,939	430,158	452,277	458,418	458,499
24 - Y -	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850
24 - X -	461,861	461,936	496,999	497,213	498,337
24 - Y -	-2,850	-2,778	-2,700	-2,850	-2,849
24 - X -	498,540	501,034	526,872	526,873	572,668
24 - Y -	-2,697	-0,820	-0,279	-0,279	0,459
24 - X -	575,102	575,366	576,491	576,729	578,988
24 - Y -	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523	0,561
24 - X -	593,484	595,913	596,187	631,658	631,998
24 - Y -	0,794	-2,480	-2,850	-2,849	-2,400
24 - X -	634,132	653,019	653,621	653,642	689,571
24 - Y -	0,424	0,116	-2,352	-2,439	-2,439
24 - X -	691,796	691,799	691,829	692,162	721,776
24 - Y -	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009
24 - X -	739,267	756,788	778,146	779,222	779,412
24 - Y -	0,455	1,921	0,784	-2,304	-2,850
24 - X -	780,460	780,670	781,787	788,389	789,437
24 - Y -	-2,850	-2,307	0,591	0,239	-2,323
24 - X -	789,653	790,701	790,917	791,898	805,270
24 - Y -	-2,850	-2,850	-2,326	0,052	-0,659
24 - X -	823,902	824,532	824,726	825,774	825,994
24 - Y -	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
24 - X -	826,699	855,032	887,546		
24 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
23 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
23 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
23 - X -	429,939	430,158	452,277	458,418	458,499
23 - Y -	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850
23 - X -	461,861	461,936	496,999	497,213	498,337
23 - Y -	-2,850	-2,778	-2,700	-2,850	-2,849
23 - X -	498,540	575,102	575,366	576,491	576,729
23 - Y -	-2,697	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523
23 - X -	578,988	593,484	595,913	596,187	631,658
23 - Y -	0,561	0,794	-2,480	-2,850	-2,849
23 - X -	631,998	634,132	653,019	653,621	653,642

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
23 - Y -	-2,400	0,424	0,116	-2,352	-2,439
23 - X -	689,571	691,796	691,799	691,829	692,162
23 - Y -	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525
23 - X -	721,776	739,267	756,788	778,146	779,222
23 - Y -	-1,009	0,455	1,921	0,784	-2,304
23 - X -	779,412	780,460	780,670	781,787	788,389
23 - Y -	-2,850	-2,850	-2,307	0,591	0,239
23 - X -	789,437	789,653	790,701	790,917	791,898
23 - Y -	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326	0,052
23 - X -	805,270	823,902	824,532	824,726	825,774
23 - Y -	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850
23 - X -	825,994	826,699	855,032	887,546	
23 - Y -	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249	
22 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
22 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
22 - X -	429,939	430,158	452,277	458,418	458,499
22 - Y -	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850
22 - X -	461,861	461,936	496,999	497,213	498,337
22 - Y -	-2,850	-2,778	-2,700	-2,850	-2,849
22 - X -	498,540	575,102	575,366	576,491	576,729
22 - Y -	-2,697	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523
22 - X -	595,913	596,187	631,658	631,998	634,132
22 - Y -	-2,480	-2,850	-2,849	-2,400	0,424
22 - X -	653,019	653,621	653,642	689,571	691,796
22 - Y -	0,116	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439
22 - X -	691,799	691,829	692,162	721,776	739,267
22 - Y -	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009	0,455
22 - X -	756,788	778,146	779,222	779,412	780,460
22 - Y -	1,921	0,784	-2,304	-2,850	-2,850
22 - X -	780,670	781,787	788,389	789,437	789,653
22 - Y -	-2,307	0,591	0,239	-2,323	-2,850
22 - X -	790,701	790,917	791,898	805,270	823,902
22 - Y -	-2,850	-2,326	0,052	-0,659	-0,880
22 - X -	824,532	824,726	825,774	825,994	826,699
22 - Y -	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913
22 - X -	855,032	887,546			
22 - Y -	-1,249	-1,249			
21 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
21 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
21 - X -	429,939	430,158	452,277	458,418	458,499
21 - Y -	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850
21 - X -	461,861	461,936	496,999	497,213	498,337
21 - Y -	-2,850	-2,778	-2,700	-2,850	-2,849
21 - X -	498,540	575,102	575,366	576,491	576,729
21 - Y -	-2,697	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523
21 - X -	595,913	596,187	631,658	631,998	653,621
21 - Y -	-2,480	-2,850	-2,849	-2,400	-2,352
21 - X -	653,642	689,571	691,796	691,799	691,829
21 - Y -	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267
21 - X -	692,162	721,776	739,267	756,788	778,146
21 - Y -	-0,525	-1,009	0,455	1,921	0,784
21 - X -	779,222	779,412	780,460	780,670	781,787
21 - Y -	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307	0,591
21 - X -	788,389	789,437	789,653	790,701	790,917
21 - Y -	0,239	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326
21 - X -	791,898	805,270	823,902	824,532	824,726
21 - Y -	0,052	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850
21 - X -	825,774	825,994	826,699	855,032	887,546
21 - Y -	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249
20 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571
20 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439
20 - X -	691,796	691,799	691,829	692,162	721,776
20 - Y -	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009
20 - X -	739,267	756,788	778,146	779,222	779,412
20 - Y -	0,455	1,921	0,784	-2,304	-2,850
20 - X -	780,460	780,670	781,787	788,389	789,437

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
20 - Y -	-2,850	-2,307	0,591	0,239	-2,323
20 - X -	789,653	790,701	790,917	791,898	805,270
20 - Y -	-2,850	-2,850	-2,326	0,052	-0,659
20 - X -	823,902	824,532	824,726	825,774	825,994
20 - Y -	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
20 - X -	826,699	855,032	887,546		
20 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
19 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571
19 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439
19 - X -	691,796	691,799	691,829	721,776	779,222
19 - Y -	-2,439	-2,422	-2,267	-2,200	-2,304
19 - X -	779,412	780,460	780,670	781,787	788,389
19 - Y -	-2,850	-2,850	-2,307	0,591	0,239
19 - X -	789,437	789,653	790,701	790,917	791,898
19 - Y -	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326	0,052
19 - X -	805,270	823,902	824,532	824,726	825,774
19 - Y -	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850
19 - X -	825,994	826,699	855,032	887,546	
19 - Y -	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249	
18 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571
18 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439
18 - X -	691,796	691,799	721,776	779,222	779,412
18 - Y -	-2,439	-2,422	-2,200	-2,304	-2,850
18 - X -	780,460	780,670	781,787	788,389	789,437
18 - Y -	-2,850	-2,307	0,591	0,239	-2,323
18 - X -	789,653	790,701	790,917	791,898	805,270
18 - Y -	-2,850	-2,850	-2,326	0,052	-0,659
18 - X -	823,902	824,532	824,726	825,774	825,994
18 - Y -	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
18 - X -	826,699	855,032	887,546		
18 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
17 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571
17 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439
17 - X -	691,796	691,799	721,776	779,222	779,412
17 - Y -	-2,439	-2,422	-2,200	-2,304	-2,850
17 - X -	780,460	780,670	789,437	789,653	790,701
17 - Y -	-2,850	-2,307	-2,323	-2,850	-2,850
17 - X -	790,917	791,898	805,270	823,902	824,532
17 - Y -	-2,326	0,052	-0,659	-0,880	-2,387
17 - X -	824,726	825,774	825,994	826,699	855,032
17 - Y -	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249
17 - X -	887,546				
17 - Y -	-1,249				
16 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571
16 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439
16 - X -	691,796	691,799	721,776	779,222	779,412
16 - Y -	-2,439	-2,422	-2,200	-2,304	-2,850
16 - X -	780,460	780,670	789,437	789,653	790,701
16 - Y -	-2,850	-2,307	-2,323	-2,850	-2,850
16 - X -	790,917	824,532	824,726	825,774	825,994
16 - Y -	-2,326	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
16 - X -	826,699	855,032	887,546		
16 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
15 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571
15 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439
15 - X -	691,796	691,799	721,776	779,222	779,412
15 - Y -	-2,439	-2,422	-2,200	-2,304	-2,850
15 - X -	780,460	780,670	789,437	789,653	790,701
15 - Y -	-2,850	-2,307	-2,323	-2,850	-2,850
15 - X -	790,917	824,532	824,726	825,774	825,994
15 - Y -	-2,326	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
15 - X -	887,546				
15 - Y -	-2,500				
14 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
14 - Y -	-4,500	-4,500	-5,200	-5,700	-3,200
14 - X -	887,546				

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
14 - Y -	-5,000				
13 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
13 - Y -	-5,500	-5,500	-6,400	-7,200	-5,000
13 - X -	887,546				
13 - Y -	-6,500				
12 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
12 - Y -	-5,500	-5,500	-6,400	-7,200	-6,500
12 - X -	887,546				
12 - Y -	-6,500				
11 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
11 - Y -	-5,500	-5,500	-6,400	-7,200	-8,400
11 - X -	887,546				
11 - Y -	-7,500				
10 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
10 - Y -	-6,400	-6,400	-8,700	-8,800	-8,400
10 - X -	887,546				
10 - Y -	-7,500				
9 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
9 - Y -	-7,600	-7,600	-8,700	-8,800	-8,400
9 - X -	887,546				
9 - Y -	-7,500				
8 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
8 - Y -	-8,000	-8,000	-9,000	-9,200	-8,700
8 - X -	887,546				
8 - Y -	-8,300				
7 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
7 - Y -	-9,200	-9,200	-9,000	-9,200	-8,700
7 - X -	887,546				
7 - Y -	-8,300				
6 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
6 - Y -	-10,200	-10,200	-9,800	-9,200	-8,700
6 - X -	887,546				
6 - Y -	-8,300				
5 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
5 - Y -	-11,500	-11,500	-9,800	-9,200	-8,700
5 - X -	887,546				
5 - Y -	-8,300				
4 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
4 - Y -	-11,500	-11,500	-9,800	-9,200	-8,700
4 - X -	887,546				
4 - Y -	-9,700				
3 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
3 - Y -	-11,500	-11,500	-9,800	-9,200	-8,700
3 - X -	887,546				
3 - Y -	-10,250				
2 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
2 - Y -	-11,500	-11,500	-11,200	-11,300	-11,200
2 - X -	887,546				
2 - Y -	-11,300				
1 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
1 - Y -	-12,300	-12,300	-12,000	-12,000	-11,900
1 - X -	887,546				
1 - Y -	-11,800				
0 - X -	-32,500	887,546			
0 - Y -	-42,000	-42,000			

2.3 PN-Lijnen

PN-lijnnummer	Coördinaten [m]				
1 - X -	-32,500	634,140	652,151	693,194	711,377
1 - Y -	-2,370	-2,370	-0,670	-0,670	-1,970
1 - X -	887,546				
1 - Y -	-1,970				
2 - X -	-32,500	887,546			
2 - Y -	-2,500	-2,500			

2.4 Freatische Lijn

Piezo lijn 1 is gebruikt als freatische lijn (grondwater).

2.5 Grondprofielen

Laag nummer	Materiaalnaam	PN-Lijnen boven	PN-Lijnen onder
34	Zand matig	1	1
33	Zand matig	1	1
32	Zand matig	1	1
31	Veen matig	1	1
30	Zand matig	1	1
29	Veen matig	1	1
28	Zand matig	1	1
27	Klei slap, organisch	1	1
26	Veen matig	1	1
25	Veen matig	1	1
24	Veen matig	1	1
23	Veen matig	1	1
22	Veen matig	1	1
21	Klei matig, organisch	1	1
20	Veen matig	1	1
19	Klei matig, organisch	1	1
18	Veen matig	1	1
17	Veen matig	1	1
16	Zand sterk siltig	1	1
15	Veen slap	1	99
14	Klei slap, organisch	99	99
13	Veen slap	99	99
12	Klei slap	99	99
11	Klei matig, zwak zan...	99	99
10	Klei slap	99	99
9	Veen slap	99	99
8	Klei slap	99	99
7	Klei slap, zwak zandig	99	99
6	Klei matig, organisch	99	99
5	Klei slap	99	99
4	Zand sterk siltig	99	99
3	Klei slap	99	99
2	Veen matig	99	2
1	Zand vast	2	2

2.6 Grenslagen

De grens tussen cohesieve toplagen en onderliggende niet-cohesieve gedraineerde lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 1: Zand vast
De grens tussen compressibele toplagen en de onderliggende niet-compressibele lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 1: Zand vast

2.7 Configuratie van de Pijpleiding

X-coordinaat linker punt	0,00	[m]
Y-coordinaat linker punt	0,00	[m]
Z-coordinaat linker punt	-1,25	[m]
X-coordinaat rechter punt	861,42	[m]
Y-coordinaat rechter punt	0,00	[m]
Z-coordinaat rechter punt	-1,25	[m]
Hoek links	18,00	[graden]
Hoek rechts	18,00	[graden]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	-30,58	[m]
Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)	0,00	[graden]
Kromtestraal rollenbaan (intrekboog)	300,00	[m]
Kromtestraal links, vertikaal in/uit	150,00	[m]
Kromtestraal rechts, vertikaal in/uit	150,00	[m]

Aantal horizontale bochten: 0 [-]

De pijpleiding wordt van rechts naar links ingetrokken

2.8 Berekenings Verticalen

Verticaal nr	L-coord [m]	Z-coord [m]	Additionele Zetting [mm]
1	5,00	-2,87	0,00
2	10,00	-4,50	0,00
3	15,00	-6,12	0,00
4	20,00	-7,75	0,00
5	25,00	-9,37	0,00
6	30,00	-11,00	0,00
7	35,00	-12,62	0,00
8	40,00	-14,25	0,00
9	45,00	-15,87	0,00
10	50,00	-17,49	0,00
11	55,00	-19,12	0,00
12	60,00	-20,74	0,00
13	65,00	-22,37	0,00
14	70,00	-23,97	0,00
15	75,00	-25,41	0,00
16	80,00	-26,67	0,00
17	85,00	-27,74	0,00
18	90,00	-28,64	0,00
19	95,00	-29,37	0,00
20	100,00	-29,92	0,00
21	105,00	-30,31	0,00
22	110,00	-30,53	0,00
23	115,00	-30,58	0,00
24	120,00	-30,58	0,00
25	125,00	-30,58	0,00
26	130,00	-30,58	0,00
27	135,00	-30,58	0,00
28	140,00	-30,58	0,00
29	145,00	-30,58	0,00
30	150,00	-30,58	0,00
31	155,00	-30,58	0,00
32	160,00	-30,58	0,00
33	165,00	-30,58	0,00
34	170,00	-30,58	0,00
35	175,00	-30,58	0,00
36	180,00	-30,58	0,00
37	185,00	-30,58	0,00
38	190,00	-30,58	0,00
39	195,00	-30,58	0,00
40	200,00	-30,58	0,00
41	205,00	-30,58	0,00
42	210,00	-30,58	0,00
43	215,00	-30,58	0,00
44	220,00	-30,58	0,00
45	225,00	-30,58	0,00
46	230,00	-30,58	0,00
47	235,00	-30,58	0,00
48	240,00	-30,58	0,00
49	245,00	-30,58	0,00
50	250,00	-30,58	0,00
51	255,00	-30,58	0,00
52	260,00	-30,58	0,00
53	265,00	-30,58	0,00
54	270,00	-30,58	0,00
55	275,00	-30,58	0,00
56	280,00	-30,58	0,00
57	285,00	-30,58	0,00
58	290,00	-30,58	0,00

Verticaal nr	L-coord [m]	Z-coord [m]	Additionele Zetting [mm]
59	295,00	-30,58	0,00
60	300,00	-30,58	0,00
61	305,00	-30,58	0,00
62	310,00	-30,58	0,00
63	315,00	-30,58	0,00
64	320,00	-30,58	0,00
65	325,00	-30,58	0,00
66	330,00	-30,58	0,00
67	335,00	-30,58	0,00
68	340,00	-30,58	0,00
69	345,00	-30,58	0,00
70	350,00	-30,58	0,00
71	355,00	-30,58	0,00
72	360,00	-30,58	0,00
73	365,00	-30,58	0,00
74	370,00	-30,58	0,00
75	375,00	-30,58	0,00
76	380,00	-30,58	0,00
77	385,00	-30,58	0,00
78	390,00	-30,58	0,00
79	395,00	-30,58	0,00
80	400,00	-30,58	0,00
81	405,00	-30,58	0,00
82	410,00	-30,58	0,00
83	415,00	-30,58	0,00
84	420,00	-30,58	0,00
85	425,00	-30,58	0,00
86	430,00	-30,58	0,00
87	435,00	-30,58	0,00
88	440,00	-30,58	0,00
89	445,00	-30,58	0,00
90	450,00	-30,58	0,00
91	455,00	-30,58	0,00
92	460,00	-30,58	0,00
93	465,00	-30,58	0,00
94	470,00	-30,58	0,00
95	475,00	-30,58	0,00
96	480,00	-30,58	0,00
97	485,00	-30,58	0,00
98	490,00	-30,58	0,00
99	495,00	-30,58	0,00
100	500,00	-30,58	0,00
101	505,00	-30,58	0,00
102	510,00	-30,58	0,00
103	515,00	-30,58	0,00
104	520,00	-30,58	0,00
105	525,00	-30,58	0,00
106	530,00	-30,58	0,00
107	535,00	-30,58	0,00
108	540,00	-30,58	0,00
109	545,00	-30,58	0,00
110	550,00	-30,58	0,00
111	555,00	-30,58	0,00
112	560,00	-30,58	0,00
113	565,00	-30,58	0,00
114	570,00	-30,58	0,00
115	575,00	-30,58	0,00
116	580,00	-30,58	0,00
117	585,00	-30,58	0,00
118	590,00	-30,58	0,00
119	595,00	-30,58	0,00
120	600,00	-30,58	0,00
121	605,00	-30,58	0,00
122	610,00	-30,58	0,00
123	615,00	-30,58	0,00

Verticaal nr	L-coord [m]	Z-coord [m]	Additionele Zetting [mm]
124	620,00	-30,58	0,00
125	625,00	-30,58	0,00
126	630,00	-30,58	0,00
127	635,00	-30,58	0,00
128	640,00	-30,58	0,00
129	645,00	-30,58	0,00
130	650,00	-30,58	0,00
131	655,00	-30,58	0,00
132	660,00	-30,58	0,00
133	665,00	-30,58	0,00
134	670,00	-30,58	0,00
135	675,00	-30,58	0,00
136	680,00	-30,58	0,00
137	685,00	-30,58	0,00
138	690,00	-30,58	0,00
139	695,00	-30,58	0,00
140	700,00	-30,58	0,00
141	705,00	-30,58	0,00
142	710,00	-30,58	0,00
143	715,00	-30,58	0,00
144	720,00	-30,58	0,00
145	725,00	-30,58	0,00
146	730,00	-30,58	0,00
147	735,00	-30,58	0,00
148	740,00	-30,58	0,00
149	745,00	-30,58	0,00
150	750,00	-30,56	0,00
151	755,00	-30,39	0,00
152	760,00	-30,05	0,00
153	765,00	-29,54	0,00
154	770,00	-28,87	0,00
155	775,00	-28,02	0,00
156	780,00	-26,99	0,00
157	785,00	-25,79	0,00
158	790,00	-24,40	0,00
159	795,00	-22,83	0,00
160	800,00	-21,21	0,00
161	805,00	-19,58	0,00
162	810,00	-17,96	0,00
163	815,00	-16,33	0,00
164	820,00	-14,71	0,00
165	825,00	-13,08	0,00
166	830,00	-11,46	0,00
167	835,00	-9,83	0,00
168	840,00	-8,21	0,00
169	845,00	-6,58	0,00
170	850,00	-4,96	0,00
171	855,00	-3,33	0,00

Locaties berekenings verticalen; L is de horizontale coordinaat langs de leiding geprojecteerd op het horizontale vlak, opgehoogd met de intrede coordinaat.

2.9 Materiaaltypen

Naam	Gamma onverz [kN/m³]	Gamma verz [kN/m³]	Cohesie [kN/m²]	Phi [graden]	Cu top [kN/m²]	Cu onder [kN/m²]	Emod top [kN/m²]	Emod onder [kN/m²]
FLM2	10,00	10,00	0,00	0,01	0,10	0,10	1	1
Grind los, zwak ...	17,00	18,00	0,00	32,50	0,00	0,00	45000	45000
Grind matig, zw...	18,00	20,00	0,00	35,00	0,00	0,00	75000	75000
Grind vast, zwa...	19,00	21,00	0,00	37,50	0,00	0,00	90000	90000
Grind los, sterk ...	18,00	20,00	0,00	30,00	0,00	0,00	30000	30000
Grind matig, ste...	19,00	21,00	0,00	32,50	0,00	0,00	45000	45000
Grind vast, sterk...	20,00	22,00	0,00	35,00	0,00	0,00	75000	75000
Zand los	17,00	19,00	0,00	30,00	30,00	30,00	15000	15000

Naam	Gamma onverz [kN/m³]	Gamma verz [kN/m³]	Cohesie [kN/m²]	Phi [graden]	Cu top [kN/m²]	Cu onder [kN/m²]	Emod top [kN/m²]	Emod onder [kN/m²]
Zand matig	18,00	20,00	0,00	32,50	40,00	40,00	45000	45000
Zand vast	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00	75000	75000
Zand zwak siltig	18,00	20,00	0,00	27,00	30,00	30,00	35000	35000
Zand sterk siltig	18,00	20,00	0,00	25,00	30,00	30,00	15000	15000
Leem slap, zwa...	19,00	19,00	0,00	27,50	50,00	50,00	2000	2000
Leem matig, zw...	20,00	20,00	1,00	27,50	100,00	100,00	3000	3000
Leem vast, zwa...	21,00	21,00	2,50	27,50	200,00	200,00	5000	5000
Leem sterk zan...	19,00	19,00	0,00	27,50	50,00	50,00	3000	3000
Klei slap	14,00	14,00	1,00	17,50	25,00	25,00	1000	1000
Klei matig	17,00	17,00	5,00	17,50	50,00	50,00	2000	2000
Klei vast	19,00	19,00	13,00	17,50	100,00	100,00	4000	4000
Klei slap, zwak ...	15,00	15,00	0,00	22,50	40,00	40,00	1500	1500
Klei matig, zwak...	18,00	18,00	5,00	22,50	80,00	80,00	3000	3000
Klei vast, zwak ...	20,00	20,00	13,00	22,50	120,00	120,00	5000	5000
Klei sterk zandig	18,00	18,00	0,00	27,50	50,00	50,00	2000	2000
Klei slap, organi...	13,00	13,00	0,00	15,00	10,00	10,00	500	500
Klei matig, orga...	15,00	15,00	0,00	15,00	25,00	25,00	1000	1000
Veen slap	10,00	10,00	1,00	15,00	10,00	10,00	200	200
Veen matig	12,00	12,00	2,50	15,00	20,00	20,00	500	500

Naam	Adhesie A [kN/m²]	Delta D [graden]	Nu [-]
FLM2	-	-	0,00
Grind los, zwak ...	-	-	0,23
Grind matig, zw...	-	-	0,23
Grind vast, zwa...	-	-	0,23
Grind los, sterk ...	-	-	0,23
Grind matig, ste...	-	-	0,23
Grind vast, sterk...	-	-	0,23
Zand los	-	-	0,32
Zand matig	-	-	0,30
Zand vast	-	-	0,28
Zand zwak siltig	-	-	0,35
Zand sterk siltig	-	-	0,35
Leem slap, zwa...	-	-	0,40
Leem matig, zw...	-	-	0,40
Leem vast, zwa...	-	-	0,40
Leem sterk zan...	-	-	0,40
Klei slap	-	-	0,45
Klei matig	-	-	0,45
Klei vast	-	-	0,45
Klei slap, zwak ...	-	-	0,40
Klei matig, zwak...	-	-	0,40
Klei vast, zwak ...	-	-	0,40
Klei sterk zandig	-	-	0,40
Klei slap, organi...	-	-	0,45
Klei matig, orga...	-	-	0,45
Veen slap	-	-	0,48
Veen matig	-	-	0,48

2.10 Materiaalgegevens van de Leiding

Invoergegevens leiding no. 1

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]

Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

Invoergegevens leiding no. 2

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

Invoergegevens leiding no. 3

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

Invoergegevens leiding no. 4

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

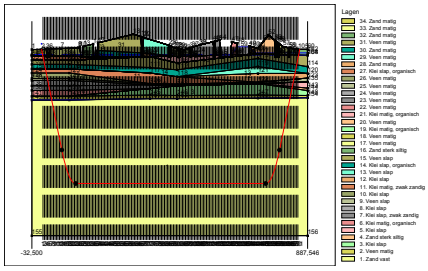
2.11 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollen	Nee	
Percentage leiding gevuld met vloeistof	100	[%]
Volume gewicht vloeistof	10,00	[kN/m³]
Relatieve verplaatsing	10,00	[mm]
Samendrukkingsconstante	6,00	[-]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500,00	[kN/m³]
Hoek van inwendige wrijving boorvloeistof	15,00	[graden]
Cohesie boorvloeistof	5,00	[kN/m²]
Opleghoek	30	[graden]
Belastingshoek	30	[graden]
Wrijvingsfactor leiding-rollenbaan (f1)	0,10	[-]
Wrijvingscoefficient leiding-boorvloeistof (f2)	0,000050	[N/mm²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0,20	[-]
Speciale spannings analyse	niet gebruikt	

2.12 Geometrie

2.12.1 Geometrie Sectie, Detail

Input View



2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht

Top View

2.13 Boorvloeistofdruk Gegevens

Diameter boorgat pilotboring	0,405	[m]
Uitwendige diameter pilotbuis	0,114	[m]
Diameter boorgat voorruimen	0,650	[m]
Uitwendige diameter buis voorruimen	0,114	[m]
Diameter uiteindelijke boorgat	0,650	[m]
Uitwendige diameter leiding	0,400	[m]
Debiet tijdens pilotboring	400,2	[liter/minute]
Debiet tijdens voorruimen	750,0	[liter/minute]
Debiet tijdens intrekken	3000,0	[liter/minute]
Factor debietverlies tijdens pilotboring	0,30	[-]
Factor debietverlies tijdens voorruimen	0,20	[-]
Factor debietverlies tijdens intrekken	0,20	[-]
Volumegewicht boorvloeistof	11,1	[kN/m³]
Zwichtspanning boorvloeistof	0,014	[kN/m²]
Viscositeit boorvloeistof	0,000040	[kN.s/m²]

2.14 Factoren

Veiligheidsfactor implosie (Lang)	3,0	[-]
Veiligheidsfactor implosie (Kort)	1,5	[-]
Onzekerheidsfactor volumegewicht materiaaltypen onder en boven freatische lijn	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor Cu/cohesie	1,40	[-]
Onzekerheidsfactor Phi	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor E-modulus	1,25	[-]
Onzekerheidsfactor trekkracht	1,80	[-]
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	1,60	[-]
Onzekerheidsfactor Qn	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor buigend moment	1,40	[-]
Importantie factor (S)	1,00	[-]
Volumegewicht water	10,00	[kN/m³]
Veiligheid dekking (gedraineerde lagen)	0,67	[-]
Veiligheid dekking (ongedraineerde lagen)	0,50	[-]

3 Boorvloeistofdrukken

3.1 Boorvloeistofdruk Gegevens

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	129	129	19	194
2	78	78	38	211
3	215	215	57	228
4	130	130	76	245
5	149	149	96	261
6	189	189	115	278
7	295	192	134	295
8	495	430	153	312
9	570	690	172	329
10	637	936	191	346
11	701	1152	210	363
12	762	1339	229	380
13	821	1494	248	397
14	879	1595	267	414
15	929	1684	284	429
16	972	1760	299	442
17	1008	1824	312	453
18	1038	1877	323	462
19	1063	1920	332	469
20	1081	1953	339	474
21	1094	1976	345	477
22	1102	1990	348	478
23	1105	1994	350	478
24	1105	1996	351	477
25	1107	1999	352	476
26	1056	1892	353	475
27	1042	1864	354	474
28	1116	2018	355	473
29	1119	2025	356	472
30	1122	2031	357	471
31	1125	2037	358	470
32	1128	2044	359	469
33	1132	2050	360	468
34	1135	2056	361	467
35	1042	1864	362	466
36	1042	1865	363	465
37	1042	1865	364	464
38	1126	2039	365	463
39	1128	2043	366	462
40	1130	2046	367	461
41	1131	2050	368	460
42	1133	2053	369	459
43	1135	2057	370	458
44	1136	2060	371	457
45	1138	2064	372	456
46	1140	2067	373	455
47	1142	2071	374	454
48	1143	2074	375	453
49	1145	2078	376	452
50	1147	2081	377	451
51	1148	2085	378	450
52	1150	2088	379	449
53	1152	2092	380	448
54	1153	2095	381	447
55	1155	2099	382	446
56	1157	2102	383	445
57	1158	2106	384	443

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
58	1160	2109	385	442
59	1162	2113	386	441
60	1163	2116	387	440
61	1165	2120	388	439
62	1163	2116	389	438
63	1160	2110	390	437
64	1158	2105	391	436
65	1155	2100	392	435
66	1153	2094	393	434
67	1051	1883	394	433
68	1147	2083	395	432
69	1145	2078	396	431
70	1143	2073	398	430
71	1140	2068	399	429
72	1137	2062	400	428
73	1135	2057	401	427
74	1132	2051	402	426
75	1129	2045	403	425
76	1126	2038	404	424
77	1123	2032	405	423
78	1120	2026	406	422
79	1117	2020	407	421
80	1114	2014	408	420
81	1111	2008	409	419
82	1108	2001	410	418
83	1105	1995	411	417
84	1102	1988	412	416
85	1091	1966	413	415
86	1046	1872	414	414
87	1091	1967	415	413
88	1085	1954	416	412
89	1084	1951	417	411
90	1083	1950	418	410
91	1082	1948	419	409
92	1045	1870	420	408
93	1077	1937	421	407
94	1074	1931	422	406
95	1071	1925	423	405
96	1073	1929	424	404
97	1076	1934	425	403
98	1078	1938	426	402
99	1071	1925	427	401
100	1064	1909	428	400
101	1084	1952	429	399
102	1086	1956	430	398
103	1089	1961	431	397
104	1091	1965	432	396
105	1093	1970	433	395
106	1095	1974	434	394
107	1096	1977	435	393
108	1098	1980	436	392
109	1099	1984	437	391
110	1101	1987	438	390
111	1103	1990	439	389
112	1104	1993	440	388
113	1106	1997	441	387
114	1107	2000	442	386
115	1039	1857	443	385
116	1110	2006	444	384
117	1112	2010	445	383
118	1114	2013	446	382
119	1065	1912	447	381
120	1032	1844	448	380
121	1032	1843	449	379

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
122	1032	1842	450	377
123	1031	1841	451	376
124	1031	1840	452	375
125	1030	1840	453	374
126	1030	1839	454	373
127	1102	1990	455	372
128	1100	1985	456	371
129	1098	1980	457	370
130	1095	1975	458	369
131	1067	1916	459	368
132	1067	1915	460	367
133	1066	1914	461	366
134	1066	1913	462	365
135	1065	1912	464	364
136	1065	1912	465	363
137	1064	1911	466	362
138	1064	1910	467	361
139	1074	1931	468	360
140	1072	1926	469	359
141	1070	1921	470	358
142	1067	1916	471	357
143	1065	1911	472	356
144	1062	1906	473	355
145	1068	1919	474	354
146	1079	1940	475	353
147	1089	1962	476	352
148	1099	1983	477	351
149	1109	2004	478	350
150	1119	2024	478	349
151	1123	2035	478	346
152	1112	2016	475	341
153	1090	1975	470	334
154	1062	1924	464	326
155	1028	1862	455	316
156	917	1642	445	303
157	940	1704	433	289
158	826	1481	418	272
159	823	1493	402	254
160	757	1347	385	235
161	688	1155	368	216
162	623	953	351	196
163	554	727	334	177
164	481	489	317	158
165	346	225	300	139
166	185	185	283	120
167	203	203	266	101
168	116	116	249	82
169	86	86	232	63
170	71	71	215	44
171	62	62	198	25

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	103	103	19	19
2	73	73	37	38
3	215	215	56	57
4	130	130	74	76
5	149	149	93	96
6	189	189	112	115
7	295	192	130	134
8	495	345	149	153
9	570	551	167	172
10	637	766	186	191

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
11	701	977	205	210
12	762	1177	223	229
13	821	1360	242	248
14	879	1524	260	267
15	929	1660	277	284
16	972	1760	291	299
17	1008	1824	304	312
18	1038	1877	314	323
19	1063	1920	323	332
20	1081	1953	330	339
21	1094	1976	334	345
22	1102	1990	337	348
23	1105	1994	338	350
24	1105	1996	339	351
25	1107	1999	340	352
26	1056	1892	340	353
27	1042	1864	341	354
28	1116	2018	341	355
29	1119	2025	342	356
30	1122	2031	342	357
31	1125	2037	343	358
32	1128	2044	343	359
33	1132	2050	344	360
34	1135	2056	344	361
35	1042	1864	345	362
36	1042	1865	345	363
37	1042	1865	346	364
38	1126	2039	347	365
39	1128	2043	347	366
40	1130	2046	348	367
41	1131	2050	348	368
42	1133	2053	349	369
43	1135	2057	349	370
44	1136	2060	350	371
45	1138	2064	350	372
46	1140	2067	351	373
47	1142	2071	351	374
48	1143	2074	352	375
49	1145	2078	353	376
50	1147	2081	353	377
51	1148	2085	354	378
52	1150	2088	354	379
53	1152	2092	355	380
54	1153	2095	355	381
55	1155	2099	356	382
56	1157	2102	356	383
57	1158	2106	357	384
58	1160	2109	357	385
59	1162	2113	358	386
60	1163	2116	358	387
61	1165	2120	359	386
62	1163	2116	360	386
63	1160	2110	360	385
64	1158	2105	361	385
65	1155	2100	361	384
66	1153	2094	362	383
67	1051	1883	362	383
68	1147	2083	363	382
69	1145	2078	363	382
70	1143	2073	364	381
71	1140	2068	364	381
72	1137	2062	365	380
73	1135	2057	365	380
74	1132	2051	366	379

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
75	1129	2045	367	379
76	1126	2038	367	378
77	1123	2032	368	378
78	1120	2026	368	377
79	1117	2020	369	376
80	1114	2014	369	376
81	1111	2008	370	375
82	1108	2001	370	375
83	1105	1995	371	374
84	1102	1988	371	374
85	1091	1966	372	373
86	1046	1872	373	373
87	1091	1967	373	372
88	1085	1954	374	372
89	1084	1951	374	371
90	1083	1950	375	371
91	1082	1948	375	370
92	1045	1870	376	369
93	1077	1937	376	369
94	1074	1931	377	368
95	1071	1925	377	368
96	1073	1929	378	367
97	1076	1934	378	367
98	1078	1938	379	366
99	1071	1925	380	366
100	1064	1909	380	365
101	1084	1952	381	365
102	1086	1956	381	364
103	1089	1961	382	363
104	1091	1965	382	363
105	1093	1970	383	362
106	1095	1974	383	362
107	1096	1977	384	361
108	1098	1980	384	361
109	1099	1984	385	360
110	1101	1987	385	360
111	1103	1990	386	359
112	1104	1993	387	359
113	1106	1997	387	358
114	1107	2000	386	358
115	1039	1857	385	357
116	1110	2006	384	356
117	1112	2010	383	356
118	1114	2013	382	355
119	1065	1912	381	355
120	1032	1844	380	354
121	1032	1843	379	354
122	1032	1842	377	353
123	1031	1841	376	353
124	1031	1840	375	352
125	1030	1840	374	352
126	1030	1839	373	351
127	1102	1990	372	351
128	1100	1985	371	350
129	1098	1980	370	349
130	1095	1975	369	349
131	1067	1916	368	348
132	1067	1915	367	348
133	1066	1914	366	347
134	1066	1913	365	347
135	1065	1912	364	346
136	1065	1912	363	346
137	1064	1911	362	345
138	1064	1910	361	345

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
139	1074	1931	360	344
140	1072	1926	359	343
141	1070	1921	358	343
142	1067	1916	357	342
143	1065	1911	356	342
144	1062	1906	355	341
145	1068	1919	354	341
146	1079	1940	353	340
147	1089	1962	352	340
148	1099	1983	351	339
149	1109	2004	350	339
150	1119	2024	349	338
151	1123	2035	346	335
152	1112	2016	341	331
153	1090	1975	334	325
154	1062	1924	326	317
155	1028	1862	316	307
156	917	1642	303	295
157	940	1699	289	281
158	826	1417	272	265
159	823	1389	254	247
160	757	1199	235	228
161	688	994	216	210
162	623	791	196	191
163	554	586	177	173
164	481	392	158	154
165	346	192	139	135
166	185	185	120	117
167	203	203	101	98
168	116	116	82	80
169	86	86	63	61
170	71	71	44	42
171	55	55	25	24

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	103	103	19	19
2	73	73	39	37
3	215	215	58	56
4	130	130	78	74
5	149	149	97	93
6	189	189	116	112
7	295	192	136	130
8	495	345	155	149
9	570	551	174	167
10	637	766	194	186
11	701	977	213	205
12	762	1177	233	223
13	821	1360	252	242
14	879	1524	271	260
15	929	1660	288	277
16	972	1760	304	291
17	1008	1824	317	304
18	1038	1877	328	314
19	1063	1920	338	323
20	1081	1953	345	330
21	1094	1976	351	334
22	1102	1990	354	337
23	1105	1994	356	338
24	1105	1996	357	339
25	1107	1999	359	340
26	1056	1892	360	340
27	1042	1864	361	341

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
28	1116	2018	363	341
29	1119	2025	364	342
30	1122	2031	365	342
31	1125	2037	366	343
32	1128	2044	368	343
33	1132	2050	369	344
34	1135	2056	370	344
35	1042	1864	372	345
36	1042	1865	373	345
37	1042	1865	374	346
38	1126	2039	375	347
39	1128	2043	377	347
40	1130	2046	378	348
41	1131	2050	379	348
42	1133	2053	381	349
43	1135	2057	382	349
44	1136	2060	383	350
45	1138	2064	384	350
46	1140	2067	386	351
47	1142	2071	387	351
48	1143	2074	388	352
49	1145	2078	389	353
50	1147	2081	391	353
51	1148	2085	392	354
52	1150	2088	391	354
53	1152	2092	391	355
54	1153	2095	390	355
55	1155	2099	389	356
56	1157	2102	389	356
57	1158	2106	388	357
58	1160	2109	388	357
59	1162	2113	387	358
60	1163	2116	387	358
61	1165	2120	386	359
62	1163	2116	386	360
63	1160	2110	385	360
64	1158	2105	385	361
65	1155	2100	384	361
66	1153	2094	383	362
67	1051	1883	383	362
68	1147	2083	382	363
69	1145	2078	382	363
70	1143	2073	381	364
71	1140	2068	381	364
72	1137	2062	380	365
73	1135	2057	380	365
74	1132	2051	379	366
75	1129	2045	379	367
76	1126	2038	378	367
77	1123	2032	378	368
78	1120	2026	377	368
79	1117	2020	376	369
80	1114	2014	376	369
81	1111	2008	375	370
82	1108	2001	375	370
83	1105	1995	374	371
84	1102	1988	374	371
85	1091	1966	373	372
86	1046	1872	373	373
87	1091	1967	372	373
88	1085	1954	372	374
89	1084	1951	371	374
90	1083	1950	371	375
91	1082	1948	370	375

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
92	1045	1870	369	376
93	1077	1937	369	376
94	1074	1931	368	377
95	1071	1925	368	377
96	1073	1929	367	378
97	1076	1934	367	378
98	1078	1938	366	379
99	1071	1925	366	380
100	1064	1909	365	380
101	1084	1952	365	381
102	1086	1956	364	381
103	1089	1961	363	382
104	1091	1965	363	382
105	1093	1970	362	383
106	1095	1974	362	383
107	1096	1977	361	384
108	1098	1980	361	384
109	1099	1984	360	385
110	1101	1987	360	385
111	1103	1990	359	386
112	1104	1993	359	387
113	1106	1997	358	387
114	1107	2000	358	388
115	1039	1857	357	388
116	1110	2006	356	389
117	1112	2010	356	389
118	1114	2013	355	390
119	1065	1912	355	390
120	1032	1844	354	391
121	1032	1843	354	391
122	1032	1842	353	391
123	1031	1841	353	390
124	1031	1840	352	389
125	1030	1840	352	387
126	1030	1839	351	386
127	1102	1990	351	385
128	1100	1985	350	383
129	1098	1980	349	382
130	1095	1975	349	381
131	1067	1916	348	380
132	1067	1915	348	378
133	1066	1914	347	377
134	1066	1913	347	376
135	1065	1912	346	374
136	1065	1912	346	373
137	1064	1911	345	372
138	1064	1910	345	371
139	1074	1931	344	369
140	1072	1926	343	368
141	1070	1921	343	367
142	1067	1916	342	365
143	1065	1911	342	364
144	1062	1906	341	363
145	1068	1919	341	362
146	1079	1940	340	360
147	1089	1962	340	359
148	1099	1983	339	358
149	1109	2004	339	357
150	1119	2024	338	355
151	1123	2035	335	352
152	1112	2016	331	347
153	1090	1975	325	340
154	1062	1924	317	331
155	1028	1862	307	320

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
156	917	1642	295	308
157	940	1699	281	293
158	826	1417	265	276
159	823	1389	247	257
160	757	1199	228	238
161	688	994	210	219
162	623	791	191	199
163	554	586	173	180
164	481	392	154	161
165	346	192	135	141
166	185	185	117	122
167	203	203	98	102
168	116	116	80	83
169	86	86	61	64
170	71	71	42	44
171	55	55	24	25

De minimaal vereiste mud druk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende maximaal toelaatbare mud drukken. De maximale druk gebaseerd op deformatie houdt rekening met de vorming van scheuren rond het boorgat, terwijl de maximale druk gebaseerd op gronddruk een frac-out aangeeft richting maaiveld.

3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			
	Boorvloeistof [kN/m²]	Water [kN/m²]	Veiligheidsfactor [-]	Resultaat
1	18	5	3,58	voldoet
2	36	21	1,71	voldoet
3	54	37	1,46	voldoet
4	72	53	1,36	voldoet
5	90	69	1,30	voldoet
6	108	85	1,27	voldoet
7	126	101	1,25	voldoet
8	144	117	1,23	voldoet
9	162	134	1,21	voldoet
10	180	150	1,20	voldoet
11	198	166	1,19	voldoet
12	216	182	1,19	voldoet
13	234	199	1,18	voldoet
14	252	215	1,17	voldoet
15	268	229	1,17	voldoet
16	282	242	1,17	voldoet
17	294	252	1,17	voldoet
18	304	261	1,16	voldoet
19	312	269	1,16	voldoet
20	318	274	1,16	voldoet
21	323	278	1,16	voldoet
22	325	280	1,16	voldoet
23	326	281	1,16	voldoet
24	326	281	1,16	voldoet
25	326	281	1,16	voldoet
26	326	281	1,16	voldoet
27	326	281	1,16	voldoet
28	326	281	1,16	voldoet
29	326	281	1,16	voldoet
30	326	281	1,16	voldoet
31	326	281	1,16	voldoet
32	326	281	1,16	voldoet
33	326	281	1,16	voldoet
34	326	281	1,16	voldoet
35	326	281	1,16	voldoet
36	326	281	1,16	voldoet
37	326	281	1,16	voldoet
38	326	281	1,16	voldoet

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			
	Boorvloeistof [kN/m²]	Water [kN/m²]	Veiligheidsfactor [-]	Resultaat
39	326	281	1,16	voldoet
40	326	281	1,16	voldoet
41	326	281	1,16	voldoet
42	326	281	1,16	voldoet
43	326	281	1,16	voldoet
44	326	281	1,16	voldoet
45	326	281	1,16	voldoet
46	326	281	1,16	voldoet
47	326	281	1,16	voldoet
48	326	281	1,16	voldoet
49	326	281	1,16	voldoet
50	326	281	1,16	voldoet
51	326	281	1,16	voldoet
52	326	281	1,16	voldoet
53	326	281	1,16	voldoet
54	326	281	1,16	voldoet
55	326	281	1,16	voldoet
56	326	281	1,16	voldoet
57	326	281	1,16	voldoet
58	326	281	1,16	voldoet
59	326	281	1,16	voldoet
60	326	281	1,16	voldoet
61	326	281	1,16	voldoet
62	326	281	1,16	voldoet
63	326	281	1,16	voldoet
64	326	281	1,16	voldoet
65	326	281	1,16	voldoet
66	326	281	1,16	voldoet
67	326	281	1,16	voldoet
68	326	281	1,16	voldoet
69	326	281	1,16	voldoet
70	326	281	1,16	voldoet
71	326	281	1,16	voldoet
72	326	281	1,16	voldoet
73	326	281	1,16	voldoet
74	326	281	1,16	voldoet
75	326	281	1,16	voldoet
76	326	281	1,16	voldoet
77	326	281	1,16	voldoet
78	326	281	1,16	voldoet
79	326	281	1,16	voldoet
80	326	281	1,16	voldoet
81	326	281	1,16	voldoet
82	326	281	1,16	voldoet
83	326	281	1,16	voldoet
84	326	281	1,16	voldoet
85	326	281	1,16	voldoet
86	326	281	1,16	voldoet
87	326	281	1,16	voldoet
88	326	281	1,16	voldoet
89	326	281	1,16	voldoet
90	326	281	1,16	voldoet
91	326	281	1,16	voldoet
92	326	281	1,16	voldoet
93	326	281	1,16	voldoet
94	326	281	1,16	voldoet
95	326	281	1,16	voldoet
96	326	281	1,16	voldoet
97	326	281	1,16	voldoet
98	326	281	1,16	voldoet
99	326	281	1,16	voldoet
100	326	281	1,16	voldoet
101	326	281	1,16	voldoet
102	326	281	1,16	voldoet

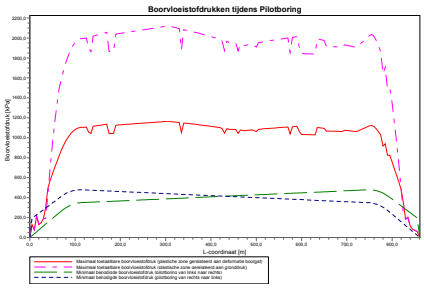
Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			
	Boorvloeistof [kN/m²]	Water [kN/m²]	Veiligheidsfactor [-]	Resultaat
103	326	281	1,16	voldoet
104	326	281	1,16	voldoet
105	326	281	1,16	voldoet
106	326	281	1,16	voldoet
107	326	281	1,16	voldoet
108	326	281	1,16	voldoet
109	326	281	1,16	voldoet
110	326	281	1,16	voldoet
111	326	281	1,16	voldoet
112	326	281	1,16	voldoet
113	326	281	1,16	voldoet
114	326	281	1,16	voldoet
115	326	281	1,16	voldoet
116	326	281	1,16	voldoet
117	326	281	1,16	voldoet
118	326	281	1,16	voldoet
119	326	281	1,16	voldoet
120	326	281	1,16	voldoet
121	326	281	1,16	voldoet
122	326	281	1,16	voldoet
123	326	281	1,16	voldoet
124	326	281	1,16	voldoet
125	326	281	1,16	voldoet
126	326	281	1,16	voldoet
127	326	281	1,16	voldoet
128	326	281	1,16	voldoet
129	326	281	1,16	voldoet
130	326	281	1,16	voldoet
131	326	281	1,16	voldoet
132	326	281	1,16	voldoet
133	326	281	1,16	voldoet
134	326	281	1,16	voldoet
135	326	281	1,16	voldoet
136	326	281	1,16	voldoet
137	326	281	1,16	voldoet
138	326	281	1,16	voldoet
139	326	281	1,16	voldoet
140	326	281	1,16	voldoet
141	326	281	1,16	voldoet
142	326	281	1,16	voldoet
143	326	281	1,16	voldoet
144	326	281	1,16	voldoet
145	326	281	1,16	voldoet
146	326	281	1,16	voldoet
147	326	281	1,16	voldoet
148	326	281	1,16	voldoet
149	326	281	1,16	voldoet
150	325	281	1,16	voldoet
151	323	279	1,16	voldoet
152	320	275	1,16	voldoet
153	314	270	1,16	voldoet
154	307	264	1,16	voldoet
155	297	255	1,16	voldoet
156	286	245	1,17	voldoet
157	272	233	1,17	voldoet
158	257	219	1,17	voldoet
159	240	203	1,18	voldoet
160	222	187	1,18	voldoet
161	203	171	1,19	voldoet
162	185	155	1,20	voldoet
163	167	138	1,21	voldoet
164	149	122	1,22	voldoet
165	131	106	1,24	voldoet
166	113	90	1,26	voldoet

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			
	Boorvloeistof [kN/m²]	Water [kN/m²]	Veiligheidsfactor [-]	Resultaat
167	95	74	1,28	voldoet
168	77	59	1,31	voldoet
169	59	44	1,35	voldoet
170	41	28	1,45	voldoet
171	23	13	1,76	voldoet

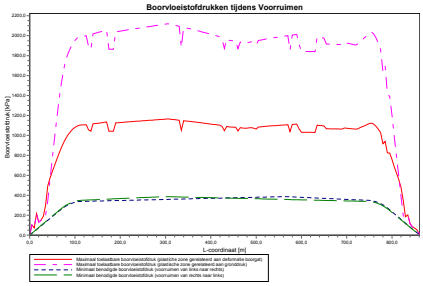
De statische mud druk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende grondwater druk. De veiligheids factor wordt bepaald door de verhouding van mud druk en grondwater druk. Deze moet hoger zijn dan de vereiste veiligheidsfactor van 1,10

3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

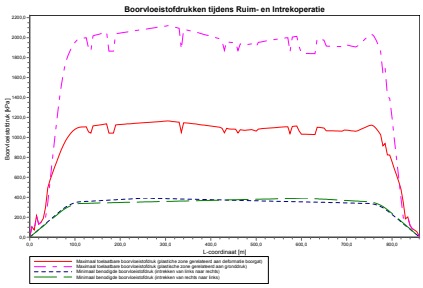
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring



3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen



3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie



4 Grondmechanische Parameters

4.1 Grondmechanische Parameters 1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m²
Pv,r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m³
Pv;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m²
dmax	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
1	53	24	18	24	144758
2	51	27	14	19	708
3	168	35	17	23	5263
4	38	18	8	11	2764
5	103	30	13	17	2974
6	124	58	21	28	3286
7	920	65	20	27	60736
8	1086	83	17	23	270563
9	1236	101	11	15	270563
10	1376	120	9	13	270563
11	1508	138	9	12	270563
12	1633	156	9	12	270563
13	1752	174	9	12	270563
14	1866	192	9	12	270563
15	1964	208	9	12	270563
16	2048	222	9	12	270563
17	2119	234	9	12	270563
18	2177	244	9	12	270563
19	2224	253	9	12	270563
20	2260	259	9	12	270563
21	2285	264	9	12	270563
22	2300	267	9	12	270563
23	2306	268	9	12	270563
24	2308	268	9	12	270563
25	2313	269	9	12	270563
26	2171	243	9	12	270563
27	2133	237	9	12	270563
28	2338	273	9	12	270563
29	2346	275	9	12	270563
30	2355	277	9	12	270563
31	2363	278	9	12	270563
32	2371	280	9	12	270563
33	2380	281	9	12	270563
34	2388	283	9	12	270563
35	2134	237	9	12	270563
36	2135	237	9	12	270563
37	2135	237	9	12	270563
38	2365	279	9	12	270563
39	2370	279	9	12	270563
40	2375	280	9	12	270563
41	2379	281	9	12	270563
42	2384	282	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
43	2389	283	9	12	270563
44	2393	284	9	12	270563
45	2398	285	9	12	270563
46	2402	285	9	12	270563
47	2407	286	9	12	270563
48	2412	287	9	12	270563
49	2416	288	9	12	270563
50	2421	289	9	12	270563
51	2426	290	9	12	270563
52	2430	291	9	12	270563
53	2435	291	9	12	270563
54	2439	292	9	12	270563
55	2444	293	9	12	270563
56	2448	294	9	12	270563
57	2453	295	9	12	270563
58	2458	296	9	12	270563
59	2462	297	9	12	270563
60	2467	298	9	12	270563
61	2471	298	9	12	270563
62	2466	297	9	12	270563
63	2459	296	9	12	270563
64	2452	295	9	12	270563
65	2445	293	9	12	270563
66	2438	292	9	12	270563
67	2159	241	9	12	270563
68	2423	289	9	12	270563
69	2417	288	9	12	270563
70	2410	287	9	12	270563
71	2403	285	9	12	270563
72	2396	284	9	12	270563
73	2388	283	9	12	270563
74	2380	281	9	12	270563
75	2372	280	9	12	270563
76	2364	278	9	12	270563
77	2356	277	9	12	270563
78	2348	275	9	12	270563
79	2340	274	9	12	270563
80	2332	272	9	12	270563
81	2324	271	9	12	270563
82	2315	269	9	12	270563
83	2307	268	9	12	270563
84	2298	266	9	12	270563
85	2269	261	9	12	270563
86	2144	239	9	12	270563
87	2269	261	9	12	270563
88	2252	258	9	12	270563
89	2249	257	9	12	270563
90	2247	257	9	12	270563
91	2245	257	9	12	270563
92	2142	238	9	12	270563
93	2231	254	9	12	270563
94	2223	253	9	12	270563
95	2215	251	9	12	270563
96	2220	252	9	12	270563
97	2226	253	9	12	270563
98	2232	254	9	12	270563
99	2215	251	9	12	270563
100	2193	247	9	12	270563
101	2250	257	9	12	270563
102	2256	259	9	12	270563
103	2262	260	9	12	270563
104	2268	261	9	12	270563
105	2274	262	9	12	270563
106	2279	263	9	12	270563
107	2283	263	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
108	2288	264	9	12	270563
109	2292	265	9	12	270563
110	2296	266	9	12	270563
111	2300	267	9	12	270563
112	2305	267	9	12	270563
113	2309	268	9	12	270563
114	2313	269	9	12	270563
115	2125	235	9	12	270563
116	2322	271	9	12	270563
117	2326	271	9	12	270563
118	2331	272	9	12	270563
119	2197	248	9	12	270563
120	2108	232	9	12	270563
121	2106	232	9	12	270563
122	2105	232	9	12	270563
123	2104	232	9	12	270563
124	2103	231	9	12	270563
125	2101	231	9	12	270563
126	2100	231	9	12	270563
127	2300	266	9	12	270563
128	2294	265	9	12	270563
129	2287	264	9	12	270563
130	2281	263	9	12	270563
131	2203	249	9	12	270563
132	2201	249	9	12	270563
133	2200	249	9	12	270563
134	2199	248	9	12	270563
135	2198	248	9	12	270563
136	2197	248	9	12	270563
137	2195	248	9	12	270563
138	2194	248	9	12	270563
139	2223	253	9	12	270563
140	2216	251	9	12	270563
141	2210	250	9	12	270563
142	2203	249	9	12	270563
143	2197	248	9	12	270563
144	2190	247	9	12	270563
145	2206	250	9	12	270563
146	2235	255	9	12	270563
147	2263	260	9	12	270563
148	2291	265	9	12	270563
149	2319	270	9	12	270563
150	2345	275	9	12	270563
151	2363	278	9	12	270563
152	2341	274	9	12	270563
153	2294	265	9	12	270563
154	2235	255	9	12	270563
155	2165	242	9	12	270563
156	1887	195	9	12	270563
157	1986	212	9	12	270563
158	1707	167	9	12	270563
159	1745	173	9	12	270563
160	1606	152	9	12	270563
161	1459	131	9	12	270563
162	1321	112	9	12	270563
163	1175	94	9	13	270563
164	1017	75	11	15	270563
165	688	43	12	16	270563
166	105	51	18	24	2743
167	110	43	17	23	18726
168	60	34	15	20	2048
169	78	27	13	17	1066
170	48	21	11	14	762
171	38	18	13	18	10291

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
1	0	1062	134	744	53	0,05	8
2	0	2088	149	1461	51	0,05	8
3	0	3939	431	2757	168	0,05	8
4	0	2513	129	1759	38	0,05	8
5	0	3848	366	2693	103	0,05	8
6	0	2013	325	1409	124	0,05	8
7	0	270563	3118	189394	920	0,05	8
8	0	270563	3966	189394	1086	0,05	8
9	0	270563	4814	189394	1236	0,05	8
10	0	270563	5662	189394	1376	0,05	8
11	0	270563	6510	189394	1508	0,05	8
12	0	270563	7358	189394	1633	0,05	8
13	0	270563	8207	189394	1752	0,05	8
14	0	270563	9046	189394	1866	0,05	8
15	0	270563	9801	189394	1964	0,05	8
16	0	270563	10461	189394	2048	0,05	8
17	0	270563	11028	189394	2119	0,05	8
18	0	270563	11504	189394	2177	0,05	8
19	0	270563	11893	189394	2224	0,05	8
20	0	270563	12196	189394	2260	0,05	8
21	0	270563	12413	189394	2285	0,05	8
22	0	270563	12543	189394	2300	0,05	8
23	0	270563	12588	189394	2306	0,05	8
24	0	270563	12606	189394	2308	0,05	8
25	0	270563	12647	189394	2313	0,05	8
26	0	270563	11458	189394	2171	0,05	8
27	0	270563	11148	189394	2133	0,05	8
28	0	270563	12863	189394	2338	0,05	8
29	0	270563	12935	189394	2346	0,05	8
30	0	270563	13007	189394	2355	0,05	8
31	0	270563	13080	189394	2363	0,05	8
32	0	270563	13152	189394	2371	0,05	8
33	0	270563	13224	189394	2380	0,05	8
34	0	270563	13296	189394	2388	0,05	8
35	0	270563	11156	189394	2134	0,05	8
36	0	270563	11158	189394	2135	0,05	8
37	0	270563	11159	189394	2135	0,05	8
38	0	270563	13100	189394	2365	0,05	8
39	0	270563	13140	189394	2370	0,05	8
40	0	270563	13181	189394	2375	0,05	8
41	0	270563	13221	189394	2379	0,05	8
42	0	270563	13262	189394	2384	0,05	8
43	0	270563	13302	189394	2389	0,05	8
44	0	270563	13342	189394	2393	0,05	8
45	0	270563	13383	189394	2398	0,05	8
46	0	270563	13423	189394	2402	0,05	8
47	0	270563	13464	189394	2407	0,05	8
48	0	270563	13504	189394	2412	0,05	8
49	0	270563	13545	189394	2416	0,05	8
50	0	270563	13585	189394	2421	0,05	8
51	0	270563	13625	189394	2426	0,05	8
52	0	270563	13666	189394	2430	0,05	8
53	0	270563	13706	189394	2435	0,05	8
54	0	270563	13747	189394	2439	0,05	8
55	0	270563	13787	189394	2444	0,05	8
56	0	270563	13828	189394	2448	0,05	8
57	0	270563	13868	189394	2453	0,05	8
58	0	270563	13908	189394	2458	0,05	8
59	0	270563	13949	189394	2462	0,05	8
60	0	270563	13989	189394	2467	0,05	8
61	0	270563	14030	189394	2471	0,05	8
62	0	270563	13982	189394	2466	0,05	8
63	0	270563	13920	189394	2459	0,05	8
64	0	270563	13858	189394	2452	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
65	0	270563	13797	189394	2445	0,05	8
66	0	270563	13735	189394	2438	0,05	8
67	0	270563	11356	189394	2159	0,05	8
68	0	270563	13600	189394	2423	0,05	8
69	0	270563	13550	189394	2417	0,05	8
70	0	270563	13488	189394	2410	0,05	8
71	0	270563	13426	189394	2403	0,05	8
72	0	270563	13365	189394	2396	0,05	8
73	0	270563	13298	189394	2388	0,05	8
74	0	270563	13229	189394	2380	0,05	8
75	0	270563	13160	189394	2372	0,05	8
76	0	270563	13091	189394	2364	0,05	8
77	0	270563	13022	189394	2356	0,05	8
78	0	270563	12952	189394	2348	0,05	8
79	0	270563	12883	189394	2340	0,05	8
80	0	270563	12812	189394	2332	0,05	8
81	0	270563	12739	189394	2324	0,05	8
82	0	270563	12666	189394	2315	0,05	8
83	0	270563	12594	189394	2307	0,05	8
84	0	270563	12521	189394	2298	0,05	8
85	0	270563	12271	189394	2269	0,05	8
86	0	270563	11237	189394	2144	0,05	8
87	0	270563	12278	189394	2269	0,05	8
88	0	270563	12135	189394	2252	0,05	8
89	0	270563	12103	189394	2249	0,05	8
90	0	270563	12093	189394	2247	0,05	8
91	0	270563	12072	189394	2245	0,05	8
92	0	270563	11220	189394	2142	0,05	8
93	0	270563	11951	189394	2231	0,05	8
94	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
95	0	270563	11820	189394	2215	0,05	8
96	0	270563	11863	189394	2220	0,05	8
97	0	270563	11914	189394	2226	0,05	8
98	0	270563	11964	189394	2232	0,05	8
99	0	270563	11817	189394	2215	0,05	8
100	0	270563	11640	189394	2193	0,05	8
101	0	270563	12115	189394	2250	0,05	8
102	0	270563	12165	189394	2256	0,05	8
103	0	270563	12215	189394	2262	0,05	8
104	0	270563	12266	189394	2268	0,05	8
105	0	270563	12316	189394	2274	0,05	8
106	0	270563	12358	189394	2279	0,05	8
107	0	270563	12395	189394	2283	0,05	8
108	0	270563	12431	189394	2288	0,05	8
109	0	270563	12468	189394	2292	0,05	8
110	0	270563	12505	189394	2296	0,05	8
111	0	270563	12542	189394	2300	0,05	8
112	0	270563	12578	189394	2305	0,05	8
113	0	270563	12615	189394	2309	0,05	8
114	0	270563	12652	189394	2313	0,05	8
115	0	270563	11075	189394	2125	0,05	8
116	0	270563	12725	189394	2322	0,05	8
117	0	270563	12762	189394	2326	0,05	8
118	0	270563	12799	189394	2331	0,05	8
119	0	270563	11674	189394	2197	0,05	8
120	0	270563	10938	189394	2108	0,05	8
121	0	270563	10928	189394	2106	0,05	8
122	0	270563	10918	189394	2105	0,05	8
123	0	270563	10908	189394	2104	0,05	8
124	0	270563	10898	189394	2103	0,05	8
125	0	270563	10888	189394	2101	0,05	8
126	0	270563	10878	189394	2100	0,05	8
127	0	270563	12538	189394	2300	0,05	8
128	0	270563	12484	189394	2294	0,05	8
129	0	270563	12429	189394	2287	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
130	0	270563	12375	189394	2281	0,05	8
131	0	270563	11718	189394	2203	0,05	8
132	0	270563	11708	189394	2201	0,05	8
133	0	270563	11698	189394	2200	0,05	8
134	0	270563	11688	189394	2199	0,05	8
135	0	270563	11678	189394	2198	0,05	8
136	0	270563	11668	189394	2197	0,05	8
137	0	270563	11658	189394	2195	0,05	8
138	0	270563	11649	189394	2194	0,05	8
139	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
140	0	270563	11830	189394	2216	0,05	8
141	0	270563	11776	189394	2210	0,05	8
142	0	270563	11721	189394	2203	0,05	8
143	0	270563	11667	189394	2197	0,05	8
144	0	270563	11613	189394	2190	0,05	8
145	0	270563	11747	189394	2206	0,05	8
146	0	270563	11985	189394	2235	0,05	8
147	0	270563	12223	189394	2263	0,05	8
148	0	270563	12461	189394	2291	0,05	8
149	0	270563	12699	189394	2319	0,05	8
150	0	270563	12925	189394	2345	0,05	8
151	0	270563	13075	189394	2363	0,05	8
152	0	270563	12892	189394	2341	0,05	8
153	0	270563	12485	189394	2294	0,05	8
154	0	270563	11990	189394	2235	0,05	8
155	0	270563	11406	189394	2165	0,05	8
156	0	270563	9209	189394	1887	0,05	8
157	0	270563	9966	189394	1986	0,05	8
158	0	270563	7879	189394	1707	0,05	8
159	0	270563	8150	189394	1745	0,05	8
160	0	270563	7167	189394	1606	0,05	8
161	0	270563	6185	189394	1459	0,05	8
162	0	270563	5312	189394	1321	0,05	8
163	0	270563	4446	189394	1175	0,05	8
164	0	270563	3580	189394	1017	0,05	8
165	0	270563	2070	189394	690	0,05	8
166	0	197704	332	138392	105	0,05	8
167	0	2876	336	2013	110	0,05	8
168	0	2626	239	1838	60	0,05	8
169	0	2876	216	2013	78	0,05	8
170	0	1374	118	962	48	0,05	8
171	0	539	117	377	38	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 298 kN/m²
Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 28 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 270563 kN/m³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 554260 kN/m³

4.2 Grondmechanische Parameters 2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m²
Pv,r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m³
Pv;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m²

dmax Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
1	53	24	18	24	144758
2	51	27	14	19	708
3	168	35	17	23	5263
4	38	18	8	11	2764
5	103	30	13	17	2974
6	124	58	21	28	3286
7	920	65	20	27	60736
8	1086	83	17	23	270563
9	1236	101	11	15	270563
10	1376	120	9	13	270563
11	1508	138	9	12	270563
12	1633	156	9	12	270563
13	1752	174	9	12	270563
14	1866	192	9	12	270563
15	1964	208	9	12	270563
16	2048	222	9	12	270563
17	2119	234	9	12	270563
18	2177	244	9	12	270563
19	2224	253	9	12	270563
20	2260	259	9	12	270563
21	2285	264	9	12	270563
22	2300	267	9	12	270563
23	2306	268	9	12	270563
24	2308	268	9	12	270563
25	2313	269	9	12	270563
26	2171	243	9	12	270563
27	2133	237	9	12	270563
28	2338	273	9	12	270563
29	2346	275	9	12	270563
30	2355	277	9	12	270563
31	2363	278	9	12	270563
32	2371	280	9	12	270563
33	2380	281	9	12	270563
34	2388	283	9	12	270563
35	2134	237	9	12	270563
36	2135	237	9	12	270563
37	2135	237	9	12	270563
38	2365	279	9	12	270563
39	2370	279	9	12	270563
40	2375	280	9	12	270563
41	2379	281	9	12	270563
42	2384	282	9	12	270563
43	2389	283	9	12	270563
44	2393	284	9	12	270563
45	2398	285	9	12	270563
46	2402	285	9	12	270563
47	2407	286	9	12	270563
48	2412	287	9	12	270563
49	2416	288	9	12	270563
50	2421	289	9	12	270563
51	2426	290	9	12	270563
52	2430	291	9	12	270563
53	2435	291	9	12	270563
54	2439	292	9	12	270563
55	2444	293	9	12	270563
56	2448	294	9	12	270563
57	2453	295	9	12	270563
58	2458	296	9	12	270563
59	2462	297	9	12	270563
60	2467	298	9	12	270563
61	2471	298	9	12	270563
62	2466	297	9	12	270563
63	2459	296	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
64	2452	295	9	12	270563
65	2445	293	9	12	270563
66	2438	292	9	12	270563
67	2159	241	9	12	270563
68	2423	289	9	12	270563
69	2417	288	9	12	270563
70	2410	287	9	12	270563
71	2403	285	9	12	270563
72	2396	284	9	12	270563
73	2388	283	9	12	270563
74	2380	281	9	12	270563
75	2372	280	9	12	270563
76	2364	278	9	12	270563
77	2356	277	9	12	270563
78	2348	275	9	12	270563
79	2340	274	9	12	270563
80	2332	272	9	12	270563
81	2324	271	9	12	270563
82	2315	269	9	12	270563
83	2307	268	9	12	270563
84	2298	266	9	12	270563
85	2269	261	9	12	270563
86	2144	239	9	12	270563
87	2269	261	9	12	270563
88	2252	258	9	12	270563
89	2249	257	9	12	270563
90	2247	257	9	12	270563
91	2245	257	9	12	270563
92	2142	238	9	12	270563
93	2231	254	9	12	270563
94	2223	253	9	12	270563
95	2215	251	9	12	270563
96	2220	252	9	12	270563
97	2226	253	9	12	270563
98	2232	254	9	12	270563
99	2215	251	9	12	270563
100	2193	247	9	12	270563
101	2250	257	9	12	270563
102	2256	259	9	12	270563
103	2262	260	9	12	270563
104	2268	261	9	12	270563
105	2274	262	9	12	270563
106	2279	263	9	12	270563
107	2283	263	9	12	270563
108	2288	264	9	12	270563
109	2292	265	9	12	270563
110	2296	266	9	12	270563
111	2300	267	9	12	270563
112	2305	267	9	12	270563
113	2309	268	9	12	270563
114	2313	269	9	12	270563
115	2125	235	9	12	270563
116	2322	271	9	12	270563
117	2326	271	9	12	270563
118	2331	272	9	12	270563
119	2197	248	9	12	270563
120	2108	232	9	12	270563
121	2106	232	9	12	270563
122	2105	232	9	12	270563
123	2104	232	9	12	270563
124	2103	231	9	12	270563
125	2101	231	9	12	270563
126	2100	231	9	12	270563
127	2300	266	9	12	270563
128	2294	265	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
129	2287	264	9	12	270563
130	2281	263	9	12	270563
131	2203	249	9	12	270563
132	2201	249	9	12	270563
133	2200	249	9	12	270563
134	2199	248	9	12	270563
135	2198	248	9	12	270563
136	2197	248	9	12	270563
137	2195	248	9	12	270563
138	2194	248	9	12	270563
139	2223	253	9	12	270563
140	2216	251	9	12	270563
141	2210	250	9	12	270563
142	2203	249	9	12	270563
143	2197	248	9	12	270563
144	2190	247	9	12	270563
145	2206	250	9	12	270563
146	2235	255	9	12	270563
147	2263	260	9	12	270563
148	2291	265	9	12	270563
149	2319	270	9	12	270563
150	2345	275	9	12	270563
151	2363	278	9	12	270563
152	2341	274	9	12	270563
153	2294	265	9	12	270563
154	2235	255	9	12	270563
155	2165	242	9	12	270563
156	1887	195	9	12	270563
157	1986	212	9	12	270563
158	1707	167	9	12	270563
159	1745	173	9	12	270563
160	1606	152	9	12	270563
161	1459	131	9	12	270563
162	1321	112	9	12	270563
163	1175	94	9	13	270563
164	1017	75	11	15	270563
165	688	43	12	16	270563
166	105	51	18	24	2743
167	110	43	17	23	18726
168	60	34	15	20	2048
169	78	27	13	17	1066
170	48	21	11	14	762
171	38	18	13	18	10291

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
1	0	1062	134	744	53	0,05	8
2	0	2088	149	1461	51	0,05	8
3	0	3939	431	2757	168	0,05	8
4	0	2513	129	1759	38	0,05	8
5	0	3848	366	2693	103	0,05	8
6	0	2013	325	1409	124	0,05	8
7	0	270563	3118	189394	920	0,05	8
8	0	270563	3966	189394	1086	0,05	8
9	0	270563	4814	189394	1236	0,05	8
10	0	270563	5662	189394	1376	0,05	8
11	0	270563	6510	189394	1508	0,05	8
12	0	270563	7358	189394	1633	0,05	8
13	0	270563	8207	189394	1752	0,05	8
14	0	270563	9046	189394	1866	0,05	8
15	0	270563	9801	189394	1964	0,05	8
16	0	270563	10461	189394	2048	0,05	8
17	0	270563	11028	189394	2119	0,05	8
18	0	270563	11504	189394	2177	0,05	8
19	0	270563	11893	189394	2224	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
20	0	270563	12196	189394	2260	0,05	8
21	0	270563	12413	189394	2285	0,05	8
22	0	270563	12543	189394	2300	0,05	8
23	0	270563	12588	189394	2306	0,05	8
24	0	270563	12606	189394	2308	0,05	8
25	0	270563	12647	189394	2313	0,05	8
26	0	270563	11458	189394	2171	0,05	8
27	0	270563	11148	189394	2133	0,05	8
28	0	270563	12863	189394	2338	0,05	8
29	0	270563	12935	189394	2346	0,05	8
30	0	270563	13007	189394	2355	0,05	8
31	0	270563	13080	189394	2363	0,05	8
32	0	270563	13152	189394	2371	0,05	8
33	0	270563	13224	189394	2380	0,05	8
34	0	270563	13296	189394	2388	0,05	8
35	0	270563	11156	189394	2134	0,05	8
36	0	270563	11158	189394	2135	0,05	8
37	0	270563	11159	189394	2135	0,05	8
38	0	270563	13100	189394	2365	0,05	8
39	0	270563	13140	189394	2370	0,05	8
40	0	270563	13181	189394	2375	0,05	8
41	0	270563	13221	189394	2379	0,05	8
42	0	270563	13262	189394	2384	0,05	8
43	0	270563	13302	189394	2389	0,05	8
44	0	270563	13342	189394	2393	0,05	8
45	0	270563	13383	189394	2398	0,05	8
46	0	270563	13423	189394	2402	0,05	8
47	0	270563	13464	189394	2407	0,05	8
48	0	270563	13504	189394	2412	0,05	8
49	0	270563	13545	189394	2416	0,05	8
50	0	270563	13585	189394	2421	0,05	8
51	0	270563	13625	189394	2426	0,05	8
52	0	270563	13666	189394	2430	0,05	8
53	0	270563	13706	189394	2435	0,05	8
54	0	270563	13747	189394	2439	0,05	8
55	0	270563	13787	189394	2444	0,05	8
56	0	270563	13828	189394	2448	0,05	8
57	0	270563	13868	189394	2453	0,05	8
58	0	270563	13908	189394	2458	0,05	8
59	0	270563	13949	189394	2462	0,05	8
60	0	270563	13989	189394	2467	0,05	8
61	0	270563	14030	189394	2471	0,05	8
62	0	270563	13982	189394	2466	0,05	8
63	0	270563	13920	189394	2459	0,05	8
64	0	270563	13858	189394	2452	0,05	8
65	0	270563	13797	189394	2445	0,05	8
66	0	270563	13735	189394	2438	0,05	8
67	0	270563	11356	189394	2159	0,05	8
68	0	270563	13600	189394	2423	0,05	8
69	0	270563	13550	189394	2417	0,05	8
70	0	270563	13488	189394	2410	0,05	8
71	0	270563	13426	189394	2403	0,05	8
72	0	270563	13365	189394	2396	0,05	8
73	0	270563	13298	189394	2388	0,05	8
74	0	270563	13229	189394	2380	0,05	8
75	0	270563	13160	189394	2372	0,05	8
76	0	270563	13091	189394	2364	0,05	8
77	0	270563	13022	189394	2356	0,05	8
78	0	270563	12952	189394	2348	0,05	8
79	0	270563	12883	189394	2340	0,05	8
80	0	270563	12812	189394	2332	0,05	8
81	0	270563	12739	189394	2324	0,05	8
82	0	270563	12666	189394	2315	0,05	8
83	0	270563	12594	189394	2307	0,05	8
84	0	270563	12521	189394	2298	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
85	0	270563	12271	189394	2269	0,05	8
86	0	270563	11237	189394	2144	0,05	8
87	0	270563	12278	189394	2269	0,05	8
88	0	270563	12135	189394	2252	0,05	8
89	0	270563	12103	189394	2249	0,05	8
90	0	270563	12093	189394	2247	0,05	8
91	0	270563	12072	189394	2245	0,05	8
92	0	270563	11220	189394	2142	0,05	8
93	0	270563	11951	189394	2231	0,05	8
94	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
95	0	270563	11820	189394	2215	0,05	8
96	0	270563	11863	189394	2220	0,05	8
97	0	270563	11914	189394	2226	0,05	8
98	0	270563	11964	189394	2232	0,05	8
99	0	270563	11817	189394	2215	0,05	8
100	0	270563	11640	189394	2193	0,05	8
101	0	270563	12115	189394	2250	0,05	8
102	0	270563	12165	189394	2256	0,05	8
103	0	270563	12215	189394	2262	0,05	8
104	0	270563	12266	189394	2268	0,05	8
105	0	270563	12316	189394	2274	0,05	8
106	0	270563	12358	189394	2279	0,05	8
107	0	270563	12395	189394	2283	0,05	8
108	0	270563	12431	189394	2288	0,05	8
109	0	270563	12468	189394	2292	0,05	8
110	0	270563	12505	189394	2296	0,05	8
111	0	270563	12542	189394	2300	0,05	8
112	0	270563	12578	189394	2305	0,05	8
113	0	270563	12615	189394	2309	0,05	8
114	0	270563	12652	189394	2313	0,05	8
115	0	270563	11075	189394	2125	0,05	8
116	0	270563	12725	189394	2322	0,05	8
117	0	270563	12762	189394	2326	0,05	8
118	0	270563	12799	189394	2331	0,05	8
119	0	270563	11674	189394	2197	0,05	8
120	0	270563	10938	189394	2108	0,05	8
121	0	270563	10928	189394	2106	0,05	8
122	0	270563	10918	189394	2105	0,05	8
123	0	270563	10908	189394	2104	0,05	8
124	0	270563	10898	189394	2103	0,05	8
125	0	270563	10888	189394	2101	0,05	8
126	0	270563	10878	189394	2100	0,05	8
127	0	270563	12538	189394	2300	0,05	8
128	0	270563	12484	189394	2294	0,05	8
129	0	270563	12429	189394	2287	0,05	8
130	0	270563	12375	189394	2281	0,05	8
131	0	270563	11718	189394	2203	0,05	8
132	0	270563	11708	189394	2201	0,05	8
133	0	270563	11698	189394	2200	0,05	8
134	0	270563	11688	189394	2199	0,05	8
135	0	270563	11678	189394	2198	0,05	8
136	0	270563	11668	189394	2197	0,05	8
137	0	270563	11658	189394	2195	0,05	8
138	0	270563	11649	189394	2194	0,05	8
139	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
140	0	270563	11830	189394	2216	0,05	8
141	0	270563	11776	189394	2210	0,05	8
142	0	270563	11721	189394	2203	0,05	8
143	0	270563	11667	189394	2197	0,05	8
144	0	270563	11613	189394	2190	0,05	8
145	0	270563	11747	189394	2206	0,05	8
146	0	270563	11985	189394	2235	0,05	8
147	0	270563	12223	189394	2263	0,05	8
148	0	270563	12461	189394	2291	0,05	8
149	0	270563	12699	189394	2319	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
150	0	270563	12925	189394	2345	0,05	8
151	0	270563	13075	189394	2363	0,05	8
152	0	270563	12892	189394	2341	0,05	8
153	0	270563	12485	189394	2294	0,05	8
154	0	270563	11990	189394	2235	0,05	8
155	0	270563	11406	189394	2165	0,05	8
156	0	270563	9209	189394	1887	0,05	8
157	0	270563	9966	189394	1986	0,05	8
158	0	270563	7879	189394	1707	0,05	8
159	0	270563	8150	189394	1745	0,05	8
160	0	270563	7167	189394	1606	0,05	8
161	0	270563	6185	189394	1459	0,05	8
162	0	270563	5312	189394	1321	0,05	8
163	0	270563	4446	189394	1175	0,05	8
164	0	270563	3580	189394	1017	0,05	8
165	0	270563	2070	189394	690	0,05	8
166	0	197704	332	138392	105	0,05	8
167	0	2876	336	2013	110	0,05	8
168	0	2626	239	1838	60	0,05	8
169	0	2876	216	2013	78	0,05	8
170	0	1374	118	962	48	0,05	8
171	0	539	117	377	38	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 298 kN/m²
Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 28 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 270563 kN/m³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 554260 kN/m³

4.3 Grondmechanische Parameters 3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m²
Pv,r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m³
Pv;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m²
dmax	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
1	53	24	18	24	144758
2	51	27	14	19	708
3	168	35	17	23	5263
4	38	18	8	11	2764
5	103	30	13	17	2974
6	124	58	21	28	3286
7	920	65	20	27	60736
8	1086	83	17	23	270563
9	1236	101	11	15	270563
10	1376	120	9	13	270563
11	1508	138	9	12	270563
12	1633	156	9	12	270563
13	1752	174	9	12	270563
14	1866	192	9	12	270563
15	1964	208	9	12	270563
16	2048	222	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
17	2119	234	9	12	270563
18	2177	244	9	12	270563
19	2224	253	9	12	270563
20	2260	259	9	12	270563
21	2285	264	9	12	270563
22	2300	267	9	12	270563
23	2306	268	9	12	270563
24	2308	268	9	12	270563
25	2313	269	9	12	270563
26	2171	243	9	12	270563
27	2133	237	9	12	270563
28	2338	273	9	12	270563
29	2346	275	9	12	270563
30	2355	277	9	12	270563
31	2363	278	9	12	270563
32	2371	280	9	12	270563
33	2380	281	9	12	270563
34	2388	283	9	12	270563
35	2134	237	9	12	270563
36	2135	237	9	12	270563
37	2135	237	9	12	270563
38	2365	279	9	12	270563
39	2370	279	9	12	270563
40	2375	280	9	12	270563
41	2379	281	9	12	270563
42	2384	282	9	12	270563
43	2389	283	9	12	270563
44	2393	284	9	12	270563
45	2398	285	9	12	270563
46	2402	285	9	12	270563
47	2407	286	9	12	270563
48	2412	287	9	12	270563
49	2416	288	9	12	270563
50	2421	289	9	12	270563
51	2426	290	9	12	270563
52	2430	291	9	12	270563
53	2435	291	9	12	270563
54	2439	292	9	12	270563
55	2444	293	9	12	270563
56	2448	294	9	12	270563
57	2453	295	9	12	270563
58	2458	296	9	12	270563
59	2462	297	9	12	270563
60	2467	298	9	12	270563
61	2471	298	9	12	270563
62	2466	297	9	12	270563
63	2459	296	9	12	270563
64	2452	295	9	12	270563
65	2445	293	9	12	270563
66	2438	292	9	12	270563
67	2159	241	9	12	270563
68	2423	289	9	12	270563
69	2417	288	9	12	270563
70	2410	287	9	12	270563
71	2403	285	9	12	270563
72	2396	284	9	12	270563
73	2388	283	9	12	270563
74	2380	281	9	12	270563
75	2372	280	9	12	270563
76	2364	278	9	12	270563
77	2356	277	9	12	270563
78	2348	275	9	12	270563
79	2340	274	9	12	270563
80	2332	272	9	12	270563
81	2324	271	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
82	2315	269	9	12	270563
83	2307	268	9	12	270563
84	2298	266	9	12	270563
85	2269	261	9	12	270563
86	2144	239	9	12	270563
87	2269	261	9	12	270563
88	2252	258	9	12	270563
89	2249	257	9	12	270563
90	2247	257	9	12	270563
91	2245	257	9	12	270563
92	2142	238	9	12	270563
93	2231	254	9	12	270563
94	2223	253	9	12	270563
95	2215	251	9	12	270563
96	2220	252	9	12	270563
97	2226	253	9	12	270563
98	2232	254	9	12	270563
99	2215	251	9	12	270563
100	2193	247	9	12	270563
101	2250	257	9	12	270563
102	2256	259	9	12	270563
103	2262	260	9	12	270563
104	2268	261	9	12	270563
105	2274	262	9	12	270563
106	2279	263	9	12	270563
107	2283	263	9	12	270563
108	2288	264	9	12	270563
109	2292	265	9	12	270563
110	2296	266	9	12	270563
111	2300	267	9	12	270563
112	2305	267	9	12	270563
113	2309	268	9	12	270563
114	2313	269	9	12	270563
115	2125	235	9	12	270563
116	2322	271	9	12	270563
117	2326	271	9	12	270563
118	2331	272	9	12	270563
119	2197	248	9	12	270563
120	2108	232	9	12	270563
121	2106	232	9	12	270563
122	2105	232	9	12	270563
123	2104	232	9	12	270563
124	2103	231	9	12	270563
125	2101	231	9	12	270563
126	2100	231	9	12	270563
127	2300	266	9	12	270563
128	2294	265	9	12	270563
129	2287	264	9	12	270563
130	2281	263	9	12	270563
131	2203	249	9	12	270563
132	2201	249	9	12	270563
133	2200	249	9	12	270563
134	2199	248	9	12	270563
135	2198	248	9	12	270563
136	2197	248	9	12	270563
137	2195	248	9	12	270563
138	2194	248	9	12	270563
139	2223	253	9	12	270563
140	2216	251	9	12	270563
141	2210	250	9	12	270563
142	2203	249	9	12	270563
143	2197	248	9	12	270563
144	2190	247	9	12	270563
145	2206	250	9	12	270563
146	2235	255	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
147	2263	260	9	12	270563
148	2291	265	9	12	270563
149	2319	270	9	12	270563
150	2345	275	9	12	270563
151	2363	278	9	12	270563
152	2341	274	9	12	270563
153	2294	265	9	12	270563
154	2235	255	9	12	270563
155	2165	242	9	12	270563
156	1887	195	9	12	270563
157	1986	212	9	12	270563
158	1707	167	9	12	270563
159	1745	173	9	12	270563
160	1606	152	9	12	270563
161	1459	131	9	12	270563
162	1321	112	9	12	270563
163	1175	94	9	13	270563
164	1017	75	11	15	270563
165	688	43	12	16	270563
166	105	51	18	24	2743
167	110	43	17	23	18726
168	60	34	15	20	2048
169	78	27	13	17	1066
170	48	21	11	14	762
171	38	18	13	18	10291

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
1	0	1062	134	744	53	0,05	8
2	0	2088	149	1461	51	0,05	8
3	0	3939	431	2757	168	0,05	8
4	0	2513	129	1759	38	0,05	8
5	0	3848	366	2693	103	0,05	8
6	0	2013	325	1409	124	0,05	8
7	0	270563	3118	189394	920	0,05	8
8	0	270563	3966	189394	1086	0,05	8
9	0	270563	4814	189394	1236	0,05	8
10	0	270563	5662	189394	1376	0,05	8
11	0	270563	6510	189394	1508	0,05	8
12	0	270563	7358	189394	1633	0,05	8
13	0	270563	8207	189394	1752	0,05	8
14	0	270563	9046	189394	1866	0,05	8
15	0	270563	9801	189394	1964	0,05	8
16	0	270563	10461	189394	2048	0,05	8
17	0	270563	11028	189394	2119	0,05	8
18	0	270563	11504	189394	2177	0,05	8
19	0	270563	11893	189394	2224	0,05	8
20	0	270563	12196	189394	2260	0,05	8
21	0	270563	12413	189394	2285	0,05	8
22	0	270563	12543	189394	2300	0,05	8
23	0	270563	12588	189394	2306	0,05	8
24	0	270563	12606	189394	2308	0,05	8
25	0	270563	12647	189394	2313	0,05	8
26	0	270563	11458	189394	2171	0,05	8
27	0	270563	11148	189394	2133	0,05	8
28	0	270563	12863	189394	2338	0,05	8
29	0	270563	12935	189394	2346	0,05	8
30	0	270563	13007	189394	2355	0,05	8
31	0	270563	13080	189394	2363	0,05	8
32	0	270563	13152	189394	2371	0,05	8
33	0	270563	13224	189394	2380	0,05	8
34	0	270563	13296	189394	2388	0,05	8
35	0	270563	11156	189394	2134	0,05	8
36	0	270563	11158	189394	2135	0,05	8
37	0	270563	11159	189394	2135	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
38	0	270563	13100	189394	2365	0,05	8
39	0	270563	13140	189394	2370	0,05	8
40	0	270563	13181	189394	2375	0,05	8
41	0	270563	13221	189394	2379	0,05	8
42	0	270563	13262	189394	2384	0,05	8
43	0	270563	13302	189394	2389	0,05	8
44	0	270563	13342	189394	2393	0,05	8
45	0	270563	13383	189394	2398	0,05	8
46	0	270563	13423	189394	2402	0,05	8
47	0	270563	13464	189394	2407	0,05	8
48	0	270563	13504	189394	2412	0,05	8
49	0	270563	13545	189394	2416	0,05	8
50	0	270563	13585	189394	2421	0,05	8
51	0	270563	13625	189394	2426	0,05	8
52	0	270563	13666	189394	2430	0,05	8
53	0	270563	13706	189394	2435	0,05	8
54	0	270563	13747	189394	2439	0,05	8
55	0	270563	13787	189394	2444	0,05	8
56	0	270563	13828	189394	2448	0,05	8
57	0	270563	13868	189394	2453	0,05	8
58	0	270563	13908	189394	2458	0,05	8
59	0	270563	13949	189394	2462	0,05	8
60	0	270563	13989	189394	2467	0,05	8
61	0	270563	14030	189394	2471	0,05	8
62	0	270563	13982	189394	2466	0,05	8
63	0	270563	13920	189394	2459	0,05	8
64	0	270563	13858	189394	2452	0,05	8
65	0	270563	13797	189394	2445	0,05	8
66	0	270563	13735	189394	2438	0,05	8
67	0	270563	11356	189394	2159	0,05	8
68	0	270563	13600	189394	2423	0,05	8
69	0	270563	13550	189394	2417	0,05	8
70	0	270563	13488	189394	2410	0,05	8
71	0	270563	13426	189394	2403	0,05	8
72	0	270563	13365	189394	2396	0,05	8
73	0	270563	13298	189394	2388	0,05	8
74	0	270563	13229	189394	2380	0,05	8
75	0	270563	13160	189394	2372	0,05	8
76	0	270563	13091	189394	2364	0,05	8
77	0	270563	13022	189394	2356	0,05	8
78	0	270563	12952	189394	2348	0,05	8
79	0	270563	12883	189394	2340	0,05	8
80	0	270563	12812	189394	2332	0,05	8
81	0	270563	12739	189394	2324	0,05	8
82	0	270563	12666	189394	2315	0,05	8
83	0	270563	12594	189394	2307	0,05	8
84	0	270563	12521	189394	2298	0,05	8
85	0	270563	12271	189394	2269	0,05	8
86	0	270563	11237	189394	2144	0,05	8
87	0	270563	12278	189394	2269	0,05	8
88	0	270563	12135	189394	2252	0,05	8
89	0	270563	12103	189394	2249	0,05	8
90	0	270563	12093	189394	2247	0,05	8
91	0	270563	12072	189394	2245	0,05	8
92	0	270563	11220	189394	2142	0,05	8
93	0	270563	11951	189394	2231	0,05	8
94	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
95	0	270563	11820	189394	2215	0,05	8
96	0	270563	11863	189394	2220	0,05	8
97	0	270563	11914	189394	2226	0,05	8
98	0	270563	11964	189394	2232	0,05	8
99	0	270563	11817	189394	2215	0,05	8
100	0	270563	11640	189394	2193	0,05	8
101	0	270563	12115	189394	2250	0,05	8
102	0	270563	12165	189394	2256	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
103	0	270563	12215	189394	2262	0,05	8
104	0	270563	12266	189394	2268	0,05	8
105	0	270563	12316	189394	2274	0,05	8
106	0	270563	12358	189394	2279	0,05	8
107	0	270563	12395	189394	2283	0,05	8
108	0	270563	12431	189394	2288	0,05	8
109	0	270563	12468	189394	2292	0,05	8
110	0	270563	12505	189394	2296	0,05	8
111	0	270563	12542	189394	2300	0,05	8
112	0	270563	12578	189394	2305	0,05	8
113	0	270563	12615	189394	2309	0,05	8
114	0	270563	12652	189394	2313	0,05	8
115	0	270563	11075	189394	2125	0,05	8
116	0	270563	12725	189394	2322	0,05	8
117	0	270563	12762	189394	2326	0,05	8
118	0	270563	12799	189394	2331	0,05	8
119	0	270563	11674	189394	2197	0,05	8
120	0	270563	10938	189394	2108	0,05	8
121	0	270563	10928	189394	2106	0,05	8
122	0	270563	10918	189394	2105	0,05	8
123	0	270563	10908	189394	2104	0,05	8
124	0	270563	10898	189394	2103	0,05	8
125	0	270563	10888	189394	2101	0,05	8
126	0	270563	10878	189394	2100	0,05	8
127	0	270563	12538	189394	2300	0,05	8
128	0	270563	12484	189394	2294	0,05	8
129	0	270563	12429	189394	2287	0,05	8
130	0	270563	12375	189394	2281	0,05	8
131	0	270563	11718	189394	2203	0,05	8
132	0	270563	11708	189394	2201	0,05	8
133	0	270563	11698	189394	2200	0,05	8
134	0	270563	11688	189394	2199	0,05	8
135	0	270563	11678	189394	2198	0,05	8
136	0	270563	11668	189394	2197	0,05	8
137	0	270563	11658	189394	2195	0,05	8
138	0	270563	11649	189394	2194	0,05	8
139	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
140	0	270563	11830	189394	2216	0,05	8
141	0	270563	11776	189394	2210	0,05	8
142	0	270563	11721	189394	2203	0,05	8
143	0	270563	11667	189394	2197	0,05	8
144	0	270563	11613	189394	2190	0,05	8
145	0	270563	11747	189394	2206	0,05	8
146	0	270563	11985	189394	2235	0,05	8
147	0	270563	12223	189394	2263	0,05	8
148	0	270563	12461	189394	2291	0,05	8
149	0	270563	12699	189394	2319	0,05	8
150	0	270563	12925	189394	2345	0,05	8
151	0	270563	13075	189394	2363	0,05	8
152	0	270563	12892	189394	2341	0,05	8
153	0	270563	12485	189394	2294	0,05	8
154	0	270563	11990	189394	2235	0,05	8
155	0	270563	11406	189394	2165	0,05	8
156	0	270563	9209	189394	1887	0,05	8
157	0	270563	9966	189394	1986	0,05	8
158	0	270563	7879	189394	1707	0,05	8
159	0	270563	8150	189394	1745	0,05	8
160	0	270563	7167	189394	1606	0,05	8
161	0	270563	6185	189394	1459	0,05	8
162	0	270563	5312	189394	1321	0,05	8
163	0	270563	4446	189394	1175	0,05	8
164	0	270563	3580	189394	1017	0,05	8
165	0	270563	2070	189394	690	0,05	8
166	0	197704	332	138392	105	0,05	8
167	0	2876	336	2013	110	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
168	0	2626	239	1838	60	0,05	8
169	0	2876	216	2013	78	0,05	8
170	0	1374	118	962	48	0,05	8
171	0	539	117	377	38	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 298 kN/m²
Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 28 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 270563 kN/m³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 554260 kN/m³

4.4 Grondmechanische Parameters 4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m²
Pv,r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m³
Pv;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m²
dmax	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
1	53	24	18	24	144758
2	51	27	14	19	708
3	168	35	17	23	5263
4	38	18	8	11	2764
5	103	30	13	17	2974
6	124	58	21	28	3286
7	920	65	20	27	60736
8	1086	83	17	23	270563
9	1236	101	11	15	270563
10	1376	120	9	13	270563
11	1508	138	9	12	270563
12	1633	156	9	12	270563
13	1752	174	9	12	270563
14	1866	192	9	12	270563
15	1964	208	9	12	270563
16	2048	222	9	12	270563
17	2119	234	9	12	270563
18	2177	244	9	12	270563
19	2224	253	9	12	270563
20	2260	259	9	12	270563
21	2285	264	9	12	270563
22	2300	267	9	12	270563
23	2306	268	9	12	270563
24	2308	268	9	12	270563
25	2313	269	9	12	270563
26	2171	243	9	12	270563
27	2133	237	9	12	270563
28	2338	273	9	12	270563
29	2346	275	9	12	270563
30	2355	277	9	12	270563
31	2363	278	9	12	270563
32	2371	280	9	12	270563
33	2380	281	9	12	270563
34	2388	283	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
35	2134	237	9	12	270563
36	2135	237	9	12	270563
37	2135	237	9	12	270563
38	2365	279	9	12	270563
39	2370	279	9	12	270563
40	2375	280	9	12	270563
41	2379	281	9	12	270563
42	2384	282	9	12	270563
43	2389	283	9	12	270563
44	2393	284	9	12	270563
45	2398	285	9	12	270563
46	2402	285	9	12	270563
47	2407	286	9	12	270563
48	2412	287	9	12	270563
49	2416	288	9	12	270563
50	2421	289	9	12	270563
51	2426	290	9	12	270563
52	2430	291	9	12	270563
53	2435	291	9	12	270563
54	2439	292	9	12	270563
55	2444	293	9	12	270563
56	2448	294	9	12	270563
57	2453	295	9	12	270563
58	2458	296	9	12	270563
59	2462	297	9	12	270563
60	2467	298	9	12	270563
61	2471	298	9	12	270563
62	2466	297	9	12	270563
63	2459	296	9	12	270563
64	2452	295	9	12	270563
65	2445	293	9	12	270563
66	2438	292	9	12	270563
67	2159	241	9	12	270563
68	2423	289	9	12	270563
69	2417	288	9	12	270563
70	2410	287	9	12	270563
71	2403	285	9	12	270563
72	2396	284	9	12	270563
73	2388	283	9	12	270563
74	2380	281	9	12	270563
75	2372	280	9	12	270563
76	2364	278	9	12	270563
77	2356	277	9	12	270563
78	2348	275	9	12	270563
79	2340	274	9	12	270563
80	2332	272	9	12	270563
81	2324	271	9	12	270563
82	2315	269	9	12	270563
83	2307	268	9	12	270563
84	2298	266	9	12	270563
85	2269	261	9	12	270563
86	2144	239	9	12	270563
87	2269	261	9	12	270563
88	2252	258	9	12	270563
89	2249	257	9	12	270563
90	2247	257	9	12	270563
91	2245	257	9	12	270563
92	2142	238	9	12	270563
93	2231	254	9	12	270563
94	2223	253	9	12	270563
95	2215	251	9	12	270563
96	2220	252	9	12	270563
97	2226	253	9	12	270563
98	2232	254	9	12	270563
99	2215	251	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
100	2193	247	9	12	270563
101	2250	257	9	12	270563
102	2256	259	9	12	270563
103	2262	260	9	12	270563
104	2268	261	9	12	270563
105	2274	262	9	12	270563
106	2279	263	9	12	270563
107	2283	263	9	12	270563
108	2288	264	9	12	270563
109	2292	265	9	12	270563
110	2296	266	9	12	270563
111	2300	267	9	12	270563
112	2305	267	9	12	270563
113	2309	268	9	12	270563
114	2313	269	9	12	270563
115	2125	235	9	12	270563
116	2322	271	9	12	270563
117	2326	271	9	12	270563
118	2331	272	9	12	270563
119	2197	248	9	12	270563
120	2108	232	9	12	270563
121	2106	232	9	12	270563
122	2105	232	9	12	270563
123	2104	232	9	12	270563
124	2103	231	9	12	270563
125	2101	231	9	12	270563
126	2100	231	9	12	270563
127	2300	266	9	12	270563
128	2294	265	9	12	270563
129	2287	264	9	12	270563
130	2281	263	9	12	270563
131	2203	249	9	12	270563
132	2201	249	9	12	270563
133	2200	249	9	12	270563
134	2199	248	9	12	270563
135	2198	248	9	12	270563
136	2197	248	9	12	270563
137	2195	248	9	12	270563
138	2194	248	9	12	270563
139	2223	253	9	12	270563
140	2216	251	9	12	270563
141	2210	250	9	12	270563
142	2203	249	9	12	270563
143	2197	248	9	12	270563
144	2190	247	9	12	270563
145	2206	250	9	12	270563
146	2235	255	9	12	270563
147	2263	260	9	12	270563
148	2291	265	9	12	270563
149	2319	270	9	12	270563
150	2345	275	9	12	270563
151	2363	278	9	12	270563
152	2341	274	9	12	270563
153	2294	265	9	12	270563
154	2235	255	9	12	270563
155	2165	242	9	12	270563
156	1887	195	9	12	270563
157	1986	212	9	12	270563
158	1707	167	9	12	270563
159	1745	173	9	12	270563
160	1606	152	9	12	270563
161	1459	131	9	12	270563
162	1321	112	9	12	270563
163	1175	94	9	13	270563
164	1017	75	11	15	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
165	688	43	12	16	270563
166	105	51	18	24	2743
167	110	43	17	23	18726
168	60	34	15	20	2048
169	78	27	13	17	1066
170	48	21	11	14	762
171	38	18	13	18	10291

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
1	0	1062	134	744	53	0,05	8
2	0	2088	149	1461	51	0,05	8
3	0	3939	431	2757	168	0,05	8
4	0	2513	129	1759	38	0,05	8
5	0	3848	366	2693	103	0,05	8
6	0	2013	325	1409	124	0,05	8
7	0	270563	3118	189394	920	0,05	8
8	0	270563	3966	189394	1086	0,05	8
9	0	270563	4814	189394	1236	0,05	8
10	0	270563	5662	189394	1376	0,05	8
11	0	270563	6510	189394	1508	0,05	8
12	0	270563	7358	189394	1633	0,05	8
13	0	270563	8207	189394	1752	0,05	8
14	0	270563	9046	189394	1866	0,05	8
15	0	270563	9801	189394	1964	0,05	8
16	0	270563	10461	189394	2048	0,05	8
17	0	270563	11028	189394	2119	0,05	8
18	0	270563	11504	189394	2177	0,05	8
19	0	270563	11893	189394	2224	0,05	8
20	0	270563	12196	189394	2260	0,05	8
21	0	270563	12413	189394	2285	0,05	8
22	0	270563	12543	189394	2300	0,05	8
23	0	270563	12588	189394	2306	0,05	8
24	0	270563	12606	189394	2308	0,05	8
25	0	270563	12647	189394	2313	0,05	8
26	0	270563	11458	189394	2171	0,05	8
27	0	270563	11148	189394	2133	0,05	8
28	0	270563	12863	189394	2338	0,05	8
29	0	270563	12935	189394	2346	0,05	8
30	0	270563	13007	189394	2355	0,05	8
31	0	270563	13080	189394	2363	0,05	8
32	0	270563	13152	189394	2371	0,05	8
33	0	270563	13224	189394	2380	0,05	8
34	0	270563	13296	189394	2388	0,05	8
35	0	270563	11156	189394	2134	0,05	8
36	0	270563	11158	189394	2135	0,05	8
37	0	270563	11159	189394	2135	0,05	8
38	0	270563	13100	189394	2365	0,05	8
39	0	270563	13140	189394	2370	0,05	8
40	0	270563	13181	189394	2375	0,05	8
41	0	270563	13221	189394	2379	0,05	8
42	0	270563	13262	189394	2384	0,05	8
43	0	270563	13302	189394	2389	0,05	8
44	0	270563	13342	189394	2393	0,05	8
45	0	270563	13383	189394	2398	0,05	8
46	0	270563	13423	189394	2402	0,05	8
47	0	270563	13464	189394	2407	0,05	8
48	0	270563	13504	189394	2412	0,05	8
49	0	270563	13545	189394	2416	0,05	8
50	0	270563	13585	189394	2421	0,05	8
51	0	270563	13625	189394	2426	0,05	8
52	0	270563	13666	189394	2430	0,05	8
53	0	270563	13706	189394	2435	0,05	8
54	0	270563	13747	189394	2439	0,05	8
55	0	270563	13787	189394	2444	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
56	0	270563	13828	189394	2448	0,05	8
57	0	270563	13868	189394	2453	0,05	8
58	0	270563	13908	189394	2458	0,05	8
59	0	270563	13949	189394	2462	0,05	8
60	0	270563	13989	189394	2467	0,05	8
61	0	270563	14030	189394	2471	0,05	8
62	0	270563	13982	189394	2466	0,05	8
63	0	270563	13920	189394	2459	0,05	8
64	0	270563	13858	189394	2452	0,05	8
65	0	270563	13797	189394	2445	0,05	8
66	0	270563	13735	189394	2438	0,05	8
67	0	270563	11356	189394	2159	0,05	8
68	0	270563	13600	189394	2423	0,05	8
69	0	270563	13550	189394	2417	0,05	8
70	0	270563	13488	189394	2410	0,05	8
71	0	270563	13426	189394	2403	0,05	8
72	0	270563	13365	189394	2396	0,05	8
73	0	270563	13298	189394	2388	0,05	8
74	0	270563	13229	189394	2380	0,05	8
75	0	270563	13160	189394	2372	0,05	8
76	0	270563	13091	189394	2364	0,05	8
77	0	270563	13022	189394	2356	0,05	8
78	0	270563	12952	189394	2348	0,05	8
79	0	270563	12883	189394	2340	0,05	8
80	0	270563	12812	189394	2332	0,05	8
81	0	270563	12739	189394	2324	0,05	8
82	0	270563	12666	189394	2315	0,05	8
83	0	270563	12594	189394	2307	0,05	8
84	0	270563	12521	189394	2298	0,05	8
85	0	270563	12271	189394	2269	0,05	8
86	0	270563	11237	189394	2144	0,05	8
87	0	270563	12278	189394	2269	0,05	8
88	0	270563	12135	189394	2252	0,05	8
89	0	270563	12103	189394	2249	0,05	8
90	0	270563	12093	189394	2247	0,05	8
91	0	270563	12072	189394	2245	0,05	8
92	0	270563	11220	189394	2142	0,05	8
93	0	270563	11951	189394	2231	0,05	8
94	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
95	0	270563	11820	189394	2215	0,05	8
96	0	270563	11863	189394	2220	0,05	8
97	0	270563	11914	189394	2226	0,05	8
98	0	270563	11964	189394	2232	0,05	8
99	0	270563	11817	189394	2215	0,05	8
100	0	270563	11640	189394	2193	0,05	8
101	0	270563	12115	189394	2250	0,05	8
102	0	270563	12165	189394	2256	0,05	8
103	0	270563	12215	189394	2262	0,05	8
104	0	270563	12266	189394	2268	0,05	8
105	0	270563	12316	189394	2274	0,05	8
106	0	270563	12358	189394	2279	0,05	8
107	0	270563	12395	189394	2283	0,05	8
108	0	270563	12431	189394	2288	0,05	8
109	0	270563	12468	189394	2292	0,05	8
110	0	270563	12505	189394	2296	0,05	8
111	0	270563	12542	189394	2300	0,05	8
112	0	270563	12578	189394	2305	0,05	8
113	0	270563	12615	189394	2309	0,05	8
114	0	270563	12652	189394	2313	0,05	8
115	0	270563	11075	189394	2125	0,05	8
116	0	270563	12725	189394	2322	0,05	8
117	0	270563	12762	189394	2326	0,05	8
118	0	270563	12799	189394	2331	0,05	8
119	0	270563	11674	189394	2197	0,05	8
120	0	270563	10938	189394	2108	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
121	0	270563	10928	189394	2106	0,05	8
122	0	270563	10918	189394	2105	0,05	8
123	0	270563	10908	189394	2104	0,05	8
124	0	270563	10898	189394	2103	0,05	8
125	0	270563	10888	189394	2101	0,05	8
126	0	270563	10878	189394	2100	0,05	8
127	0	270563	12538	189394	2300	0,05	8
128	0	270563	12484	189394	2294	0,05	8
129	0	270563	12429	189394	2287	0,05	8
130	0	270563	12375	189394	2281	0,05	8
131	0	270563	11718	189394	2203	0,05	8
132	0	270563	11708	189394	2201	0,05	8
133	0	270563	11698	189394	2200	0,05	8
134	0	270563	11688	189394	2199	0,05	8
135	0	270563	11678	189394	2198	0,05	8
136	0	270563	11668	189394	2197	0,05	8
137	0	270563	11658	189394	2195	0,05	8
138	0	270563	11649	189394	2194	0,05	8
139	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
140	0	270563	11830	189394	2216	0,05	8
141	0	270563	11776	189394	2210	0,05	8
142	0	270563	11721	189394	2203	0,05	8
143	0	270563	11667	189394	2197	0,05	8
144	0	270563	11613	189394	2190	0,05	8
145	0	270563	11747	189394	2206	0,05	8
146	0	270563	11985	189394	2235	0,05	8
147	0	270563	12223	189394	2263	0,05	8
148	0	270563	12461	189394	2291	0,05	8
149	0	270563	12699	189394	2319	0,05	8
150	0	270563	12925	189394	2345	0,05	8
151	0	270563	13075	189394	2363	0,05	8
152	0	270563	12892	189394	2341	0,05	8
153	0	270563	12485	189394	2294	0,05	8
154	0	270563	11990	189394	2235	0,05	8
155	0	270563	11406	189394	2165	0,05	8
156	0	270563	9209	189394	1887	0,05	8
157	0	270563	9966	189394	1986	0,05	8
158	0	270563	7879	189394	1707	0,05	8
159	0	270563	8150	189394	1745	0,05	8
160	0	270563	7167	189394	1606	0,05	8
161	0	270563	6185	189394	1459	0,05	8
162	0	270563	5312	189394	1321	0,05	8
163	0	270563	4446	189394	1175	0,05	8
164	0	270563	3580	189394	1017	0,05	8
165	0	270563	2070	189394	690	0,05	8
166	0	197704	332	138392	105	0,05	8
167	0	2876	336	2013	110	0,05	8
168	0	2626	239	1838	60	0,05	8
169	0	2876	216	2013	78	0,05	8
170	0	1374	118	962	48	0,05	8
171	0	539	117	377	38	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 298 kN/m²
Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 28 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 270563 kN/m³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 554260 kN/m³

5 Gegevens voor Spanningsanalyse

5.1 Algemene gegevens

Aantal leidingen in bundel	:	NPipes= 4 [-]
Diameter leiding	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Diameter leiding	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Diameter leiding	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Diameter leiding	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Volumegewicht boorvloeistof	:	gamma_b = 11,10 kN/m³
Minimale kromtestraal	:	R = 150 m
Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan	:	f1 = 0,10
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof	:	f2 = 0,000050 N/mm²
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond	:	f3 = 0,20
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 280752 kN/m³

5.2 Ballasten Leiding

Het opdrijvend vermogen van de productbuis in de boorvloeistof heeft invloed op de wrijving tussen de grond en de leiding. Door het ballasten van de leiding neemt de opwaartse kracht van de leiding in de boorvloeistof af. Bij een optimaal vullingpercentage is de wrijvingskracht tussen de leiding en de wand van het boorgat minimaal

Bij een vulling percentage van 100% ontstaat het volgende resulterende gewicht.

Opwaartse kracht	:	140	[kg/m]	
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	:	124	[kg/m]	

Resultaat	:	16	[kg/m]	(Leiding beweegt opwaarts)

5.3 Trekkrachtberekening

Tijdens het intrekken van de leiding door het boorgat ondervindt de buis een wrijving die is opgebouwd uit:

- wrijving tussen buis en rollenbaan (f1 = 0,10)
- wrijving tussen buis en boorvloeistof (f2 = 0,000050 [N/mm²])
- wrijving tussen buis en grond (f3 = 0,20)

Door het optreden van wrijving tijdens het intrekken ontstaat een trekkracht in de leiding.
De pijpleiding wordt van rechts naar links ingetrokken

Bij het berekenen van de trekkrachten wordt rekening gehouden met het feit dat de lengte van de buis op de rollenbaan afneemt naarmate de doortrekoperatie vordert. Bij het berekenen van de trekkracht wordt uitgegaan van een stabiel boorgat.

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Verwachtingswaarde voor de trekkracht (kN)
T1	0	35
T2	71	40
T3	118	48
T4	752	95
T5	799	107
T6	870	112

De berekende waarden van de trekkracht zijn verwachtingswaarden waarop nog een minimale onzekerheidsfactor van 1.4 moet worden toegepast in de sterkte berekening. In de volgende sterkteberekening is een factor van 0,00 gebruikt en een belasting factor van 1,00 (alleen voor staal).

6 Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

6.1 Materiaalgegevens1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	:	sf = 1,00
Rekenfactor qn	:	sf = 1,00
Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	:	sf = 1,00
Incidenteledruk	:	pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	:	T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteledruk	:	sf = 1,00
Lengte leiding	:	L = 870 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Constante van Poisson	:	nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Onzekerheidsfactor qn	:	sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	:	sf = 0,0
Minimale kromtestraal	:	R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal	:	sf = 1,1
Opleghoek	:	beta = 30 graden
Belastingshoek	:	alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting	:	Pv,r;n, max = 28 kN/m²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 554260 kN/m³

6.2 Resultaten Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rrol·Wb)	=	0,5	[N/mm²]
Sigma_t = T1/A	=	1,5	[N/mm²]
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	1,8	[N/mm²]

De tangentiele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rmin·Wb)	=	0,9	N/mm²
Sigma_t = Tmax/A	=	4,9	N/mm²
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	5,4	N/mm²

Tangentiele spanning:

Belasting qr op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

qr = kv·Y = (0.322·Lambda^2·E·I)/(0,91.Do.R)

Lambda = (kv·Do/(4·E·I))^0.25	=	5,1E-3	mm-1
qr	=	0,01163	N/mm²
Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,7	N/mm²
Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max	=	0,7	N/mm²

6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_px = 0.5·Sigma_py	=	0,0	N/mm²
Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²

6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rmin·Wb)	=	0,3	N/mm²
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	0,2	N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,4	N/mm²
Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,6	N/mm²
Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max	=	2,0	N/mm²

6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rrol·Wb)	=	0,3	N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_px = 0.5·Sigma_py	=	0,0	N/mm²
Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_Temp = Dt * gamma_t * alpha g * E	=	0,0	N/mm²

Maximale axiale spanning Sigma_a,max = 0,2 N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do = 0,4 N/mm²

Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do = 2,6 N/mm²

Rerounding factor Frr = 1,000
Rerounding factor F'rr = 1,000

Sigma_t,max = Sigma_py + ((F'rr·Sigma_qr) + (Frr·Sigma_qn))

Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max = 2,0 N/mm²

6.3 Controle van de Berekende Spanningen1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

Belasting combinatie 1
- Sigma_AxMax < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < ShortStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 2
- Sigma_ptest < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_py < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 3
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 4
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,8	5,4	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	2,0	2,0

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,5 mm (1,3% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

6.3.4 Toetsing op Implosie1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

7 Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

7.1 Materiaalgegevens2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	:	sf = 1,00
Rekenfactor qn	:	sf = 1,00
Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	:	sf = 1,00
Incidenteledruk	:	pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	:	T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteledruk	:	sf = 1,00
Lengte leiding	:	L = 870 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Constante van Poisson	:	nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Onzekerheidsfactor qn	:	sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	:	sf = 0,0
Minimale kromtestraal	:	R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal	:	sf = 1,1
Opleghoek	:	beta = 30 graden
Belastingshoek	:	alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting	:	Pv,r;n, max = 28 kN/m²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 554260 kN/m³

7.2 Resultaten Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

7.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rrol·Wb) = 0,5 [N/mm²]

Sigma_t = T1/A = 1,5 [N/mm²]

Maximale axiale spanning Sigma_a,max = 1,8 [N/mm²]

De tangentiele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rmin·Wb) = 0,9 N/mm²

Sigma_t = Tmax/A = 4,9 N/mm²

Maximale axiale spanning Sigma_a,max = 5,4 N/mm²

Tangentiele spanning:

Belasting qr op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

qr = kv·Y = (0.322·Lambda^2·E·I)/(0,91.Do.R)

Lambda = (kv·Do/(4·E·I))^0.25 = 5,1E-3 mm-1

qr = 0,01163 N/mm²

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do = 0,7 N/mm²

Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max = 0,7 N/mm²

7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm²

Sigma_px = 0.5·Sigma_py = 0,0 N/mm²

Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm²

7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rmin·Wb) = 0,3 N/mm²

Maximale axiale spanning Sigma_a,max = 0,2 N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do = 0,4 N/mm²

Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do = 2,6 N/mm²

Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max = 2,0 N/mm²

7.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rrol·Wb) = 0,3 N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm²

Sigma_px = 0.5·Sigma_py = 0,0 N/mm²

Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm²

Sigma_Temp = Dt * gamma_t * alpha g * E = 0,0 N/mm²

Maximale axiale spanning Sigma_a,max = 0,2 N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do = 0,4 N/mm²

Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do = 2,6 N/mm²

Rerounding factor Frr = 1,000
Rerounding factor F'rr = 1,000

Sigma_t,max = Sigma_py + ((F'rr·Sigma_qr) + (Frr·Sigma_qn))

Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max = 2,0 N/mm²

7.3 Controle van de Berekende Spanningen2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

Belasting combinatie 1
- Sigma_AxMax < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < ShortStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 2
- Sigma_ptest < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_py < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 3
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 4
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,8	5,4	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	2,0	2,0

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,5 mm (1,3% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

7.3.4 Toetsing op Implosie2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

8 Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

8.1 Materiaalgegevens3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	:	sf = 1,00
Rekenfactor qn	:	sf = 1,00
Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	:	sf = 1,00
Incidenteledruk	:	pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	:	T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteledruk	:	sf = 1,00
Lengte leiding	:	L = 870 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Constante van Poisson	:	nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Onzekerheidsfactor qn	:	sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	:	sf = 0,0
Minimale kromtestraal	:	R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal	:	sf = 1,1
Opleghoek	:	beta = 30 graden
Belastingshoek	:	alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting	:	Pv,r;n, max = 28 kN/m²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 554260 kN/m³

8.2 Resultaten Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rrol·Wb)	=	0,5	[N/mm²]
Sigma_t = T1/A	=	1,5	[N/mm²]
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	1,8	[N/mm²]

De tangentiele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rmin·Wb)	=	0,9	N/mm²
Sigma_t = Tmax/A	=	4,9	N/mm²
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	5,4	N/mm²

Tangentiele spanning:

Belasting qr op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

qr = kv·Y = (0.322·Lambda^2·E·I)/(0,91.Do.R)

Lambda = (kv·Do/(4·E·I))^0.25	=	5,1E-3	mm-1
qr	=	0,01163	N/mm²
Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,7	N/mm²
Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max	=	0,7	N/mm²

8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_px = 0.5·Sigma_py	=	0,0	N/mm²
Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²

8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rmin·Wb)	=	0,3	N/mm²
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	0,2	N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,4	N/mm²
Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,6	N/mm²
Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max	=	2,0	N/mm²

8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rrol·Wb)	=	0,3	N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_px = 0.5·Sigma_py	=	0,0	N/mm²
Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_Temp = Dt * gamma_t * alpha g * E	=	0,0	N/mm²

Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	0,2	N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,4	N/mm²
Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,6	N/mm²
Rerounding factor Frr	=	1,000	
Rerounding factor F'rr	=	1,000	

Sigma_t,max = Sigma_py + ((F'rr·Sigma_qr) + (Frr·Sigma_qn))

Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max	=	2,0	N/mm²

8.3 Controle van de Berekende Spanningen3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

Belasting combinatie 1
- Sigma_AxMax < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < ShortStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 2
- Sigma_ptest < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_py < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 3
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 4
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,8	5,4	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	2,0	2,0

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,5 mm (1,3% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

8.3.4 Toetsing op Implosie3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

9 Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

9.1 Materiaalgegevens4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	:	sf = 1,00
Rekenfactor qn	:	sf = 1,00
Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	:	sf = 1,00
Incidenteledruk	:	pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	:	T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteledruk	:	sf = 1,00
Lengte leiding	:	L = 870 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Constante van Poisson	:	nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Onzekerheidsfactor qn	:	sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	:	sf = 0,0
Minimale kromtestraal	:	R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal	:	sf = 1,1
Opleghoek	:	beta = 30 graden
Belastingshoek	:	alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting	:	Pv,r;n, max = 28 kN/m²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 554260 kN/m³

9.2 Resultaten Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rrol·Wb)	=	0,5	[N/mm²]
Sigma_t = T1/A	=	1,5	[N/mm²]
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	1,8	[N/mm²]

De tangentiele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rmin·Wb)	=	0,9	N/mm²
Sigma_t = Tmax/A	=	4,9	N/mm²
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	5,4	N/mm²

Tangentiele spanning:

Belasting qr op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

qr = kv·Y = (0.322·Lambda^2·E·I)/(0,91.Do.R)

Lambda = (kv·Do/(4·E·I))^0.25	=	5,1E-3	mm-1
qr	=	0,01163	N/mm²
Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,7	N/mm²
Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max	=	0,7	N/mm²

9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_px = 0.5·Sigma_py	=	0,0	N/mm²
Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²

9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rmin·Wb)	=	0,3	N/mm²
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	0,2	N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,4	N/mm²
Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,6	N/mm²
Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max	=	2,0	N/mm²

9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rrol·Wb)	=	0,3	N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_px = 0.5·Sigma_py	=	0,0	N/mm²
Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_Temp = Dt * gamma_t * alpha g * E	=	0,0	N/mm²

Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	0,2	N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,4	N/mm²
Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,6	N/mm²
Rerounding factor Frr	=	1,000	
Rerounding factor F'rr	=	1,000	

Sigma_t,max = Sigma_py + ((F'rr·Sigma_qr) + (Frr·Sigma_qn))

Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max	=	2,0	N/mm²

9.3 Controle van de Berekende Spanningen4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

Belasting combinatie 1
- Sigma_AxMax < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < ShortStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 2
- Sigma_ptest < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_py < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 3
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 4
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,8	5,4	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	2,0	2,0

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,5 mm (1,3% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

9.3.4 Toetsing op Implosie4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Einde Rapport

Rapport voor D-Geo Pipeline 6.3

Model : Horizontaal Gestuurde Boring
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam: BAM Infratechniek

Datum van rapport: 7-11-2013
Tijd van rapport: 11:17:09

Bestandsnaam: M:\..\150kV\01 A4-HSL - Does\DO++\HDD-01B A4-HSL-Does Aanlegfase SDR

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave 2
2 Invoergegevens 4
2.1 Gebruikt model 4
2.2 Laagscheidingen 4
2.3 PN-Lijnen 12
2.4 Freatische Lijn 13
2.5 Grondprofielen 13
2.6 Grenslagen 13
2.7 Configuratie van de Pijpleiding 13
2.8 Berekenings Verticalen 14
2.9 Materiaaltypen 16
2.10 Materiaalgegevens van de Leiding 17
2.11 Gegevens voor Leidingberekening 18
2.12 Geometrie 19
2.12.1 Geometrie Sectie, Detail 19
2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht 19
2.13 Boorvloeistofdruk Gegevens 20
2.14 Factoren 20
3 Boorvloeistofdrukken 21
3.1 Boorvloeistofdruk Gegevens 21
3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk 29
3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken 32
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring 32
3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen 33
3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie 33
4 Grondmechanische Parameters 34
4.1 Grondmechanische Parameters 1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 34
4.2 Grondmechanische Parameters 2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 39
4.3 Grondmechanische Parameters 3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 45
4.4 Grondmechanische Parameters 4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 51
5 Gegevens voor Spanningsanalyse 57
5.1 Algemene gegevens 57
5.2 Ballasten Leiding 57
5.3 Trekkrachtberekening 57
6 Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 59
6.1 Materiaalgegevens1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 59
6.2 Resultaten Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 59
6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie 59
6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie 60
6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 60
6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 60
6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk 60
6.3 Controle van de Berekende Spanningen1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 61
6.3.1 Toetsing op Implosie1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 61
7 Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 62
7.1 Materiaalgegevens2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 62
7.2 Resultaten Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 62
7.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie 62
7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie 63
7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 63
7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 63
7.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk 63
7.3 Controle van de Berekende Spanningen2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 64
7.3.1 Toetsing op Implosie2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 64
8 Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 65
8.1 Materiaalgegevens3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 65
8.2 Resultaten Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 65
8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie 65
8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie 66
8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 66
8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 66
8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk 66
8.3 Controle van de Berekende Spanningen3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 67
8.3.1 Toetsing op Implosie3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 67

9 Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 68
9.1 Materiaalgegevens4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 68
9.2 Resultaten Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 68
9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie 68
9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie 69
9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 69
9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 69
9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk 69
9.3 Controle van de Berekende Spanningen4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 70
9.3.1 Toetsing op Implosie4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 70

2 Invoergegevens

2.1 Gebruikt model

Gebruikt model : Horizontaal Gestuurde Boring

2.2 Laagscheidingen

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
34 - X -	-32,500	0,000	13,403	15,613	15,863
34 - Y -	-1,249	-1,249	-1,208	-2,700	-2,869
34 - X -	24,144	31,304	31,962	38,013	64,346
34 - Y -	-2,869	-2,869	-2,700	-1,146	-1,045
34 - X -	122,880	122,881	127,708	130,843	130,986
34 - Y -	-0,859	-0,859	-0,782	-2,778	-2,869
34 - X -	136,151	136,267	139,445	173,038	175,240
34 - Y -	-2,869	-2,789	-0,593	-0,062	-2,868
34 - X -	187,260	188,746	190,532	305,672	331,943
34 - Y -	-2,862	-1,458	0,229	2,081	1,548
34 - X -	334,641	335,257	335,302	336,322	336,369
34 - Y -	-1,999	-2,809	-2,869	-2,863	-2,809
34 - X -	337,066	340,018	424,790	426,280	426,456
34 - Y -	-2,008	1,384	-0,335	-2,599	-2,867
34 - X -	429,939	430,158	432,176	441,011	447,424
34 - Y -	-2,862	-2,629	-0,485	-0,925	-0,925
34 - X -	456,100	458,418	458,499	461,861	461,936
34 - Y -	-0,970	-2,786	-2,850	-2,850	-2,778
34 - X -	463,655	475,290	494,515	496,999	497,213
34 - Y -	-1,123	-1,359	-0,957	-2,700	-2,850
34 - X -	498,337	498,540	501,034	526,872	572,668
34 - Y -	-2,849	-2,697	-0,820	-0,279	0,459
34 - X -	575,102	575,366	576,491	576,729	578,988
34 - Y -	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523	0,561
34 - X -	593,484	595,913	596,187	612,985	613,296
34 - Y -	0,794	-2,480	-2,850	-2,849	-2,438
34 - X -	615,459	653,019	653,621	653,642	689,571
34 - Y -	0,424	0,116	-2,352	-2,439	-2,439
34 - X -	691,796	691,799	691,829	692,162	721,776
34 - Y -	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009
34 - X -	739,267	756,788	778,146	779,222	779,412
34 - Y -	0,455	1,921	0,784	-2,304	-2,850
34 - X -	780,460	780,670	781,787	788,389	789,437
34 - Y -	-2,850	-2,307	0,591	0,239	-2,323
34 - X -	789,653	790,701	790,917	791,898	805,270
34 - Y -	-2,850	-2,850	-2,326	0,052	-0,659
34 - X -	823,902	824,532	824,726	825,774	825,994
34 - Y -	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
34 - X -	826,699	855,032	887,546		
34 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
33 - X -	-32,500	15,613	15,863	24,144	31,304
33 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,869
33 - X -	31,962	38,013	64,346	122,880	122,881
33 - Y -	-2,700	-1,146	-1,045	-0,859	-0,859
33 - X -	127,708	130,843	130,986	136,151	136,267
33 - Y -	-0,782	-2,778	-2,869	-2,869	-2,789
33 - X -	139,445	173,038	175,240	187,260	188,746
33 - Y -	-0,593	-0,062	-2,868	-2,862	-1,458
33 - X -	190,532	305,672	331,943	334,641	335,257
33 - Y -	0,229	2,081	1,548	-1,999	-2,809
33 - X -	335,302	336,322	336,369	337,066	340,018
33 - Y -	-2,869	-2,863	-2,809	-2,008	1,384
33 - X -	424,790	426,280	426,456	429,939	430,158
33 - Y -	-0,335	-2,599	-2,867	-2,862	-2,629
33 - X -	432,176	441,011	447,424	456,100	458,418

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
33 - Y -	-0,485	-0,925	-0,925	-0,970	-2,786
33 - X -	458,499	461,861	461,936	463,655	475,290
33 - Y -	-2,850	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359
33 - X -	494,515	496,999	497,213	498,337	498,540
33 - Y -	-0,957	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697
33 - X -	501,034	526,872	572,668	575,102	575,366
33 - Y -	-0,820	-0,279	0,459	-2,527	-2,850
33 - X -	576,491	576,729	578,988	593,484	595,913
33 - Y -	-2,849	-2,523	0,561	0,794	-2,480
33 - X -	596,187	612,985	613,296	615,459	653,019
33 - Y -	-2,850	-2,849	-2,438	0,424	0,116
33 - X -	653,621	653,642	689,571	691,796	691,799
33 - Y -	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422
33 - X -	691,829	692,162	721,776	739,267	756,788
33 - Y -	-2,267	-0,525	-1,009	0,455	1,921
33 - X -	778,146	779,222	779,412	780,460	780,670
33 - Y -	0,784	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307
33 - X -	781,787	788,389	789,437	789,653	790,701
33 - Y -	0,591	0,239	-2,323	-2,850	-2,850
33 - X -	790,917	791,898	805,270	823,902	824,532
33 - Y -	-2,326	0,052	-0,659	-0,880	-2,387
33 - X -	824,726	825,774	825,994	826,699	855,032
33 - Y -	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249
33 - X -	887,546				
33 - Y -	-1,249				
32 - X -	-32,500	15,613	15,863	24,144	31,304
32 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,869
32 - X -	31,962	92,758	130,843	130,986	136,151
32 - Y -	-2,700	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869
32 - X -	136,267	139,445	173,038	175,240	187,260
32 - Y -	-2,789	-0,593	-0,062	-2,868	-2,862
32 - X -	188,746	190,532	305,672	331,943	334,641
32 - Y -	-1,458	0,229	2,081	1,548	-1,999
32 - X -	335,257	335,302	336,322	336,369	337,066
32 - Y -	-2,809	-2,869	-2,863	-2,809	-2,008
32 - X -	340,018	424,790	426,280	426,456	429,939
32 - Y -	1,384	-0,335	-2,599	-2,867	-2,862
32 - X -	430,158	432,176	441,011	447,424	456,100
32 - Y -	-2,629	-0,485	-0,925	-0,925	-0,970
32 - X -	458,418	458,499	461,861	461,936	463,655
32 - Y -	-2,786	-2,850	-2,850	-2,778	-1,123
32 - X -	475,290	494,515	496,999	497,213	498,337
32 - Y -	-1,359	-0,957	-2,700	-2,850	-2,849
32 - X -	498,540	501,034	526,872	572,668	575,102
32 - Y -	-2,697	-0,820	-0,279	0,459	-2,527
32 - X -	575,366	576,491	576,729	578,988	593,484
32 - Y -	-2,850	-2,849	-2,523	0,561	0,794
32 - X -	595,913	596,187	612,985	613,296	615,459
32 - Y -	-2,480	-2,850	-2,849	-2,438	0,424
32 - X -	653,019	653,621	653,642	689,571	691,796
32 - Y -	0,116	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439
32 - X -	691,799	691,829	692,162	721,776	739,267
32 - Y -	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009	0,455
32 - X -	756,788	778,146	779,222	779,412	780,460
32 - Y -	1,921	0,784	-2,304	-2,850	-2,850
32 - X -	780,670	781,787	788,389	789,437	789,653
32 - Y -	-2,307	0,591	0,239	-2,323	-2,850
32 - X -	790,701	790,917	791,898	805,270	823,902
32 - Y -	-2,850	-2,326	0,052	-0,659	-0,880
32 - X -	824,532	824,726	825,774	825,994	826,699
32 - Y -	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913
32 - X -	855,032	887,546			
32 - Y -	-1,249	-1,249			
31 - X -	-32,500	15,613	15,863	24,144	31,304
31 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,869
31 - X -	31,962	92,758	130,843	130,986	136,151

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
31 - Y -	-2,700	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869
31 - X -	136,267	175,240	187,260	188,746	190,532
31 - Y -	-2,789	-2,868	-2,862	-1,458	0,229
31 - X -	305,672	331,943	334,641	335,257	335,302
31 - Y -	2,081	1,548	-1,999	-2,809	-2,869
31 - X -	336,322	336,369	337,066	340,018	424,790
31 - Y -	-2,863	-2,809	-2,008	1,384	-0,335
31 - X -	426,280	426,456	429,939	430,158	432,176
31 - Y -	-2,599	-2,867	-2,862	-2,629	-0,485
31 - X -	441,011	447,424	456,100	458,418	458,499
31 - Y -	-0,925	-0,925	-0,970	-2,786	-2,850
31 - X -	461,861	461,936	463,655	475,290	494,515
31 - Y -	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957
31 - X -	496,999	497,213	498,337	498,540	501,034
31 - Y -	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820
31 - X -	526,872	572,668	575,102	575,366	576,491
31 - Y -	-0,279	0,459	-2,527	-2,850	-2,849
31 - X -	576,729	578,988	593,484	595,913	596,187
31 - Y -	-2,523	0,561	0,794	-2,480	-2,850
31 - X -	612,985	613,296	615,459	653,019	653,621
31 - Y -	-2,849	-2,438	0,424	0,116	-2,352
31 - X -	653,642	689,571	691,796	691,799	691,829
31 - Y -	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267
31 - X -	692,162	721,776	739,267	756,788	778,146
31 - Y -	-0,525	-1,009	0,455	1,921	0,784
31 - X -	779,222	779,412	780,460	780,670	781,787
31 - Y -	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307	0,591
31 - X -	788,389	789,437	789,653	790,701	790,917
31 - Y -	0,239	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326
31 - X -	791,898	805,270	823,902	824,532	824,726
31 - Y -	0,052	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850
31 - X -	825,774	825,994	826,699	855,032	887,546
31 - Y -	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249
30 - X -	-32,500	15,613	15,863	24,144	31,304
30 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,869
30 - X -	31,962	92,758	130,843	130,986	136,151
30 - Y -	-2,700	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869
30 - X -	136,267	175,240	187,260	188,746	334,641
30 - Y -	-2,789	-2,868	-2,862	-1,458	-1,999
30 - X -	335,257	335,302	336,322	336,369	337,066
30 - Y -	-2,809	-2,869	-2,863	-2,809	-2,008
30 - X -	340,018	424,790	426,280	426,456	429,939
30 - Y -	1,384	-0,335	-2,599	-2,867	-2,862
30 - X -	430,158	432,176	441,011	447,424	456,100
30 - Y -	-2,629	-0,485	-0,925	-0,925	-0,970
30 - X -	458,418	458,499	461,861	461,936	463,655
30 - Y -	-2,786	-2,850	-2,850	-2,778	-1,123
30 - X -	475,290	494,515	496,999	497,213	498,337
30 - Y -	-1,359	-0,957	-2,700	-2,850	-2,849
30 - X -	498,540	501,034	526,872	572,668	575,102
30 - Y -	-2,697	-0,820	-0,279	0,459	-2,527
30 - X -	575,366	576,491	576,729	578,988	593,484
30 - Y -	-2,850	-2,849	-2,523	0,561	0,794
30 - X -	595,913	596,187	612,985	613,296	615,459
30 - Y -	-2,480	-2,850	-2,849	-2,438	0,424
30 - X -	653,019	653,621	653,642	689,571	691,796
30 - Y -	0,116	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439
30 - X -	691,799	691,829	692,162	721,776	739,267
30 - Y -	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009	0,455
30 - X -	756,788	778,146	779,222	779,412	780,460
30 - Y -	1,921	0,784	-2,304	-2,850	-2,850
30 - X -	780,670	781,787	788,389	789,437	789,653
30 - Y -	-2,307	0,591	0,239	-2,323	-2,850
30 - X -	790,701	790,917	791,898	805,270	823,902
30 - Y -	-2,850	-2,326	0,052	-0,659	-0,880
30 - X -	824,532	824,726	825,774	825,994	826,699

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
30 - Y -	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913
30 - X -	855,032	887,546			
30 - Y -	-1,249	-1,249			
29 - X -	-32,500	15,613	15,863	24,144	31,304
29 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,869
29 - X -	31,962	92,758	130,843	130,986	136,151
29 - Y -	-2,700	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869
29 - X -	136,267	175,240	187,260	335,257	335,302
29 - Y -	-2,789	-2,868	-2,862	-2,809	-2,869
29 - X -	336,322	336,369	337,066	340,018	424,790
29 - Y -	-2,863	-2,809	-2,008	1,384	-0,335
29 - X -	426,280	426,456	429,939	430,158	432,176
29 - Y -	-2,599	-2,867	-2,862	-2,629	-0,485
29 - X -	441,011	447,424	456,100	458,418	458,499
29 - Y -	-0,925	-0,925	-0,970	-2,786	-2,850
29 - X -	461,861	461,936	463,655	475,290	494,515
29 - Y -	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957
29 - X -	496,999	497,213	498,337	498,540	501,034
29 - Y -	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820
29 - X -	526,872	572,668	575,102	575,366	576,491
29 - Y -	-0,279	0,459	-2,527	-2,850	-2,849
29 - X -	576,729	578,988	593,484	595,913	596,187
29 - Y -	-2,523	0,561	0,794	-2,480	-2,850
29 - X -	612,985	613,296	615,459	653,019	653,621
29 - Y -	-2,849	-2,438	0,424	0,116	-2,352
29 - X -	653,642	689,571	691,796	691,799	691,829
29 - Y -	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267
29 - X -	692,162	721,776	739,267	756,788	778,146
29 - Y -	-0,525	-1,009	0,455	1,921	0,784
29 - X -	779,222	779,412	780,460	780,670	781,787
29 - Y -	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307	0,591
29 - X -	788,389	789,437	789,653	790,701	790,917
29 - Y -	0,239	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326
29 - X -	791,898	805,270	823,902	824,532	824,726
29 - Y -	0,052	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850
29 - X -	825,774	825,994	826,699	855,032	887,546
29 - Y -	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249
28 - X -	-32,500	15,613	15,863	24,144	31,304
28 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,869
28 - X -	31,962	92,758	130,843	130,986	136,151
28 - Y -	-2,700	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869
28 - X -	136,267	175,240	187,260	335,257	335,302
28 - Y -	-2,789	-2,868	-2,862	-2,809	-2,869
28 - X -	336,322	336,369	337,066	361,795	426,280
28 - Y -	-2,863	-2,809	-2,008	-2,100	-2,599
28 - X -	426,456	429,939	430,158	432,176	441,011
28 - Y -	-2,867	-2,862	-2,629	-0,485	-0,925
28 - X -	447,424	456,100	458,418	458,499	461,861
28 - Y -	-0,925	-0,970	-2,786	-2,850	-2,850
28 - X -	461,936	463,655	475,290	494,515	496,999
28 - Y -	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957	-2,700
28 - X -	497,213	498,337	498,540	501,034	526,872
28 - Y -	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820	-0,279
28 - X -	572,668	575,102	575,366	576,491	576,729
28 - Y -	0,459	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523
28 - X -	578,988	593,484	595,913	596,187	612,985
28 - Y -	0,561	0,794	-2,480	-2,850	-2,849
28 - X -	613,296	615,459	653,019	653,621	653,642
28 - Y -	-2,438	0,424	0,116	-2,352	-2,439
28 - X -	689,571	691,796	691,799	691,829	692,162
28 - Y -	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525
28 - X -	721,776	739,267	756,788	778,146	779,222
28 - Y -	-1,009	0,455	1,921	0,784	-2,304
28 - X -	779,412	780,460	780,670	781,787	788,389
28 - Y -	-2,850	-2,850	-2,307	0,591	0,239
28 - X -	789,437	789,653	790,701	790,917	791,898

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
28 - Y -	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326	0,052
28 - X -	805,270	823,902	824,532	824,726	825,774
28 - Y -	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850
28 - X -	825,994	826,699	855,032	887,546	
28 - Y -	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249	
27 - X -	-32,500	15,613	15,863	24,144	31,304
27 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,869
27 - X -	31,962	92,758	130,843	130,986	136,151
27 - Y -	-2,700	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869
27 - X -	136,267	175,240	187,260	335,257	335,302
27 - Y -	-2,789	-2,868	-2,862	-2,809	-2,869
27 - X -	336,322	336,369	361,795	426,280	426,456
27 - Y -	-2,863	-2,809	-2,800	-2,599	-2,867
27 - X -	429,939	430,158	432,176	441,011	447,424
27 - Y -	-2,862	-2,629	-0,485	-0,925	-0,925
27 - X -	456,100	458,418	458,499	461,861	461,936
27 - Y -	-0,970	-2,786	-2,850	-2,850	-2,778
27 - X -	463,655	475,290	494,515	496,999	497,213
27 - Y -	-1,123	-1,359	-0,957	-2,700	-2,850
27 - X -	498,337	498,540	501,034	526,872	572,668
27 - Y -	-2,849	-2,697	-0,820	-0,279	0,459
27 - X -	575,102	575,366	576,491	576,729	578,988
27 - Y -	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523	0,561
27 - X -	593,484	595,913	596,187	612,985	613,296
27 - Y -	0,794	-2,480	-2,850	-2,849	-2,438
27 - X -	615,459	653,019	653,621	653,642	689,571
27 - Y -	0,424	0,116	-2,352	-2,439	-2,439
27 - X -	691,796	691,799	691,829	692,162	721,776
27 - Y -	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009
27 - X -	739,267	756,788	778,146	779,222	779,412
27 - Y -	0,455	1,921	0,784	-2,304	-2,850
27 - X -	780,460	780,670	781,787	788,389	789,437
27 - Y -	-2,850	-2,307	0,591	0,239	-2,323
27 - X -	789,653	790,701	790,917	791,898	805,270
27 - Y -	-2,850	-2,850	-2,326	0,052	-0,659
27 - X -	823,902	824,532	824,726	825,774	825,994
27 - Y -	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
27 - X -	826,699	855,032	887,546		
27 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
26 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
26 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
26 - X -	429,939	430,158	432,176	441,011	447,424
26 - Y -	-2,862	-2,629	-0,485	-0,925	-0,925
26 - X -	456,100	458,418	458,499	461,861	461,936
26 - Y -	-0,970	-2,786	-2,850	-2,850	-2,778
26 - X -	463,655	475,290	494,515	496,999	497,213
26 - Y -	-1,123	-1,359	-0,957	-2,700	-2,850
26 - X -	498,337	498,540	501,034	526,872	572,668
26 - Y -	-2,849	-2,697	-0,820	-0,279	0,459
26 - X -	575,102	575,366	576,491	576,729	578,988
26 - Y -	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523	0,561
26 - X -	593,484	595,913	596,187	612,985	613,296
26 - Y -	0,794	-2,480	-2,850	-2,849	-2,438
26 - X -	615,459	653,019	653,621	653,642	689,571
26 - Y -	0,424	0,116	-2,352	-2,439	-2,439
26 - X -	691,796	691,799	691,829	692,162	721,776
26 - Y -	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009
26 - X -	739,267	756,788	778,146	779,222	779,412
26 - Y -	0,455	1,921	0,784	-2,304	-2,850
26 - X -	780,460	780,670	781,787	788,389	789,437
26 - Y -	-2,850	-2,307	0,591	0,239	-2,323
26 - X -	789,653	790,701	790,917	791,898	805,270
26 - Y -	-2,850	-2,850	-2,326	0,052	-0,659
26 - X -	823,902	824,532	824,726	825,774	825,994
26 - Y -	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
26 - X -	826,699	855,032	887,546		

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
26 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
25 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
25 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
25 - X -	429,939	430,158	452,277	458,418	458,499
25 - Y -	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850
25 - X -	461,861	461,936	463,655	475,290	494,515
25 - Y -	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957
25 - X -	496,999	497,213	498,337	498,540	501,034
25 - Y -	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820
25 - X -	526,872	572,668	575,102	575,366	576,491
25 - Y -	-0,279	0,459	-2,527	-2,850	-2,849
25 - X -	576,729	578,988	593,484	595,913	596,187
25 - Y -	-2,523	0,561	0,794	-2,480	-2,850
25 - X -	612,985	613,296	615,459	653,019	653,621
25 - Y -	-2,849	-2,438	0,424	0,116	-2,352
25 - X -	653,642	689,571	691,796	691,799	691,829
25 - Y -	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267
25 - X -	692,162	721,776	739,267	756,788	778,146
25 - Y -	-0,525	-1,009	0,455	1,921	0,784
25 - X -	779,222	779,412	780,460	780,670	781,787
25 - Y -	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307	0,591
25 - X -	788,389	789,437	789,653	790,701	790,917
25 - Y -	0,239	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326
25 - X -	791,898	805,270	823,902	824,532	824,726
25 - Y -	0,052	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850
25 - X -	825,774	825,994	826,699	855,032	887,546
25 - Y -	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249
24 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
24 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
24 - X -	429,939	430,158	452,277	458,418	458,499
24 - Y -	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850
24 - X -	461,861	461,936	496,999	497,213	498,337
24 - Y -	-2,850	-2,778	-2,700	-2,850	-2,849
24 - X -	498,540	501,034	526,872	572,668	575,102
24 - Y -	-2,697	-0,820	-0,279	0,459	-2,527
24 - X -	575,366	576,491	576,729	578,988	593,484
24 - Y -	-2,850	-2,849	-2,523	0,561	0,794
24 - X -	595,913	596,187	612,985	613,296	615,459
24 - Y -	-2,480	-2,850	-2,849	-2,438	0,424
24 - X -	653,019	653,621	653,642	689,571	691,796
24 - Y -	0,116	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439
24 - X -	691,799	691,829	692,162	721,776	739,267
24 - Y -	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009	0,455
24 - X -	756,788	778,146	779,222	779,412	780,460
24 - Y -	1,921	0,784	-2,304	-2,850	-2,850
24 - X -	780,670	781,787	788,389	789,437	789,653
24 - Y -	-2,307	0,591	0,239	-2,323	-2,850
24 - X -	790,701	790,917	791,898	805,270	823,902
24 - Y -	-2,850	-2,326	0,052	-0,659	-0,880
24 - X -	824,532	824,726	825,774	825,994	826,699
24 - Y -	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913
24 - X -	855,032	887,546			
24 - Y -	-1,249	-1,249			
23 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
23 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
23 - X -	429,939	430,158	452,277	458,418	458,499
23 - Y -	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850
23 - X -	461,861	461,936	496,999	497,213	498,337
23 - Y -	-2,850	-2,778	-2,700	-2,850	-2,849
23 - X -	498,540	575,102	575,366	576,491	576,729
23 - Y -	-2,697	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523
23 - X -	578,988	593,484	595,913	596,187	612,985
23 - Y -	0,561	0,794	-2,480	-2,850	-2,849
23 - X -	613,296	615,459	653,019	653,621	653,642
23 - Y -	-2,438	0,424	0,116	-2,352	-2,439
23 - X -	689,571	691,796	691,799	691,829	692,162

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
23 - Y -	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525
23 - X -	721,776	739,267	756,788	778,146	779,222
23 - Y -	-1,009	0,455	1,921	0,784	-2,304
23 - X -	779,412	780,460	780,670	781,787	788,389
23 - Y -	-2,850	-2,850	-2,307	0,591	0,239
23 - X -	789,437	789,653	790,701	790,917	791,898
23 - Y -	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326	0,052
23 - X -	805,270	823,902	824,532	824,726	825,774
23 - Y -	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850
23 - X -	825,994	826,699	855,032	887,546	
23 - Y -	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249	
22 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
22 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
22 - X -	429,939	430,158	452,277	458,418	458,499
22 - Y -	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850
22 - X -	461,861	461,936	496,999	497,213	498,337
22 - Y -	-2,850	-2,778	-2,700	-2,850	-2,849
22 - X -	498,540	575,102	575,366	576,491	576,729
22 - Y -	-2,697	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523
22 - X -	595,913	596,187	612,985	613,296	615,459
22 - Y -	-2,480	-2,850	-2,849	-2,438	0,424
22 - X -	653,019	653,621	653,642	689,571	691,796
22 - Y -	0,116	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439
22 - X -	691,799	691,829	692,162	721,776	739,267
22 - Y -	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009	0,455
22 - X -	756,788	778,146	779,222	779,412	780,460
22 - Y -	1,921	0,784	-2,304	-2,850	-2,850
22 - X -	780,670	781,787	788,389	789,437	789,653
22 - Y -	-2,307	0,591	0,239	-2,323	-2,850
22 - X -	790,701	790,917	791,898	805,270	823,902
22 - Y -	-2,850	-2,326	0,052	-0,659	-0,880
22 - X -	824,532	824,726	825,774	825,994	826,699
22 - Y -	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913
22 - X -	855,032	887,546			
22 - Y -	-1,249	-1,249			
21 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
21 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
21 - X -	429,939	430,158	452,277	458,418	458,499
21 - Y -	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850
21 - X -	461,861	461,936	496,999	497,213	498,337
21 - Y -	-2,850	-2,778	-2,700	-2,850	-2,849
21 - X -	498,540	575,102	575,366	576,491	576,729
21 - Y -	-2,697	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523
21 - X -	595,913	596,187	612,985	613,296	653,621
21 - Y -	-2,480	-2,850	-2,849	-2,438	-2,352
21 - X -	653,642	689,571	691,796	691,799	691,829
21 - Y -	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267
21 - X -	692,162	721,776	739,267	756,788	778,146
21 - Y -	-0,525	-1,009	0,455	1,921	0,784
21 - X -	779,222	779,412	780,460	780,670	781,787
21 - Y -	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307	0,591
21 - X -	788,389	789,437	789,653	790,701	790,917
21 - Y -	0,239	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326
21 - X -	791,898	805,270	823,902	824,532	824,726
21 - Y -	0,052	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850
21 - X -	825,774	825,994	826,699	855,032	887,546
21 - Y -	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249
20 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571
20 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439
20 - X -	691,796	691,799	691,829	692,162	721,776
20 - Y -	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009
20 - X -	739,267	756,788	778,146	779,222	779,412
20 - Y -	0,455	1,921	0,784	-2,304	-2,850
20 - X -	780,460	780,670	781,787	788,389	789,437
20 - Y -	-2,850	-2,307	0,591	0,239	-2,323
20 - X -	789,653	790,701	790,917	791,898	805,270

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
20 - Y -	-2,850	-2,850	-2,326	0,052	-0,659
20 - X -	823,902	824,532	824,726	825,774	825,994
20 - Y -	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
20 - X -	826,699	855,032	887,546		
20 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
19 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571
19 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439
19 - X -	691,796	691,799	691,829	721,776	779,222
19 - Y -	-2,439	-2,422	-2,267	-2,200	-2,304
19 - X -	779,412	780,460	780,670	781,787	788,389
19 - Y -	-2,850	-2,850	-2,307	0,591	0,239
19 - X -	789,437	789,653	790,701	790,917	791,898
19 - Y -	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326	0,052
19 - X -	805,270	823,902	824,532	824,726	825,774
19 - Y -	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850
19 - X -	825,994	826,699	855,032	887,546	
19 - Y -	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249	
18 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571
18 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439
18 - X -	691,796	691,799	721,776	779,222	779,412
18 - Y -	-2,439	-2,422	-2,200	-2,304	-2,850
18 - X -	780,460	780,670	781,787	788,389	789,437
18 - Y -	-2,850	-2,307	0,591	0,239	-2,323
18 - X -	789,653	790,701	790,917	791,898	805,270
18 - Y -	-2,850	-2,850	-2,326	0,052	-0,659
18 - X -	823,902	824,532	824,726	825,774	825,994
18 - Y -	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
18 - X -	826,699	855,032	887,546		
18 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
17 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571
17 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439
17 - X -	691,796	691,799	721,776	779,222	779,412
17 - Y -	-2,439	-2,422	-2,200	-2,304	-2,850
17 - X -	780,460	780,670	789,437	789,653	790,701
17 - Y -	-2,850	-2,307	-2,323	-2,850	-2,850
17 - X -	790,917	791,898	805,270	823,902	824,532
17 - Y -	-2,326	0,052	-0,659	-0,880	-2,387
17 - X -	824,726	825,774	825,994	826,699	855,032
17 - Y -	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249
17 - X -	887,546				
17 - Y -	-1,249				
16 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571
16 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439
16 - X -	691,796	691,799	721,776	779,222	779,412
16 - Y -	-2,439	-2,422	-2,200	-2,304	-2,850
16 - X -	780,460	780,670	789,437	789,653	790,701
16 - Y -	-2,850	-2,307	-2,323	-2,850	-2,850
16 - X -	790,917	824,532	824,726	825,774	825,994
16 - Y -	-2,326	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
16 - X -	826,699	855,032	887,546		
16 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
15 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571
15 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439
15 - X -	691,796	691,799	721,776	779,222	779,412
15 - Y -	-2,439	-2,422	-2,200	-2,304	-2,850
15 - X -	780,460	780,670	789,437	789,653	790,701
15 - Y -	-2,850	-2,307	-2,323	-2,850	-2,850
15 - X -	790,917	824,532	824,726	825,774	825,994
15 - Y -	-2,326	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
15 - X -	887,546				
15 - Y -	-2,500				
14 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
14 - Y -	-4,500	-4,500	-5,200	-5,700	-3,200
14 - X -	887,546				
14 - Y -	-5,000				
13 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
13 - Y -	-5,500	-5,500	-6,400	-7,200	-5,000
13 - X -	887,546				
13 - Y -	-6,500				
12 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
12 - Y -	-5,500	-5,500	-6,400	-7,200	-6,500
12 - X -	887,546				
12 - Y -	-6,500				
11 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
11 - Y -	-5,500	-5,500	-6,400	-7,200	-8,400
11 - X -	887,546				
11 - Y -	-7,500				
10 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
10 - Y -	-6,400	-6,400	-8,700	-8,800	-8,400
10 - X -	887,546				
10 - Y -	-7,500				
9 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
9 - Y -	-7,600	-7,600	-8,700	-8,800	-8,400
9 - X -	887,546				
9 - Y -	-7,500				
8 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
8 - Y -	-8,000	-8,000	-9,000	-9,200	-8,700
8 - X -	887,546				
8 - Y -	-8,300				
7 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
7 - Y -	-9,200	-9,200	-9,000	-9,200	-8,700
7 - X -	887,546				
7 - Y -	-8,300				
6 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
6 - Y -	-10,200	-10,200	-9,800	-9,200	-8,700
6 - X -	887,546				
6 - Y -	-8,300				
5 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
5 - Y -	-11,500	-11,500	-9,800	-9,200	-8,700
5 - X -	887,546				
5 - Y -	-8,300				
4 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
4 - Y -	-11,500	-11,500	-9,800	-9,200	-8,700
4 - X -	887,546				
4 - Y -	-9,700				
3 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
3 - Y -	-11,500	-11,500	-9,800	-9,200	-8,700
3 - X -	887,546				
3 - Y -	-10,250				
2 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
2 - Y -	-11,500	-11,500	-11,200	-11,300	-11,200
2 - X -	887,546				
2 - Y -	-11,300				
1 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
1 - Y -	-12,300	-12,300	-12,000	-12,000	-11,900
1 - X -	887,546				
1 - Y -	-11,800				
0 - X -	-32,500	887,546			
0 - Y -	-42,000	-42,000			

2.3 PN-Lijnen

PN-lijnnummer	Coördinaten [m]				
1 - X -	-32,500	634,140	652,151	693,194	711,377
1 - Y -	-2,370	-2,370	-0,670	-0,670	-1,970
1 - X -	887,546				
1 - Y -	-1,970				
2 - X -	-32,500	887,546			
2 - Y -	-2,500	-2,500			

2.4 Freatische Lijn

Piezo lijn 1 is gebruikt als freatische lijn (grondwater).

2.5 Grondprofielen

Laag nummer	Materiaalnaam	PN-Lijnen boven	PN-Lijnen onder
34	Zand matig	1	1
33	Zand matig	1	1
32	Zand matig	1	1
31	Veen matig	1	1
30	Zand matig	1	1
29	Veen matig	1	1
28	Zand matig	1	1
27	Klei slap, organisch	1	1
26	Veen matig	1	1
25	Veen matig	1	1
24	Veen matig	1	1
23	Veen matig	1	1
22	Klei matig, organisch	1	1
21	Klei matig, organisch	1	1
20	Veen matig	1	1
19	Klei matig, organisch	1	1
18	Veen matig	1	1
17	Veen matig	1	1
16	Zand sterk siltig	1	1
15	Veen slap	1	99
14	Klei slap, organisch	99	99
13	Veen slap	99	99
12	Klei slap	99	99
11	Klei matig, zwak zan...	99	99
10	Klei slap	99	99
9	Veen slap	99	99
8	Klei slap	99	99
7	Klei slap, zwak zandig	99	99
6	Klei matig, organisch	99	99
5	Klei slap	99	99
4	Zand sterk siltig	99	99
3	Klei slap	99	99
2	Veen matig	99	2
1	Zand vast	2	2

2.6 Grenslagen

De grens tussen cohesieve toplagen en onderliggende niet-cohesieve gedraineerde lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 1: Zand vast
De grens tussen compressibele toplagen en de onderliggende niet-compressibele lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 1: Zand vast

2.7 Configuratie van de Pijpleiding

X-coordinaat linker punt	0,00	[m]
Y-coordinaat linker punt	0,00	[m]
Z-coordinaat linker punt	-1,25	[m]
X-coordinaat rechter punt	862,81	[m]
Y-coordinaat rechter punt	0,00	[m]
Z-coordinaat rechter punt	-1,25	[m]
Hoek links	18,00	[graden]
Hoek rechts	18,00	[graden]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	-30,58	[m]
Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)	0,00	[graden]
Kromtestraal rollenbaan (intrekboog)	300,00	[m]
Kromtestraal links, vertikaal in/uit	150,00	[m]
Kromtestraal rechts, vertikaal in/uit	150,00	[m]

Aantal horizontale bochten: 0 [-]

De pijpleiding wordt van rechts naar links ingetrokken

2.8 Berekenings Verticalen

Verticaal nr	L-coord [m]	Z-coord [m]	Additionele Zetting [mm]
1	5,00	-2,87	0,00
2	10,00	-4,50	0,00
3	15,00	-6,12	0,00
4	20,00	-7,75	0,00
5	25,00	-9,37	0,00
6	30,00	-11,00	0,00
7	35,00	-12,62	0,00
8	40,00	-14,25	0,00
9	45,00	-15,87	0,00
10	50,00	-17,49	0,00
11	55,00	-19,12	0,00
12	60,00	-20,74	0,00
13	65,00	-22,37	0,00
14	70,00	-23,97	0,00
15	75,00	-25,41	0,00
16	80,00	-26,67	0,00
17	85,00	-27,74	0,00
18	90,00	-28,64	0,00
19	95,00	-29,37	0,00
20	100,00	-29,92	0,00
21	105,00	-30,31	0,00
22	110,00	-30,53	0,00
23	115,00	-30,58	0,00
24	120,00	-30,58	0,00
25	125,00	-30,58	0,00
26	130,00	-30,58	0,00
27	135,00	-30,58	0,00
28	140,00	-30,58	0,00
29	145,00	-30,58	0,00
30	150,00	-30,58	0,00
31	155,00	-30,58	0,00
32	160,00	-30,58	0,00
33	165,00	-30,58	0,00
34	170,00	-30,58	0,00
35	175,00	-30,58	0,00
36	180,00	-30,58	0,00
37	185,00	-30,58	0,00
38	190,00	-30,58	0,00
39	195,00	-30,58	0,00
40	200,00	-30,58	0,00
41	205,00	-30,58	0,00
42	210,00	-30,58	0,00
43	215,00	-30,58	0,00
44	220,00	-30,58	0,00
45	225,00	-30,58	0,00
46	230,00	-30,58	0,00
47	235,00	-30,58	0,00
48	240,00	-30,58	0,00
49	245,00	-30,58	0,00
50	250,00	-30,58	0,00
51	255,00	-30,58	0,00
52	260,00	-30,58	0,00
53	265,00	-30,58	0,00
54	270,00	-30,58	0,00
55	275,00	-30,58	0,00
56	280,00	-30,58	0,00
57	285,00	-30,58	0,00
58	290,00	-30,58	0,00

Verticaal nr	L-coord [m]	Z-coord [m]	Additionele Zetting [mm]
59	295,00	-30,58	0,00
60	300,00	-30,58	0,00
61	305,00	-30,58	0,00
62	310,00	-30,58	0,00
63	315,00	-30,58	0,00
64	320,00	-30,58	0,00
65	325,00	-30,58	0,00
66	330,00	-30,58	0,00
67	335,00	-30,58	0,00
68	340,00	-30,58	0,00
69	345,00	-30,58	0,00
70	350,00	-30,58	0,00
71	355,00	-30,58	0,00
72	360,00	-30,58	0,00
73	365,00	-30,58	0,00
74	370,00	-30,58	0,00
75	375,00	-30,58	0,00
76	380,00	-30,58	0,00
77	385,00	-30,58	0,00
78	390,00	-30,58	0,00
79	395,00	-30,58	0,00
80	400,00	-30,58	0,00
81	405,00	-30,58	0,00
82	410,00	-30,58	0,00
83	415,00	-30,58	0,00
84	420,00	-30,58	0,00
85	425,00	-30,58	0,00
86	430,00	-30,58	0,00
87	435,00	-30,58	0,00
88	440,00	-30,58	0,00
89	445,00	-30,58	0,00
90	450,00	-30,58	0,00
91	455,00	-30,58	0,00
92	460,00	-30,58	0,00
93	465,00	-30,58	0,00
94	470,00	-30,58	0,00
95	475,00	-30,58	0,00
96	480,00	-30,58	0,00
97	485,00	-30,58	0,00
98	490,00	-30,58	0,00
99	495,00	-30,58	0,00
100	500,00	-30,58	0,00
101	505,00	-30,58	0,00
102	510,00	-30,58	0,00
103	515,00	-30,58	0,00
104	520,00	-30,58	0,00
105	525,00	-30,58	0,00
106	530,00	-30,58	0,00
107	535,00	-30,58	0,00
108	540,00	-30,58	0,00
109	545,00	-30,58	0,00
110	550,00	-30,58	0,00
111	555,00	-30,58	0,00
112	560,00	-30,58	0,00
113	565,00	-30,58	0,00
114	570,00	-30,58	0,00
115	575,00	-30,58	0,00
116	580,00	-30,58	0,00
117	585,00	-30,58	0,00
118	590,00	-30,58	0,00
119	595,00	-30,58	0,00
120	600,00	-30,58	0,00
121	605,00	-30,58	0,00
122	610,00	-30,58	0,00
123	615,00	-30,58	0,00

Verticaal nr	L-coord [m]	Z-coord [m]	Additionele Zetting [mm]
124	620,00	-30,58	0,00
125	625,00	-30,58	0,00
126	630,00	-30,58	0,00
127	635,00	-30,58	0,00
128	640,00	-30,58	0,00
129	645,00	-30,58	0,00
130	650,00	-30,58	0,00
131	655,00	-30,58	0,00
132	660,00	-30,58	0,00
133	665,00	-30,58	0,00
134	670,00	-30,58	0,00
135	675,00	-30,58	0,00
136	680,00	-30,58	0,00
137	685,00	-30,58	0,00
138	690,00	-30,58	0,00
139	695,00	-30,58	0,00
140	700,00	-30,58	0,00
141	705,00	-30,58	0,00
142	710,00	-30,58	0,00
143	715,00	-30,58	0,00
144	720,00	-30,58	0,00
145	725,00	-30,58	0,00
146	730,00	-30,58	0,00
147	735,00	-30,58	0,00
148	740,00	-30,58	0,00
149	745,00	-30,58	0,00
150	750,00	-30,58	0,00
151	755,00	-30,45	0,00
152	760,00	-30,16	0,00
153	765,00	-29,70	0,00
154	770,00	-29,07	0,00
155	775,00	-28,27	0,00
156	780,00	-27,30	0,00
157	785,00	-26,14	0,00
158	790,00	-24,81	0,00
159	795,00	-23,28	0,00
160	800,00	-21,66	0,00
161	805,00	-20,03	0,00
162	810,00	-18,41	0,00
163	815,00	-16,78	0,00
164	820,00	-15,16	0,00
165	825,00	-13,53	0,00
166	830,00	-11,91	0,00
167	835,00	-10,29	0,00
168	840,00	-8,66	0,00
169	845,00	-7,04	0,00
170	850,00	-5,41	0,00
171	855,00	-3,79	0,00

Locaties berekenings verticalen; L is de horizontale coordinaat langs de leiding geprojecteerd op het horizontale vlak, opgehoogd met de intrede coordinaat.

2.9 Materiaaltypen

Naam	Gamma onverz [kN/m³]	Gamma verz [kN/m³]	Cohesie [kN/m²]	Phi [graden]	Cu top [kN/m²]	Cu onder [kN/m²]	Emod top [kN/m²]	Emod onder [kN/m²]
FLM2	10,00	10,00	0,00	0,01	0,10	0,10	1	1
Grind los, zwak ...	17,00	18,00	0,00	32,50	0,00	0,00	45000	45000
Grind matig, zw...	18,00	20,00	0,00	35,00	0,00	0,00	75000	75000
Grind vast, zwa...	19,00	21,00	0,00	37,50	0,00	0,00	90000	90000
Grind los, sterk ...	18,00	20,00	0,00	30,00	0,00	0,00	30000	30000
Grind matig, ste...	19,00	21,00	0,00	32,50	0,00	0,00	45000	45000
Grind vast, sterk...	20,00	22,00	0,00	35,00	0,00	0,00	75000	75000
Zand los	17,00	19,00	0,00	30,00	30,00	30,00	15000	15000

Naam	Gamma onverz [kN/m³]	Gamma verz [kN/m³]	Cohesie [kN/m²]	Phi [graden]	Cu top [kN/m²]	Cu onder [kN/m²]	Emod top [kN/m²]	Emod onder [kN/m²]
Zand matig	18,00	20,00	0,00	32,50	40,00	40,00	45000	45000
Zand vast	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00	75000	75000
Zand zwak siltig	18,00	20,00	0,00	27,00	30,00	30,00	35000	35000
Zand sterk siltig	18,00	20,00	0,00	25,00	30,00	30,00	15000	15000
Leem slap, zwa...	19,00	19,00	0,00	27,50	50,00	50,00	2000	2000
Leem matig, zw...	20,00	20,00	1,00	27,50	100,00	100,00	3000	3000
Leem vast, zwa...	21,00	21,00	2,50	27,50	200,00	200,00	5000	5000
Leem sterk zan...	19,00	19,00	0,00	27,50	50,00	50,00	3000	3000
Klei slap	14,00	14,00	1,00	17,50	25,00	25,00	1000	1000
Klei matig	17,00	17,00	5,00	17,50	50,00	50,00	2000	2000
Klei vast	19,00	19,00	13,00	17,50	100,00	100,00	4000	4000
Klei slap, zwak ...	15,00	15,00	0,00	22,50	40,00	40,00	1500	1500
Klei matig, zwak...	18,00	18,00	5,00	22,50	80,00	80,00	3000	3000
Klei vast, zwak ...	20,00	20,00	13,00	22,50	120,00	120,00	5000	5000
Klei sterk zandig	18,00	18,00	0,00	27,50	50,00	50,00	2000	2000
Klei slap, organi...	13,00	13,00	0,00	15,00	10,00	10,00	500	500
Klei matig, orga...	15,00	15,00	0,00	15,00	25,00	25,00	1000	1000
Veen slap	10,00	10,00	1,00	15,00	10,00	10,00	200	200
Veen matig	12,00	12,00	2,50	15,00	20,00	20,00	500	500

Naam	Adhesie A [kN/m²]	Delta D [graden]	Nu [-]
FLM2	-	-	0,00
Grind los, zwak ...	-	-	0,23
Grind matig, zw...	-	-	0,23
Grind vast, zwa...	-	-	0,23
Grind los, sterk ...	-	-	0,23
Grind matig, ste...	-	-	0,23
Grind vast, sterk...	-	-	0,23
Zand los	-	-	0,32
Zand matig	-	-	0,30
Zand vast	-	-	0,28
Zand zwak siltig	-	-	0,35
Zand sterk siltig	-	-	0,35
Leem slap, zwa...	-	-	0,40
Leem matig, zw...	-	-	0,40
Leem vast, zwa...	-	-	0,40
Leem sterk zan...	-	-	0,40
Klei slap	-	-	0,45
Klei matig	-	-	0,45
Klei vast	-	-	0,45
Klei slap, zwak ...	-	-	0,40
Klei matig, zwak...	-	-	0,40
Klei vast, zwak ...	-	-	0,40
Klei sterk zandig	-	-	0,40
Klei slap, organi...	-	-	0,45
Klei matig, orga...	-	-	0,45
Veen slap	-	-	0,48
Veen matig	-	-	0,48

2.10 Materiaalgegevens van de Leiding

Invoergegevens leiding no. 1

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]

Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

Invoergegevens leiding no. 2

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

Invoergegevens leiding no. 3

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

Invoergegevens leiding no. 4

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

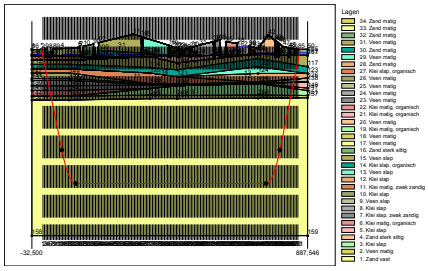
2.11 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollen	Nee	
Percentage leiding gevuld met vloeistof	100	[%]
Volume gewicht vloeistof	10,00	[kN/m³]
Relatieve verplaatsing	10,00	[mm]
Samendrukkingsconstante	6,00	[-]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500,00	[kN/m³]
Hoek van inwendige wrijving boorvloeistof	15,00	[graden]
Cohesie boorvloeistof	5,00	[kN/m²]
Opleghoek	30	[graden]
Belastingshoek	30	[graden]
Wrijvingsfactor leiding-rollenbaan (f1)	0,10	[-]
Wrijvingscoefficient leiding-boorvloeistof (f2)	0,000050	[N/mm²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0,20	[-]
Speciale spannings analyse	niet gebruikt	

2.12 Geometrie

2.12.1 Geometrie Sectie, Detail

Input View



2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht

Top View

2.13 Boorvloeistofdruk Gegevens

Diameter boorgat pilotboring	0,405	[m]
Uitwendige diameter pilotbuis	0,114	[m]
Diameter boorgat voorruimen	0,650	[m]
Uitwendige diameter buis voorruimen	0,114	[m]
Diameter uiteindelijke boorgat	0,650	[m]
Uitwendige diameter leiding	0,400	[m]
Debiet tijdens pilotboring	400,2	[liter/minute]
Debiet tijdens voorruimen	750,0	[liter/minute]
Debiet tijdens intrekken	3000,0	[liter/minute]
Factor debietverlies tijdens pilotboring	0,30	[-]
Factor debietverlies tijdens voorruimen	0,20	[-]
Factor debietverlies tijdens intrekken	0,20	[-]
Volumegewicht boorvloeistof	11,1	[kN/m³]
Zwichtspanning boorvloeistof	0,014	[kN/m²]
Viscositeit boorvloeistof	0,000040	[kN.s/m²]

2.14 Factoren

Veiligheidsfactor implosie (Lang)	3,0	[-]
Veiligheidsfactor implosie (Kort)	1,5	[-]
Onzekerheidsfactor volumegewicht materiaaltypen onder en boven freatische lijn	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor Cu/cohesie	1,40	[-]
Onzekerheidsfactor Phi	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor E-modulus	1,25	[-]
Onzekerheidsfactor trekkracht	1,80	[-]
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	1,60	[-]
Onzekerheidsfactor Qn	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor buigend moment	1,40	[-]
Importantie factor (S)	1,00	[-]
Volumegewicht water	10,00	[kN/m³]
Veiligheid dekking (gedraineerde lagen)	0,67	[-]
Veiligheid dekking (ongedraineerde lagen)	0,50	[-]

3 Boorvloeistofdrukken

3.1 Boorvloeistofdruk Gegevens

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	129	129	19	194
2	78	78	38	211
3	196	196	57	228
4	130	130	76	245
5	144	144	96	262
6	170	170	115	279
7	265	184	134	296
8	493	428	153	313
9	569	689	172	330
10	636	934	191	347
11	700	1151	210	364
12	762	1338	229	381
13	821	1494	248	397
14	879	1595	267	414
15	929	1684	284	429
16	972	1760	299	442
17	1008	1824	312	453
18	1038	1877	323	462
19	1063	1920	332	469
20	1081	1953	339	474
21	1094	1976	345	477
22	1102	1990	348	479
23	1105	1994	350	478
24	1105	1996	351	477
25	1107	1999	352	476
26	1056	1892	353	475
27	1042	1864	354	474
28	1116	2018	355	473
29	1119	2025	356	472
30	1122	2031	357	471
31	1125	2037	358	470
32	1128	2043	359	469
33	1131	2050	360	468
34	1134	2056	361	467
35	1049	1878	362	466
36	1042	1865	363	465
37	1042	1865	364	464
38	1115	2015	365	463
39	1128	2043	366	462
40	1130	2046	367	461
41	1131	2050	368	460
42	1133	2053	369	459
43	1135	2057	370	458
44	1136	2060	371	457
45	1138	2064	372	456
46	1140	2067	373	455
47	1142	2071	374	454
48	1143	2074	375	453
49	1145	2078	376	452
50	1147	2081	377	451
51	1148	2085	378	450
52	1150	2088	379	449
53	1152	2092	380	448
54	1153	2095	381	447
55	1155	2099	382	446
56	1157	2102	383	445
57	1158	2106	384	444

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
58	1160	2109	385	443
59	1162	2113	386	442
60	1163	2116	387	441
61	1165	2120	388	440
62	1163	2116	389	439
63	1160	2110	390	438
64	1158	2105	391	437
65	1155	2100	392	436
66	1153	2094	393	435
67	1051	1883	394	434
68	1147	2083	395	433
69	1145	2078	396	432
70	1143	2073	398	431
71	1140	2068	399	430
72	1137	2062	400	429
73	1135	2057	401	428
74	1132	2051	402	427
75	1129	2045	403	425
76	1126	2038	404	424
77	1123	2032	405	423
78	1120	2026	406	422
79	1117	2020	407	421
80	1114	2014	408	420
81	1111	2008	409	419
82	1108	2001	410	418
83	1105	1995	411	417
84	1102	1988	412	416
85	1091	1966	413	415
86	1046	1872	414	414
87	1091	1967	415	413
88	1085	1954	416	412
89	1084	1951	417	411
90	1083	1950	418	410
91	1082	1948	419	409
92	1045	1870	420	408
93	1077	1937	421	407
94	1074	1931	422	406
95	1071	1925	423	405
96	1073	1929	424	404
97	1076	1934	425	403
98	1078	1938	426	402
99	1071	1925	427	401
100	1064	1909	428	400
101	1084	1952	429	399
102	1086	1956	430	398
103	1089	1961	431	397
104	1091	1965	432	396
105	1093	1970	433	395
106	1095	1974	434	394
107	1096	1977	435	393
108	1098	1980	436	392
109	1099	1984	437	391
110	1101	1987	438	390
111	1103	1990	439	389
112	1104	1993	440	388
113	1106	1997	441	387
114	1107	2000	442	386
115	1039	1857	443	385
116	1110	2006	444	384
117	1112	2010	445	383
118	1114	2013	446	382
119	1065	1912	447	381
120	1033	1844	448	380
121	1032	1843	449	379

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken pilot [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
122	1032	1842	450	378
123	1103	1991	451	377
124	1120	2026	452	376
125	1118	2022	453	375
126	1117	2019	454	374
127	1115	2016	455	373
128	1113	2012	456	372
129	1112	2009	457	371
130	1110	2005	458	370
131	1067	1916	459	369
132	1067	1915	460	368
133	1066	1914	461	367
134	1066	1913	462	366
135	1065	1912	464	365
136	1065	1912	465	364
137	1064	1911	466	363
138	1064	1910	467	362
139	1074	1931	468	361
140	1072	1926	469	360
141	1070	1921	470	358
142	1067	1916	471	357
143	1065	1911	472	356
144	1062	1906	473	355
145	1068	1919	474	354
146	1079	1940	475	353
147	1089	1962	476	352
148	1099	1983	477	351
149	1109	2004	478	350
150	1119	2025	479	349
151	1125	2039	478	347
152	1116	2022	476	343
153	1095	1983	472	337
154	1068	1935	466	329
155	1036	1876	458	319
156	927	1661	448	307
157	952	1725	437	293
158	840	1507	423	277
159	839	1521	407	259
160	774	1392	390	240
161	706	1206	373	221
162	641	1010	356	202
163	573	790	339	183
164	501	554	322	164
165	374	276	305	144
166	205	170	288	125
167	187	187	271	106
168	120	120	254	87
169	116	116	237	68
170	76	76	220	49
171	63	63	203	30

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	103	103	19	19
2	73	73	37	38
3	196	196	56	57
4	130	130	74	76
5	144	144	93	96
6	170	170	112	115
7	265	184	130	134
8	493	344	149	153
9	569	550	167	172
10	636	764	186	191

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
11	700	976	205	210
12	762	1176	223	229
13	821	1360	242	248
14	879	1524	260	267
15	929	1660	277	284
16	972	1760	291	299
17	1008	1824	304	312
18	1038	1877	314	323
19	1063	1920	323	332
20	1081	1953	330	339
21	1094	1976	334	345
22	1102	1990	337	348
23	1105	1994	338	350
24	1105	1996	339	351
25	1107	1999	340	352
26	1056	1892	340	353
27	1042	1864	341	354
28	1116	2018	341	355
29	1119	2025	342	356
30	1122	2031	342	357
31	1125	2037	343	358
32	1128	2043	343	359
33	1131	2050	344	360
34	1134	2056	344	361
35	1049	1878	345	362
36	1042	1865	345	363
37	1042	1865	346	364
38	1115	2015	347	365
39	1128	2043	347	366
40	1130	2046	348	367
41	1131	2050	348	368
42	1133	2053	349	369
43	1135	2057	349	370
44	1136	2060	350	371
45	1138	2064	350	372
46	1140	2067	351	373
47	1142	2071	351	374
48	1143	2074	352	375
49	1145	2078	353	376
50	1147	2081	353	377
51	1148	2085	354	378
52	1150	2088	354	379
53	1152	2092	355	380
54	1153	2095	355	381
55	1155	2099	356	382
56	1157	2102	356	383
57	1158	2106	357	384
58	1160	2109	357	385
59	1162	2113	358	386
60	1163	2116	358	387
61	1165	2120	359	386
62	1163	2116	360	386
63	1160	2110	360	385
64	1158	2105	361	385
65	1155	2100	361	384
66	1153	2094	362	384
67	1051	1883	362	383
68	1147	2083	363	383
69	1145	2078	363	382
70	1143	2073	364	381
71	1140	2068	364	381
72	1137	2062	365	380
73	1135	2057	365	380
74	1132	2051	366	379

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
75	1129	2045	367	379
76	1126	2038	367	378
77	1123	2032	368	378
78	1120	2026	368	377
79	1117	2020	369	377
80	1114	2014	369	376
81	1111	2008	370	376
82	1108	2001	370	375
83	1105	1995	371	374
84	1102	1988	371	374
85	1091	1966	372	373
86	1046	1872	373	373
87	1091	1967	373	372
88	1085	1954	374	372
89	1084	1951	374	371
90	1083	1950	375	371
91	1082	1948	375	370
92	1045	1870	376	370
93	1077	1937	376	369
94	1074	1931	377	368
95	1071	1925	377	368
96	1073	1929	378	367
97	1076	1934	378	367
98	1078	1938	379	366
99	1071	1925	380	366
100	1064	1909	380	365
101	1084	1952	381	365
102	1086	1956	381	364
103	1089	1961	382	364
104	1091	1965	382	363
105	1093	1970	383	363
106	1095	1974	383	362
107	1096	1977	384	361
108	1098	1980	384	361
109	1099	1984	385	360
110	1101	1987	385	360
111	1103	1990	386	359
112	1104	1993	387	359
113	1106	1997	387	358
114	1107	2000	386	358
115	1039	1857	385	357
116	1110	2006	384	357
117	1112	2010	383	356
118	1114	2013	382	356
119	1065	1912	381	355
120	1033	1844	380	354
121	1032	1843	379	354
122	1032	1842	378	353
123	1103	1991	377	353
124	1120	2026	376	352
125	1118	2022	375	352
126	1117	2019	374	351
127	1115	2016	373	351
128	1113	2012	372	350
129	1112	2009	371	350
130	1110	2005	370	349
131	1067	1916	369	348
132	1067	1915	368	348
133	1066	1914	367	347
134	1066	1913	366	347
135	1065	1912	365	346
136	1065	1912	364	346
137	1064	1911	363	345
138	1064	1910	362	345

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken voorruimen [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
139	1074	1931	361	344
140	1072	1926	360	344
141	1070	1921	358	343
142	1067	1916	357	343
143	1065	1911	356	342
144	1062	1906	355	341
145	1068	1919	354	341
146	1079	1940	353	340
147	1089	1962	352	340
148	1099	1983	351	339
149	1109	2004	350	339
150	1119	2025	349	338
151	1125	2039	347	336
152	1116	2022	343	332
153	1095	1983	337	327
154	1068	1935	329	319
155	1036	1876	319	310
156	927	1661	307	298
157	952	1725	293	285
158	840	1455	277	270
159	839	1434	259	252
160	774	1249	240	234
161	706	1047	221	215
162	641	847	202	196
163	573	642	183	178
164	501	443	164	159
165	374	230	144	141
166	205	170	125	122
167	187	187	106	103
168	120	120	87	85
169	116	116	68	66
170	76	76	49	48
171	58	58	30	29

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
1	103	103	19	19
2	73	73	39	37
3	196	196	58	56
4	130	130	78	74
5	144	144	97	93
6	170	170	116	112
7	265	184	136	130
8	493	344	155	149
9	569	550	174	167
10	636	764	194	186
11	700	976	213	205
12	762	1176	233	223
13	821	1360	252	242
14	879	1524	271	260
15	929	1660	288	277
16	972	1760	304	291
17	1008	1824	317	304
18	1038	1877	328	314
19	1063	1920	338	323
20	1081	1953	345	330
21	1094	1976	351	334
22	1102	1990	354	337
23	1105	1994	356	338
24	1105	1996	357	339
25	1107	1999	359	340
26	1056	1892	360	340
27	1042	1864	361	341

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
28	1116	2018	363	341
29	1119	2025	364	342
30	1122	2031	365	342
31	1125	2037	366	343
32	1128	2043	368	343
33	1131	2050	369	344
34	1134	2056	370	344
35	1049	1878	372	345
36	1042	1865	373	345
37	1042	1865	374	346
38	1115	2015	375	347
39	1128	2043	377	347
40	1130	2046	378	348
41	1131	2050	379	348
42	1133	2053	381	349
43	1135	2057	382	349
44	1136	2060	383	350
45	1138	2064	384	350
46	1140	2067	386	351
47	1142	2071	387	351
48	1143	2074	388	352
49	1145	2078	389	353
50	1147	2081	391	353
51	1148	2085	392	354
52	1150	2088	391	354
53	1152	2092	391	355
54	1153	2095	390	355
55	1155	2099	390	356
56	1157	2102	389	356
57	1158	2106	388	357
58	1160	2109	388	357
59	1162	2113	387	358
60	1163	2116	387	358
61	1165	2120	386	359
62	1163	2116	386	360
63	1160	2110	385	360
64	1158	2105	385	361
65	1155	2100	384	361
66	1153	2094	384	362
67	1051	1883	383	362
68	1147	2083	383	363
69	1145	2078	382	363
70	1143	2073	381	364
71	1140	2068	381	364
72	1137	2062	380	365
73	1135	2057	380	365
74	1132	2051	379	366
75	1129	2045	379	367
76	1126	2038	378	367
77	1123	2032	378	368
78	1120	2026	377	368
79	1117	2020	377	369
80	1114	2014	376	369
81	1111	2008	376	370
82	1108	2001	375	370
83	1105	1995	374	371
84	1102	1988	374	371
85	1091	1966	373	372
86	1046	1872	373	373
87	1091	1967	372	373
88	1085	1954	372	374
89	1084	1951	371	374
90	1083	1950	371	375
91	1082	1948	370	375

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
92	1045	1870	370	376
93	1077	1937	369	376
94	1074	1931	368	377
95	1071	1925	368	377
96	1073	1929	367	378
97	1076	1934	367	378
98	1078	1938	366	379
99	1071	1925	366	380
100	1064	1909	365	380
101	1084	1952	365	381
102	1086	1956	364	381
103	1089	1961	364	382
104	1091	1965	363	382
105	1093	1970	363	383
106	1095	1974	362	383
107	1096	1977	361	384
108	1098	1980	361	384
109	1099	1984	360	385
110	1101	1987	360	385
111	1103	1990	359	386
112	1104	1993	359	387
113	1106	1997	358	387
114	1107	2000	358	388
115	1039	1857	357	388
116	1110	2006	357	389
117	1112	2010	356	389
118	1114	2013	356	390
119	1065	1912	355	390
120	1033	1844	354	391
121	1032	1843	354	391
122	1032	1842	353	391
123	1103	1991	353	390
124	1120	2026	352	389
125	1118	2022	352	388
126	1117	2019	351	386
127	1115	2016	351	385
128	1113	2012	350	384
129	1112	2009	350	383
130	1110	2005	349	381
131	1067	1916	348	380
132	1067	1915	348	379
133	1066	1914	347	377
134	1066	1913	347	376
135	1065	1912	346	375
136	1065	1912	346	374
137	1064	1911	345	372
138	1064	1910	345	371
139	1074	1931	344	370
140	1072	1926	344	368
141	1070	1921	343	367
142	1067	1916	343	366
143	1065	1911	342	365
144	1062	1906	341	363
145	1068	1919	341	362
146	1079	1940	340	361
147	1089	1962	340	359
148	1099	1983	339	358
149	1109	2004	339	357
150	1119	2025	338	356
151	1125	2039	336	353
152	1116	2022	332	348
153	1095	1983	327	342
154	1068	1935	319	334
155	1036	1876	310	324

Verticaal nr.	Boorvloeistofdrukken intrekken [kN/m²]			
	Max, deformatie	Max, gronddruk	Min, links	Min, rechts
156	927	1661	298	311
157	952	1725	285	297
158	840	1455	270	281
159	839	1434	252	263
160	774	1249	234	243
161	706	1047	215	224
162	641	847	196	205
163	573	642	178	185
164	501	443	159	166
165	374	230	141	147
166	205	170	122	127
167	187	187	103	108
168	120	120	85	88
169	116	116	66	69
170	76	76	48	50
171	58	58	29	30

De minimaal vereiste mud druk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende maximaal toelaatbare mud drukken. De maximale druk gebaseerd op deformatie houdt rekening met de vorming van scheuren rond het boorgat, terwijl de maximale druk gebaseerd op gronddruk een frac-out aangeeft richting maaiveld.

3.2 Evenwicht tussen Waterdruk en Boorvloeistofdruk

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			
	Boorvloeistof [kN/m²]	Water [kN/m²]	Veiligheidsfactor [-]	Resultaat
1	18	5	3,58	voldoet
2	36	21	1,71	voldoet
3	54	37	1,46	voldoet
4	72	53	1,36	voldoet
5	90	69	1,30	voldoet
6	108	85	1,27	voldoet
7	126	101	1,25	voldoet
8	144	117	1,23	voldoet
9	162	134	1,21	voldoet
10	180	150	1,20	voldoet
11	198	166	1,19	voldoet
12	216	182	1,19	voldoet
13	234	199	1,18	voldoet
14	252	215	1,17	voldoet
15	268	229	1,17	voldoet
16	282	242	1,17	voldoet
17	294	252	1,17	voldoet
18	304	261	1,16	voldoet
19	312	269	1,16	voldoet
20	318	274	1,16	voldoet
21	323	278	1,16	voldoet
22	325	280	1,16	voldoet
23	326	281	1,16	voldoet
24	326	281	1,16	voldoet
25	326	281	1,16	voldoet
26	326	281	1,16	voldoet
27	326	281	1,16	voldoet
28	326	281	1,16	voldoet
29	326	281	1,16	voldoet
30	326	281	1,16	voldoet
31	326	281	1,16	voldoet
32	326	281	1,16	voldoet
33	326	281	1,16	voldoet
34	326	281	1,16	voldoet
35	326	281	1,16	voldoet
36	326	281	1,16	voldoet
37	326	281	1,16	voldoet
38	326	281	1,16	voldoet

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			
	Boorvloeistof [kN/m²]	Water [kN/m²]	Veiligheidsfactor [-]	Resultaat
39	326	281	1,16	voldoet
40	326	281	1,16	voldoet
41	326	281	1,16	voldoet
42	326	281	1,16	voldoet
43	326	281	1,16	voldoet
44	326	281	1,16	voldoet
45	326	281	1,16	voldoet
46	326	281	1,16	voldoet
47	326	281	1,16	voldoet
48	326	281	1,16	voldoet
49	326	281	1,16	voldoet
50	326	281	1,16	voldoet
51	326	281	1,16	voldoet
52	326	281	1,16	voldoet
53	326	281	1,16	voldoet
54	326	281	1,16	voldoet
55	326	281	1,16	voldoet
56	326	281	1,16	voldoet
57	326	281	1,16	voldoet
58	326	281	1,16	voldoet
59	326	281	1,16	voldoet
60	326	281	1,16	voldoet
61	326	281	1,16	voldoet
62	326	281	1,16	voldoet
63	326	281	1,16	voldoet
64	326	281	1,16	voldoet
65	326	281	1,16	voldoet
66	326	281	1,16	voldoet
67	326	281	1,16	voldoet
68	326	281	1,16	voldoet
69	326	281	1,16	voldoet
70	326	281	1,16	voldoet
71	326	281	1,16	voldoet
72	326	281	1,16	voldoet
73	326	281	1,16	voldoet
74	326	281	1,16	voldoet
75	326	281	1,16	voldoet
76	326	281	1,16	voldoet
77	326	281	1,16	voldoet
78	326	281	1,16	voldoet
79	326	281	1,16	voldoet
80	326	281	1,16	voldoet
81	326	281	1,16	voldoet
82	326	281	1,16	voldoet
83	326	281	1,16	voldoet
84	326	281	1,16	voldoet
85	326	281	1,16	voldoet
86	326	281	1,16	voldoet
87	326	281	1,16	voldoet
88	326	281	1,16	voldoet
89	326	281	1,16	voldoet
90	326	281	1,16	voldoet
91	326	281	1,16	voldoet
92	326	281	1,16	voldoet
93	326	281	1,16	voldoet
94	326	281	1,16	voldoet
95	326	281	1,16	voldoet
96	326	281	1,16	voldoet
97	326	281	1,16	voldoet
98	326	281	1,16	voldoet
99	326	281	1,16	voldoet
100	326	281	1,16	voldoet
101	326	281	1,16	voldoet
102	326	281	1,16	voldoet

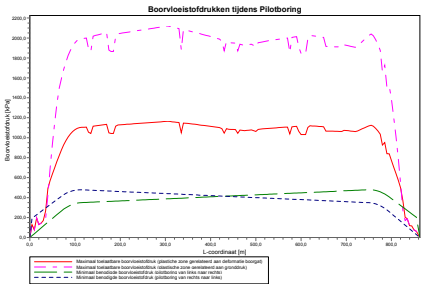
Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			
	Boorvloeistof [kN/m²]	Water [kN/m²]	Veiligheidsfactor [-]	Resultaat
103	326	281	1,16	voldoet
104	326	281	1,16	voldoet
105	326	281	1,16	voldoet
106	326	281	1,16	voldoet
107	326	281	1,16	voldoet
108	326	281	1,16	voldoet
109	326	281	1,16	voldoet
110	326	281	1,16	voldoet
111	326	281	1,16	voldoet
112	326	281	1,16	voldoet
113	326	281	1,16	voldoet
114	326	281	1,16	voldoet
115	326	281	1,16	voldoet
116	326	281	1,16	voldoet
117	326	281	1,16	voldoet
118	326	281	1,16	voldoet
119	326	281	1,16	voldoet
120	326	281	1,16	voldoet
121	326	281	1,16	voldoet
122	326	281	1,16	voldoet
123	326	281	1,16	voldoet
124	326	281	1,16	voldoet
125	326	281	1,16	voldoet
126	326	281	1,16	voldoet
127	326	281	1,16	voldoet
128	326	281	1,16	voldoet
129	326	281	1,16	voldoet
130	326	281	1,16	voldoet
131	326	281	1,16	voldoet
132	326	281	1,16	voldoet
133	326	281	1,16	voldoet
134	326	281	1,16	voldoet
135	326	281	1,16	voldoet
136	326	281	1,16	voldoet
137	326	281	1,16	voldoet
138	326	281	1,16	voldoet
139	326	281	1,16	voldoet
140	326	281	1,16	voldoet
141	326	281	1,16	voldoet
142	326	281	1,16	voldoet
143	326	281	1,16	voldoet
144	326	281	1,16	voldoet
145	326	281	1,16	voldoet
146	326	281	1,16	voldoet
147	326	281	1,16	voldoet
148	326	281	1,16	voldoet
149	326	281	1,16	voldoet
150	326	281	1,16	voldoet
151	324	280	1,16	voldoet
152	321	277	1,16	voldoet
153	316	272	1,16	voldoet
154	309	266	1,16	voldoet
155	300	258	1,16	voldoet
156	289	248	1,17	voldoet
157	276	236	1,17	voldoet
158	261	223	1,17	voldoet
159	245	208	1,18	voldoet
160	227	192	1,18	voldoet
161	208	175	1,19	voldoet
162	190	159	1,20	voldoet
163	172	143	1,21	voldoet
164	154	127	1,22	voldoet
165	136	110	1,24	voldoet
166	118	94	1,26	voldoet

Verticaal nr.	Hydrostatische kolomdruk			
	Boorvloeistof [kN/m²]	Water [kN/m²]	Veiligheidsfactor [-]	Resultaat
167	100	79	1,27	voldoet
168	82	63	1,30	voldoet
169	64	48	1,34	voldoet
170	46	33	1,41	voldoet
171	28	17	1,62	voldoet

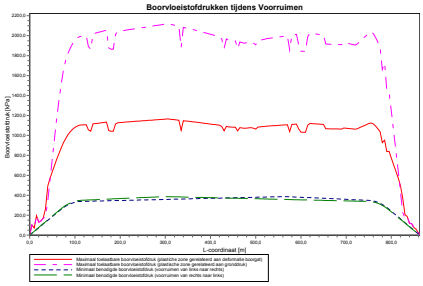
De statische mud druk is berekend en kan worden vergeleken met de berekende grondwater druk. De veiligheids factor wordt bepaald door de verhouding van mud druk en grondwater druk. Deze moet hoger zijn dan de vereiste veiligheidsfactor van 1,10

3.3 Boorvloeistofdruk Grafieken

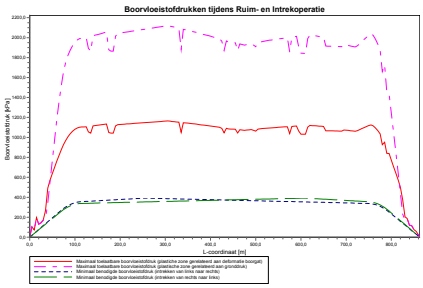
3.3.1 Boorvloeistofdrukken tijdens Pilotboring



3.3.2 Boorvloeistofdrukken tijdens Voorruimen



3.3.3 Boorvloeistofdrukken tijdens Ruim- en Intrekoperatie



4 Grondmechanische Parameters

4.1 Grondmechanische Parameters 1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m²
Pv,r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m³
Pv;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m²
dmax	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
1	53	24	18	24	144758
2	51	27	14	19	708
3	99	15	8	10	5263
4	38	18	8	11	2764
5	87	23	10	14	2974
6	78	32	13	18	3286
7	779	51	17	22	60736
8	1082	83	17	23	270563
9	1234	101	11	15	270563
10	1374	119	9	13	270563
11	1507	138	9	12	270563
12	1632	156	9	12	270563
13	1752	174	9	12	270563
14	1866	192	9	12	270563
15	1964	208	9	12	270563
16	2048	222	9	12	270563
17	2119	234	9	12	270563
18	2177	244	9	12	270563
19	2224	253	9	12	270563
20	2260	259	9	12	270563
21	2285	264	9	12	270563
22	2300	267	9	12	270563
23	2306	268	9	12	270563
24	2308	268	9	12	270563
25	2313	269	9	12	270563
26	2171	243	9	12	270563
27	2133	237	9	12	270563
28	2338	273	9	12	270563
29	2346	275	9	12	270563
30	2354	276	9	12	270563
31	2362	278	9	12	270563
32	2371	280	9	12	270563
33	2379	281	9	12	270563
34	2387	283	9	12	270563
35	2152	240	9	12	270563
36	2135	237	9	12	270563
37	2135	237	9	12	270563
38	2333	273	9	12	270563
39	2370	279	9	12	270563
40	2375	280	9	12	270563
41	2379	281	9	12	270563
42	2384	282	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
43	2389	283	9	12	270563
44	2393	284	9	12	270563
45	2398	285	9	12	270563
46	2402	285	9	12	270563
47	2407	286	9	12	270563
48	2412	287	9	12	270563
49	2416	288	9	12	270563
50	2421	289	9	12	270563
51	2426	290	9	12	270563
52	2430	291	9	12	270563
53	2435	291	9	12	270563
54	2439	292	9	12	270563
55	2444	293	9	12	270563
56	2448	294	9	12	270563
57	2453	295	9	12	270563
58	2458	296	9	12	270563
59	2462	297	9	12	270563
60	2467	298	9	12	270563
61	2471	298	9	12	270563
62	2466	297	9	12	270563
63	2459	296	9	12	270563
64	2452	295	9	12	270563
65	2445	293	9	12	270563
66	2438	292	9	12	270563
67	2159	241	9	12	270563
68	2423	289	9	12	270563
69	2417	288	9	12	270563
70	2410	287	9	12	270563
71	2403	285	9	12	270563
72	2396	284	9	12	270563
73	2388	283	9	12	270563
74	2380	281	9	12	270563
75	2372	280	9	12	270563
76	2364	278	9	12	270563
77	2356	277	9	12	270563
78	2348	275	9	12	270563
79	2340	274	9	12	270563
80	2332	272	9	12	270563
81	2324	271	9	12	270563
82	2315	269	9	12	270563
83	2307	268	9	12	270563
84	2298	266	9	12	270563
85	2269	261	9	12	270563
86	2144	239	9	12	270563
87	2269	261	9	12	270563
88	2252	258	9	12	270563
89	2249	257	9	12	270563
90	2247	257	9	12	270563
91	2245	257	9	12	270563
92	2142	238	9	12	270563
93	2231	254	9	12	270563
94	2223	253	9	12	270563
95	2215	251	9	12	270563
96	2220	252	9	12	270563
97	2226	253	9	12	270563
98	2232	254	9	12	270563
99	2215	251	9	12	270563
100	2193	247	9	12	270563
101	2250	257	9	12	270563
102	2256	259	9	12	270563
103	2262	260	9	12	270563
104	2268	261	9	12	270563
105	2274	262	9	12	270563
106	2279	263	9	12	270563
107	2283	263	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
108	2288	264	9	12	270563
109	2292	265	9	12	270563
110	2296	266	9	12	270563
111	2300	267	9	12	270563
112	2305	267	9	12	270563
113	2309	268	9	12	270563
114	2313	269	9	12	270563
115	2125	235	9	12	270563
116	2322	271	9	12	270563
117	2326	271	9	12	270563
118	2331	272	9	12	270563
119	2197	248	9	12	270563
120	2108	232	9	12	270563
121	2106	232	9	12	270563
122	2105	232	9	12	270563
123	2302	267	9	12	270563
124	2347	275	9	12	270563
125	2343	274	9	12	270563
126	2338	274	9	12	270563
127	2334	273	9	12	270563
128	2329	272	9	12	270563
129	2325	271	9	12	270563
130	2320	270	9	12	270563
131	2203	249	9	12	270563
132	2201	249	9	12	270563
133	2200	249	9	12	270563
134	2199	248	9	12	270563
135	2198	248	9	12	270563
136	2197	248	9	12	270563
137	2195	248	9	12	270563
138	2194	248	9	12	270563
139	2223	253	9	12	270563
140	2216	251	9	12	270563
141	2210	250	9	12	270563
142	2203	249	9	12	270563
143	2197	248	9	12	270563
144	2190	247	9	12	270563
145	2206	250	9	12	270563
146	2235	255	9	12	270563
147	2263	260	9	12	270563
148	2291	265	9	12	270563
149	2319	270	9	12	270563
150	2346	275	9	12	270563
151	2366	279	9	12	270563
152	2348	275	9	12	270563
153	2303	267	9	12	270563
154	2248	257	9	12	270563
155	2181	245	9	12	270563
156	1908	199	9	12	270563
157	2009	215	9	12	270563
158	1736	171	9	12	270563
159	1777	178	9	12	270563
160	1639	157	9	12	270563
161	1495	136	9	12	270563
162	1359	117	9	12	270563
163	1215	99	9	12	270563
164	1061	80	10	14	270563
165	746	48	13	17	270563
166	796	53	17	23	2089
167	114	45	17	23	19894
168	94	35	15	20	1332
169	82	29	14	18	1698
170	51	23	11	15	1139
171	38	18	14	18	539

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
1	0	1062	134	744	53	0,05	8
2	0	2088	149	1461	51	0,05	8
3	0	3939	239	2757	113	0,05	8
4	0	2513	129	1759	38	0,05	8
5	0	3848	288	2693	87	0,05	8
6	0	2013	180	1409	78	0,05	8
7	0	270563	2453	189394	779	0,05	8
8	0	270563	3946	189394	1082	0,05	8
9	0	270563	4798	189394	1234	0,05	8
10	0	270563	5650	189394	1374	0,05	8
11	0	270563	6502	189394	1507	0,05	8
12	0	270563	7355	189394	1632	0,05	8
13	0	270563	8207	189394	1752	0,05	8
14	0	270563	9046	189394	1866	0,05	8
15	0	270563	9801	189394	1964	0,05	8
16	0	270563	10461	189394	2048	0,05	8
17	0	270563	11028	189394	2119	0,05	8
18	0	270563	11504	189394	2177	0,05	8
19	0	270563	11893	189394	2224	0,05	8
20	0	270563	12196	189394	2260	0,05	8
21	0	270563	12413	189394	2285	0,05	8
22	0	270563	12543	189394	2300	0,05	8
23	0	270563	12588	189394	2306	0,05	8
24	0	270563	12606	189394	2308	0,05	8
25	0	270563	12647	189394	2313	0,05	8
26	0	270563	11458	189394	2171	0,05	8
27	0	270563	11148	189394	2133	0,05	8
28	0	270563	12863	189394	2338	0,05	8
29	0	270563	12934	189394	2346	0,05	8
30	0	270563	13005	189394	2354	0,05	8
31	0	270563	13076	189394	2362	0,05	8
32	0	270563	13147	189394	2371	0,05	8
33	0	270563	13217	189394	2379	0,05	8
34	0	270563	13288	189394	2387	0,05	8
35	0	270563	11299	189394	2152	0,05	8
36	0	270563	11158	189394	2135	0,05	8
37	0	270563	11159	189394	2135	0,05	8
38	0	270563	12822	189394	2333	0,05	8
39	0	270563	13140	189394	2370	0,05	8
40	0	270563	13181	189394	2375	0,05	8
41	0	270563	13221	189394	2379	0,05	8
42	0	270563	13262	189394	2384	0,05	8
43	0	270563	13302	189394	2389	0,05	8
44	0	270563	13342	189394	2393	0,05	8
45	0	270563	13383	189394	2398	0,05	8
46	0	270563	13423	189394	2402	0,05	8
47	0	270563	13464	189394	2407	0,05	8
48	0	270563	13504	189394	2412	0,05	8
49	0	270563	13545	189394	2416	0,05	8
50	0	270563	13585	189394	2421	0,05	8
51	0	270563	13625	189394	2426	0,05	8
52	0	270563	13666	189394	2430	0,05	8
53	0	270563	13706	189394	2435	0,05	8
54	0	270563	13747	189394	2439	0,05	8
55	0	270563	13787	189394	2444	0,05	8
56	0	270563	13828	189394	2448	0,05	8
57	0	270563	13868	189394	2453	0,05	8
58	0	270563	13908	189394	2458	0,05	8
59	0	270563	13949	189394	2462	0,05	8
60	0	270563	13989	189394	2467	0,05	8
61	0	270563	14030	189394	2471	0,05	8
62	0	270563	13982	189394	2466	0,05	8
63	0	270563	13920	189394	2459	0,05	8
64	0	270563	13858	189394	2452	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
65	0	270563	13797	189394	2445	0,05	8
66	0	270563	13735	189394	2438	0,05	8
67	0	270563	11356	189394	2159	0,05	8
68	0	270563	13600	189394	2423	0,05	8
69	0	270563	13550	189394	2417	0,05	8
70	0	270563	13488	189394	2410	0,05	8
71	0	270563	13426	189394	2403	0,05	8
72	0	270563	13365	189394	2396	0,05	8
73	0	270563	13298	189394	2388	0,05	8
74	0	270563	13229	189394	2380	0,05	8
75	0	270563	13160	189394	2372	0,05	8
76	0	270563	13091	189394	2364	0,05	8
77	0	270563	13022	189394	2356	0,05	8
78	0	270563	12952	189394	2348	0,05	8
79	0	270563	12883	189394	2340	0,05	8
80	0	270563	12812	189394	2332	0,05	8
81	0	270563	12739	189394	2324	0,05	8
82	0	270563	12666	189394	2315	0,05	8
83	0	270563	12594	189394	2307	0,05	8
84	0	270563	12521	189394	2298	0,05	8
85	0	270563	12271	189394	2269	0,05	8
86	0	270563	11237	189394	2144	0,05	8
87	0	270563	12278	189394	2269	0,05	8
88	0	270563	12135	189394	2252	0,05	8
89	0	270563	12103	189394	2249	0,05	8
90	0	270563	12093	189394	2247	0,05	8
91	0	270563	12072	189394	2245	0,05	8
92	0	270563	11220	189394	2142	0,05	8
93	0	270563	11951	189394	2231	0,05	8
94	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
95	0	270563	11820	189394	2215	0,05	8
96	0	270563	11863	189394	2220	0,05	8
97	0	270563	11914	189394	2226	0,05	8
98	0	270563	11964	189394	2232	0,05	8
99	0	270563	11817	189394	2215	0,05	8
100	0	270563	11640	189394	2193	0,05	8
101	0	270563	12115	189394	2250	0,05	8
102	0	270563	12165	189394	2256	0,05	8
103	0	270563	12215	189394	2262	0,05	8
104	0	270563	12266	189394	2268	0,05	8
105	0	270563	12316	189394	2274	0,05	8
106	0	270563	12358	189394	2279	0,05	8
107	0	270563	12395	189394	2283	0,05	8
108	0	270563	12431	189394	2288	0,05	8
109	0	270563	12468	189394	2292	0,05	8
110	0	270563	12505	189394	2296	0,05	8
111	0	270563	12542	189394	2300	0,05	8
112	0	270563	12578	189394	2305	0,05	8
113	0	270563	12615	189394	2309	0,05	8
114	0	270563	12652	189394	2313	0,05	8
115	0	270563	11075	189394	2125	0,05	8
116	0	270563	12725	189394	2322	0,05	8
117	0	270563	12762	189394	2326	0,05	8
118	0	270563	12799	189394	2331	0,05	8
119	0	270563	11674	189394	2197	0,05	8
120	0	270563	10938	189394	2108	0,05	8
121	0	270563	10928	189394	2106	0,05	8
122	0	270563	10918	189394	2105	0,05	8
123	0	270563	12555	189394	2302	0,05	8
124	0	270563	12945	189394	2347	0,05	8
125	0	270563	12906	189394	2343	0,05	8
126	0	270563	12867	189394	2338	0,05	8
127	0	270563	12829	189394	2334	0,05	8
128	0	270563	12790	189394	2329	0,05	8
129	0	270563	12751	189394	2325	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
130	0	270563	12712	189394	2320	0,05	8
131	0	270563	11718	189394	2203	0,05	8
132	0	270563	11708	189394	2201	0,05	8
133	0	270563	11698	189394	2200	0,05	8
134	0	270563	11688	189394	2199	0,05	8
135	0	270563	11678	189394	2198	0,05	8
136	0	270563	11668	189394	2197	0,05	8
137	0	270563	11658	189394	2195	0,05	8
138	0	270563	11649	189394	2194	0,05	8
139	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
140	0	270563	11830	189394	2216	0,05	8
141	0	270563	11776	189394	2210	0,05	8
142	0	270563	11721	189394	2203	0,05	8
143	0	270563	11667	189394	2197	0,05	8
144	0	270563	11613	189394	2190	0,05	8
145	0	270563	11747	189394	2206	0,05	8
146	0	270563	11985	189394	2235	0,05	8
147	0	270563	12223	189394	2263	0,05	8
148	0	270563	12461	189394	2291	0,05	8
149	0	270563	12699	189394	2319	0,05	8
150	0	270563	12934	189394	2346	0,05	8
151	0	270563	13108	189394	2366	0,05	8
152	0	270563	12949	189394	2348	0,05	8
153	0	270563	12566	189394	2303	0,05	8
154	0	270563	12096	189394	2248	0,05	8
155	0	270563	11537	189394	2181	0,05	8
156	0	270563	9365	189394	1908	0,05	8
157	0	270563	10148	189394	2009	0,05	8
158	0	270563	8087	189394	1736	0,05	8
159	0	270563	8382	189394	1777	0,05	8
160	0	270563	7400	189394	1639	0,05	8
161	0	270563	6417	189394	1495	0,05	8
162	0	270563	5545	189394	1359	0,05	8
163	0	270563	4678	189394	1215	0,05	8
164	0	270563	3812	189394	1061	0,05	8
165	0	270563	2302	189394	746	0,05	8
166	0	270563	2525	189394	796	0,05	8
167	0	2708	351	1896	114	0,05	8
168	0	18582	273	13007	94	0,05	8
169	0	1921	231	1345	82	0,05	8
170	0	1107	127	775	51	0,05	8
171	0	739	119	518	38	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 298 kN/m²
Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 24 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 270563 kN/m³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 554260 kN/m³

4.2 Grondmechanische Parameters 2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m²
Pv,r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m³
Pv;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m²

dmax Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
1	53	24	18	24	144758
2	51	27	14	19	708
3	99	15	8	10	5263
4	38	18	8	11	2764
5	87	23	10	14	2974
6	78	32	13	18	3286
7	779	51	17	22	60736
8	1082	83	17	23	270563
9	1234	101	11	15	270563
10	1374	119	9	13	270563
11	1507	138	9	12	270563
12	1632	156	9	12	270563
13	1752	174	9	12	270563
14	1866	192	9	12	270563
15	1964	208	9	12	270563
16	2048	222	9	12	270563
17	2119	234	9	12	270563
18	2177	244	9	12	270563
19	2224	253	9	12	270563
20	2260	259	9	12	270563
21	2285	264	9	12	270563
22	2300	267	9	12	270563
23	2306	268	9	12	270563
24	2308	268	9	12	270563
25	2313	269	9	12	270563
26	2171	243	9	12	270563
27	2133	237	9	12	270563
28	2338	273	9	12	270563
29	2346	275	9	12	270563
30	2354	276	9	12	270563
31	2362	278	9	12	270563
32	2371	280	9	12	270563
33	2379	281	9	12	270563
34	2387	283	9	12	270563
35	2152	240	9	12	270563
36	2135	237	9	12	270563
37	2135	237	9	12	270563
38	2333	273	9	12	270563
39	2370	279	9	12	270563
40	2375	280	9	12	270563
41	2379	281	9	12	270563
42	2384	282	9	12	270563
43	2389	283	9	12	270563
44	2393	284	9	12	270563
45	2398	285	9	12	270563
46	2402	285	9	12	270563
47	2407	286	9	12	270563
48	2412	287	9	12	270563
49	2416	288	9	12	270563
50	2421	289	9	12	270563
51	2426	290	9	12	270563
52	2430	291	9	12	270563
53	2435	291	9	12	270563
54	2439	292	9	12	270563
55	2444	293	9	12	270563
56	2448	294	9	12	270563
57	2453	295	9	12	270563
58	2458	296	9	12	270563
59	2462	297	9	12	270563
60	2467	298	9	12	270563
61	2471	298	9	12	270563
62	2466	297	9	12	270563
63	2459	296	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
64	2452	295	9	12	270563
65	2445	293	9	12	270563
66	2438	292	9	12	270563
67	2159	241	9	12	270563
68	2423	289	9	12	270563
69	2417	288	9	12	270563
70	2410	287	9	12	270563
71	2403	285	9	12	270563
72	2396	284	9	12	270563
73	2388	283	9	12	270563
74	2380	281	9	12	270563
75	2372	280	9	12	270563
76	2364	278	9	12	270563
77	2356	277	9	12	270563
78	2348	275	9	12	270563
79	2340	274	9	12	270563
80	2332	272	9	12	270563
81	2324	271	9	12	270563
82	2315	269	9	12	270563
83	2307	268	9	12	270563
84	2298	266	9	12	270563
85	2269	261	9	12	270563
86	2144	239	9	12	270563
87	2269	261	9	12	270563
88	2252	258	9	12	270563
89	2249	257	9	12	270563
90	2247	257	9	12	270563
91	2245	257	9	12	270563
92	2142	238	9	12	270563
93	2231	254	9	12	270563
94	2223	253	9	12	270563
95	2215	251	9	12	270563
96	2220	252	9	12	270563
97	2226	253	9	12	270563
98	2232	254	9	12	270563
99	2215	251	9	12	270563
100	2193	247	9	12	270563
101	2250	257	9	12	270563
102	2256	259	9	12	270563
103	2262	260	9	12	270563
104	2268	261	9	12	270563
105	2274	262	9	12	270563
106	2279	263	9	12	270563
107	2283	263	9	12	270563
108	2288	264	9	12	270563
109	2292	265	9	12	270563
110	2296	266	9	12	270563
111	2300	267	9	12	270563
112	2305	267	9	12	270563
113	2309	268	9	12	270563
114	2313	269	9	12	270563
115	2125	235	9	12	270563
116	2322	271	9	12	270563
117	2326	271	9	12	270563
118	2331	272	9	12	270563
119	2197	248	9	12	270563
120	2108	232	9	12	270563
121	2106	232	9	12	270563
122	2105	232	9	12	270563
123	2302	267	9	12	270563
124	2347	275	9	12	270563
125	2343	274	9	12	270563
126	2338	274	9	12	270563
127	2334	273	9	12	270563
128	2329	272	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
129	2325	271	9	12	270563
130	2320	270	9	12	270563
131	2203	249	9	12	270563
132	2201	249	9	12	270563
133	2200	249	9	12	270563
134	2199	248	9	12	270563
135	2198	248	9	12	270563
136	2197	248	9	12	270563
137	2195	248	9	12	270563
138	2194	248	9	12	270563
139	2223	253	9	12	270563
140	2216	251	9	12	270563
141	2210	250	9	12	270563
142	2203	249	9	12	270563
143	2197	248	9	12	270563
144	2190	247	9	12	270563
145	2206	250	9	12	270563
146	2235	255	9	12	270563
147	2263	260	9	12	270563
148	2291	265	9	12	270563
149	2319	270	9	12	270563
150	2346	275	9	12	270563
151	2366	279	9	12	270563
152	2348	275	9	12	270563
153	2303	267	9	12	270563
154	2248	257	9	12	270563
155	2181	245	9	12	270563
156	1908	199	9	12	270563
157	2009	215	9	12	270563
158	1736	171	9	12	270563
159	1777	178	9	12	270563
160	1639	157	9	12	270563
161	1495	136	9	12	270563
162	1359	117	9	12	270563
163	1215	99	9	12	270563
164	1061	80	10	14	270563
165	746	48	13	17	270563
166	796	53	17	23	2089
167	114	45	17	23	19894
168	94	35	15	20	1332
169	82	29	14	18	1698
170	51	23	11	15	1139
171	38	18	14	18	539

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
1	0	1062	134	744	53	0,05	8
2	0	2088	149	1461	51	0,05	8
3	0	3939	239	2757	113	0,05	8
4	0	2513	129	1759	38	0,05	8
5	0	3848	288	2693	87	0,05	8
6	0	2013	180	1409	78	0,05	8
7	0	270563	2453	189394	779	0,05	8
8	0	270563	3946	189394	1082	0,05	8
9	0	270563	4798	189394	1234	0,05	8
10	0	270563	5650	189394	1374	0,05	8
11	0	270563	6502	189394	1507	0,05	8
12	0	270563	7355	189394	1632	0,05	8
13	0	270563	8207	189394	1752	0,05	8
14	0	270563	9046	189394	1866	0,05	8
15	0	270563	9801	189394	1964	0,05	8
16	0	270563	10461	189394	2048	0,05	8
17	0	270563	11028	189394	2119	0,05	8
18	0	270563	11504	189394	2177	0,05	8
19	0	270563	11893	189394	2224	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
20	0	270563	12196	189394	2260	0,05	8
21	0	270563	12413	189394	2285	0,05	8
22	0	270563	12543	189394	2300	0,05	8
23	0	270563	12588	189394	2306	0,05	8
24	0	270563	12606	189394	2308	0,05	8
25	0	270563	12647	189394	2313	0,05	8
26	0	270563	11458	189394	2171	0,05	8
27	0	270563	11148	189394	2133	0,05	8
28	0	270563	12863	189394	2338	0,05	8
29	0	270563	12934	189394	2346	0,05	8
30	0	270563	13005	189394	2354	0,05	8
31	0	270563	13076	189394	2362	0,05	8
32	0	270563	13147	189394	2371	0,05	8
33	0	270563	13217	189394	2379	0,05	8
34	0	270563	13288	189394	2387	0,05	8
35	0	270563	11299	189394	2152	0,05	8
36	0	270563	11158	189394	2135	0,05	8
37	0	270563	11159	189394	2135	0,05	8
38	0	270563	12822	189394	2333	0,05	8
39	0	270563	13140	189394	2370	0,05	8
40	0	270563	13181	189394	2375	0,05	8
41	0	270563	13221	189394	2379	0,05	8
42	0	270563	13262	189394	2384	0,05	8
43	0	270563	13302	189394	2389	0,05	8
44	0	270563	13342	189394	2393	0,05	8
45	0	270563	13383	189394	2398	0,05	8
46	0	270563	13423	189394	2402	0,05	8
47	0	270563	13464	189394	2407	0,05	8
48	0	270563	13504	189394	2412	0,05	8
49	0	270563	13545	189394	2416	0,05	8
50	0	270563	13585	189394	2421	0,05	8
51	0	270563	13625	189394	2426	0,05	8
52	0	270563	13666	189394	2430	0,05	8
53	0	270563	13706	189394	2435	0,05	8
54	0	270563	13747	189394	2439	0,05	8
55	0	270563	13787	189394	2444	0,05	8
56	0	270563	13828	189394	2448	0,05	8
57	0	270563	13868	189394	2453	0,05	8
58	0	270563	13908	189394	2458	0,05	8
59	0	270563	13949	189394	2462	0,05	8
60	0	270563	13989	189394	2467	0,05	8
61	0	270563	14030	189394	2471	0,05	8
62	0	270563	13982	189394	2466	0,05	8
63	0	270563	13920	189394	2459	0,05	8
64	0	270563	13858	189394	2452	0,05	8
65	0	270563	13797	189394	2445	0,05	8
66	0	270563	13735	189394	2438	0,05	8
67	0	270563	11356	189394	2159	0,05	8
68	0	270563	13600	189394	2423	0,05	8
69	0	270563	13550	189394	2417	0,05	8
70	0	270563	13488	189394	2410	0,05	8
71	0	270563	13426	189394	2403	0,05	8
72	0	270563	13365	189394	2396	0,05	8
73	0	270563	13298	189394	2388	0,05	8
74	0	270563	13229	189394	2380	0,05	8
75	0	270563	13160	189394	2372	0,05	8
76	0	270563	13091	189394	2364	0,05	8
77	0	270563	13022	189394	2356	0,05	8
78	0	270563	12952	189394	2348	0,05	8
79	0	270563	12883	189394	2340	0,05	8
80	0	270563	12812	189394	2332	0,05	8
81	0	270563	12739	189394	2324	0,05	8
82	0	270563	12666	189394	2315	0,05	8
83	0	270563	12594	189394	2307	0,05	8
84	0	270563	12521	189394	2298	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
85	0	270563	12271	189394	2269	0,05	8
86	0	270563	11237	189394	2144	0,05	8
87	0	270563	12278	189394	2269	0,05	8
88	0	270563	12135	189394	2252	0,05	8
89	0	270563	12103	189394	2249	0,05	8
90	0	270563	12093	189394	2247	0,05	8
91	0	270563	12072	189394	2245	0,05	8
92	0	270563	11220	189394	2142	0,05	8
93	0	270563	11951	189394	2231	0,05	8
94	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
95	0	270563	11820	189394	2215	0,05	8
96	0	270563	11863	189394	2220	0,05	8
97	0	270563	11914	189394	2226	0,05	8
98	0	270563	11964	189394	2232	0,05	8
99	0	270563	11817	189394	2215	0,05	8
100	0	270563	11640	189394	2193	0,05	8
101	0	270563	12115	189394	2250	0,05	8
102	0	270563	12165	189394	2256	0,05	8
103	0	270563	12215	189394	2262	0,05	8
104	0	270563	12266	189394	2268	0,05	8
105	0	270563	12316	189394	2274	0,05	8
106	0	270563	12358	189394	2279	0,05	8
107	0	270563	12395	189394	2283	0,05	8
108	0	270563	12431	189394	2288	0,05	8
109	0	270563	12468	189394	2292	0,05	8
110	0	270563	12505	189394	2296	0,05	8
111	0	270563	12542	189394	2300	0,05	8
112	0	270563	12578	189394	2305	0,05	8
113	0	270563	12615	189394	2309	0,05	8
114	0	270563	12652	189394	2313	0,05	8
115	0	270563	11075	189394	2125	0,05	8
116	0	270563	12725	189394	2322	0,05	8
117	0	270563	12762	189394	2326	0,05	8
118	0	270563	12799	189394	2331	0,05	8
119	0	270563	11674	189394	2197	0,05	8
120	0	270563	10938	189394	2108	0,05	8
121	0	270563	10928	189394	2106	0,05	8
122	0	270563	10918	189394	2105	0,05	8
123	0	270563	12555	189394	2302	0,05	8
124	0	270563	12945	189394	2347	0,05	8
125	0	270563	12906	189394	2343	0,05	8
126	0	270563	12867	189394	2338	0,05	8
127	0	270563	12829	189394	2334	0,05	8
128	0	270563	12790	189394	2329	0,05	8
129	0	270563	12751	189394	2325	0,05	8
130	0	270563	12712	189394	2320	0,05	8
131	0	270563	11718	189394	2203	0,05	8
132	0	270563	11708	189394	2201	0,05	8
133	0	270563	11698	189394	2200	0,05	8
134	0	270563	11688	189394	2199	0,05	8
135	0	270563	11678	189394	2198	0,05	8
136	0	270563	11668	189394	2197	0,05	8
137	0	270563	11658	189394	2195	0,05	8
138	0	270563	11649	189394	2194	0,05	8
139	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
140	0	270563	11830	189394	2216	0,05	8
141	0	270563	11776	189394	2210	0,05	8
142	0	270563	11721	189394	2203	0,05	8
143	0	270563	11667	189394	2197	0,05	8
144	0	270563	11613	189394	2190	0,05	8
145	0	270563	11747	189394	2206	0,05	8
146	0	270563	11985	189394	2235	0,05	8
147	0	270563	12223	189394	2263	0,05	8
148	0	270563	12461	189394	2291	0,05	8
149	0	270563	12699	189394	2319	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
150	0	270563	12934	189394	2346	0,05	8
151	0	270563	13108	189394	2366	0,05	8
152	0	270563	12949	189394	2348	0,05	8
153	0	270563	12566	189394	2303	0,05	8
154	0	270563	12096	189394	2248	0,05	8
155	0	270563	11537	189394	2181	0,05	8
156	0	270563	9365	189394	1908	0,05	8
157	0	270563	10148	189394	2009	0,05	8
158	0	270563	8087	189394	1736	0,05	8
159	0	270563	8382	189394	1777	0,05	8
160	0	270563	7400	189394	1639	0,05	8
161	0	270563	6417	189394	1495	0,05	8
162	0	270563	5545	189394	1359	0,05	8
163	0	270563	4678	189394	1215	0,05	8
164	0	270563	3812	189394	1061	0,05	8
165	0	270563	2302	189394	746	0,05	8
166	0	270563	2525	189394	796	0,05	8
167	0	2708	351	1896	114	0,05	8
168	0	18582	273	13007	94	0,05	8
169	0	1921	231	1345	82	0,05	8
170	0	1107	127	775	51	0,05	8
171	0	739	119	518	38	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 298 kN/m²
Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 24 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 270563 kN/m³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 554260 kN/m³

4.3 Grondmechanische Parameters 3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m²
Pv,r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m³
Pv;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m²
dmax	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
1	53	24	18	24	144758
2	51	27	14	19	708
3	99	15	8	10	5263
4	38	18	8	11	2764
5	87	23	10	14	2974
6	78	32	13	18	3286
7	779	51	17	22	60736
8	1082	83	17	23	270563
9	1234	101	11	15	270563
10	1374	119	9	13	270563
11	1507	138	9	12	270563
12	1632	156	9	12	270563
13	1752	174	9	12	270563
14	1866	192	9	12	270563
15	1964	208	9	12	270563
16	2048	222	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
17	2119	234	9	12	270563
18	2177	244	9	12	270563
19	2224	253	9	12	270563
20	2260	259	9	12	270563
21	2285	264	9	12	270563
22	2300	267	9	12	270563
23	2306	268	9	12	270563
24	2308	268	9	12	270563
25	2313	269	9	12	270563
26	2171	243	9	12	270563
27	2133	237	9	12	270563
28	2338	273	9	12	270563
29	2346	275	9	12	270563
30	2354	276	9	12	270563
31	2362	278	9	12	270563
32	2371	280	9	12	270563
33	2379	281	9	12	270563
34	2387	283	9	12	270563
35	2152	240	9	12	270563
36	2135	237	9	12	270563
37	2135	237	9	12	270563
38	2333	273	9	12	270563
39	2370	279	9	12	270563
40	2375	280	9	12	270563
41	2379	281	9	12	270563
42	2384	282	9	12	270563
43	2389	283	9	12	270563
44	2393	284	9	12	270563
45	2398	285	9	12	270563
46	2402	285	9	12	270563
47	2407	286	9	12	270563
48	2412	287	9	12	270563
49	2416	288	9	12	270563
50	2421	289	9	12	270563
51	2426	290	9	12	270563
52	2430	291	9	12	270563
53	2435	291	9	12	270563
54	2439	292	9	12	270563
55	2444	293	9	12	270563
56	2448	294	9	12	270563
57	2453	295	9	12	270563
58	2458	296	9	12	270563
59	2462	297	9	12	270563
60	2467	298	9	12	270563
61	2471	298	9	12	270563
62	2466	297	9	12	270563
63	2459	296	9	12	270563
64	2452	295	9	12	270563
65	2445	293	9	12	270563
66	2438	292	9	12	270563
67	2159	241	9	12	270563
68	2423	289	9	12	270563
69	2417	288	9	12	270563
70	2410	287	9	12	270563
71	2403	285	9	12	270563
72	2396	284	9	12	270563
73	2388	283	9	12	270563
74	2380	281	9	12	270563
75	2372	280	9	12	270563
76	2364	278	9	12	270563
77	2356	277	9	12	270563
78	2348	275	9	12	270563
79	2340	274	9	12	270563
80	2332	272	9	12	270563
81	2324	271	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
82	2315	269	9	12	270563
83	2307	268	9	12	270563
84	2298	266	9	12	270563
85	2269	261	9	12	270563
86	2144	239	9	12	270563
87	2269	261	9	12	270563
88	2252	258	9	12	270563
89	2249	257	9	12	270563
90	2247	257	9	12	270563
91	2245	257	9	12	270563
92	2142	238	9	12	270563
93	2231	254	9	12	270563
94	2223	253	9	12	270563
95	2215	251	9	12	270563
96	2220	252	9	12	270563
97	2226	253	9	12	270563
98	2232	254	9	12	270563
99	2215	251	9	12	270563
100	2193	247	9	12	270563
101	2250	257	9	12	270563
102	2256	259	9	12	270563
103	2262	260	9	12	270563
104	2268	261	9	12	270563
105	2274	262	9	12	270563
106	2279	263	9	12	270563
107	2283	263	9	12	270563
108	2288	264	9	12	270563
109	2292	265	9	12	270563
110	2296	266	9	12	270563
111	2300	267	9	12	270563
112	2305	267	9	12	270563
113	2309	268	9	12	270563
114	2313	269	9	12	270563
115	2125	235	9	12	270563
116	2322	271	9	12	270563
117	2326	271	9	12	270563
118	2331	272	9	12	270563
119	2197	248	9	12	270563
120	2108	232	9	12	270563
121	2106	232	9	12	270563
122	2105	232	9	12	270563
123	2302	267	9	12	270563
124	2347	275	9	12	270563
125	2343	274	9	12	270563
126	2338	274	9	12	270563
127	2334	273	9	12	270563
128	2329	272	9	12	270563
129	2325	271	9	12	270563
130	2320	270	9	12	270563
131	2203	249	9	12	270563
132	2201	249	9	12	270563
133	2200	249	9	12	270563
134	2199	248	9	12	270563
135	2198	248	9	12	270563
136	2197	248	9	12	270563
137	2195	248	9	12	270563
138	2194	248	9	12	270563
139	2223	253	9	12	270563
140	2216	251	9	12	270563
141	2210	250	9	12	270563
142	2203	249	9	12	270563
143	2197	248	9	12	270563
144	2190	247	9	12	270563
145	2206	250	9	12	270563
146	2235	255	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
147	2263	260	9	12	270563
148	2291	265	9	12	270563
149	2319	270	9	12	270563
150	2346	275	9	12	270563
151	2366	279	9	12	270563
152	2348	275	9	12	270563
153	2303	267	9	12	270563
154	2248	257	9	12	270563
155	2181	245	9	12	270563
156	1908	199	9	12	270563
157	2009	215	9	12	270563
158	1736	171	9	12	270563
159	1777	178	9	12	270563
160	1639	157	9	12	270563
161	1495	136	9	12	270563
162	1359	117	9	12	270563
163	1215	99	9	12	270563
164	1061	80	10	14	270563
165	746	48	13	17	270563
166	796	53	17	23	2089
167	114	45	17	23	19894
168	94	35	15	20	1332
169	82	29	14	18	1698
170	51	23	11	15	1139
171	38	18	14	18	539

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
1	0	1062	134	744	53	0,05	8
2	0	2088	149	1461	51	0,05	8
3	0	3939	239	2757	113	0,05	8
4	0	2513	129	1759	38	0,05	8
5	0	3848	288	2693	87	0,05	8
6	0	2013	180	1409	78	0,05	8
7	0	270563	2453	189394	779	0,05	8
8	0	270563	3946	189394	1082	0,05	8
9	0	270563	4798	189394	1234	0,05	8
10	0	270563	5650	189394	1374	0,05	8
11	0	270563	6502	189394	1507	0,05	8
12	0	270563	7355	189394	1632	0,05	8
13	0	270563	8207	189394	1752	0,05	8
14	0	270563	9046	189394	1866	0,05	8
15	0	270563	9801	189394	1964	0,05	8
16	0	270563	10461	189394	2048	0,05	8
17	0	270563	11028	189394	2119	0,05	8
18	0	270563	11504	189394	2177	0,05	8
19	0	270563	11893	189394	2224	0,05	8
20	0	270563	12196	189394	2260	0,05	8
21	0	270563	12413	189394	2285	0,05	8
22	0	270563	12543	189394	2300	0,05	8
23	0	270563	12588	189394	2306	0,05	8
24	0	270563	12606	189394	2308	0,05	8
25	0	270563	12647	189394	2313	0,05	8
26	0	270563	11458	189394	2171	0,05	8
27	0	270563	11148	189394	2133	0,05	8
28	0	270563	12863	189394	2338	0,05	8
29	0	270563	12934	189394	2346	0,05	8
30	0	270563	13005	189394	2354	0,05	8
31	0	270563	13076	189394	2362	0,05	8
32	0	270563	13147	189394	2371	0,05	8
33	0	270563	13217	189394	2379	0,05	8
34	0	270563	13288	189394	2387	0,05	8
35	0	270563	11299	189394	2152	0,05	8
36	0	270563	11158	189394	2135	0,05	8
37	0	270563	11159	189394	2135	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
38	0	270563	12822	189394	2333	0,05	8
39	0	270563	13140	189394	2370	0,05	8
40	0	270563	13181	189394	2375	0,05	8
41	0	270563	13221	189394	2379	0,05	8
42	0	270563	13262	189394	2384	0,05	8
43	0	270563	13302	189394	2389	0,05	8
44	0	270563	13342	189394	2393	0,05	8
45	0	270563	13383	189394	2398	0,05	8
46	0	270563	13423	189394	2402	0,05	8
47	0	270563	13464	189394	2407	0,05	8
48	0	270563	13504	189394	2412	0,05	8
49	0	270563	13545	189394	2416	0,05	8
50	0	270563	13585	189394	2421	0,05	8
51	0	270563	13625	189394	2426	0,05	8
52	0	270563	13666	189394	2430	0,05	8
53	0	270563	13706	189394	2435	0,05	8
54	0	270563	13747	189394	2439	0,05	8
55	0	270563	13787	189394	2444	0,05	8
56	0	270563	13828	189394	2448	0,05	8
57	0	270563	13868	189394	2453	0,05	8
58	0	270563	13908	189394	2458	0,05	8
59	0	270563	13949	189394	2462	0,05	8
60	0	270563	13989	189394	2467	0,05	8
61	0	270563	14030	189394	2471	0,05	8
62	0	270563	13982	189394	2466	0,05	8
63	0	270563	13920	189394	2459	0,05	8
64	0	270563	13858	189394	2452	0,05	8
65	0	270563	13797	189394	2445	0,05	8
66	0	270563	13735	189394	2438	0,05	8
67	0	270563	11356	189394	2159	0,05	8
68	0	270563	13600	189394	2423	0,05	8
69	0	270563	13550	189394	2417	0,05	8
70	0	270563	13488	189394	2410	0,05	8
71	0	270563	13426	189394	2403	0,05	8
72	0	270563	13365	189394	2396	0,05	8
73	0	270563	13298	189394	2388	0,05	8
74	0	270563	13229	189394	2380	0,05	8
75	0	270563	13160	189394	2372	0,05	8
76	0	270563	13091	189394	2364	0,05	8
77	0	270563	13022	189394	2356	0,05	8
78	0	270563	12952	189394	2348	0,05	8
79	0	270563	12883	189394	2340	0,05	8
80	0	270563	12812	189394	2332	0,05	8
81	0	270563	12739	189394	2324	0,05	8
82	0	270563	12666	189394	2315	0,05	8
83	0	270563	12594	189394	2307	0,05	8
84	0	270563	12521	189394	2298	0,05	8
85	0	270563	12271	189394	2269	0,05	8
86	0	270563	11237	189394	2144	0,05	8
87	0	270563	12278	189394	2269	0,05	8
88	0	270563	12135	189394	2252	0,05	8
89	0	270563	12103	189394	2249	0,05	8
90	0	270563	12093	189394	2247	0,05	8
91	0	270563	12072	189394	2245	0,05	8
92	0	270563	11220	189394	2142	0,05	8
93	0	270563	11951	189394	2231	0,05	8
94	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
95	0	270563	11820	189394	2215	0,05	8
96	0	270563	11863	189394	2220	0,05	8
97	0	270563	11914	189394	2226	0,05	8
98	0	270563	11964	189394	2232	0,05	8
99	0	270563	11817	189394	2215	0,05	8
100	0	270563	11640	189394	2193	0,05	8
101	0	270563	12115	189394	2250	0,05	8
102	0	270563	12165	189394	2256	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
103	0	270563	12215	189394	2262	0,05	8
104	0	270563	12266	189394	2268	0,05	8
105	0	270563	12316	189394	2274	0,05	8
106	0	270563	12358	189394	2279	0,05	8
107	0	270563	12395	189394	2283	0,05	8
108	0	270563	12431	189394	2288	0,05	8
109	0	270563	12468	189394	2292	0,05	8
110	0	270563	12505	189394	2296	0,05	8
111	0	270563	12542	189394	2300	0,05	8
112	0	270563	12578	189394	2305	0,05	8
113	0	270563	12615	189394	2309	0,05	8
114	0	270563	12652	189394	2313	0,05	8
115	0	270563	11075	189394	2125	0,05	8
116	0	270563	12725	189394	2322	0,05	8
117	0	270563	12762	189394	2326	0,05	8
118	0	270563	12799	189394	2331	0,05	8
119	0	270563	11674	189394	2197	0,05	8
120	0	270563	10938	189394	2108	0,05	8
121	0	270563	10928	189394	2106	0,05	8
122	0	270563	10918	189394	2105	0,05	8
123	0	270563	12555	189394	2302	0,05	8
124	0	270563	12945	189394	2347	0,05	8
125	0	270563	12906	189394	2343	0,05	8
126	0	270563	12867	189394	2338	0,05	8
127	0	270563	12829	189394	2334	0,05	8
128	0	270563	12790	189394	2329	0,05	8
129	0	270563	12751	189394	2325	0,05	8
130	0	270563	12712	189394	2320	0,05	8
131	0	270563	11718	189394	2203	0,05	8
132	0	270563	11708	189394	2201	0,05	8
133	0	270563	11698	189394	2200	0,05	8
134	0	270563	11688	189394	2199	0,05	8
135	0	270563	11678	189394	2198	0,05	8
136	0	270563	11668	189394	2197	0,05	8
137	0	270563	11658	189394	2195	0,05	8
138	0	270563	11649	189394	2194	0,05	8
139	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
140	0	270563	11830	189394	2216	0,05	8
141	0	270563	11776	189394	2210	0,05	8
142	0	270563	11721	189394	2203	0,05	8
143	0	270563	11667	189394	2197	0,05	8
144	0	270563	11613	189394	2190	0,05	8
145	0	270563	11747	189394	2206	0,05	8
146	0	270563	11985	189394	2235	0,05	8
147	0	270563	12223	189394	2263	0,05	8
148	0	270563	12461	189394	2291	0,05	8
149	0	270563	12699	189394	2319	0,05	8
150	0	270563	12934	189394	2346	0,05	8
151	0	270563	13108	189394	2366	0,05	8
152	0	270563	12949	189394	2348	0,05	8
153	0	270563	12566	189394	2303	0,05	8
154	0	270563	12096	189394	2248	0,05	8
155	0	270563	11537	189394	2181	0,05	8
156	0	270563	9365	189394	1908	0,05	8
157	0	270563	10148	189394	2009	0,05	8
158	0	270563	8087	189394	1736	0,05	8
159	0	270563	8382	189394	1777	0,05	8
160	0	270563	7400	189394	1639	0,05	8
161	0	270563	6417	189394	1495	0,05	8
162	0	270563	5545	189394	1359	0,05	8
163	0	270563	4678	189394	1215	0,05	8
164	0	270563	3812	189394	1061	0,05	8
165	0	270563	2302	189394	746	0,05	8
166	0	270563	2525	189394	796	0,05	8
167	0	2708	351	1896	114	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
168	0	18582	273	13007	94	0,05	8
169	0	1921	231	1345	82	0,05	8
170	0	1107	127	775	51	0,05	8
171	0	739	119	518	38	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 298 kN/m²
Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 24 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 270563 kN/m³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 554260 kN/m³

4.4 Grondmechanische Parameters 4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m²
Pv,r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m³
Pv;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m²
dmax	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
1	53	24	18	24	144758
2	51	27	14	19	708
3	99	15	8	10	5263
4	38	18	8	11	2764
5	87	23	10	14	2974
6	78	32	13	18	3286
7	779	51	17	22	60736
8	1082	83	17	23	270563
9	1234	101	11	15	270563
10	1374	119	9	13	270563
11	1507	138	9	12	270563
12	1632	156	9	12	270563
13	1752	174	9	12	270563
14	1866	192	9	12	270563
15	1964	208	9	12	270563
16	2048	222	9	12	270563
17	2119	234	9	12	270563
18	2177	244	9	12	270563
19	2224	253	9	12	270563
20	2260	259	9	12	270563
21	2285	264	9	12	270563
22	2300	267	9	12	270563
23	2306	268	9	12	270563
24	2308	268	9	12	270563
25	2313	269	9	12	270563
26	2171	243	9	12	270563
27	2133	237	9	12	270563
28	2338	273	9	12	270563
29	2346	275	9	12	270563
30	2354	276	9	12	270563
31	2362	278	9	12	270563
32	2371	280	9	12	270563
33	2379	281	9	12	270563
34	2387	283	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
35	2152	240	9	12	270563
36	2135	237	9	12	270563
37	2135	237	9	12	270563
38	2333	273	9	12	270563
39	2370	279	9	12	270563
40	2375	280	9	12	270563
41	2379	281	9	12	270563
42	2384	282	9	12	270563
43	2389	283	9	12	270563
44	2393	284	9	12	270563
45	2398	285	9	12	270563
46	2402	285	9	12	270563
47	2407	286	9	12	270563
48	2412	287	9	12	270563
49	2416	288	9	12	270563
50	2421	289	9	12	270563
51	2426	290	9	12	270563
52	2430	291	9	12	270563
53	2435	291	9	12	270563
54	2439	292	9	12	270563
55	2444	293	9	12	270563
56	2448	294	9	12	270563
57	2453	295	9	12	270563
58	2458	296	9	12	270563
59	2462	297	9	12	270563
60	2467	298	9	12	270563
61	2471	298	9	12	270563
62	2466	297	9	12	270563
63	2459	296	9	12	270563
64	2452	295	9	12	270563
65	2445	293	9	12	270563
66	2438	292	9	12	270563
67	2159	241	9	12	270563
68	2423	289	9	12	270563
69	2417	288	9	12	270563
70	2410	287	9	12	270563
71	2403	285	9	12	270563
72	2396	284	9	12	270563
73	2388	283	9	12	270563
74	2380	281	9	12	270563
75	2372	280	9	12	270563
76	2364	278	9	12	270563
77	2356	277	9	12	270563
78	2348	275	9	12	270563
79	2340	274	9	12	270563
80	2332	272	9	12	270563
81	2324	271	9	12	270563
82	2315	269	9	12	270563
83	2307	268	9	12	270563
84	2298	266	9	12	270563
85	2269	261	9	12	270563
86	2144	239	9	12	270563
87	2269	261	9	12	270563
88	2252	258	9	12	270563
89	2249	257	9	12	270563
90	2247	257	9	12	270563
91	2245	257	9	12	270563
92	2142	238	9	12	270563
93	2231	254	9	12	270563
94	2223	253	9	12	270563
95	2215	251	9	12	270563
96	2220	252	9	12	270563
97	2226	253	9	12	270563
98	2232	254	9	12	270563
99	2215	251	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
100	2193	247	9	12	270563
101	2250	257	9	12	270563
102	2256	259	9	12	270563
103	2262	260	9	12	270563
104	2268	261	9	12	270563
105	2274	262	9	12	270563
106	2279	263	9	12	270563
107	2283	263	9	12	270563
108	2288	264	9	12	270563
109	2292	265	9	12	270563
110	2296	266	9	12	270563
111	2300	267	9	12	270563
112	2305	267	9	12	270563
113	2309	268	9	12	270563
114	2313	269	9	12	270563
115	2125	235	9	12	270563
116	2322	271	9	12	270563
117	2326	271	9	12	270563
118	2331	272	9	12	270563
119	2197	248	9	12	270563
120	2108	232	9	12	270563
121	2106	232	9	12	270563
122	2105	232	9	12	270563
123	2302	267	9	12	270563
124	2347	275	9	12	270563
125	2343	274	9	12	270563
126	2338	274	9	12	270563
127	2334	273	9	12	270563
128	2329	272	9	12	270563
129	2325	271	9	12	270563
130	2320	270	9	12	270563
131	2203	249	9	12	270563
132	2201	249	9	12	270563
133	2200	249	9	12	270563
134	2199	248	9	12	270563
135	2198	248	9	12	270563
136	2197	248	9	12	270563
137	2195	248	9	12	270563
138	2194	248	9	12	270563
139	2223	253	9	12	270563
140	2216	251	9	12	270563
141	2210	250	9	12	270563
142	2203	249	9	12	270563
143	2197	248	9	12	270563
144	2190	247	9	12	270563
145	2206	250	9	12	270563
146	2235	255	9	12	270563
147	2263	260	9	12	270563
148	2291	265	9	12	270563
149	2319	270	9	12	270563
150	2346	275	9	12	270563
151	2366	279	9	12	270563
152	2348	275	9	12	270563
153	2303	267	9	12	270563
154	2248	257	9	12	270563
155	2181	245	9	12	270563
156	1908	199	9	12	270563
157	2009	215	9	12	270563
158	1736	171	9	12	270563
159	1777	178	9	12	270563
160	1639	157	9	12	270563
161	1495	136	9	12	270563
162	1359	117	9	12	270563
163	1215	99	9	12	270563
164	1061	80	10	14	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
165	746	48	13	17	270563
166	796	53	17	23	2089
167	114	45	17	23	19894
168	94	35	15	20	1332
169	82	29	14	18	1698
170	51	23	11	15	1139
171	38	18	14	18	539

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
1	0	1062	134	744	53	0,05	8
2	0	2088	149	1461	51	0,05	8
3	0	3939	239	2757	113	0,05	8
4	0	2513	129	1759	38	0,05	8
5	0	3848	288	2693	87	0,05	8
6	0	2013	180	1409	78	0,05	8
7	0	270563	2453	189394	779	0,05	8
8	0	270563	3946	189394	1082	0,05	8
9	0	270563	4798	189394	1234	0,05	8
10	0	270563	5650	189394	1374	0,05	8
11	0	270563	6502	189394	1507	0,05	8
12	0	270563	7355	189394	1632	0,05	8
13	0	270563	8207	189394	1752	0,05	8
14	0	270563	9046	189394	1866	0,05	8
15	0	270563	9801	189394	1964	0,05	8
16	0	270563	10461	189394	2048	0,05	8
17	0	270563	11028	189394	2119	0,05	8
18	0	270563	11504	189394	2177	0,05	8
19	0	270563	11893	189394	2224	0,05	8
20	0	270563	12196	189394	2260	0,05	8
21	0	270563	12413	189394	2285	0,05	8
22	0	270563	12543	189394	2300	0,05	8
23	0	270563	12588	189394	2306	0,05	8
24	0	270563	12606	189394	2308	0,05	8
25	0	270563	12647	189394	2313	0,05	8
26	0	270563	11458	189394	2171	0,05	8
27	0	270563	11148	189394	2133	0,05	8
28	0	270563	12863	189394	2338	0,05	8
29	0	270563	12934	189394	2346	0,05	8
30	0	270563	13005	189394	2354	0,05	8
31	0	270563	13076	189394	2362	0,05	8
32	0	270563	13147	189394	2371	0,05	8
33	0	270563	13217	189394	2379	0,05	8
34	0	270563	13288	189394	2387	0,05	8
35	0	270563	11299	189394	2152	0,05	8
36	0	270563	11158	189394	2135	0,05	8
37	0	270563	11159	189394	2135	0,05	8
38	0	270563	12822	189394	2333	0,05	8
39	0	270563	13140	189394	2370	0,05	8
40	0	270563	13181	189394	2375	0,05	8
41	0	270563	13221	189394	2379	0,05	8
42	0	270563	13262	189394	2384	0,05	8
43	0	270563	13302	189394	2389	0,05	8
44	0	270563	13342	189394	2393	0,05	8
45	0	270563	13383	189394	2398	0,05	8
46	0	270563	13423	189394	2402	0,05	8
47	0	270563	13464	189394	2407	0,05	8
48	0	270563	13504	189394	2412	0,05	8
49	0	270563	13545	189394	2416	0,05	8
50	0	270563	13585	189394	2421	0,05	8
51	0	270563	13625	189394	2426	0,05	8
52	0	270563	13666	189394	2430	0,05	8
53	0	270563	13706	189394	2435	0,05	8
54	0	270563	13747	189394	2439	0,05	8
55	0	270563	13787	189394	2444	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
56	0	270563	13828	189394	2448	0,05	8
57	0	270563	13868	189394	2453	0,05	8
58	0	270563	13908	189394	2458	0,05	8
59	0	270563	13949	189394	2462	0,05	8
60	0	270563	13989	189394	2467	0,05	8
61	0	270563	14030	189394	2471	0,05	8
62	0	270563	13982	189394	2466	0,05	8
63	0	270563	13920	189394	2459	0,05	8
64	0	270563	13858	189394	2452	0,05	8
65	0	270563	13797	189394	2445	0,05	8
66	0	270563	13735	189394	2438	0,05	8
67	0	270563	11356	189394	2159	0,05	8
68	0	270563	13600	189394	2423	0,05	8
69	0	270563	13550	189394	2417	0,05	8
70	0	270563	13488	189394	2410	0,05	8
71	0	270563	13426	189394	2403	0,05	8
72	0	270563	13365	189394	2396	0,05	8
73	0	270563	13298	189394	2388	0,05	8
74	0	270563	13229	189394	2380	0,05	8
75	0	270563	13160	189394	2372	0,05	8
76	0	270563	13091	189394	2364	0,05	8
77	0	270563	13022	189394	2356	0,05	8
78	0	270563	12952	189394	2348	0,05	8
79	0	270563	12883	189394	2340	0,05	8
80	0	270563	12812	189394	2332	0,05	8
81	0	270563	12739	189394	2324	0,05	8
82	0	270563	12666	189394	2315	0,05	8
83	0	270563	12594	189394	2307	0,05	8
84	0	270563	12521	189394	2298	0,05	8
85	0	270563	12271	189394	2269	0,05	8
86	0	270563	11237	189394	2144	0,05	8
87	0	270563	12278	189394	2269	0,05	8
88	0	270563	12135	189394	2252	0,05	8
89	0	270563	12103	189394	2249	0,05	8
90	0	270563	12093	189394	2247	0,05	8
91	0	270563	12072	189394	2245	0,05	8
92	0	270563	11220	189394	2142	0,05	8
93	0	270563	11951	189394	2231	0,05	8
94	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
95	0	270563	11820	189394	2215	0,05	8
96	0	270563	11863	189394	2220	0,05	8
97	0	270563	11914	189394	2226	0,05	8
98	0	270563	11964	189394	2232	0,05	8
99	0	270563	11817	189394	2215	0,05	8
100	0	270563	11640	189394	2193	0,05	8
101	0	270563	12115	189394	2250	0,05	8
102	0	270563	12165	189394	2256	0,05	8
103	0	270563	12215	189394	2262	0,05	8
104	0	270563	12266	189394	2268	0,05	8
105	0	270563	12316	189394	2274	0,05	8
106	0	270563	12358	189394	2279	0,05	8
107	0	270563	12395	189394	2283	0,05	8
108	0	270563	12431	189394	2288	0,05	8
109	0	270563	12468	189394	2292	0,05	8
110	0	270563	12505	189394	2296	0,05	8
111	0	270563	12542	189394	2300	0,05	8
112	0	270563	12578	189394	2305	0,05	8
113	0	270563	12615	189394	2309	0,05	8
114	0	270563	12652	189394	2313	0,05	8
115	0	270563	11075	189394	2125	0,05	8
116	0	270563	12725	189394	2322	0,05	8
117	0	270563	12762	189394	2326	0,05	8
118	0	270563	12799	189394	2331	0,05	8
119	0	270563	11674	189394	2197	0,05	8
120	0	270563	10938	189394	2108	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
121	0	270563	10928	189394	2106	0,05	8
122	0	270563	10918	189394	2105	0,05	8
123	0	270563	12555	189394	2302	0,05	8
124	0	270563	12945	189394	2347	0,05	8
125	0	270563	12906	189394	2343	0,05	8
126	0	270563	12867	189394	2338	0,05	8
127	0	270563	12829	189394	2334	0,05	8
128	0	270563	12790	189394	2329	0,05	8
129	0	270563	12751	189394	2325	0,05	8
130	0	270563	12712	189394	2320	0,05	8
131	0	270563	11718	189394	2203	0,05	8
132	0	270563	11708	189394	2201	0,05	8
133	0	270563	11698	189394	2200	0,05	8
134	0	270563	11688	189394	2199	0,05	8
135	0	270563	11678	189394	2198	0,05	8
136	0	270563	11668	189394	2197	0,05	8
137	0	270563	11658	189394	2195	0,05	8
138	0	270563	11649	189394	2194	0,05	8
139	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
140	0	270563	11830	189394	2216	0,05	8
141	0	270563	11776	189394	2210	0,05	8
142	0	270563	11721	189394	2203	0,05	8
143	0	270563	11667	189394	2197	0,05	8
144	0	270563	11613	189394	2190	0,05	8
145	0	270563	11747	189394	2206	0,05	8
146	0	270563	11985	189394	2235	0,05	8
147	0	270563	12223	189394	2263	0,05	8
148	0	270563	12461	189394	2291	0,05	8
149	0	270563	12699	189394	2319	0,05	8
150	0	270563	12934	189394	2346	0,05	8
151	0	270563	13108	189394	2366	0,05	8
152	0	270563	12949	189394	2348	0,05	8
153	0	270563	12566	189394	2303	0,05	8
154	0	270563	12096	189394	2248	0,05	8
155	0	270563	11537	189394	2181	0,05	8
156	0	270563	9365	189394	1908	0,05	8
157	0	270563	10148	189394	2009	0,05	8
158	0	270563	8087	189394	1736	0,05	8
159	0	270563	8382	189394	1777	0,05	8
160	0	270563	7400	189394	1639	0,05	8
161	0	270563	6417	189394	1495	0,05	8
162	0	270563	5545	189394	1359	0,05	8
163	0	270563	4678	189394	1215	0,05	8
164	0	270563	3812	189394	1061	0,05	8
165	0	270563	2302	189394	746	0,05	8
166	0	270563	2525	189394	796	0,05	8
167	0	2708	351	1896	114	0,05	8
168	0	18582	273	13007	94	0,05	8
169	0	1921	231	1345	82	0,05	8
170	0	1107	127	775	51	0,05	8
171	0	739	119	518	38	0,05	8

Maximale grondbelasting	:	Pv;n, max = 298 kN/m²
Maximale gereduceerde grondbelasting	:	Pv,r;n, max = 24 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor)	:	kv, max = 270563 kN/m³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast)	:	kv, max = 554260 kN/m³

5 Gegevens voor Spanningsanalyse

5.1 Algemene gegevens

Aantal leidingen in bundel	:	NPipes= 4 [-]
Diameter leiding	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Diameter leiding	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Diameter leiding	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Diameter leiding	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Volumegewicht boorvloeistof	:	gamma_b = 11,10 kN/m³
Minimale kromtestraal	:	R = 150 m
Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan	:	f1 = 0,10
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof	:	f2 = 0,000050 N/mm²
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond	:	f3 = 0,20
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 280752 kN/m³

5.2 Ballasten Leiding

Het opdrijvend vermogen van de productbuis in de boorvloeistof heeft invloed op de wrijving tussen de grond en de leiding. Door het ballasten van de leiding neemt de opwaartse kracht van de leiding in de boorvloeistof af. Bij een optimaal vullingpercentage is de wrijvingskracht tussen de leiding en de wand van het boorgat minimaal

Bij een vulling percentage van 100% ontstaat het volgende resulterende gewicht.

Opwaartse kracht	:	140	[kg/m]	
Gewicht productbuis (inclusief vulling)	:	124	[kg/m]	

Resultaat	:	16	[kg/m]	(Leiding beweegt opwaarts)

5.3 Trekkrachtberekening

Tijdens het intrekken van de leiding door het boorgat ondervindt de buis een wrijving die is opgebouwd uit:

- wrijving tussen buis en rollenbaan (f1 = 0,10)
- wrijving tussen buis en boorvloeistof (f2 = 0,000050 [N/mm²])
- wrijving tussen buis en grond (f3 = 0,20)

Door het optreden van wrijving tijdens het intrekken ontstaat een trekkracht in de leiding.
De pijpleiding wordt van rechts naar links ingetrokken

Bij het berekenen van de trekkrachten wordt rekening gehouden met het feit dat de lengte van de buis op de rollenbaan afneemt naarmate de doortrekoperatie vordert. Bij het berekenen van de trekkracht wordt uitgegaan van een stabiel boorgat.

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Verwachtingswaarde voor de trekkracht (kN)
T1	0	35
T2	71	40
T3	118	48
T4	753	95
T5	800	107
T6	871	112

De berekende waarden van de trekkracht zijn verwachtingswaarden waarop nog een minimale onzekerheidsfactor van 1.4 moet worden toegepast in de sterkte berekening. In de volgende sterkteberekening is een factor van 0,00 gebruikt en een belasting factor van 1,00 (alleen voor staal).

6 Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

6.1 Materiaalgegevens1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	:	sf = 1,00
Rekenfactor qn	:	sf = 1,00
Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	:	sf = 1,00
Incidenteledruk	:	pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	:	T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteledruk	:	sf = 1,00
Lengte leiding	:	L = 871 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Constante van Poisson	:	nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Onzekerheidsfactor qn	:	sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	:	sf = 0,0
Minimale kromtestraal	:	R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal	:	sf = 1,1
Opleghoek	:	beta = 30 graden
Belastingshoek	:	alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting	:	Pv,r;n, max = 24 kN/m²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 554260 kN/m³

6.2 Resultaten Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

6.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rrol·Wb)	=	0,5	[N/mm²]
Sigma_t = T1/A	=	1,5	[N/mm²]
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	1,8	[N/mm²]

De tangentiele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

6.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rmin·Wb)	=	0,9	N/mm²
Sigma_t = Tmax/A	=	4,9	N/mm²
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	5,5	N/mm²

Tangentiele spanning:

Belasting qr op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

qr = kv·Y = (0.322·Lambda^2·E·I)/(0,91.Do.R)

Lambda = (kv·Do/(4·E·I))^0.25	=	5,1E-3	mm-1
qr	=	0,01163	N/mm²
Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,7	N/mm²
Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max	=	0,7	N/mm²

6.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_px = 0.5·Sigma_py	=	0,0	N/mm²
Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²

6.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rmin·Wb)	=	0,3	N/mm²
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	0,2	N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,4	N/mm²
Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,2	N/mm²
Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max	=	1,7	N/mm²

6.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rrol·Wb)	=	0,3	N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_px = 0.5·Sigma_py	=	0,0	N/mm²
Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_Temp = Dt * gamma_t * alpha g * E	=	0,0	N/mm²

Maximale axiale spanning Sigma_a,max = 0,2 N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do = 0,4 N/mm²

Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do = 2,2 N/mm²

Rerounding factor Frr = 1,000
Rerounding factor F'rr = 1,000

Sigma_t,max = Sigma_py + ((F'rr·Sigma_qr) + (Frr·Sigma_qn))

Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max = 1,7 N/mm²

6.3 Controle van de Berekende Spanningen1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

Belasting combinatie 1
- Sigma_AxMax < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < ShortStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 2
- Sigma_ptest < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_py < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 3
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 4
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,8	5,5	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	1,7	1,7

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,2 mm (1,1% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

6.3.4 Toetsing op Implosie1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

7 Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

7.1 Materiaalgegevens2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	:	sf = 1,00
Rekenfactor qn	:	sf = 1,00
Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	:	sf = 1,00
Incidenteledruk	:	pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	:	T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteledruk	:	sf = 1,00
Lengte leiding	:	L = 871 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Constante van Poisson	:	nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Onzekerheidsfactor qn	:	sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	:	sf = 0,0
Minimale kromtestraal	:	R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal	:	sf = 1,1
Opleghoek	:	beta = 30 graden
Belastingshoek	:	alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting	:	Pv,r;n, max = 24 kN/m²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 554260 kN/m³

7.2 Resultaten Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

7.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rrol·Wb) = 0,5 [N/mm²]

Sigma_t = T1/A = 1,5 [N/mm²]

Maximale axiale spanning Sigma_a,max = 1,8 [N/mm²]

De tangentiele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

7.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rmin·Wb) = 0,9 N/mm²

Sigma_t = Tmax/A = 4,9 N/mm²

Maximale axiale spanning Sigma_a,max = 5,5 N/mm²

Tangentiele spanning:

Belasting qr op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

qr = kv·Y = (0.322·Lambda^2·E·I)/(0,91.Do.R)

Lambda = (kv·Do/(4·E·I))^0.25 = 5,1E-3 mm-1

qr = 0,01163 N/mm²

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do = 0,7 N/mm²

Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max = 0,7 N/mm²

7.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm²

Sigma_px = 0.5·Sigma_py = 0,0 N/mm²

Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm²

7.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rmin·Wb) = 0,3 N/mm²

Maximale axiale spanning Sigma_a,max = 0,2 N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do = 0,4 N/mm²

Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do = 2,2 N/mm²

Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max = 1,7 N/mm²

7.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rrol·Wb) = 0,3 N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm²

Sigma_px = 0.5·Sigma_py = 0,0 N/mm²

Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm²

Sigma_Temp = Dt * gamma_t * alpha g * E = 0,0 N/mm²

Maximale axiale spanning Sigma_a,max = 0,2 N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do = 0,4 N/mm²

Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do = 2,2 N/mm²

Rerounding factor Frr = 1,000
Rerounding factor F'rr = 1,000

Sigma_t,max = Sigma_py + ((F'rr·Sigma_qr) + (Frr·Sigma_qn))

Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max = 1,7 N/mm²

7.3 Controle van de Berekende Spanningen2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

Belasting combinatie 1
- Sigma_AxMax < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < ShortStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 2
- Sigma_ptest < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_py < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 3
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 4
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,8	5,5	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	1,7	1,7

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,2 mm (1,1% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

7.3.4 Toetsing op Implosie2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

8 Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

8.1 Materiaalgegevens3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	:	sf = 1,00
Rekenfactor qn	:	sf = 1,00
Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	:	sf = 1,00
Incidenteledruk	:	pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	:	T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteledruk	:	sf = 1,00
Lengte leiding	:	L = 871 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Constante van Poisson	:	nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Onzekerheidsfactor qn	:	sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	:	sf = 0,0
Minimale kromtestraal	:	R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal	:	sf = 1,1
Opleghoek	:	beta = 30 graden
Belastingshoek	:	alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting	:	Pv,r;n, max = 24 kN/m²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 554260 kN/m³

8.2 Resultaten Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

8.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rrol·Wb)	=	0,5	[N/mm²]
Sigma_t = T1/A	=	1,5	[N/mm²]
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	1,8	[N/mm²]

De tangentiele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

8.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rmin·Wb)	=	0,9	N/mm²
Sigma_t = Tmax/A	=	4,9	N/mm²
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	5,5	N/mm²

Tangentiele spanning:

Belasting qr op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

qr = kv·Y = (0.322·Lambda^2·E·I)/(0,91.Do.R)

Lambda = (kv·Do/(4·E·I))^0.25	=	5,1E-3	mm-1
qr	=	0,01163	N/mm²
Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,7	N/mm²
Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max	=	0,7	N/mm²

8.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_px = 0.5·Sigma_py	=	0,0	N/mm²
Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²

8.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rmin·Wb)	=	0,3	N/mm²
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	0,2	N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,4	N/mm²
Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,2	N/mm²
Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max	=	1,7	N/mm²

8.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rrol·Wb)	=	0,3	N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_px = 0.5·Sigma_py	=	0,0	N/mm²
Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_Temp = Dt * gamma_t * alpha g * E	=	0,0	N/mm²

Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	0,2	N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,4	N/mm²
Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,2	N/mm²
Rerounding factor Frr	=	1,000	
Rerounding factor F'rr	=	1,000	

Sigma_t,max = Sigma_py + ((F'rr·Sigma_qr) + (Frr·Sigma_qn))

Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max	=	1,7	N/mm²

8.3 Controle van de Berekende Spanningen3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

Belasting combinatie 1
- Sigma_AxMax < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < ShortStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 2
- Sigma_ptest < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_py < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 3
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 4
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,8	5,5	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	1,7	1,7

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,2 mm (1,1% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

8.3.4 Toetsing op Implosie3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

9 Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

9.1 Materiaalgegevens4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	:	sf = 1,00
Rekenfactor qn	:	sf = 1,00
Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	:	sf = 1,00
Incidenteledruk	:	pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	:	T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteledruk	:	sf = 1,00
Lengte leiding	:	L = 871 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Constante van Poisson	:	nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Onzekerheidsfactor qn	:	sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	:	sf = 0,0
Minimale kromtestraal	:	R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal	:	sf = 1,1
Opleghoek	:	beta = 30 graden
Belastingshoek	:	alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting	:	Pv,r;n, max = 24 kN/m²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 554260 kN/m³

9.2 Resultaten Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

9.2.1 Belasting Combinatie 1A: Begin Trekoperatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rrol·Wb)	=	0,5	[N/mm²]
Sigma_t = T1/A	=	1,5	[N/mm²]
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	1,8	[N/mm²]

De tangentiele spanning is in deze fase verwaarloosbaar.

9.2.2 Belasting Combinatie 1B: Einde Trekoperatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rmin·Wb)	=	0,9	N/mm²
Sigma_t = Tmax/A	=	4,9	N/mm²
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	5,5	N/mm²

Tangentiele spanning:

Belasting qr op de leiding ten gevolge van grondreactie bij bochten (volgens NEN 3650-1 katern-5 D3.3):

qr = kv·Y = (0.322·Lambda^2·E·I)/(0,91.Do.R)

Lambda = (kv·Do/(4·E·I))^0.25	=	5,1E-3	mm-1
qr	=	0,01163	N/mm²
Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,7	N/mm²
Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max	=	0,7	N/mm²

9.2.3 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_px = 0.5·Sigma_py	=	0,0	N/mm²
Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²

9.2.4 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rmin·Wb)	=	0,3	N/mm²
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	0,2	N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,4	N/mm²
Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,2	N/mm²
Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max	=	1,7	N/mm²

9.2.5 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rrol·Wb)	=	0,3	N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_px = 0.5·Sigma_py	=	0,0	N/mm²
Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_Temp = Dt * gamma_t * alpha g * E	=	0,0	N/mm²

Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	0,2	N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,4	N/mm²
Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,2	N/mm²
Rerounding factor Frr	=	1,000	
Rerounding factor F'rr	=	1,000	

Sigma_t,max = Sigma_py + ((F'rr·Sigma_qr) + (Frr·Sigma_qn))

Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max	=	1,7	N/mm²

9.3 Controle van de Berekende Spanningen4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

Belasting combinatie 1
- Sigma_AxMax < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < ShortStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 2
- Sigma_ptest < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_py < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 3
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 4
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,8	5,5	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	1,7	1,7

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,2 mm (1,1% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

9.3.4 Toetsing op Implosie4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Einde Rapport

BIJLAGE 3 BEREKENING BEDRIJFSFASE

Rapport voor D-Geo Pipeline 6.3

Model : Horizontaal Gestuurde Boring
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam: BAM Infratechniek

Datum van rapport: 7-11-2013
Tijd van rapport: 11:16:41

Bestandsnaam: M:\..\150kV\01 A4-HSL - Does\DO++\HDD-01A A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave 2
2 Invoergegevens 3
2.1 Gebruikt model 3
2.2 Laagscheidingen 3
2.3 PN-Lijnen 23
2.4 Freatische Lijn 24
2.5 Grondprofielen 24
2.6 Grenslagen 24
2.7 Configuratie van de Pijpleiding 25
2.8 Berekenings Verticalen 25
2.9 Materiaaltypen 28
2.10 Materiaalgegevens van de Leiding 29
2.11 Gegevens voor Leidingberekening 30
2.12 Geometrie 30
2.12.1 Geometrie Sectie, Detail 30
2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht 31
2.13 Factoren 31
3 Grondmechanische Parameters 32
3.1 Grondmechanische Parameters 1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 32
3.2 Grondmechanische Parameters 2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 37
3.3 Grondmechanische Parameters 3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 43
3.4 Grondmechanische Parameters 4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 49
4 Gegevens voor Spanningsanalyse 55
4.1 Algemene gegevens 55
4.2 Ballasten Leiding 55
4.3 Trekkrachtberekening 55
5 Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 57
5.1 Materiaalgegevens1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 57
5.2 Resultaten Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 57
5.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 57
5.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 58
5.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk 58
5.3 Controle van de Berekende Spanningen1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 58
5.3.1 Toetsing op Implosie1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 59
6 Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 60
6.1 Materiaalgegevens2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 60
6.2 Resultaten Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 60
6.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 60
6.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 61
6.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk 61
6.3 Controle van de Berekende Spanningen2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 61
6.3.1 Toetsing op Implosie2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 62
7 Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 63
7.1 Materiaalgegevens3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 63
7.2 Resultaten Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 63
7.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 63
7.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 64
7.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk 64
7.3 Controle van de Berekende Spanningen3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 64
7.3.1 Toetsing op Implosie3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 65
8 Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 66
8.1 Materiaalgegevens4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 66
8.2 Resultaten Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 66
8.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 66
8.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 67
8.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk 67
8.3 Controle van de Berekende Spanningen4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 67
8.3.1 Toetsing op Implosie4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 68

2 Invoergegevens

2.1 Gebruikt model

Gebruikt model : Horizontaal Gestuurde Boring

2.2 Laagscheidingen

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
49 - X -	-32,500	0,000	15,221	17,426	17,675
49 - Y -	-1,249	-1,249	-1,203	-2,700	-2,869
49 - X -	24,144	24,368	26,422	64,346	72,700
49 - Y -	-2,869	-2,700	-1,153	-1,045	-1,018
49 - X -	72,700	76,300	76,300	82,351	82,351
49 - Y -	-0,018	-0,007	-1,007	-0,988	0,012
49 - X -	86,466	86,466	92,785	92,785	99,104
49 - Y -	0,025	-0,975	-0,955	0,045	0,065
49 - X -	99,104	120,400	120,400	123,900	123,900
49 - Y -	-0,935	-0,867	0,133	0,157	-0,843
49 - X -	127,708	130,843	130,986	136,151	136,267
49 - Y -	-0,782	-2,778	-2,869	-2,869	-2,789
49 - X -	139,445	144,000	144,000	149,300	149,300
49 - Y -	-0,593	-0,520	0,480	0,565	-0,435
49 - X -	160,700	160,700	165,700	165,700	172,413
49 - Y -	-0,251	0,749	0,830	-0,170	-0,062
49 - X -	174,834	185,234	186,651	188,299	215,100
49 - Y -	-2,868	-2,863	-1,450	0,193	0,624
49 - X -	215,100	219,500	219,500	252,500	252,500
49 - Y -	1,624	1,695	0,695	1,226	2,226
49 - X -	259,900	259,900	279,700	279,700	286,900
49 - Y -	2,345	1,345	1,663	2,663	2,779
49 - X -	286,900	305,672	312,700	312,700	320,000
49 - Y -	1,779	2,081	1,938	2,938	2,790
49 - X -	320,000	331,943	334,641	335,257	335,302
49 - Y -	1,790	1,548	-1,999	-2,809	-2,869
49 - X -	336,322	336,369	337,066	340,018	424,790
49 - Y -	-2,863	-2,809	-2,008	1,384	-0,335
49 - X -	426,280	426,456	429,939	430,158	432,176
49 - Y -	-2,599	-2,867	-2,862	-2,629	-0,485
49 - X -	432,176	441,011	447,424	456,100	456,100
49 - Y -	0,515	0,075	0,075	0,030	-0,970
49 - X -	458,418	458,499	461,861	461,936	463,655
49 - Y -	-2,786	-2,850	-2,850	-2,778	-1,123
49 - X -	475,290	494,515	496,999	497,213	498,337
49 - Y -	-1,359	-0,957	-2,700	-2,850	-2,849
49 - X -	498,540	501,034	521,400	521,400	529,500
49 - Y -	-2,697	-0,820	-0,394	0,606	0,763
49 - X -	529,500	534,900	534,900	542,600	542,600
49 - Y -	-0,237	-0,150	0,850	0,974	-0,026
49 - X -	555,000	555,000	560,264	560,264	572,668
49 - Y -	0,174	1,174	1,259	0,259	0,459
49 - X -	575,102	575,366	576,491	576,729	578,988
49 - Y -	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523	0,561
49 - X -	593,484	595,913	596,187	631,658	631,998
49 - Y -	0,794	-2,480	-2,850	-2,849	-2,400
49 - X -	634,132	653,019	653,621	653,642	689,571
49 - Y -	0,424	0,116	-2,352	-2,439	-2,439
49 - X -	691,796	691,799	691,829	692,162	721,776
49 - Y -	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009
49 - X -	739,267	756,788	778,146	779,222	779,412
49 - Y -	0,455	1,921	0,784	-2,304	-2,850
49 - X -	780,460	780,670	781,787	784,000	784,000
49 - Y -	-2,850	-2,307	0,591	0,473	1,473
49 - X -	786,300	786,300	788,389	789,437	789,653

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
49 - Y -	1,350	0,350	0,239	-2,323	-2,850
49 - X -	790,701	790,917	791,898	805,270	823,902
49 - Y -	-2,850	-2,326	0,052	-0,659	-0,880
49 - X -	824,532	824,726	825,774	825,994	826,699
49 - Y -	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913
49 - X -	855,032	887,546			
49 - Y -	-1,249	-1,249			
48 - X -	-32,500	17,426	17,675	24,144	24,368
48 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,700
48 - X -	26,422	64,346	72,700	72,700	76,300
48 - Y -	-1,153	-1,045	-1,018	-0,018	-0,007
48 - X -	76,300	82,351	82,351	86,466	86,466
48 - Y -	-1,007	-0,988	0,012	0,025	-0,975
48 - X -	92,785	92,785	99,104	99,104	120,400
48 - Y -	-0,955	0,045	0,065	-0,935	-0,867
48 - X -	120,400	123,900	123,900	127,708	130,843
48 - Y -	0,133	0,157	-0,843	-0,782	-2,778
48 - X -	130,986	136,151	136,267	139,445	144,000
48 - Y -	-2,869	-2,869	-2,789	-0,593	-0,520
48 - X -	144,000	149,300	149,300	160,700	160,700
48 - Y -	0,480	0,565	-0,435	-0,251	0,749
48 - X -	165,700	165,700	172,413	174,834	185,234
48 - Y -	0,830	-0,170	-0,062	-2,868	-2,863
48 - X -	186,651	188,299	215,100	215,100	219,500
48 - Y -	-1,450	0,193	0,624	1,624	1,695
48 - X -	219,500	252,500	252,500	259,900	259,900
48 - Y -	0,695	1,226	2,226	2,345	1,345
48 - X -	279,700	279,700	286,900	286,900	305,672
48 - Y -	1,663	2,663	2,779	1,779	2,081
48 - X -	312,700	312,700	320,000	320,000	331,943
48 - Y -	1,938	2,938	2,790	1,790	1,548
48 - X -	334,641	335,257	335,302	336,322	336,369
48 - Y -	-1,999	-2,809	-2,869	-2,863	-2,809
48 - X -	337,066	340,018	424,790	426,280	426,456
48 - Y -	-2,008	1,384	-0,335	-2,599	-2,867
48 - X -	429,939	430,158	432,176	432,176	441,011
48 - Y -	-2,862	-2,629	-0,485	0,515	0,075
48 - X -	447,424	456,100	456,100	458,418	458,499
48 - Y -	0,075	0,030	-0,970	-2,786	-2,850
48 - X -	461,861	461,936	463,655	475,290	494,515
48 - Y -	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957
48 - X -	496,999	497,213	498,337	498,540	501,034
48 - Y -	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820
48 - X -	521,400	521,400	529,500	529,500	534,900
48 - Y -	-0,394	0,606	0,763	-0,237	-0,150
48 - X -	534,900	542,600	542,600	555,000	555,000
48 - Y -	0,850	0,974	-0,026	0,174	1,174
48 - X -	560,264	560,264	572,668	575,102	575,366
48 - Y -	1,259	0,259	0,459	-2,527	-2,850
48 - X -	576,491	576,729	578,988	593,484	595,913
48 - Y -	-2,849	-2,523	0,561	0,794	-2,480
48 - X -	596,187	631,658	631,998	634,132	653,019
48 - Y -	-2,850	-2,849	-2,400	0,424	0,116
48 - X -	653,621	653,642	689,571	691,796	691,799
48 - Y -	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422
48 - X -	691,829	692,162	721,776	739,267	756,788
48 - Y -	-2,267	-0,525	-1,009	0,455	1,921
48 - X -	778,146	779,222	779,412	780,460	780,670
48 - Y -	0,784	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307
48 - X -	781,787	784,000	784,000	786,300	786,300
48 - Y -	0,591	0,473	1,473	1,350	0,350
48 - X -	788,389	789,437	789,653	790,701	790,917
48 - Y -	0,239	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326
48 - X -	791,898	805,270	823,902	824,532	824,726
48 - Y -	0,052	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850
48 - X -	825,774	825,994	826,699	855,032	887,546

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
48 - Y -	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249
47 - X -	-32,500	17,426	17,675	24,144	24,368
47 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,700
47 - X -	26,422	64,346	72,700	76,300	82,351
47 - Y -	-1,153	-1,045	-1,018	-1,007	-0,988
47 - X -	82,351	86,466	86,466	92,785	92,785
47 - Y -	0,012	0,025	-0,975	-0,955	0,045
47 - X -	99,104	99,104	120,400	120,400	123,900
47 - Y -	0,065	-0,935	-0,867	0,133	0,157
47 - X -	123,900	127,708	130,843	130,986	136,151
47 - Y -	-0,843	-0,782	-2,778	-2,869	-2,869
47 - X -	136,267	139,445	144,000	144,000	149,300
47 - Y -	-2,789	-0,593	-0,520	0,480	0,565
47 - X -	149,300	160,700	160,700	165,700	165,700
47 - Y -	-0,435	-0,251	0,749	0,830	-0,170
47 - X -	172,413	174,834	185,234	186,651	188,299
47 - Y -	-0,062	-2,868	-2,863	-1,450	0,193
47 - X -	215,100	215,100	219,500	219,500	252,500
47 - Y -	0,624	1,624	1,695	0,695	1,226
47 - X -	252,500	259,900	259,900	279,700	279,700
47 - Y -	2,226	2,345	1,345	1,663	2,663
47 - X -	286,900	286,900	305,672	312,700	312,700
47 - Y -	2,779	1,779	2,081	1,938	2,938
47 - X -	320,000	320,000	331,943	334,641	335,257
47 - Y -	2,790	1,790	1,548	-1,999	-2,809
47 - X -	335,302	336,322	336,369	337,066	340,018
47 - Y -	-2,869	-2,863	-2,809	-2,008	1,384
47 - X -	424,790	426,280	426,456	429,939	430,158
47 - Y -	-0,335	-2,599	-2,867	-2,862	-2,629
47 - X -	432,176	432,176	441,011	447,424	456,100
47 - Y -	-0,485	0,515	0,075	0,075	0,030
47 - X -	456,100	458,418	458,499	461,861	461,936
47 - Y -	-0,970	-2,786	-2,850	-2,850	-2,778
47 - X -	463,655	475,290	494,515	496,999	497,213
47 - Y -	-1,123	-1,359	-0,957	-2,700	-2,850
47 - X -	498,337	498,540	501,034	521,400	521,400
47 - Y -	-2,849	-2,697	-0,820	-0,394	0,606
47 - X -	529,500	529,500	534,900	534,900	542,600
47 - Y -	0,763	-0,237	-0,150	0,850	0,974
47 - X -	542,600	555,000	555,000	560,264	560,264
47 - Y -	-0,026	0,174	1,174	1,259	0,259
47 - X -	572,668	575,102	575,366	576,491	576,729
47 - Y -	0,459	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523
47 - X -	578,988	593,484	595,913	596,187	631,658
47 - Y -	0,561	0,794	-2,480	-2,850	-2,849
47 - X -	631,998	634,132	653,019	653,621	653,642
47 - Y -	-2,400	0,424	0,116	-2,352	-2,439
47 - X -	689,571	691,796	691,799	691,829	692,162
47 - Y -	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525
47 - X -	721,776	739,267	756,788	778,146	779,222
47 - Y -	-1,009	0,455	1,921	0,784	-2,304
47 - X -	779,412	780,460	780,670	781,787	784,000
47 - Y -	-2,850	-2,850	-2,307	0,591	0,473
47 - X -	784,000	786,300	786,300	788,389	789,437
47 - Y -	1,473	1,350	0,350	0,239	-2,323
47 - X -	789,653	790,701	790,917	791,898	805,270
47 - Y -	-2,850	-2,850	-2,326	0,052	-0,659
47 - X -	823,902	824,532	824,726	825,774	825,994
47 - Y -	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
47 - X -	826,699	855,032	887,546		
47 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
46 - X -	-32,500	17,426	17,675	24,144	24,368
46 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,700
46 - X -	26,422	64,346	72,700	76,300	82,351
46 - Y -	-1,153	-1,045	-1,018	-1,007	-0,988
46 - X -	86,466	92,785	92,785	99,104	99,104

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
46 - Y -	-0,975	-0,955	0,045	0,065	-0,935
46 - X -	120,400	120,400	123,900	123,900	127,708
46 - Y -	-0,867	0,133	0,157	-0,843	-0,782
46 - X -	130,843	130,986	136,151	136,267	139,445
46 - Y -	-2,778	-2,869	-2,869	-2,789	-0,593
46 - X -	144,000	144,000	149,300	149,300	160,700
46 - Y -	-0,520	0,480	0,565	-0,435	-0,251
46 - X -	160,700	165,700	165,700	172,413	174,834
46 - Y -	0,749	0,830	-0,170	-0,062	-2,868
46 - X -	185,234	186,651	188,299	215,100	215,100
46 - Y -	-2,863	-1,450	0,193	0,624	1,624
46 - X -	219,500	219,500	252,500	252,500	259,900
46 - Y -	1,695	0,695	1,226	2,226	2,345
46 - X -	259,900	279,700	279,700	286,900	286,900
46 - Y -	1,345	1,663	2,663	2,779	1,779
46 - X -	305,672	312,700	312,700	320,000	320,000
46 - Y -	2,081	1,938	2,938	2,790	1,790
46 - X -	331,943	334,641	335,257	335,302	336,322
46 - Y -	1,548	-1,999	-2,809	-2,869	-2,863
46 - X -	336,369	337,066	340,018	424,790	426,280
46 - Y -	-2,809	-2,008	1,384	-0,335	-2,599
46 - X -	426,456	429,939	430,158	432,176	432,176
46 - Y -	-2,867	-2,862	-2,629	-0,485	0,515
46 - X -	441,011	447,424	456,100	456,100	458,418
46 - Y -	0,075	0,075	0,030	-0,970	-2,786
46 - X -	458,499	461,861	461,936	463,655	475,290
46 - Y -	-2,850	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359
46 - X -	494,515	496,999	497,213	498,337	498,540
46 - Y -	-0,957	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697
46 - X -	501,034	521,400	521,400	529,500	529,500
46 - Y -	-0,820	-0,394	0,606	0,763	-0,237
46 - X -	534,900	534,900	542,600	542,600	555,000
46 - Y -	-0,150	0,850	0,974	-0,026	0,174
46 - X -	555,000	560,264	560,264	572,668	575,102
46 - Y -	1,174	1,259	0,259	0,459	-2,527
46 - X -	575,366	576,491	576,729	578,988	593,484
46 - Y -	-2,850	-2,849	-2,523	0,561	0,794
46 - X -	595,913	596,187	631,658	631,998	634,132
46 - Y -	-2,480	-2,850	-2,849	-2,400	0,424
46 - X -	653,019	653,621	653,642	689,571	691,796
46 - Y -	0,116	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439
46 - X -	691,799	691,829	692,162	721,776	739,267
46 - Y -	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009	0,455
46 - X -	756,788	778,146	779,222	779,412	780,460
46 - Y -	1,921	0,784	-2,304	-2,850	-2,850
46 - X -	780,670	781,787	784,000	784,000	786,300
46 - Y -	-2,307	0,591	0,473	1,473	1,350
46 - X -	786,300	788,389	789,437	789,653	790,701
46 - Y -	0,350	0,239	-2,323	-2,850	-2,850
46 - X -	790,917	791,898	805,270	823,902	824,532
46 - Y -	-2,326	0,052	-0,659	-0,880	-2,387
46 - X -	824,726	825,774	825,994	826,699	855,032
46 - Y -	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249
46 - X -	887,546				
46 - Y -	-1,249				
45 - X -	-32,500	17,426	17,675	24,144	24,368
45 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,700
45 - X -	26,422	64,346	72,700	76,300	82,351
45 - Y -	-1,153	-1,045	-1,018	-1,007	-0,988
45 - X -	86,466	92,785	99,104	120,400	120,400
45 - Y -	-0,975	-0,955	-0,935	-0,867	0,133
45 - X -	123,900	123,900	127,708	130,843	130,986
45 - Y -	0,157	-0,843	-0,782	-2,778	-2,869
45 - X -	136,151	136,267	139,445	144,000	144,000
45 - Y -	-2,869	-2,789	-0,593	-0,520	0,480
45 - X -	149,300	149,300	160,700	160,700	165,700

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
45 - Y -	0,565	-0,435	-0,251	0,749	0,830
45 - X -	165,700	172,413	174,834	185,234	186,651
45 - Y -	-0,170	-0,062	-2,868	-2,863	-1,450
45 - X -	188,299	215,100	215,100	219,500	219,500
45 - Y -	0,193	0,624	1,624	1,695	0,695
45 - X -	252,500	252,500	259,900	259,900	279,700
45 - Y -	1,226	2,226	2,345	1,345	1,663
45 - X -	279,700	286,900	286,900	305,672	312,700
45 - Y -	2,663	2,779	1,779	2,081	1,938
45 - X -	312,700	320,000	320,000	331,943	334,641
45 - Y -	2,938	2,790	1,790	1,548	-1,999
45 - X -	335,257	335,302	336,322	336,369	337,066
45 - Y -	-2,809	-2,869	-2,863	-2,809	-2,008
45 - X -	340,018	424,790	426,280	426,456	429,939
45 - Y -	1,384	-0,335	-2,599	-2,867	-2,862
45 - X -	430,158	432,176	432,176	441,011	447,424
45 - Y -	-2,629	-0,485	0,515	0,075	0,075
45 - X -	456,100	456,100	458,418	458,499	461,861
45 - Y -	0,030	-0,970	-2,786	-2,850	-2,850
45 - X -	461,936	463,655	475,290	494,515	496,999
45 - Y -	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957	-2,700
45 - X -	497,213	498,337	498,540	501,034	521,400
45 - Y -	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820	-0,394
45 - X -	521,400	529,500	529,500	534,900	534,900
45 - Y -	0,606	0,763	-0,237	-0,150	0,850
45 - X -	542,600	542,600	555,000	555,000	560,264
45 - Y -	0,974	-0,026	0,174	1,174	1,259
45 - X -	560,264	572,668	575,102	575,366	576,491
45 - Y -	0,259	0,459	-2,527	-2,850	-2,849
45 - X -	576,729	578,988	593,484	595,913	596,187
45 - Y -	-2,523	0,561	0,794	-2,480	-2,850
45 - X -	631,658	631,998	634,132	653,019	653,621
45 - Y -	-2,849	-2,400	0,424	0,116	-2,352
45 - X -	653,642	689,571	691,796	691,799	691,829
45 - Y -	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267
45 - X -	692,162	721,776	739,267	756,788	778,146
45 - Y -	-0,525	-1,009	0,455	1,921	0,784
45 - X -	779,222	779,412	780,460	780,670	781,787
45 - Y -	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307	0,591
45 - X -	784,000	784,000	786,300	786,300	788,389
45 - Y -	0,473	1,473	1,350	0,350	0,239
45 - X -	789,437	789,653	790,701	790,917	791,898
45 - Y -	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326	0,052
45 - X -	805,270	823,902	824,532	824,726	825,774
45 - Y -	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850
45 - X -	825,994	826,699	855,032	887,546	
45 - Y -	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249	
44 - X -	-32,500	17,426	17,675	24,144	24,368
44 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,700
44 - X -	26,422	64,346	72,700	76,300	82,351
44 - Y -	-1,153	-1,045	-1,018	-1,007	-0,988
44 - X -	86,466	92,785	99,104	120,400	122,880
44 - Y -	-0,975	-0,955	-0,935	-0,867	-0,859
44 - X -	123,900	127,708	130,843	130,986	136,151
44 - Y -	-0,843	-0,782	-2,778	-2,869	-2,869
44 - X -	136,267	139,445	144,000	144,000	149,300
44 - Y -	-2,789	-0,593	-0,520	0,480	0,565
44 - X -	149,300	160,700	160,700	165,700	165,700
44 - Y -	-0,435	-0,251	0,749	0,830	-0,170
44 - X -	172,413	174,834	185,234	186,651	188,299
44 - Y -	-0,062	-2,868	-2,863	-1,450	0,193
44 - X -	215,100	215,100	219,500	219,500	252,500
44 - Y -	0,624	1,624	1,695	0,695	1,226
44 - X -	252,500	259,900	259,900	279,700	279,700
44 - Y -	2,226	2,345	1,345	1,663	2,663
44 - X -	286,900	286,900	305,672	312,700	312,700

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
44 - Y -	2,779	1,779	2,081	1,938	2,938
44 - X -	320,000	320,000	331,943	334,641	335,257
44 - Y -	2,790	1,790	1,548	-1,999	-2,809
44 - X -	335,302	336,322	336,369	337,066	340,018
44 - Y -	-2,869	-2,863	-2,809	-2,008	1,384
44 - X -	424,790	426,280	426,456	429,939	430,158
44 - Y -	-0,335	-2,599	-2,867	-2,862	-2,629
44 - X -	432,176	432,176	441,011	447,424	456,100
44 - Y -	-0,485	0,515	0,075	0,075	0,030
44 - X -	456,100	458,418	458,499	461,861	461,936
44 - Y -	-0,970	-2,786	-2,850	-2,850	-2,778
44 - X -	463,655	475,290	494,515	496,999	497,213
44 - Y -	-1,123	-1,359	-0,957	-2,700	-2,850
44 - X -	498,337	498,540	501,034	521,400	521,400
44 - Y -	-2,849	-2,697	-0,820	-0,394	0,606
44 - X -	529,500	529,500	534,900	534,900	542,600
44 - Y -	0,763	-0,237	-0,150	0,850	0,974
44 - X -	542,600	555,000	555,000	560,264	560,264
44 - Y -	-0,026	0,174	1,174	1,259	0,259
44 - X -	572,668	575,102	575,366	576,491	576,729
44 - Y -	0,459	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523
44 - X -	578,988	593,484	595,913	596,187	631,658
44 - Y -	0,561	0,794	-2,480	-2,850	-2,849
44 - X -	631,998	634,132	653,019	653,621	653,642
44 - Y -	-2,400	0,424	0,116	-2,352	-2,439
44 - X -	689,571	691,796	691,799	691,829	692,162
44 - Y -	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525
44 - X -	721,776	739,267	756,788	778,146	779,222
44 - Y -	-1,009	0,455	1,921	0,784	-2,304
44 - X -	779,412	780,460	780,670	781,787	784,000
44 - Y -	-2,850	-2,850	-2,307	0,591	0,473
44 - X -	784,000	786,300	786,300	788,389	789,437
44 - Y -	1,473	1,350	0,350	0,239	-2,323
44 - X -	789,653	790,701	790,917	791,898	805,270
44 - Y -	-2,850	-2,850	-2,326	0,052	-0,659
44 - X -	823,902	824,532	824,726	825,774	825,994
44 - Y -	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
44 - X -	826,699	855,032	887,546		
44 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
43 - X -	-32,500	17,426	17,675	24,144	24,368
43 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,700
43 - X -	92,758	130,843	130,986	136,151	136,267
43 - Y -	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869	-2,789
43 - X -	139,445	144,000	144,000	149,300	149,300
43 - Y -	-0,593	-0,520	0,480	0,565	-0,435
43 - X -	160,700	160,700	165,700	165,700	172,413
43 - Y -	-0,251	0,749	0,830	-0,170	-0,062
43 - X -	174,834	185,234	186,651	188,299	215,100
43 - Y -	-2,868	-2,863	-1,450	0,193	0,624
43 - X -	215,100	219,500	219,500	252,500	252,500
43 - Y -	1,624	1,695	0,695	1,226	2,226
43 - X -	259,900	259,900	279,700	279,700	286,900
43 - Y -	2,345	1,345	1,663	2,663	2,779
43 - X -	286,900	305,672	312,700	312,700	320,000
43 - Y -	1,779	2,081	1,938	2,938	2,790
43 - X -	320,000	331,943	334,641	335,257	335,302
43 - Y -	1,790	1,548	-1,999	-2,809	-2,869
43 - X -	336,322	336,369	337,066	340,018	424,790
43 - Y -	-2,863	-2,809	-2,008	1,384	-0,335
43 - X -	426,280	426,456	429,939	430,158	432,176
43 - Y -	-2,599	-2,867	-2,862	-2,629	-0,485
43 - X -	432,176	441,011	447,424	456,100	456,100
43 - Y -	0,515	0,075	0,075	0,030	-0,970
43 - X -	458,418	458,499	461,861	461,936	463,655
43 - Y -	-2,786	-2,850	-2,850	-2,778	-1,123
43 - X -	475,290	494,515	496,999	497,213	498,337

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
43 - Y -	-1,359	-0,957	-2,700	-2,850	-2,849
43 - X -	498,540	501,034	521,400	521,400	529,500
43 - Y -	-2,697	-0,820	-0,394	0,606	0,763
43 - X -	529,500	534,900	534,900	542,600	542,600
43 - Y -	-0,237	-0,150	0,850	0,974	-0,026
43 - X -	555,000	555,000	560,264	560,264	572,668
43 - Y -	0,174	1,174	1,259	0,259	0,459
43 - X -	575,102	575,366	576,491	576,729	578,988
43 - Y -	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523	0,561
43 - X -	593,484	595,913	596,187	631,658	631,998
43 - Y -	0,794	-2,480	-2,850	-2,849	-2,400
43 - X -	634,132	653,019	653,621	653,642	689,571
43 - Y -	0,424	0,116	-2,352	-2,439	-2,439
43 - X -	691,796	691,799	691,829	692,162	721,776
43 - Y -	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009
43 - X -	739,267	756,788	778,146	779,222	779,412
43 - Y -	0,455	1,921	0,784	-2,304	-2,850
43 - X -	780,460	780,670	781,787	784,000	784,000
43 - Y -	-2,850	-2,307	0,591	0,473	1,473
43 - X -	786,300	786,300	788,389	789,437	789,653
43 - Y -	1,350	0,350	0,239	-2,323	-2,850
43 - X -	790,701	790,917	791,898	805,270	823,902
43 - Y -	-2,850	-2,326	0,052	-0,659	-0,880
43 - X -	824,532	824,726	825,774	825,994	826,699
43 - Y -	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913
43 - X -	855,032	887,546			
43 - Y -	-1,249	-1,249			
42 - X -	-32,500	17,426	17,675	24,144	24,368
42 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,700
42 - X -	92,758	130,843	130,986	136,151	136,267
42 - Y -	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869	-2,789
42 - X -	139,445	144,000	149,300	160,700	160,700
42 - Y -	-0,593	-0,520	0,435	-0,251	0,749
42 - X -	165,700	165,700	172,413	174,834	185,234
42 - Y -	0,830	-0,170	-0,062	-2,868	-2,863
42 - X -	186,651	188,299	215,100	215,100	219,500
42 - Y -	-1,450	0,193	0,624	1,624	1,695
42 - X -	219,500	252,500	252,500	259,900	259,900
42 - Y -	0,695	1,226	2,226	2,345	1,345
42 - X -	279,700	279,700	286,900	286,900	305,672
42 - Y -	1,663	2,663	2,779	1,779	2,081
42 - X -	312,700	312,700	320,000	320,000	331,943
42 - Y -	1,938	2,938	2,790	1,790	1,548
42 - X -	334,641	335,257	335,302	336,322	336,369
42 - Y -	-1,999	-2,809	-2,869	-2,863	-2,809
42 - X -	337,066	340,018	424,790	426,280	426,456
42 - Y -	-2,008	1,384	-0,335	-2,599	-2,867
42 - X -	429,939	430,158	432,176	432,176	441,011
42 - Y -	-2,862	-2,629	-0,485	0,515	0,075
42 - X -	447,424	456,100	456,100	458,418	458,499
42 - Y -	0,075	0,030	-0,970	-2,786	-2,850
42 - X -	461,861	461,936	463,655	475,290	494,515
42 - Y -	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957
42 - X -	496,999	497,213	498,337	498,540	501,034
42 - Y -	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820
42 - X -	521,400	521,400	529,500	529,500	534,900
42 - Y -	-0,394	0,606	0,763	-0,237	-0,150
42 - X -	534,900	542,600	542,600	555,000	555,000
42 - Y -	0,850	0,974	-0,026	0,174	1,174
42 - X -	560,264	560,264	572,668	575,102	575,366
42 - Y -	1,259	0,259	0,459	-2,527	-2,850
42 - X -	576,491	576,729	578,988	593,484	595,913
42 - Y -	-2,849	-2,523	0,561	0,794	-2,480
42 - X -	596,187	631,658	631,998	634,132	653,019
42 - Y -	-2,850	-2,849	-2,400	0,424	0,116
42 - X -	653,621	653,642	689,571	691,796	691,799

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
42 - Y -	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422
42 - X -	691,829	692,162	721,776	739,267	756,788
42 - Y -	-2,267	-0,525	-1,009	0,455	1,921
42 - X -	778,146	779,222	779,412	780,460	780,670
42 - Y -	0,784	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307
42 - X -	781,787	784,000	784,000	786,300	786,300
42 - Y -	0,591	0,473	1,473	1,350	0,350
42 - X -	788,389	789,437	789,653	790,701	790,917
42 - Y -	0,239	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326
42 - X -	791,898	805,270	823,902	824,532	824,726
42 - Y -	0,052	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850
42 - X -	825,774	825,994	826,699	855,032	887,546
42 - Y -	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249
41 - X -	-32,500	17,426	17,675	24,144	24,368
41 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,700
41 - X -	92,758	130,843	130,986	136,151	136,267
41 - Y -	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869	-2,789
41 - X -	139,445	144,000	149,300	160,700	165,700
41 - Y -	-0,593	-0,520	-0,435	-0,251	-0,170
41 - X -	172,413	174,834	185,234	186,651	188,299
41 - Y -	-0,062	-2,868	-2,863	-1,450	0,193
41 - X -	215,100	215,100	219,500	219,500	252,500
41 - Y -	0,624	1,624	1,695	0,695	1,226
41 - X -	252,500	259,900	259,900	279,700	279,700
41 - Y -	2,226	2,345	1,345	1,663	2,663
41 - X -	286,900	286,900	305,672	312,700	312,700
41 - Y -	2,779	1,779	2,081	1,938	2,938
41 - X -	320,000	320,000	331,943	334,641	335,257
41 - Y -	2,790	1,790	1,548	-1,999	-2,809
41 - X -	335,302	336,322	336,369	337,066	340,018
41 - Y -	-2,869	-2,863	-2,809	-2,008	1,384
41 - X -	424,790	426,280	426,456	429,939	430,158
41 - Y -	-0,335	-2,599	-2,867	-2,862	-2,629
41 - X -	432,176	432,176	441,011	447,424	456,100
41 - Y -	-0,485	0,515	0,075	0,075	0,030
41 - X -	456,100	458,418	458,499	461,861	461,936
41 - Y -	-0,970	-2,786	-2,850	-2,850	-2,778
41 - X -	463,655	475,290	494,515	496,999	497,213
41 - Y -	-1,123	-1,359	-0,957	-2,700	-2,850
41 - X -	498,337	498,540	501,034	521,400	521,400
41 - Y -	-2,849	-2,697	-0,820	-0,394	0,606
41 - X -	529,500	529,500	534,900	534,900	542,600
41 - Y -	0,763	-0,237	-0,150	0,850	0,974
41 - X -	542,600	555,000	555,000	560,264	560,264
41 - Y -	-0,026	0,174	1,174	1,259	0,259
41 - X -	572,668	575,102	575,366	576,491	576,729
41 - Y -	0,459	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523
41 - X -	578,988	593,484	595,913	596,187	631,658
41 - Y -	0,561	0,794	-2,480	-2,850	-2,849
41 - X -	631,998	634,132	653,019	653,621	653,642
41 - Y -	-2,400	0,424	0,116	-2,352	-2,439
41 - X -	689,571	691,796	691,799	691,829	692,162
41 - Y -	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525
41 - X -	721,776	739,267	756,788	778,146	779,222
41 - Y -	-1,009	0,455	1,921	0,784	-2,304
41 - X -	779,412	780,460	780,670	781,787	784,000
41 - Y -	-2,850	-2,850	-2,307	0,591	0,473
41 - X -	784,000	786,300	786,300	788,389	789,437
41 - Y -	1,473	1,350	0,350	0,239	-2,323
41 - X -	789,653	790,701	790,917	791,898	805,270
41 - Y -	-2,850	-2,850	-2,326	0,052	-0,659
41 - X -	823,902	824,532	824,726	825,774	825,994
41 - Y -	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
41 - X -	826,699	855,032	887,546		
41 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
40 - X -	-32,500	17,426	17,675	24,144	24,368

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
40 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,700
40 - X -	92,758	130,843	130,986	136,151	136,267
40 - Y -	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869	-2,789
40 - X -	174,834	185,234	186,651	188,299	215,100
40 - Y -	-2,868	-2,863	-1,450	0,193	0,624
40 - X -	215,100	219,500	219,500	252,500	252,500
40 - Y -	1,624	1,695	0,695	1,226	2,226
40 - X -	259,900	259,900	279,700	279,700	286,900
40 - Y -	2,345	1,345	1,663	2,663	2,779
40 - X -	286,900	305,672	312,700	312,700	320,000
40 - Y -	1,779	2,081	1,938	2,938	2,790
40 - X -	320,000	331,943	334,641	335,257	335,302
40 - Y -	1,790	1,548	-1,999	-2,809	-2,869
40 - X -	336,322	336,369	337,066	340,018	424,790
40 - Y -	-2,863	-2,809	-2,008	1,384	-0,335
40 - X -	426,280	426,456	429,939	430,158	432,176
40 - Y -	-2,599	-2,867	-2,862	-2,629	-0,485
40 - X -	432,176	441,011	447,424	456,100	456,100
40 - Y -	0,515	0,075	0,075	0,030	-0,970
40 - X -	458,418	458,499	461,861	461,936	463,655
40 - Y -	-2,786	-2,850	-2,850	-2,778	-1,123
40 - X -	475,290	494,515	496,999	497,213	498,337
40 - Y -	-1,359	-0,957	-2,700	-2,850	-2,849
40 - X -	498,540	501,034	521,400	521,400	529,500
40 - Y -	-2,697	-0,820	-0,394	0,606	0,763
40 - X -	529,500	534,900	534,900	542,600	542,600
40 - Y -	-0,237	-0,150	0,850	0,974	-0,026
40 - X -	555,000	555,000	560,264	560,264	572,668
40 - Y -	0,174	1,174	1,259	0,259	0,459
40 - X -	575,102	575,366	576,491	576,729	578,988
40 - Y -	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523	0,561
40 - X -	593,484	595,913	596,187	631,658	631,998
40 - Y -	0,794	-2,480	-2,850	-2,849	-2,400
40 - X -	634,132	653,019	653,621	653,642	689,571
40 - Y -	0,424	0,116	-2,352	-2,439	-2,439
40 - X -	691,796	691,799	691,829	692,162	721,776
40 - Y -	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009
40 - X -	739,267	756,788	778,146	779,222	779,412
40 - Y -	0,455	1,921	0,784	-2,304	-2,850
40 - X -	780,460	780,670	781,787	784,000	784,000
40 - Y -	-2,850	-2,307	0,591	0,473	1,473
40 - X -	786,300	786,300	788,389	789,437	789,653
40 - Y -	1,350	0,350	0,239	-2,323	-2,850
40 - X -	790,701	790,917	791,898	805,270	823,902
40 - Y -	-2,850	-2,326	0,052	-0,659	-0,880
40 - X -	824,532	824,726	825,774	825,994	826,699
40 - Y -	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913
40 - X -	855,032	887,546			
40 - Y -	-1,249	-1,249			
39 - X -	-32,500	17,426	17,675	24,144	24,368
39 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,700
39 - X -	92,758	130,843	130,986	136,151	136,267
39 - Y -	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869	-2,789
39 - X -	174,834	185,234	186,651	188,299	215,100
39 - Y -	-2,868	-2,863	-1,450	0,193	0,624
39 - X -	219,500	252,500	252,500	259,900	259,900
39 - Y -	0,695	1,226	2,226	2,345	1,345
39 - X -	279,700	279,700	286,900	286,900	305,672
39 - Y -	1,663	2,663	2,779	1,779	2,081
39 - X -	312,700	312,700	320,000	320,000	331,943
39 - Y -	1,938	2,938	2,790	1,790	1,548
39 - X -	334,641	335,257	335,302	336,322	336,369
39 - Y -	-1,999	-2,809	-2,869	-2,863	-2,809
39 - X -	337,066	340,018	424,790	426,280	426,456
39 - Y -	-2,008	1,384	-0,335	-2,599	-2,867
39 - X -	429,939	430,158	432,176	432,176	441,011

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
39 - Y -	-2,862	-2,629	-0,485	0,515	0,075
39 - X -	447,424	456,100	456,100	458,418	458,499
39 - Y -	0,075	0,030	-0,970	-2,786	-2,850
39 - X -	461,861	461,936	463,655	475,290	494,515
39 - Y -	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957
39 - X -	496,999	497,213	498,337	498,540	501,034
39 - Y -	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820
39 - X -	521,400	521,400	529,500	529,500	534,900
39 - Y -	-0,394	0,606	0,763	-0,237	-0,150
39 - X -	534,900	542,600	542,600	555,000	555,000
39 - Y -	0,850	0,974	-0,026	0,174	1,174
39 - X -	560,264	560,264	572,668	575,102	575,366
39 - Y -	1,259	0,259	0,459	-2,527	-2,850
39 - X -	576,491	576,729	578,988	593,484	595,913
39 - Y -	-2,849	-2,523	0,561	0,794	-2,480
39 - X -	596,187	631,658	631,998	634,132	653,019
39 - Y -	-2,850	-2,849	-2,400	0,424	0,116
39 - X -	653,621	653,642	689,571	691,796	691,799
39 - Y -	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422
39 - X -	691,829	692,162	721,776	739,267	756,788
39 - Y -	-2,267	-0,525	-1,009	0,455	1,921
39 - X -	778,146	779,222	779,412	780,460	780,670
39 - Y -	0,784	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307
39 - X -	781,787	784,000	784,000	786,300	786,300
39 - Y -	0,591	0,473	1,473	1,350	0,350
39 - X -	788,389	789,437	789,653	790,701	790,917
39 - Y -	0,239	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326
39 - X -	791,898	805,270	823,902	824,532	824,726
39 - Y -	0,052	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850
39 - X -	825,774	825,994	826,699	855,032	887,546
39 - Y -	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249
38 - X -	-32,500	17,426	17,675	24,144	24,368
38 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,700
38 - X -	92,758	130,843	130,986	136,151	136,267
38 - Y -	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869	-2,789
38 - X -	174,834	185,234	186,651	188,299	215,100
38 - Y -	-2,868	-2,863	-1,450	0,193	0,624
38 - X -	219,500	252,500	259,900	279,700	279,700
38 - Y -	0,695	1,226	1,345	1,663	2,663
38 - X -	286,900	286,900	305,672	312,700	312,700
38 - Y -	2,779	1,779	2,081	1,938	2,938
38 - X -	320,000	320,000	331,943	334,641	335,257
38 - Y -	2,790	1,790	1,548	-1,999	-2,809
38 - X -	335,302	336,322	336,369	337,066	340,018
38 - Y -	-2,869	-2,863	-2,809	-2,008	1,384
38 - X -	424,790	426,280	426,456	429,939	430,158
38 - Y -	-0,335	-2,599	-2,867	-2,862	-2,629
38 - X -	432,176	432,176	441,011	447,424	456,100
38 - Y -	-0,485	0,515	0,075	0,075	0,030
38 - X -	456,100	458,418	458,499	461,861	461,936
38 - Y -	-0,970	-2,786	-2,850	-2,850	-2,778
38 - X -	463,655	475,290	494,515	496,999	497,213
38 - Y -	-1,123	-1,359	-0,957	-2,700	-2,850
38 - X -	498,337	498,540	501,034	521,400	521,400
38 - Y -	-2,849	-2,697	-0,820	-0,394	0,606
38 - X -	529,500	529,500	534,900	534,900	542,600
38 - Y -	0,763	-0,237	-0,150	0,850	0,974
38 - X -	542,600	555,000	555,000	560,264	560,264
38 - Y -	-0,026	0,174	1,174	1,259	0,259
38 - X -	572,668	575,102	575,366	576,491	576,729
38 - Y -	0,459	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523
38 - X -	578,988	593,484	595,913	596,187	631,658
38 - Y -	0,561	0,794	-2,480	-2,850	-2,849
38 - X -	631,998	634,132	653,019	653,621	653,642
38 - Y -	-2,400	0,424	0,116	-2,352	-2,439
38 - X -	689,571	691,796	691,799	691,829	692,162

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
38 - Y -	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525
38 - X -	721,776	739,267	756,788	778,146	779,222
38 - Y -	-1,009	0,455	1,921	0,784	-2,304
38 - X -	779,412	780,460	780,670	781,787	784,000
38 - Y -	-2,850	-2,850	-2,307	0,591	0,473
38 - X -	784,000	786,300	786,300	788,389	789,437
38 - Y -	1,473	1,350	0,350	0,239	-2,323
38 - X -	789,653	790,701	790,917	791,898	805,270
38 - Y -	-2,850	-2,850	-2,326	0,052	-0,659
38 - X -	823,902	824,532	824,726	825,774	825,994
38 - Y -	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
38 - X -	826,699	855,032	887,546		
38 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
37 - X -	-32,500	17,426	17,675	24,144	24,368
37 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,700
37 - X -	92,758	130,843	130,986	136,151	136,267
37 - Y -	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869	-2,789
37 - X -	174,834	185,234	186,651	188,299	215,100
37 - Y -	-2,868	-2,863	-1,450	0,193	0,624
37 - X -	219,500	252,500	259,900	279,700	286,900
37 - Y -	0,695	1,226	1,345	1,663	1,779
37 - X -	305,672	312,700	312,700	320,000	320,000
37 - Y -	2,081	1,938	2,938	2,790	1,790
37 - X -	331,943	334,641	335,257	335,302	336,322
37 - Y -	1,548	-1,999	-2,809	-2,869	-2,863
37 - X -	336,369	337,066	340,018	424,790	426,280
37 - Y -	-2,809	-2,008	1,384	-0,335	-2,599
37 - X -	426,456	429,939	430,158	432,176	432,176
37 - Y -	-2,867	-2,862	-2,629	-0,485	0,515
37 - X -	441,011	447,424	456,100	456,100	458,418
37 - Y -	0,075	0,075	0,030	-0,970	-2,786
37 - X -	458,499	461,861	461,936	463,655	475,290
37 - Y -	-2,850	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359
37 - X -	494,515	496,999	497,213	498,337	498,540
37 - Y -	-0,957	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697
37 - X -	501,034	521,400	521,400	529,500	529,500
37 - Y -	-0,820	-0,394	0,606	0,763	-0,237
37 - X -	534,900	534,900	542,600	542,600	555,000
37 - Y -	-0,150	0,850	0,974	-0,026	0,174
37 - X -	555,000	560,264	560,264	572,668	575,102
37 - Y -	1,174	1,259	0,259	0,459	-2,527
37 - X -	575,366	576,491	576,729	578,988	593,484
37 - Y -	-2,850	-2,849	-2,523	0,561	0,794
37 - X -	595,913	596,187	631,658	631,998	634,132
37 - Y -	-2,480	-2,850	-2,849	-2,400	0,424
37 - X -	653,019	653,621	653,642	689,571	691,796
37 - Y -	0,116	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439
37 - X -	691,799	691,829	692,162	721,776	739,267
37 - Y -	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009	0,455
37 - X -	756,788	778,146	779,222	779,412	780,460
37 - Y -	1,921	0,784	-2,304	-2,850	-2,850
37 - X -	780,670	781,787	784,000	784,000	786,300
37 - Y -	-2,307	0,591	0,473	1,473	1,350
37 - X -	786,300	788,389	789,437	789,653	790,701
37 - Y -	0,350	0,239	-2,323	-2,850	-2,850
37 - X -	790,917	791,898	805,270	823,902	824,532
37 - Y -	-2,326	0,052	-0,659	-0,880	-2,387
37 - X -	824,726	825,774	825,994	826,699	855,032
37 - Y -	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249
37 - X -	887,546				
37 - Y -	-1,249				
36 - X -	-32,500	17,426	17,675	24,144	24,368
36 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,700
36 - X -	92,758	130,843	130,986	136,151	136,267
36 - Y -	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869	-2,789
36 - X -	174,834	185,234	186,651	188,299	215,100

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
36 - Y -	-2,868	-2,863	-1,450	0,193	0,624
36 - X -	219,500	252,500	259,900	279,700	286,900
36 - Y -	0,695	1,226	1,345	1,663	1,779
36 - X -	305,672	312,700	320,000	331,943	334,641
36 - Y -	2,081	1,938	1,790	1,548	-1,999
36 - X -	335,257	335,302	336,322	336,369	337,066
36 - Y -	-2,809	-2,869	-2,863	-2,809	-2,008
36 - X -	340,018	424,790	426,280	426,456	429,939
36 - Y -	1,384	-0,335	-2,599	-2,867	-2,862
36 - X -	430,158	432,176	432,176	441,011	447,424
36 - Y -	-2,629	-0,485	0,515	0,075	0,075
36 - X -	456,100	456,100	458,418	458,499	461,861
36 - Y -	0,030	-0,970	-2,786	-2,850	-2,850
36 - X -	461,936	463,655	475,290	494,515	496,999
36 - Y -	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957	-2,700
36 - X -	497,213	498,337	498,540	501,034	521,400
36 - Y -	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820	-0,394
36 - X -	521,400	529,500	529,500	534,900	534,900
36 - Y -	0,606	0,763	-0,237	-0,150	0,850
36 - X -	542,600	542,600	555,000	555,000	560,264
36 - Y -	0,974	-0,026	0,174	1,174	1,259
36 - X -	560,264	572,668	575,102	575,366	576,491
36 - Y -	0,259	0,459	-2,527	-2,850	-2,849
36 - X -	576,729	578,988	593,484	595,913	596,187
36 - Y -	-2,523	0,561	0,794	-2,480	-2,850
36 - X -	631,658	631,998	634,132	653,019	653,621
36 - Y -	-2,849	-2,400	0,424	0,116	-2,352
36 - X -	653,642	689,571	691,796	691,799	691,829
36 - Y -	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267
36 - X -	692,162	721,776	739,267	756,788	778,146
36 - Y -	-0,525	-1,009	0,455	1,921	0,784
36 - X -	779,222	779,412	780,460	780,670	781,787
36 - Y -	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307	0,591
36 - X -	784,000	784,000	786,300	786,300	788,389
36 - Y -	0,473	1,473	1,350	0,350	0,239
36 - X -	789,437	789,653	790,701	790,917	791,898
36 - Y -	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326	0,052
36 - X -	805,270	823,902	824,532	824,726	825,774
36 - Y -	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850
36 - X -	825,994	826,699	855,032	887,546	
36 - Y -	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249	
35 - X -	-32,500	17,426	17,675	24,144	24,368
35 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,700
35 - X -	92,758	130,843	130,986	136,151	136,267
35 - Y -	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869	-2,789
35 - X -	174,834	185,234	186,651	334,641	335,257
35 - Y -	-2,868	-2,863	-1,450	-1,999	-2,809
35 - X -	335,302	336,322	336,369	337,066	340,018
35 - Y -	-2,869	-2,863	-2,809	-2,008	1,384
35 - X -	424,790	426,280	426,456	429,939	430,158
35 - Y -	-0,335	-2,599	-2,867	-2,862	-2,629
35 - X -	432,176	432,176	441,011	447,424	456,100
35 - Y -	-0,485	0,515	0,075	0,075	0,030
35 - X -	456,100	458,418	458,499	461,861	461,936
35 - Y -	-0,970	-2,786	-2,850	-2,850	-2,778
35 - X -	463,655	475,290	494,515	496,999	497,213
35 - Y -	-1,123	-1,359	-0,957	-2,700	-2,850
35 - X -	498,337	498,540	501,034	521,400	521,400
35 - Y -	-2,849	-2,697	-0,820	-0,394	0,606
35 - X -	529,500	529,500	534,900	534,900	542,600
35 - Y -	0,763	-0,237	-0,150	0,850	0,974
35 - X -	542,600	555,000	555,000	560,264	560,264
35 - Y -	-0,026	0,174	1,174	1,259	0,259
35 - X -	572,668	575,102	575,366	576,491	576,729
35 - Y -	0,459	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523
35 - X -	578,988	593,484	595,913	596,187	631,658

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
35 - Y -	0,561	0,794	-2,480	-2,850	-2,849
35 - X -	631,998	634,132	653,019	653,621	653,642
35 - Y -	-2,400	0,424	0,116	-2,352	-2,439
35 - X -	689,571	691,796	691,799	691,829	692,162
35 - Y -	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525
35 - X -	721,776	739,267	756,788	778,146	779,222
35 - Y -	-1,009	0,455	1,921	0,784	-2,304
35 - X -	779,412	780,460	780,670	781,787	784,000
35 - Y -	-2,850	-2,850	-2,307	0,591	0,473
35 - X -	784,000	786,300	786,300	788,389	789,437
35 - Y -	1,473	1,350	0,350	0,239	-2,323
35 - X -	789,653	790,701	790,917	791,898	805,270
35 - Y -	-2,850	-2,850	-2,326	0,052	-0,659
35 - X -	823,902	824,532	824,726	825,774	825,994
35 - Y -	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
35 - X -	826,699	855,032	887,546		
35 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
34 - X -	-32,500	17,426	17,675	24,144	24,368
34 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,700
34 - X -	92,758	130,843	130,986	136,151	136,267
34 - Y -	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869	-2,789
34 - X -	174,834	185,234	335,257	335,302	336,322
34 - Y -	-2,868	-2,863	-2,809	-2,869	-2,863
34 - X -	336,369	337,066	340,018	424,790	426,280
34 - Y -	-2,809	-2,008	1,384	-0,335	-2,599
34 - X -	426,456	429,939	430,158	432,176	432,176
34 - Y -	-2,867	-2,862	-2,629	-0,485	0,515
34 - X -	441,011	447,424	456,100	456,100	458,418
34 - Y -	0,075	0,075	0,030	-0,970	-2,786
34 - X -	458,499	461,861	461,936	463,655	475,290
34 - Y -	-2,850	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359
34 - X -	494,515	496,999	497,213	498,337	498,540
34 - Y -	-0,957	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697
34 - X -	501,034	521,400	521,400	529,500	529,500
34 - Y -	-0,820	-0,394	0,606	0,763	-0,237
34 - X -	534,900	534,900	542,600	542,600	555,000
34 - Y -	-0,150	0,850	0,974	-0,026	0,174
34 - X -	555,000	560,264	560,264	572,668	575,102
34 - Y -	1,174	1,259	0,259	0,459	-2,527
34 - X -	575,366	576,491	576,729	578,988	593,484
34 - Y -	-2,850	-2,849	-2,523	0,561	0,794
34 - X -	595,913	596,187	631,658	631,998	634,132
34 - Y -	-2,480	-2,850	-2,849	-2,400	0,424
34 - X -	653,019	653,621	653,642	689,571	691,796
34 - Y -	0,116	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439
34 - X -	691,799	691,829	692,162	721,776	739,267
34 - Y -	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009	0,455
34 - X -	756,788	778,146	779,222	779,412	780,460
34 - Y -	1,921	0,784	-2,304	-2,850	-2,850
34 - X -	780,670	781,787	784,000	784,000	786,300
34 - Y -	-2,307	0,591	0,473	1,473	1,350
34 - X -	786,300	788,389	789,437	789,653	790,701
34 - Y -	0,350	0,239	-2,323	-2,850	-2,850
34 - X -	790,917	791,898	805,270	823,902	824,532
34 - Y -	-2,326	0,052	-0,659	-0,880	-2,387
34 - X -	824,726	825,774	825,994	826,699	855,032
34 - Y -	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249
34 - X -	887,546				
34 - Y -	-1,249				
33 - X -	-32,500	17,426	17,675	24,144	24,368
33 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,700
33 - X -	92,758	130,843	130,986	136,151	136,267
33 - Y -	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869	-2,789
33 - X -	174,834	185,234	335,257	335,302	336,322
33 - Y -	-2,868	-2,863	-2,809	-2,869	-2,863
33 - X -	336,369	337,066	361,795	426,280	426,456

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
33 - Y -	-2,809	-2,008	-2,100	-2,599	-2,867
33 - X -	429,939	430,158	432,176	432,176	441,011
33 - Y -	-2,862	-2,629	-0,485	0,515	0,075
33 - X -	447,424	456,100	456,100	458,418	458,499
33 - Y -	0,075	0,030	-0,970	-2,786	-2,850
33 - X -	461,861	461,936	463,655	475,290	494,515
33 - Y -	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957
33 - X -	496,999	497,213	498,337	498,540	501,034
33 - Y -	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820
33 - X -	521,400	521,400	529,500	529,500	534,900
33 - Y -	-0,394	0,606	0,763	-0,237	-0,150
33 - X -	534,900	542,600	542,600	555,000	555,000
33 - Y -	0,850	0,974	-0,026	0,174	1,174
33 - X -	560,264	560,264	572,668	575,102	575,366
33 - Y -	1,259	0,259	0,459	-2,527	-2,850
33 - X -	576,491	576,729	578,988	593,484	595,913
33 - Y -	-2,849	-2,523	0,561	0,794	-2,480
33 - X -	596,187	631,658	631,998	634,132	653,019
33 - Y -	-2,850	-2,849	-2,400	0,424	0,116
33 - X -	653,621	653,642	689,571	691,796	691,799
33 - Y -	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422
33 - X -	691,829	692,162	721,776	739,267	756,788
33 - Y -	-2,267	-0,525	-1,009	0,455	1,921
33 - X -	778,146	779,222	779,412	780,460	780,670
33 - Y -	0,784	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307
33 - X -	781,787	784,000	784,000	786,300	786,300
33 - Y -	0,591	0,473	1,473	1,350	0,350
33 - X -	788,389	789,437	789,653	790,701	790,917
33 - Y -	0,239	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326
33 - X -	791,898	805,270	823,902	824,532	824,726
33 - Y -	0,052	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850
33 - X -	825,774	825,994	826,699	855,032	887,546
33 - Y -	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249
32 - X -	-32,500	17,426	17,675	24,144	24,368
32 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,700
32 - X -	92,758	130,843	130,986	136,151	136,267
32 - Y -	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869	-2,789
32 - X -	174,834	185,234	335,257	335,302	336,322
32 - Y -	-2,868	-2,863	-2,809	-2,869	-2,863
32 - X -	336,369	361,795	426,280	426,456	429,939
32 - Y -	-2,809	-2,800	-2,599	-2,867	-2,862
32 - X -	430,158	432,176	432,176	441,011	447,424
32 - Y -	-2,629	-0,485	0,515	0,075	0,075
32 - X -	456,100	456,100	458,418	458,499	461,861
32 - Y -	0,030	-0,970	-2,786	-2,850	-2,850
32 - X -	461,936	463,655	475,290	494,515	496,999
32 - Y -	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957	-2,700
32 - X -	497,213	498,337	498,540	501,034	521,400
32 - Y -	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820	-0,394
32 - X -	521,400	529,500	529,500	534,900	534,900
32 - Y -	0,606	0,763	-0,237	-0,150	0,850
32 - X -	542,600	542,600	555,000	555,000	560,264
32 - Y -	0,974	-0,026	0,174	1,174	1,259
32 - X -	560,264	572,668	575,102	575,366	576,491
32 - Y -	0,259	0,459	-2,527	-2,850	-2,849
32 - X -	576,729	578,988	593,484	595,913	596,187
32 - Y -	-2,523	0,561	0,794	-2,480	-2,850
32 - X -	631,658	631,998	634,132	653,019	653,621
32 - Y -	-2,849	-2,400	0,424	0,116	-2,352
32 - X -	653,642	689,571	691,796	691,799	691,829
32 - Y -	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267
32 - X -	692,162	721,776	739,267	756,788	778,146
32 - Y -	-0,525	-1,009	0,455	1,921	0,784
32 - X -	779,222	779,412	780,460	780,670	781,787
32 - Y -	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307	0,591
32 - X -	784,000	784,000	786,300	786,300	788,389

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
32 - Y -	0,473	1,473	1,350	0,350	0,239
32 - X -	789,437	789,653	790,701	790,917	791,898
32 - Y -	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326	0,052
32 - X -	805,270	823,902	824,532	824,726	825,774
32 - Y -	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850
32 - X -	825,994	826,699	855,032	887,546	
32 - Y -	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249	
31 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
31 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
31 - X -	429,939	430,158	432,176	432,176	441,011
31 - Y -	-2,862	-2,629	-0,485	0,515	0,075
31 - X -	447,424	456,100	456,100	458,418	458,499
31 - Y -	0,075	0,030	-0,970	-2,786	-2,850
31 - X -	461,861	461,936	463,655	475,290	494,515
31 - Y -	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957
31 - X -	496,999	497,213	498,337	498,540	501,034
31 - Y -	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820
31 - X -	521,400	521,400	529,500	529,500	534,900
31 - Y -	-0,394	0,606	0,763	-0,237	-0,150
31 - X -	534,900	542,600	542,600	555,000	555,000
31 - Y -	0,850	0,974	-0,026	0,174	1,174
31 - X -	560,264	560,264	572,668	575,102	575,366
31 - Y -	1,259	0,259	0,459	-2,527	-2,850
31 - X -	576,491	576,729	578,988	593,484	595,913
31 - Y -	-2,849	-2,523	0,561	0,794	-2,480
31 - X -	596,187	631,658	631,998	634,132	653,019
31 - Y -	-2,850	-2,849	-2,400	0,424	0,116
31 - X -	653,621	653,642	689,571	691,796	691,799
31 - Y -	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422
31 - X -	691,829	692,162	721,776	739,267	756,788
31 - Y -	-2,267	-0,525	-1,009	0,455	1,921
31 - X -	778,146	779,222	779,412	780,460	780,670
31 - Y -	0,784	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307
31 - X -	781,787	784,000	784,000	786,300	786,300
31 - Y -	0,591	0,473	1,473	1,350	0,350
31 - X -	788,389	789,437	789,653	790,701	790,917
31 - Y -	0,239	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326
31 - X -	791,898	805,270	823,902	824,532	824,726
31 - Y -	0,052	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850
31 - X -	825,774	825,994	826,699	855,032	887,546
31 - Y -	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249
30 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
30 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
30 - X -	429,939	430,158	432,176	441,011	447,424
30 - Y -	-2,862	-2,629	-0,485	-0,925	-0,925
30 - X -	456,100	458,418	458,499	461,861	461,936
30 - Y -	-0,970	-2,786	-2,850	-2,850	-2,778
30 - X -	463,655	475,290	494,515	496,999	497,213
30 - Y -	-1,123	-1,359	-0,957	-2,700	-2,850
30 - X -	498,337	498,540	501,034	521,400	521,400
30 - Y -	-2,849	-2,697	-0,820	-0,394	0,606
30 - X -	529,500	529,500	534,900	534,900	542,600
30 - Y -	0,763	-0,237	-0,150	0,850	0,974
30 - X -	542,600	555,000	555,000	560,264	560,264
30 - Y -	-0,026	0,174	1,174	1,259	0,259
30 - X -	572,668	575,102	575,366	576,491	576,729
30 - Y -	0,459	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523
30 - X -	578,988	593,484	595,913	596,187	631,658
30 - Y -	0,561	0,794	-2,480	-2,850	-2,849
30 - X -	631,998	634,132	653,019	653,621	653,642
30 - Y -	-2,400	0,424	0,116	-2,352	-2,439
30 - X -	689,571	691,796	691,799	691,829	692,162
30 - Y -	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525
30 - X -	721,776	739,267	756,788	778,146	779,222
30 - Y -	-1,009	0,455	1,921	0,784	-2,304
30 - X -	779,412	780,460	780,670	781,787	784,000

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
30 - Y -	-2,850	-2,850	-2,307	0,591	0,473
30 - X -	784,000	786,300	786,300	788,389	789,437
30 - Y -	1,473	1,350	0,350	0,239	-2,323
30 - X -	789,653	790,701	790,917	791,898	805,270
30 - Y -	-2,850	-2,850	-2,326	0,052	-0,659
30 - X -	823,902	824,532	824,726	825,774	825,994
30 - Y -	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
30 - X -	826,699	855,032	887,546		
30 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
29 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
29 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
29 - X -	429,939	430,158	452,277	458,418	458,499
29 - Y -	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850
29 - X -	461,861	461,936	463,655	475,290	494,515
29 - Y -	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957
29 - X -	496,999	497,213	498,337	498,540	501,034
29 - Y -	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820
29 - X -	521,400	521,400	529,500	529,500	534,900
29 - Y -	-0,394	0,606	0,763	-0,237	-0,150
29 - X -	534,900	542,600	542,600	555,000	555,000
29 - Y -	0,850	0,974	-0,026	0,174	1,174
29 - X -	560,264	560,264	572,668	575,102	575,366
29 - Y -	1,259	0,259	0,459	-2,527	-2,850
29 - X -	576,491	576,729	578,988	593,484	595,913
29 - Y -	-2,849	-2,523	0,561	0,794	-2,480
29 - X -	596,187	631,658	631,998	634,132	653,019
29 - Y -	-2,850	-2,849	-2,400	0,424	0,116
29 - X -	653,621	653,642	689,571	691,796	691,799
29 - Y -	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422
29 - X -	691,829	692,162	721,776	739,267	756,788
29 - Y -	-2,267	-0,525	-1,009	0,455	1,921
29 - X -	778,146	779,222	779,412	780,460	780,670
29 - Y -	0,784	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307
29 - X -	781,787	784,000	784,000	786,300	786,300
29 - Y -	0,591	0,473	1,473	1,350	0,350
29 - X -	788,389	789,437	789,653	790,701	790,917
29 - Y -	0,239	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326
29 - X -	791,898	805,270	823,902	824,532	824,726
29 - Y -	0,052	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850
29 - X -	825,774	825,994	826,699	855,032	887,546
29 - Y -	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249
28 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
28 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
28 - X -	429,939	430,158	452,277	458,418	458,499
28 - Y -	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850
28 - X -	461,861	461,936	496,999	497,213	498,337
28 - Y -	-2,850	-2,778	-2,700	-2,850	-2,849
28 - X -	498,540	501,034	521,400	521,400	529,500
28 - Y -	-2,697	-0,820	-0,394	0,606	0,763
28 - X -	529,500	534,900	534,900	542,600	542,600
28 - Y -	-0,237	-0,150	0,850	0,974	-0,026
28 - X -	555,000	555,000	560,264	560,264	572,668
28 - Y -	0,174	1,174	1,259	0,259	0,459
28 - X -	575,102	575,366	576,491	576,729	578,988
28 - Y -	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523	0,561
28 - X -	593,484	595,913	596,187	631,658	631,998
28 - Y -	0,794	-2,480	-2,850	-2,849	-2,400
28 - X -	634,132	653,019	653,621	653,642	689,571
28 - Y -	0,424	0,116	-2,352	-2,439	-2,439
28 - X -	691,796	691,799	691,829	692,162	721,776
28 - Y -	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009
28 - X -	739,267	756,788	778,146	779,222	779,412
28 - Y -	0,455	1,921	0,784	-2,304	-2,850
28 - X -	780,460	780,670	781,787	784,000	784,000
28 - Y -	-2,850	-2,307	0,591	0,473	1,473
28 - X -	786,300	786,300	788,389	789,437	789,653

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
28 - Y -	1,350	0,350	0,239	-2,323	-2,850
28 - X -	790,701	790,917	791,898	805,270	823,902
28 - Y -	-2,850	-2,326	0,052	-0,659	-0,880
28 - X -	824,532	824,726	825,774	825,994	826,699
28 - Y -	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913
28 - X -	855,032	887,546			
28 - Y -	-1,249	-1,249			
27 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
27 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
27 - X -	429,939	430,158	452,277	458,418	458,499
27 - Y -	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850
27 - X -	461,861	461,936	496,999	497,213	498,337
27 - Y -	-2,850	-2,778	-2,700	-2,850	-2,849
27 - X -	498,540	501,034	521,400	526,872	529,500
27 - Y -	-2,697	-0,820	-0,394	-0,279	-0,237
27 - X -	534,900	534,900	542,600	542,600	555,000
27 - Y -	-0,150	0,850	0,974	-0,026	0,174
27 - X -	555,000	560,264	560,264	572,668	575,102
27 - Y -	1,174	1,259	0,259	0,459	-2,527
27 - X -	575,366	576,491	576,729	578,988	593,484
27 - Y -	-2,850	-2,849	-2,523	0,561	0,794
27 - X -	595,913	596,187	631,658	631,998	634,132
27 - Y -	-2,480	-2,850	-2,849	-2,400	0,424
27 - X -	653,019	653,621	653,642	689,571	691,796
27 - Y -	0,116	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439
27 - X -	691,799	691,829	692,162	721,776	739,267
27 - Y -	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009	0,455
27 - X -	756,788	778,146	779,222	779,412	780,460
27 - Y -	1,921	0,784	-2,304	-2,850	-2,850
27 - X -	780,670	781,787	784,000	784,000	786,300
27 - Y -	-2,307	0,591	0,473	1,473	1,350
27 - X -	786,300	788,389	789,437	789,653	790,701
27 - Y -	0,350	0,239	-2,323	-2,850	-2,850
27 - X -	790,917	791,898	805,270	823,902	824,532
27 - Y -	-2,326	0,052	-0,659	-0,880	-2,387
27 - X -	824,726	825,774	825,994	826,699	855,032
27 - Y -	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249
27 - X -	887,546				
27 - Y -	-1,249				
26 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
26 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
26 - X -	429,939	430,158	452,277	458,418	458,499
26 - Y -	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850
26 - X -	461,861	461,936	496,999	497,213	498,337
26 - Y -	-2,850	-2,778	-2,700	-2,850	-2,849
26 - X -	498,540	501,034	521,400	526,872	529,500
26 - Y -	-2,697	-0,820	-0,394	-0,279	-0,237
26 - X -	534,900	542,600	555,000	555,000	560,264
26 - Y -	-0,150	-0,026	0,174	1,174	1,259
26 - X -	560,264	572,668	575,102	575,366	576,491
26 - Y -	0,259	0,459	-2,527	-2,850	-2,849
26 - X -	576,729	578,988	593,484	595,913	596,187
26 - Y -	-2,523	0,561	0,794	-2,480	-2,850
26 - X -	631,658	631,998	634,132	653,019	653,621
26 - Y -	-2,849	-2,400	0,424	0,116	-2,352
26 - X -	653,642	689,571	691,796	691,799	691,829
26 - Y -	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267
26 - X -	692,162	721,776	739,267	756,788	778,146
26 - Y -	-0,525	-1,009	0,455	1,921	0,784
26 - X -	779,222	779,412	780,460	780,670	781,787
26 - Y -	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307	0,591
26 - X -	784,000	784,000	786,300	786,300	788,389
26 - Y -	0,473	1,473	1,350	0,350	0,239
26 - X -	789,437	789,653	790,701	790,917	791,898
26 - Y -	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326	0,052
26 - X -	805,270	823,902	824,532	824,726	825,774

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
26 - Y -	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850
26 - X -	825,994	826,699	855,032	887,546	
26 - Y -	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249	
25 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
25 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
25 - X -	429,939	430,158	452,277	458,418	458,499
25 - Y -	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850
25 - X -	461,861	461,936	496,999	497,213	498,337
25 - Y -	-2,850	-2,778	-2,700	-2,850	-2,849
25 - X -	498,540	501,034	521,400	526,872	529,500
25 - Y -	-2,697	-0,820	-0,394	-0,279	-0,237
25 - X -	534,900	542,600	555,000	560,264	572,668
25 - Y -	-0,150	-0,026	0,174	0,259	0,459
25 - X -	575,102	575,366	576,491	576,729	578,988
25 - Y -	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523	0,561
25 - X -	593,484	595,913	596,187	631,658	631,998
25 - Y -	0,794	-2,480	-2,850	-2,849	-2,400
25 - X -	634,132	653,019	653,621	653,642	689,571
25 - Y -	0,424	0,116	-2,352	-2,439	-2,439
25 - X -	691,796	691,799	691,829	692,162	721,776
25 - Y -	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009
25 - X -	739,267	756,788	778,146	779,222	779,412
25 - Y -	0,455	1,921	0,784	-2,304	-2,850
25 - X -	780,460	780,670	781,787	784,000	784,000
25 - Y -	-2,850	-2,307	0,591	0,473	1,473
25 - X -	786,300	786,300	788,389	789,437	789,653
25 - Y -	1,350	0,350	0,239	-2,323	-2,850
25 - X -	790,701	790,917	791,898	805,270	823,902
25 - Y -	-2,850	-2,326	0,052	-0,659	-0,880
25 - X -	824,532	824,726	825,774	825,994	826,699
25 - Y -	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913
25 - X -	855,032	887,546			
25 - Y -	-1,249	-1,249			
24 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
24 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
24 - X -	429,939	430,158	452,277	458,418	458,499
24 - Y -	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850
24 - X -	461,861	461,936	496,999	497,213	498,337
24 - Y -	-2,850	-2,778	-2,700	-2,850	-2,849
24 - X -	498,540	575,102	575,366	576,491	576,729
24 - Y -	-2,697	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523
24 - X -	578,988	593,484	595,913	596,187	631,658
24 - Y -	0,561	0,794	-2,480	-2,850	-2,849
24 - X -	631,998	634,132	653,019	653,621	653,642
24 - Y -	-2,400	0,424	0,116	-2,352	-2,439
24 - X -	689,571	691,796	691,799	691,829	692,162
24 - Y -	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525
24 - X -	721,776	739,267	756,788	778,146	779,222
24 - Y -	-1,009	0,455	1,921	0,784	-2,304
24 - X -	779,412	780,460	780,670	781,787	784,000
24 - Y -	-2,850	-2,850	-2,307	0,591	0,473
24 - X -	784,000	786,300	786,300	788,389	789,437
24 - Y -	1,473	1,350	0,350	0,239	-2,323
24 - X -	789,653	790,701	790,917	791,898	805,270
24 - Y -	-2,850	-2,850	-2,326	0,052	-0,659
24 - X -	823,902	824,532	824,726	825,774	825,994
24 - Y -	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
24 - X -	826,699	855,032	887,546		
24 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
23 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
23 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
23 - X -	429,939	430,158	452,277	458,418	458,499
23 - Y -	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850
23 - X -	461,861	461,936	496,999	497,213	498,337
23 - Y -	-2,850	-2,778	-2,700	-2,850	-2,849
23 - X -	498,540	575,102	575,366	576,491	576,729

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
23 - Y -	-2,697	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523
23 - X -	595,913	596,187	631,658	631,998	634,132
23 - Y -	-2,480	-2,850	-2,849	-2,400	0,424
23 - X -	653,019	653,621	653,642	689,571	691,796
23 - Y -	0,116	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439
23 - X -	691,799	691,829	692,162	721,776	739,267
23 - Y -	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009	0,455
23 - X -	756,788	778,146	779,222	779,412	780,460
23 - Y -	1,921	0,784	-2,304	-2,850	-2,850
23 - X -	780,670	781,787	784,000	784,000	786,300
23 - Y -	-2,307	0,591	0,473	1,473	1,350
23 - X -	786,300	788,389	789,437	789,653	790,701
23 - Y -	0,350	0,239	-2,323	-2,850	-2,850
23 - X -	790,917	791,898	805,270	823,902	824,532
23 - Y -	-2,326	0,052	-0,659	-0,880	-2,387
23 - X -	824,726	825,774	825,994	826,699	855,032
23 - Y -	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249
23 - X -	887,546				
23 - Y -	-1,249				
22 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
22 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
22 - X -	429,939	430,158	452,277	458,418	458,499
22 - Y -	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850
22 - X -	461,861	461,936	496,999	497,213	498,337
22 - Y -	-2,850	-2,778	-2,700	-2,850	-2,849
22 - X -	498,540	575,102	575,366	576,491	576,729
22 - Y -	-2,697	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523
22 - X -	595,913	596,187	631,658	631,998	653,621
22 - Y -	-2,480	-2,850	-2,849	-2,400	-2,352
22 - X -	653,642	689,571	691,796	691,799	691,829
22 - Y -	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267
22 - X -	692,162	721,776	739,267	756,788	778,146
22 - Y -	-0,525	-1,009	0,455	1,921	0,784
22 - X -	779,222	779,412	780,460	780,670	781,787
22 - Y -	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307	0,591
22 - X -	784,000	784,000	786,300	786,300	788,389
22 - Y -	0,473	1,473	1,350	0,350	0,239
22 - X -	789,437	789,653	790,701	790,917	791,898
22 - Y -	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326	0,052
22 - X -	805,270	823,902	824,532	824,726	825,774
22 - Y -	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850
22 - X -	825,994	826,699	855,032	887,546	
22 - Y -	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249	
21 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571
21 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439
21 - X -	691,796	691,799	691,829	692,162	721,776
21 - Y -	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009
21 - X -	739,267	756,788	778,146	779,222	779,412
21 - Y -	0,455	1,921	0,784	-2,304	-2,850
21 - X -	780,460	780,670	781,787	784,000	784,000
21 - Y -	-2,850	-2,307	0,591	0,473	1,473
21 - X -	786,300	786,300	788,389	789,437	789,653
21 - Y -	1,350	0,350	0,239	-2,323	-2,850
21 - X -	790,701	790,917	791,898	805,270	823,902
21 - Y -	-2,850	-2,326	0,052	-0,659	-0,880
21 - X -	824,532	824,726	825,774	825,994	826,699
21 - Y -	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913
21 - X -	855,032	887,546			
21 - Y -	-1,249	-1,249			
20 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571
20 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439
20 - X -	691,796	691,799	691,829	721,776	779,222
20 - Y -	-2,439	-2,422	-2,267	-2,200	-2,304
20 - X -	779,412	780,460	780,670	781,787	784,000
20 - Y -	-2,850	-2,850	-2,307	0,591	0,473
20 - X -	784,000	786,300	786,300	788,389	789,437

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
20 - Y -	1,473	1,350	0,350	0,239	-2,323
20 - X -	789,653	790,701	790,917	791,898	805,270
20 - Y -	-2,850	-2,850	-2,326	0,052	-0,659
20 - X -	823,902	824,532	824,726	825,774	825,994
20 - Y -	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
20 - X -	826,699	855,032	887,546		
20 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
19 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571
19 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439
19 - X -	691,796	691,799	721,776	779,222	779,412
19 - Y -	-2,439	-2,422	-2,200	-2,304	-2,850
19 - X -	780,460	780,670	781,787	784,000	784,000
19 - Y -	-2,850	-2,307	0,591	0,473	1,473
19 - X -	786,300	786,300	788,389	789,437	789,653
19 - Y -	1,350	0,350	0,239	-2,323	-2,850
19 - X -	790,701	790,917	791,898	805,270	823,902
19 - Y -	-2,850	-2,326	0,052	-0,659	-0,880
19 - X -	824,532	824,726	825,774	825,994	826,699
19 - Y -	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913
19 - X -	855,032	887,546			
19 - Y -	-1,249	-1,249			
18 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571
18 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439
18 - X -	691,796	691,799	721,776	779,222	779,412
18 - Y -	-2,439	-2,422	-2,200	-2,304	-2,850
18 - X -	780,460	780,670	781,787	784,000	786,300
18 - Y -	-2,850	-2,307	0,591	0,473	0,350
18 - X -	788,389	789,437	789,653	790,701	790,917
18 - Y -	0,239	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326
18 - X -	791,898	805,270	823,902	824,532	824,726
18 - Y -	0,052	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850
18 - X -	825,774	825,994	826,699	855,032	887,546
18 - Y -	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249
17 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571
17 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439
17 - X -	691,796	691,799	721,776	779,222	779,412
17 - Y -	-2,439	-2,422	-2,200	-2,304	-2,850
17 - X -	780,460	780,670	789,437	789,653	790,701
17 - Y -	-2,850	-2,307	-2,323	-2,850	-2,850
17 - X -	790,917	791,898	805,270	823,902	824,532
17 - Y -	-2,326	0,052	-0,659	-0,880	-2,387
17 - X -	824,726	825,774	825,994	826,699	855,032
17 - Y -	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249
17 - X -	887,546				
17 - Y -	-1,249				
16 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571
16 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439
16 - X -	691,796	691,799	721,776	779,222	779,412
16 - Y -	-2,439	-2,422	-2,200	-2,304	-2,850
16 - X -	780,460	780,670	789,437	789,653	790,701
16 - Y -	-2,850	-2,307	-2,323	-2,850	-2,850
16 - X -	790,917	824,532	824,726	825,774	825,994
16 - Y -	-2,326	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
16 - X -	826,699	855,032	887,546		
16 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
15 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571
15 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439
15 - X -	691,796	691,799	721,776	779,222	779,412
15 - Y -	-2,439	-2,422	-2,200	-2,304	-2,850
15 - X -	780,460	780,670	789,437	789,653	790,701
15 - Y -	-2,850	-2,307	-2,323	-2,850	-2,850
15 - X -	790,917	824,532	824,726	825,774	825,994
15 - Y -	-2,326	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
15 - X -	887,546				
15 - Y -	-2,500				
14 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
14 - Y -	-4,500	-4,500	-5,200	-5,700	-3,200
14 - X -	887,546				
14 - Y -	-5,000				
13 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
13 - Y -	-5,500	-5,500	-6,400	-7,200	-5,000
13 - X -	887,546				
13 - Y -	-6,500				
12 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
12 - Y -	-5,500	-5,500	-6,400	-7,200	-6,500
12 - X -	887,546				
12 - Y -	-6,500				
11 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
11 - Y -	-5,500	-5,500	-6,400	-7,200	-8,400
11 - X -	887,546				
11 - Y -	-7,500				
10 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
10 - Y -	-6,400	-6,400	-8,700	-8,800	-8,400
10 - X -	887,546				
10 - Y -	-7,500				
9 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
9 - Y -	-7,600	-7,600	-8,700	-8,800	-8,400
9 - X -	887,546				
9 - Y -	-7,500				
8 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
8 - Y -	-8,000	-8,000	-9,000	-9,200	-8,700
8 - X -	887,546				
8 - Y -	-8,300				
7 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
7 - Y -	-9,200	-9,200	-9,000	-9,200	-8,700
7 - X -	887,546				
7 - Y -	-8,300				
6 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
6 - Y -	-10,200	-10,200	-9,800	-9,200	-8,700
6 - X -	887,546				
6 - Y -	-8,300				
5 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
5 - Y -	-11,500	-11,500	-9,800	-9,200	-8,700
5 - X -	887,546				
5 - Y -	-8,300				
4 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
4 - Y -	-11,500	-11,500	-9,800	-9,200	-8,700
4 - X -	887,546				
4 - Y -	-9,700				
3 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
3 - Y -	-11,500	-11,500	-9,800	-9,200	-8,700
3 - X -	887,546				
3 - Y -	-10,250				
2 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
2 - Y -	-11,500	-11,500	-11,200	-11,300	-11,200
2 - X -	887,546				
2 - Y -	-11,300				
1 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
1 - Y -	-12,300	-12,300	-12,000	-12,000	-11,900
1 - X -	887,546				
1 - Y -	-11,800				
0 - X -	-32,500	887,546			
0 - Y -	-42,000	-42,000			

2.3 PN-Lijnen

PN-lijnnummer	Coördinaten [m]				
1 - X -	-32,500	634,140	652,151	693,194	711,377
1 - Y -	-2,370	-2,370	-0,670	-0,670	-1,970
1 - X -	887,546				
1 - Y -	-1,970				
2 - X -	-32,500	887,546			

PN-lijnnummer	Coördinaten [m]				
2 - Y -	-2,500	-2,500			

2.4 Freatische Lijn

Piezo lijn 1 is gebruikt als freatische lijn (grondwater).

2.5 Grondprofielen

Laag nummer	Materiaalnaam	PN-Lijnen boven	PN-Lijnen onder
49	Zand matig	1	1
48	FLM2	1	1
47	FLM3	1	1
46	FLM3	1	1
45	FLM3	1	1
44	Zand matig	1	1
43	FLM2	1	1
42	FLM2	1	1
41	Zand matig	1	1
40	FLM3	1	1
39	FLM3	1	1
38	FLM3	1	1
37	FLM3	1	1
36	Veen matig	1	1
35	Zand matig	1	1
34	Veen matig	1	1
33	Zand matig	1	1
32	Klei slap, organisch	1	1
31	Trein	1	1
30	Veen matig	1	1
29	Veen matig	1	1
28	FLM3	1	1
27	FLM3	1	1
26	FLM3	1	1
25	Veen matig	1	1
24	Veen matig	1	1
23	Veen matig	1	1
22	Klei matig, organisch	1	1
21	Veen matig	1	1
20	Klei matig, organisch	1	1
19	FLM2	1	1
18	Veen matig	1	1
17	Veen matig	1	1
16	Zand sterk siltig	1	1
15	Veen slap	1	99
14	Klei slap, organisch	99	99
13	Veen slap	99	99
12	Klei slap	99	99
11	Klei matig, zwak zan...	99	99
10	Klei slap	99	99
9	Veen slap	99	99
8	Klei slap	99	99
7	Klei slap, zwak zandig	99	99
6	Klei matig, organisch	99	99
5	Klei slap	99	99
4	Zand sterk siltig	99	99
3	Klei slap	99	99
2	Veen matig	99	2
1	Zand vast	2	2

2.6 Grenslagen

De grens tussen cohesieve toplagen en onderliggende niet-cohesieve gedraineerde lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 1: Zand vast
De grens tussen compressibele toplagen en de onderliggende niet-compressibele lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 1: Zand vast

2.7 Configuratie van de Pijpleiding

X-coordinaat linker punt	0,00	[m]
Y-coordinaat linker punt	0,00	[m]
Z-coordinaat linker punt	-1,25	[m]
X-coordinaat rechter punt	861,42	[m]
Y-coordinaat rechter punt	0,00	[m]
Z-coordinaat rechter punt	-1,25	[m]
Hoek links	18,00	[graden]
Hoek rechts	18,00	[graden]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	-30,58	[m]
Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)	0,00	[graden]
Kromtestraal rollenbaan (intrekboog)	300,00	[m]
Kromtestraal links, vertikaal in/uit	150,00	[m]
Kromtestraal rechts, vertikaal in/uit	150,00	[m]
Aantal horizontale bochten:	0	[-]

De pijpleiding wordt van rechts naar links ingetrokken

2.8 Berekenings Verticalen

Verticaal nr	L-coord [m]	Z-coord [m]	Additionele Zetting [mm]
1	5,00	-2,87	0,00
2	10,00	-4,50	0,00
3	15,00	-6,12	0,00
4	20,00	-7,75	0,00
5	25,00	-9,37	0,00
6	30,00	-11,00	0,00
7	35,00	-12,62	0,00
8	40,00	-14,25	0,00
9	45,00	-15,87	0,00
10	50,00	-17,49	0,00
11	55,00	-19,12	0,00
12	60,00	-20,74	0,00
13	65,00	-22,37	0,00
14	70,00	-23,97	0,00
15	75,00	-25,41	0,00
16	80,00	-26,67	0,00
17	85,00	-27,74	0,00
18	90,00	-28,64	0,00
19	95,00	-29,37	0,00
20	100,00	-29,92	0,00
21	105,00	-30,31	0,00
22	110,00	-30,53	0,00
23	115,00	-30,58	0,00
24	120,00	-30,58	0,00
25	125,00	-30,58	0,00
26	130,00	-30,58	0,00
27	135,00	-30,58	0,00
28	140,00	-30,58	0,00
29	145,00	-30,58	0,00
30	150,00	-30,58	0,00
31	155,00	-30,58	0,00
32	160,00	-30,58	0,00
33	165,00	-30,58	0,00
34	170,00	-30,58	0,00
35	175,00	-30,58	0,00
36	180,00	-30,58	0,00
37	185,00	-30,58	0,00
38	190,00	-30,58	0,00
39	195,00	-30,58	0,00
40	200,00	-30,58	0,00
41	205,00	-30,58	0,00
42	210,00	-30,58	0,00

Verticaal nr	L-coord [m]	Z-coord [m]	Additionele Zetting [mm]
43	215,00	-30,58	0,00
44	220,00	-30,58	0,00
45	225,00	-30,58	0,00
46	230,00	-30,58	0,00
47	235,00	-30,58	0,00
48	240,00	-30,58	0,00
49	245,00	-30,58	0,00
50	250,00	-30,58	0,00
51	255,00	-30,58	0,00
52	260,00	-30,58	0,00
53	265,00	-30,58	0,00
54	270,00	-30,58	0,00
55	275,00	-30,58	0,00
56	280,00	-30,58	0,00
57	285,00	-30,58	0,00
58	290,00	-30,58	0,00
59	295,00	-30,58	0,00
60	300,00	-30,58	0,00
61	305,00	-30,58	0,00
62	310,00	-30,58	0,00
63	315,00	-30,58	0,00
64	320,00	-30,58	0,00
65	325,00	-30,58	0,00
66	330,00	-30,58	0,00
67	335,00	-30,58	0,00
68	340,00	-30,58	0,00
69	345,00	-30,58	0,00
70	350,00	-30,58	0,00
71	355,00	-30,58	0,00
72	360,00	-30,58	0,00
73	365,00	-30,58	0,00
74	370,00	-30,58	0,00
75	375,00	-30,58	0,00
76	380,00	-30,58	0,00
77	385,00	-30,58	0,00
78	390,00	-30,58	0,00
79	395,00	-30,58	0,00
80	400,00	-30,58	0,00
81	405,00	-30,58	0,00
82	410,00	-30,58	0,00
83	415,00	-30,58	0,00
84	420,00	-30,58	0,00
85	425,00	-30,58	0,00
86	430,00	-30,58	0,00
87	435,00	-30,58	0,00
88	440,00	-30,58	0,00
89	445,00	-30,58	0,00
90	450,00	-30,58	0,00
91	455,00	-30,58	0,00
92	460,00	-30,58	0,00
93	465,00	-30,58	0,00
94	470,00	-30,58	0,00
95	475,00	-30,58	0,00
96	480,00	-30,58	0,00
97	485,00	-30,58	0,00
98	490,00	-30,58	0,00
99	495,00	-30,58	0,00
100	500,00	-30,58	0,00
101	505,00	-30,58	0,00
102	510,00	-30,58	0,00
103	515,00	-30,58	0,00
104	520,00	-30,58	0,00
105	525,00	-30,58	0,00
106	530,00	-30,58	0,00
107	535,00	-30,58	0,00

Verticaal nr	L-coord [m]	Z-coord [m]	Additionele Zetting [mm]
108	540,00	-30,58	0,00
109	545,00	-30,58	0,00
110	550,00	-30,58	0,00
111	555,00	-30,58	0,00
112	560,00	-30,58	0,00
113	565,00	-30,58	0,00
114	570,00	-30,58	0,00
115	575,00	-30,58	0,00
116	580,00	-30,58	0,00
117	585,00	-30,58	0,00
118	590,00	-30,58	0,00
119	595,00	-30,58	0,00
120	600,00	-30,58	0,00
121	605,00	-30,58	0,00
122	610,00	-30,58	0,00
123	615,00	-30,58	0,00
124	620,00	-30,58	0,00
125	625,00	-30,58	0,00
126	630,00	-30,58	0,00
127	635,00	-30,58	0,00
128	640,00	-30,58	0,00
129	645,00	-30,58	0,00
130	650,00	-30,58	0,00
131	655,00	-30,58	0,00
132	660,00	-30,58	0,00
133	665,00	-30,58	0,00
134	670,00	-30,58	0,00
135	675,00	-30,58	0,00
136	680,00	-30,58	0,00
137	685,00	-30,58	0,00
138	690,00	-30,58	0,00
139	695,00	-30,58	0,00
140	700,00	-30,58	0,00
141	705,00	-30,58	0,00
142	710,00	-30,58	0,00
143	715,00	-30,58	0,00
144	720,00	-30,58	0,00
145	725,00	-30,58	0,00
146	730,00	-30,58	0,00
147	735,00	-30,58	0,00
148	740,00	-30,58	0,00
149	745,00	-30,58	0,00
150	750,00	-30,56	0,00
151	755,00	-30,39	0,00
152	760,00	-30,05	0,00
153	765,00	-29,54	0,00
154	770,00	-28,87	0,00
155	775,00	-28,02	0,00
156	780,00	-26,99	0,00
157	785,00	-25,79	0,00
158	790,00	-24,40	0,00
159	795,00	-22,83	0,00
160	800,00	-21,21	0,00
161	805,00	-19,58	0,00
162	810,00	-17,96	0,00
163	815,00	-16,33	0,00
164	820,00	-14,71	0,00
165	825,00	-13,08	0,00
166	830,00	-11,46	0,00
167	835,00	-9,83	0,00
168	840,00	-8,21	0,00
169	845,00	-6,58	0,00
170	850,00	-4,96	0,00
171	855,00	-3,33	0,00

Locaties berekenings verticalen; L is de horizontale coordinaat langs de leiding geprojecteerd op het horizontale vlak, opgehoogd met de intrede coordinaat.

2.9 Materiaaltypen

Naam	Gamma onverz [kN/m³]	Gamma verz [kN/m³]	Cohesie [kN/m²]	Phi [graden]	Cu top [kN/m²]	Cu onder [kN/m²]	Emod top [kN/m²]	Emod onder [kN/m²]
FLM2	10,00	10,00	0,00	0,01	0,10	0,10	1	1
Grind los, zwak ...	17,00	18,00	0,00	32,50	0,00	0,00	45000	45000
Grind matig, zw...	18,00	20,00	0,00	35,00	0,00	0,00	75000	75000
Grind vast, zwa...	19,00	21,00	0,00	37,50	0,00	0,00	90000	90000
Grind los, sterk ...	18,00	20,00	0,00	30,00	0,00	0,00	30000	30000
Grind matig, ste...	19,00	21,00	0,00	32,50	0,00	0,00	45000	45000
Grind vast, sterk...	20,00	22,00	0,00	35,00	0,00	0,00	75000	75000
Zand los	17,00	19,00	0,00	30,00	30,00	30,00	15000	15000
Zand matig	18,00	20,00	0,00	32,50	40,00	40,00	45000	45000
Zand vast	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00	75000	75000
Zand zwak siltig	18,00	20,00	0,00	27,00	30,00	30,00	35000	35000
Zand sterk siltig	18,00	20,00	0,00	25,00	30,00	30,00	15000	15000
Leem slap, zwa...	19,00	19,00	0,00	27,50	50,00	50,00	2000	2000
Leem matig, zw...	20,00	20,00	1,00	27,50	100,00	100,00	3000	3000
Leem vast, zwa...	21,00	21,00	2,50	27,50	200,00	200,00	5000	5000
Leem sterk zan...	19,00	19,00	0,00	27,50	50,00	50,00	3000	3000
Klei slap	14,00	14,00	1,00	17,50	25,00	25,00	1000	1000
Klei matig	17,00	17,00	5,00	17,50	50,00	50,00	2000	2000
Klei vast	19,00	19,00	13,00	17,50	100,00	100,00	4000	4000
Klei slap, zwak ...	15,00	15,00	0,00	22,50	40,00	40,00	1500	1500
Klei matig, zwak...	18,00	18,00	5,00	22,50	80,00	80,00	3000	3000
Klei vast, zwak ...	20,00	20,00	13,00	22,50	120,00	120,00	5000	5000
Klei sterk zandig	18,00	18,00	0,00	27,50	50,00	50,00	2000	2000
Klei slap, organi...	13,00	13,00	0,00	15,00	10,00	10,00	500	500
Klei matig, orga...	15,00	15,00	0,00	15,00	25,00	25,00	1000	1000
Veen slap	10,00	10,00	1,00	15,00	10,00	10,00	200	200
Veen matig	12,00	12,00	2,50	15,00	20,00	20,00	500	500
FLM3	25,00	25,00	0,00	0,01	0,10	0,10	1	1
Trein	50,00	50,00	0,00	0,01	0,10	0,10	1	1

Naam	Adhesie A [kN/m²]	Delta D [graden]	Nu [-]
FLM2	-	-	0,00
Grind los, zwak ...	-	-	0,23
Grind matig, zw...	-	-	0,23
Grind vast, zwa...	-	-	0,23
Grind los, sterk ...	-	-	0,23
Grind matig, ste...	-	-	0,23
Grind vast, sterk...	-	-	0,23
Zand los	-	-	0,32
Zand matig	-	-	0,30
Zand vast	-	-	0,28
Zand zwak siltig	-	-	0,35
Zand sterk siltig	-	-	0,35
Leem slap, zwa...	-	-	0,40
Leem matig, zw...	-	-	0,40
Leem vast, zwa...	-	-	0,40
Leem sterk zan...	-	-	0,40
Klei slap	-	-	0,45
Klei matig	-	-	0,45
Klei vast	-	-	0,45
Klei slap, zwak ...	-	-	0,40
Klei matig, zwak...	-	-	0,40
Klei vast, zwak ...	-	-	0,40
Klei sterk zandig	-	-	0,40
Klei slap, organi...	-	-	0,45
Klei matig, orga...	-	-	0,45

Naam	Adhesie A [kN/m²]	Delta D [graden]	Nu [-]
Veen slap	-	-	0,48
Veen matig	-	-	0,48
FLM3	-	-	0,00
Trein	-	-	0,00

2.10 Materiaalgegevens van de Leiding

Invoergegevens leiding no. 1

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

Invoergegevens leiding no. 2

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

Invoergegevens leiding no. 3

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

Invoergegevens leiding no. 4

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

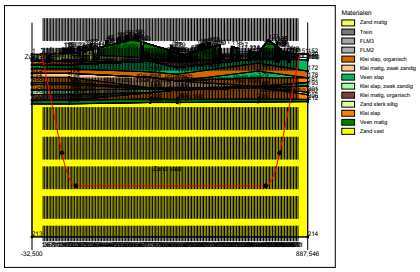
2.11 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollen	Nee	
Percentage leiding gevuld met vloeistof	100	[%]
Volume gewicht vloeistof	10,00	[kN/m³]
Relatieve verplaatsing	10,00	[mm]
Samendrukkingsconstante	6,00	[-]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500,00	[kN/m³]
Hoek van inwendige wrijving boorvloeistof	15,00	[graden]
Cohesie boorvloeistof	5,00	[kN/m²]
Opleghoek	30	[graden]
Belastingshoek	30	[graden]
Wrijvingsfactor leiding-rollenbaan (f1)	0,10	[-]
Wrijvingscoefficient leiding-boorvloeistof (f2)	0,000050	[N/mm²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0,20	[-]
Speciale spannings analyse	niet gebruikt	

2.12 Geometrie

2.12.1 Geometrie Sectie, Detail

Input View



2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht

Top View

2.13 Factoren

Veiligheidsfactor implosie (Lang)	3,0	[-]
Veiligheidsfactor implosie (Kort)	1,5	[-]
Onzekerheidsfactor volumegewicht materiaaltypen onder en boven freatische lijn	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor Cu/cohesie	1,40	[-]
Onzekerheidsfactor Phi	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor E-modulus	1,25	[-]
Onzekerheidsfactor trekkracht	1,80	[-]
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	1,60	[-]
Onzekerheidsfactor Qn	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor buigend moment	1,40	[-]
Importantie factor (S)	1,00	[-]
Volumegewicht water	10,00	[kN/m³]
Veiligheid dekking (gedraineerde lagen)	0,67	[-]
Veiligheid dekking (ongedraineerde lagen)	0,50	[-]

3 Grondmechanische Parameters

3.1 Grondmechanische Parameters 1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m²
Pv,r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m³
Pv;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m²
dmax	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
1	53	24	18	24	144758
2	51	27	14	19	708
3	168	35	17	23	5263
4	38	18	8	11	2764
5	103	30	13	17	2974
6	124	58	21	28	3286
7	920	65	20	27	60736
8	1086	83	17	23	270563
9	1236	101	11	15	270563
10	1376	120	9	13	270563
11	1508	138	9	12	270563
12	1633	156	9	12	270563
13	1752	174	9	12	270563
14	1866	192	9	12	270563
15	2024	218	9	12	270563
16	2048	222	9	12	270563
17	2260	259	9	12	270563
18	2177	244	9	12	270563
19	2361	278	9	12	270563
20	2260	259	9	12	270563
21	2285	264	9	12	270563
22	2300	267	9	12	270563
23	2306	268	9	12	270563
24	2308	268	9	12	270563
25	2313	269	9	12	270563
26	2171	243	9	12	270563
27	2133	237	9	12	270563
28	2338	273	9	12	270563
29	2400	285	9	12	270563
30	2355	277	9	12	270563
31	2363	278	9	12	270563
32	2371	280	9	12	270563
33	2433	291	9	12	270563
34	2388	283	9	12	270563
35	2134	237	9	12	270563
36	2135	237	9	12	270563
37	2135	237	9	12	270563
38	2365	279	9	12	270563
39	2370	279	9	12	270563
40	2375	280	9	12	270563
41	2379	281	9	12	270563
42	2384	282	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
43	2389	283	9	12	270563
44	2393	284	9	12	270563
45	2398	285	9	12	270563
46	2403	285	9	12	270563
47	2407	286	9	12	270563
48	2412	287	9	12	270563
49	2416	288	9	12	270563
50	2421	289	9	12	270563
51	2556	315	9	12	270563
52	2430	291	9	12	270563
53	2435	291	9	12	270563
54	2439	292	9	12	270563
55	2444	293	9	12	270563
56	2579	319	9	12	270563
57	2583	320	9	12	270563
58	2458	296	9	12	270563
59	2462	297	9	12	270563
60	2467	298	9	12	270563
61	2471	298	9	12	270563
62	2466	297	9	12	270563
63	2589	321	9	12	270563
64	2582	320	9	12	270563
65	2445	293	9	12	270563
66	2438	292	9	12	270563
67	2159	241	9	12	270563
68	2423	289	9	12	270563
69	2417	288	9	12	270563
70	2410	287	9	12	270563
71	2403	285	9	12	270563
72	2396	284	9	12	270563
73	2388	283	9	12	270563
74	2380	281	9	12	270563
75	2372	280	9	12	270563
76	2364	278	9	12	270563
77	2356	277	9	12	270563
78	2348	275	9	12	270563
79	2340	274	9	12	270563
80	2332	272	9	12	270563
81	2324	271	9	12	270563
82	2315	269	9	12	270563
83	2307	268	9	12	270563
84	2298	266	9	12	270563
85	2269	261	9	12	270563
86	2144	239	9	12	270563
87	2537	311	9	12	270563
88	2521	308	9	12	270563
89	2517	307	9	12	270563
90	2516	307	9	12	270563
91	2514	307	9	12	270563
92	2142	238	9	12	270563
93	2231	254	9	12	270563
94	2223	253	9	12	270563
95	2215	251	9	12	270563
96	2220	252	9	12	270563
97	2226	253	9	12	270563
98	2232	254	9	12	270563
99	2215	251	9	12	270563
100	2193	247	9	12	270563
101	2250	257	9	12	270563
102	2256	259	9	12	270563
103	2262	260	9	12	270563
104	2268	261	9	12	270563
105	2409	287	9	12	270563
106	2279	263	9	12	270563
107	2419	288	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
108	2423	289	9	12	270563
109	2292	265	9	12	270563
110	2296	266	9	12	270563
111	2435	292	9	12	270563
112	2439	292	9	12	270563
113	2309	268	9	12	270563
114	2313	269	9	12	270563
115	2125	235	9	12	270563
116	2322	271	9	12	270563
117	2326	271	9	12	270563
118	2331	272	9	12	270563
119	2197	248	9	12	270563
120	2108	232	9	12	270563
121	2106	232	9	12	270563
122	2105	232	9	12	270563
123	2104	232	9	12	270563
124	2103	231	9	12	270563
125	2101	231	9	12	270563
126	2100	231	9	12	270563
127	2300	266	9	12	270563
128	2294	265	9	12	270563
129	2287	264	9	12	270563
130	2281	263	9	12	270563
131	2203	249	9	12	270563
132	2201	249	9	12	270563
133	2200	249	9	12	270563
134	2199	248	9	12	270563
135	2198	248	9	12	270563
136	2197	248	9	12	270563
137	2195	248	9	12	270563
138	2194	248	9	12	270563
139	2223	253	9	12	270563
140	2216	251	9	12	270563
141	2210	250	9	12	270563
142	2203	249	9	12	270563
143	2197	248	9	12	270563
144	2190	247	9	12	270563
145	2206	250	9	12	270563
146	2235	255	9	12	270563
147	2263	260	9	12	270563
148	2291	265	9	12	270563
149	2319	270	9	12	270563
150	2345	275	9	12	270563
151	2363	278	9	12	270563
152	2341	274	9	12	270563
153	2294	265	9	12	270563
154	2235	255	9	12	270563
155	2165	242	9	12	270563
156	1887	195	9	12	270563
157	2045	222	9	12	270563
158	1707	167	9	12	270563
159	1745	173	9	12	270563
160	1606	152	9	12	270563
161	1459	131	9	12	270563
162	1321	112	9	12	270563
163	1175	94	9	13	270563
164	1017	75	11	15	270563
165	688	43	12	16	270563
166	105	51	18	24	2743
167	110	43	17	23	18726
168	60	34	15	20	2048
169	78	27	13	17	1066
170	48	21	11	14	762
171	38	18	13	18	10291

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
1	0	1062	134	744	53	0,05	8
2	0	2088	149	1461	51	0,05	8
3	0	3939	431	2757	168	0,05	8
4	0	2513	129	1759	38	0,05	8
5	0	3848	366	2693	103	0,05	8
6	0	2013	325	1409	124	0,05	8
7	0	270563	3118	189394	920	0,05	8
8	0	270563	3966	189394	1086	0,05	8
9	0	270563	4814	189394	1236	0,05	8
10	0	270563	5662	189394	1376	0,05	8
11	0	270563	6510	189394	1508	0,05	8
12	0	270563	7358	189394	1633	0,05	8
13	0	270563	8207	189394	1752	0,05	8
14	0	270563	9046	189394	1866	0,05	8
15	0	270563	10270	189394	2024	0,05	8
16	0	270563	10461	189394	2048	0,05	8
17	0	270563	12198	189394	2260	0,05	8
18	0	270563	11504	189394	2177	0,05	8
19	0	270563	13062	189394	2361	0,05	8
20	0	270563	12196	189394	2260	0,05	8
21	0	270563	12412	189394	2285	0,05	8
22	0	270563	12542	189394	2300	0,05	8
23	0	270563	12588	189394	2306	0,05	8
24	0	270563	12606	189394	2308	0,05	8
25	0	270563	12647	189394	2313	0,05	8
26	0	270563	11458	189394	2171	0,05	8
27	0	270563	11148	189394	2133	0,05	8
28	0	270563	12863	189394	2338	0,05	8
29	0	270563	13403	189394	2400	0,05	8
30	0	270563	13007	189394	2355	0,05	8
31	0	270563	13079	189394	2363	0,05	8
32	0	270563	13152	189394	2371	0,05	8
33	0	270563	13692	189394	2433	0,05	8
34	0	270563	13296	189394	2388	0,05	8
35	0	270563	11156	189394	2134	0,05	8
36	0	270563	11158	189394	2135	0,05	8
37	0	270563	11159	189394	2135	0,05	8
38	0	270563	13100	189394	2365	0,05	8
39	0	270563	13140	189394	2370	0,05	8
40	0	270563	13181	189394	2375	0,05	8
41	0	270563	13221	189394	2379	0,05	8
42	0	270563	13262	189394	2384	0,05	8
43	0	270563	13302	189394	2389	0,05	8
44	0	270563	13343	189394	2393	0,05	8
45	0	270563	13383	189394	2398	0,05	8
46	0	270563	13423	189394	2403	0,05	8
47	0	270563	13464	189394	2407	0,05	8
48	0	270563	13504	189394	2412	0,05	8
49	0	270563	13545	189394	2416	0,05	8
50	0	270563	13585	189394	2421	0,05	8
51	0	270563	14795	189394	2556	0,05	8
52	0	270563	13666	189394	2430	0,05	8
53	0	270563	13706	189394	2435	0,05	8
54	0	270563	13747	189394	2439	0,05	8
55	0	270563	13787	189394	2444	0,05	8
56	0	270563	14997	189394	2579	0,05	8
57	0	270563	15038	189394	2583	0,05	8
58	0	270563	13908	189394	2458	0,05	8
59	0	270563	13949	189394	2462	0,05	8
60	0	270563	13989	189394	2467	0,05	8
61	0	270563	14030	189394	2471	0,05	8
62	0	270563	13982	189394	2466	0,05	8
63	0	270563	15090	189394	2589	0,05	8
64	0	270563	15028	189394	2582	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
65	0	270563	13796	189394	2445	0,05	8
66	0	270563	13735	189394	2438	0,05	8
67	0	270563	11356	189394	2159	0,05	8
68	0	270563	13600	189394	2423	0,05	8
69	0	270563	13550	189394	2417	0,05	8
70	0	270563	13488	189394	2410	0,05	8
71	0	270563	13426	189394	2403	0,05	8
72	0	270563	13365	189394	2396	0,05	8
73	0	270563	13298	189394	2388	0,05	8
74	0	270563	13229	189394	2380	0,05	8
75	0	270563	13160	189394	2372	0,05	8
76	0	270563	13091	189394	2364	0,05	8
77	0	270563	13022	189394	2356	0,05	8
78	0	270563	12952	189394	2348	0,05	8
79	0	270563	12883	189394	2340	0,05	8
80	0	270563	12812	189394	2332	0,05	8
81	0	270563	12739	189394	2324	0,05	8
82	0	270563	12666	189394	2315	0,05	8
83	0	270563	12594	189394	2307	0,05	8
84	0	270563	12521	189394	2298	0,05	8
85	0	270563	12271	189394	2269	0,05	8
86	0	270563	11237	189394	2144	0,05	8
87	0	270563	14617	189394	2537	0,05	8
88	0	270563	14474	189394	2521	0,05	8
89	0	270563	14442	189394	2517	0,05	8
90	0	270563	14432	189394	2516	0,05	8
91	0	270563	14411	189394	2514	0,05	8
92	0	270563	11220	189394	2142	0,05	8
93	0	270563	11951	189394	2231	0,05	8
94	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
95	0	270563	11820	189394	2215	0,05	8
96	0	270563	11863	189394	2220	0,05	8
97	0	270563	11914	189394	2226	0,05	8
98	0	270563	11964	189394	2232	0,05	8
99	0	270563	11817	189394	2215	0,05	8
100	0	270563	11640	189394	2193	0,05	8
101	0	270563	12115	189394	2250	0,05	8
102	0	270563	12165	189394	2256	0,05	8
103	0	270563	12215	189394	2262	0,05	8
104	0	270563	12265	189394	2268	0,05	8
105	0	270563	13479	189394	2409	0,05	8
106	0	270563	12358	189394	2279	0,05	8
107	0	270563	13564	189394	2419	0,05	8
108	0	270563	13601	189394	2423	0,05	8
109	0	270563	12468	189394	2292	0,05	8
110	0	270563	12505	189394	2296	0,05	8
111	0	270563	13711	189394	2435	0,05	8
112	0	270563	13748	189394	2439	0,05	8
113	0	270563	12615	189394	2309	0,05	8
114	0	270563	12652	189394	2313	0,05	8
115	0	270563	11075	189394	2125	0,05	8
116	0	270563	12725	189394	2322	0,05	8
117	0	270563	12762	189394	2326	0,05	8
118	0	270563	12799	189394	2331	0,05	8
119	0	270563	11674	189394	2197	0,05	8
120	0	270563	10938	189394	2108	0,05	8
121	0	270563	10928	189394	2106	0,05	8
122	0	270563	10918	189394	2105	0,05	8
123	0	270563	10908	189394	2104	0,05	8
124	0	270563	10898	189394	2103	0,05	8
125	0	270563	10888	189394	2101	0,05	8
126	0	270563	10878	189394	2100	0,05	8
127	0	270563	12538	189394	2300	0,05	8
128	0	270563	12484	189394	2294	0,05	8
129	0	270563	12429	189394	2287	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
130	0	270563	12375	189394	2281	0,05	8
131	0	270563	11718	189394	2203	0,05	8
132	0	270563	11708	189394	2201	0,05	8
133	0	270563	11698	189394	2200	0,05	8
134	0	270563	11688	189394	2199	0,05	8
135	0	270563	11678	189394	2198	0,05	8
136	0	270563	11668	189394	2197	0,05	8
137	0	270563	11658	189394	2195	0,05	8
138	0	270563	11649	189394	2194	0,05	8
139	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
140	0	270563	11830	189394	2216	0,05	8
141	0	270563	11776	189394	2210	0,05	8
142	0	270563	11721	189394	2203	0,05	8
143	0	270563	11667	189394	2197	0,05	8
144	0	270563	11613	189394	2190	0,05	8
145	0	270563	11747	189394	2206	0,05	8
146	0	270563	11985	189394	2235	0,05	8
147	0	270563	12223	189394	2263	0,05	8
148	0	270563	12461	189394	2291	0,05	8
149	0	270563	12699	189394	2319	0,05	8
150	0	270563	12925	189394	2345	0,05	8
151	0	270563	13075	189394	2363	0,05	8
152	0	270563	12892	189394	2341	0,05	8
153	0	270563	12485	189394	2294	0,05	8
154	0	270563	11990	189394	2235	0,05	8
155	0	270563	11406	189394	2165	0,05	8
156	0	270563	9209	189394	1887	0,05	8
157	0	270563	10434	189394	2045	0,05	8
158	0	270563	7879	189394	1707	0,05	8
159	0	270563	8150	189394	1745	0,05	8
160	0	270563	7167	189394	1606	0,05	8
161	0	270563	6185	189394	1459	0,05	8
162	0	270563	5312	189394	1321	0,05	8
163	0	270563	4446	189394	1175	0,05	8
164	0	270563	3580	189394	1017	0,05	8
165	0	270563	2070	189394	690	0,05	8
166	0	197704	332	138392	105	0,05	8
167	0	2876	336	2013	110	0,05	8
168	0	2626	239	1838	60	0,05	8
169	0	2876	216	2013	78	0,05	8
170	0	1374	118	962	48	0,05	8
171	0	539	117	377	38	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 321 kN/m²
Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 28 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 270563 kN/m³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 554260 kN/m³

3.2 Grondmechanische Parameters 2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m²
Pv,r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m³
Pv;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m²

dmax Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
1	53	24	18	24	144758
2	51	27	14	19	708
3	168	35	17	23	5263
4	38	18	8	11	2764
5	103	30	13	17	2974
6	124	58	21	28	3286
7	920	65	20	27	60736
8	1086	83	17	23	270563
9	1236	101	11	15	270563
10	1376	120	9	13	270563
11	1508	138	9	12	270563
12	1633	156	9	12	270563
13	1752	174	9	12	270563
14	1866	192	9	12	270563
15	2024	218	9	12	270563
16	2048	222	9	12	270563
17	2260	259	9	12	270563
18	2177	244	9	12	270563
19	2361	278	9	12	270563
20	2260	259	9	12	270563
21	2285	264	9	12	270563
22	2300	267	9	12	270563
23	2306	268	9	12	270563
24	2308	268	9	12	270563
25	2313	269	9	12	270563
26	2171	243	9	12	270563
27	2133	237	9	12	270563
28	2338	273	9	12	270563
29	2400	285	9	12	270563
30	2355	277	9	12	270563
31	2363	278	9	12	270563
32	2371	280	9	12	270563
33	2433	291	9	12	270563
34	2388	283	9	12	270563
35	2134	237	9	12	270563
36	2135	237	9	12	270563
37	2135	237	9	12	270563
38	2365	279	9	12	270563
39	2370	279	9	12	270563
40	2375	280	9	12	270563
41	2379	281	9	12	270563
42	2384	282	9	12	270563
43	2389	283	9	12	270563
44	2393	284	9	12	270563
45	2398	285	9	12	270563
46	2403	285	9	12	270563
47	2407	286	9	12	270563
48	2412	287	9	12	270563
49	2416	288	9	12	270563
50	2421	289	9	12	270563
51	2556	315	9	12	270563
52	2430	291	9	12	270563
53	2435	291	9	12	270563
54	2439	292	9	12	270563
55	2444	293	9	12	270563
56	2579	319	9	12	270563
57	2583	320	9	12	270563
58	2458	296	9	12	270563
59	2462	297	9	12	270563
60	2467	298	9	12	270563
61	2471	298	9	12	270563
62	2466	297	9	12	270563
63	2589	321	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
64	2582	320	9	12	270563
65	2445	293	9	12	270563
66	2438	292	9	12	270563
67	2159	241	9	12	270563
68	2423	289	9	12	270563
69	2417	288	9	12	270563
70	2410	287	9	12	270563
71	2403	285	9	12	270563
72	2396	284	9	12	270563
73	2388	283	9	12	270563
74	2380	281	9	12	270563
75	2372	280	9	12	270563
76	2364	278	9	12	270563
77	2356	277	9	12	270563
78	2348	275	9	12	270563
79	2340	274	9	12	270563
80	2332	272	9	12	270563
81	2324	271	9	12	270563
82	2315	269	9	12	270563
83	2307	268	9	12	270563
84	2298	266	9	12	270563
85	2269	261	9	12	270563
86	2144	239	9	12	270563
87	2537	311	9	12	270563
88	2521	308	9	12	270563
89	2517	307	9	12	270563
90	2516	307	9	12	270563
91	2514	307	9	12	270563
92	2142	238	9	12	270563
93	2231	254	9	12	270563
94	2223	253	9	12	270563
95	2215	251	9	12	270563
96	2220	252	9	12	270563
97	2226	253	9	12	270563
98	2232	254	9	12	270563
99	2215	251	9	12	270563
100	2193	247	9	12	270563
101	2250	257	9	12	270563
102	2256	259	9	12	270563
103	2262	260	9	12	270563
104	2268	261	9	12	270563
105	2409	287	9	12	270563
106	2279	263	9	12	270563
107	2419	288	9	12	270563
108	2423	289	9	12	270563
109	2292	265	9	12	270563
110	2296	266	9	12	270563
111	2435	292	9	12	270563
112	2439	292	9	12	270563
113	2309	268	9	12	270563
114	2313	269	9	12	270563
115	2125	235	9	12	270563
116	2322	271	9	12	270563
117	2326	271	9	12	270563
118	2331	272	9	12	270563
119	2197	248	9	12	270563
120	2108	232	9	12	270563
121	2106	232	9	12	270563
122	2105	232	9	12	270563
123	2104	232	9	12	270563
124	2103	231	9	12	270563
125	2101	231	9	12	270563
126	2100	231	9	12	270563
127	2300	266	9	12	270563
128	2294	265	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
129	2287	264	9	12	270563
130	2281	263	9	12	270563
131	2203	249	9	12	270563
132	2201	249	9	12	270563
133	2200	249	9	12	270563
134	2199	248	9	12	270563
135	2198	248	9	12	270563
136	2197	248	9	12	270563
137	2195	248	9	12	270563
138	2194	248	9	12	270563
139	2223	253	9	12	270563
140	2216	251	9	12	270563
141	2210	250	9	12	270563
142	2203	249	9	12	270563
143	2197	248	9	12	270563
144	2190	247	9	12	270563
145	2206	250	9	12	270563
146	2235	255	9	12	270563
147	2263	260	9	12	270563
148	2291	265	9	12	270563
149	2319	270	9	12	270563
150	2345	275	9	12	270563
151	2363	278	9	12	270563
152	2341	274	9	12	270563
153	2294	265	9	12	270563
154	2235	255	9	12	270563
155	2165	242	9	12	270563
156	1887	195	9	12	270563
157	2045	222	9	12	270563
158	1707	167	9	12	270563
159	1745	173	9	12	270563
160	1606	152	9	12	270563
161	1459	131	9	12	270563
162	1321	112	9	12	270563
163	1175	94	9	13	270563
164	1017	75	11	15	270563
165	688	43	12	16	270563
166	105	51	18	24	2743
167	110	43	17	23	18726
168	60	34	15	20	2048
169	78	27	13	17	1066
170	48	21	11	14	762
171	38	18	13	18	10291

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
1	0	1062	134	744	53	0,05	8
2	0	2088	149	1461	51	0,05	8
3	0	3939	431	2757	168	0,05	8
4	0	2513	129	1759	38	0,05	8
5	0	3848	366	2693	103	0,05	8
6	0	2013	325	1409	124	0,05	8
7	0	270563	3118	189394	920	0,05	8
8	0	270563	3966	189394	1086	0,05	8
9	0	270563	4814	189394	1236	0,05	8
10	0	270563	5662	189394	1376	0,05	8
11	0	270563	6510	189394	1508	0,05	8
12	0	270563	7358	189394	1633	0,05	8
13	0	270563	8207	189394	1752	0,05	8
14	0	270563	9046	189394	1866	0,05	8
15	0	270563	10270	189394	2024	0,05	8
16	0	270563	10461	189394	2048	0,05	8
17	0	270563	12198	189394	2260	0,05	8
18	0	270563	11504	189394	2177	0,05	8
19	0	270563	13062	189394	2361	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
20	0	270563	12196	189394	2260	0,05	8
21	0	270563	12412	189394	2285	0,05	8
22	0	270563	12542	189394	2300	0,05	8
23	0	270563	12588	189394	2306	0,05	8
24	0	270563	12606	189394	2308	0,05	8
25	0	270563	12647	189394	2313	0,05	8
26	0	270563	11458	189394	2171	0,05	8
27	0	270563	11148	189394	2133	0,05	8
28	0	270563	12863	189394	2338	0,05	8
29	0	270563	13403	189394	2400	0,05	8
30	0	270563	13007	189394	2355	0,05	8
31	0	270563	13079	189394	2363	0,05	8
32	0	270563	13152	189394	2371	0,05	8
33	0	270563	13692	189394	2433	0,05	8
34	0	270563	13296	189394	2388	0,05	8
35	0	270563	11156	189394	2134	0,05	8
36	0	270563	11158	189394	2135	0,05	8
37	0	270563	11159	189394	2135	0,05	8
38	0	270563	13100	189394	2365	0,05	8
39	0	270563	13140	189394	2370	0,05	8
40	0	270563	13181	189394	2375	0,05	8
41	0	270563	13221	189394	2379	0,05	8
42	0	270563	13262	189394	2384	0,05	8
43	0	270563	13302	189394	2389	0,05	8
44	0	270563	13343	189394	2393	0,05	8
45	0	270563	13383	189394	2398	0,05	8
46	0	270563	13423	189394	2403	0,05	8
47	0	270563	13464	189394	2407	0,05	8
48	0	270563	13504	189394	2412	0,05	8
49	0	270563	13545	189394	2416	0,05	8
50	0	270563	13585	189394	2421	0,05	8
51	0	270563	14795	189394	2556	0,05	8
52	0	270563	13666	189394	2430	0,05	8
53	0	270563	13706	189394	2435	0,05	8
54	0	270563	13747	189394	2439	0,05	8
55	0	270563	13787	189394	2444	0,05	8
56	0	270563	14997	189394	2579	0,05	8
57	0	270563	15038	189394	2583	0,05	8
58	0	270563	13908	189394	2458	0,05	8
59	0	270563	13949	189394	2462	0,05	8
60	0	270563	13989	189394	2467	0,05	8
61	0	270563	14030	189394	2471	0,05	8
62	0	270563	13982	189394	2466	0,05	8
63	0	270563	15090	189394	2589	0,05	8
64	0	270563	15028	189394	2582	0,05	8
65	0	270563	13796	189394	2445	0,05	8
66	0	270563	13735	189394	2438	0,05	8
67	0	270563	11356	189394	2159	0,05	8
68	0	270563	13600	189394	2423	0,05	8
69	0	270563	13550	189394	2417	0,05	8
70	0	270563	13488	189394	2410	0,05	8
71	0	270563	13426	189394	2403	0,05	8
72	0	270563	13365	189394	2396	0,05	8
73	0	270563	13298	189394	2388	0,05	8
74	0	270563	13229	189394	2380	0,05	8
75	0	270563	13160	189394	2372	0,05	8
76	0	270563	13091	189394	2364	0,05	8
77	0	270563	13022	189394	2356	0,05	8
78	0	270563	12952	189394	2348	0,05	8
79	0	270563	12883	189394	2340	0,05	8
80	0	270563	12812	189394	2332	0,05	8
81	0	270563	12739	189394	2324	0,05	8
82	0	270563	12666	189394	2315	0,05	8
83	0	270563	12594	189394	2307	0,05	8
84	0	270563	12521	189394	2298	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
85	0	270563	12271	189394	2269	0,05	8
86	0	270563	11237	189394	2144	0,05	8
87	0	270563	14617	189394	2537	0,05	8
88	0	270563	14474	189394	2521	0,05	8
89	0	270563	14442	189394	2517	0,05	8
90	0	270563	14432	189394	2516	0,05	8
91	0	270563	14411	189394	2514	0,05	8
92	0	270563	11220	189394	2142	0,05	8
93	0	270563	11951	189394	2231	0,05	8
94	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
95	0	270563	11820	189394	2215	0,05	8
96	0	270563	11863	189394	2220	0,05	8
97	0	270563	11914	189394	2226	0,05	8
98	0	270563	11964	189394	2232	0,05	8
99	0	270563	11817	189394	2215	0,05	8
100	0	270563	11640	189394	2193	0,05	8
101	0	270563	12115	189394	2250	0,05	8
102	0	270563	12165	189394	2256	0,05	8
103	0	270563	12215	189394	2262	0,05	8
104	0	270563	12265	189394	2268	0,05	8
105	0	270563	13479	189394	2409	0,05	8
106	0	270563	12358	189394	2279	0,05	8
107	0	270563	13564	189394	2419	0,05	8
108	0	270563	13601	189394	2423	0,05	8
109	0	270563	12468	189394	2292	0,05	8
110	0	270563	12505	189394	2296	0,05	8
111	0	270563	13711	189394	2435	0,05	8
112	0	270563	13748	189394	2439	0,05	8
113	0	270563	12615	189394	2309	0,05	8
114	0	270563	12652	189394	2313	0,05	8
115	0	270563	11075	189394	2125	0,05	8
116	0	270563	12725	189394	2322	0,05	8
117	0	270563	12762	189394	2326	0,05	8
118	0	270563	12799	189394	2331	0,05	8
119	0	270563	11674	189394	2197	0,05	8
120	0	270563	10938	189394	2108	0,05	8
121	0	270563	10928	189394	2106	0,05	8
122	0	270563	10918	189394	2105	0,05	8
123	0	270563	10908	189394	2104	0,05	8
124	0	270563	10898	189394	2103	0,05	8
125	0	270563	10888	189394	2101	0,05	8
126	0	270563	10878	189394	2100	0,05	8
127	0	270563	12538	189394	2300	0,05	8
128	0	270563	12484	189394	2294	0,05	8
129	0	270563	12429	189394	2287	0,05	8
130	0	270563	12375	189394	2281	0,05	8
131	0	270563	11718	189394	2203	0,05	8
132	0	270563	11708	189394	2201	0,05	8
133	0	270563	11698	189394	2200	0,05	8
134	0	270563	11688	189394	2199	0,05	8
135	0	270563	11678	189394	2198	0,05	8
136	0	270563	11668	189394	2197	0,05	8
137	0	270563	11658	189394	2195	0,05	8
138	0	270563	11649	189394	2194	0,05	8
139	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
140	0	270563	11830	189394	2216	0,05	8
141	0	270563	11776	189394	2210	0,05	8
142	0	270563	11721	189394	2203	0,05	8
143	0	270563	11667	189394	2197	0,05	8
144	0	270563	11613	189394	2190	0,05	8
145	0	270563	11747	189394	2206	0,05	8
146	0	270563	11985	189394	2235	0,05	8
147	0	270563	12223	189394	2263	0,05	8
148	0	270563	12461	189394	2291	0,05	8
149	0	270563	12699	189394	2319	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
150	0	270563	12925	189394	2345	0,05	8
151	0	270563	13075	189394	2363	0,05	8
152	0	270563	12892	189394	2341	0,05	8
153	0	270563	12485	189394	2294	0,05	8
154	0	270563	11990	189394	2235	0,05	8
155	0	270563	11406	189394	2165	0,05	8
156	0	270563	9209	189394	1887	0,05	8
157	0	270563	10434	189394	2045	0,05	8
158	0	270563	7879	189394	1707	0,05	8
159	0	270563	8150	189394	1745	0,05	8
160	0	270563	7167	189394	1606	0,05	8
161	0	270563	6185	189394	1459	0,05	8
162	0	270563	5312	189394	1321	0,05	8
163	0	270563	4446	189394	1175	0,05	8
164	0	270563	3580	189394	1017	0,05	8
165	0	270563	2070	189394	690	0,05	8
166	0	197704	332	138392	105	0,05	8
167	0	2876	336	2013	110	0,05	8
168	0	2626	239	1838	60	0,05	8
169	0	2876	216	2013	78	0,05	8
170	0	1374	118	962	48	0,05	8
171	0	539	117	377	38	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 321 kN/m²
Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 28 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 270563 kN/m³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 554260 kN/m³

3.3 Grondmechanische Parameters 3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m²
Pv,r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m³
Pv;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m²
dmax	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
1	53	24	18	24	144758
2	51	27	14	19	708
3	168	35	17	23	5263
4	38	18	8	11	2764
5	103	30	13	17	2974
6	124	58	21	28	3286
7	920	65	20	27	60736
8	1086	83	17	23	270563
9	1236	101	11	15	270563
10	1376	120	9	13	270563
11	1508	138	9	12	270563
12	1633	156	9	12	270563
13	1752	174	9	12	270563
14	1866	192	9	12	270563
15	2024	218	9	12	270563
16	2048	222	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
17	2260	259	9	12	270563
18	2177	244	9	12	270563
19	2361	278	9	12	270563
20	2260	259	9	12	270563
21	2285	264	9	12	270563
22	2300	267	9	12	270563
23	2306	268	9	12	270563
24	2308	268	9	12	270563
25	2313	269	9	12	270563
26	2171	243	9	12	270563
27	2133	237	9	12	270563
28	2338	273	9	12	270563
29	2400	285	9	12	270563
30	2355	277	9	12	270563
31	2363	278	9	12	270563
32	2371	280	9	12	270563
33	2433	291	9	12	270563
34	2388	283	9	12	270563
35	2134	237	9	12	270563
36	2135	237	9	12	270563
37	2135	237	9	12	270563
38	2365	279	9	12	270563
39	2370	279	9	12	270563
40	2375	280	9	12	270563
41	2379	281	9	12	270563
42	2384	282	9	12	270563
43	2389	283	9	12	270563
44	2393	284	9	12	270563
45	2398	285	9	12	270563
46	2403	285	9	12	270563
47	2407	286	9	12	270563
48	2412	287	9	12	270563
49	2416	288	9	12	270563
50	2421	289	9	12	270563
51	2556	315	9	12	270563
52	2430	291	9	12	270563
53	2435	291	9	12	270563
54	2439	292	9	12	270563
55	2444	293	9	12	270563
56	2579	319	9	12	270563
57	2583	320	9	12	270563
58	2458	296	9	12	270563
59	2462	297	9	12	270563
60	2467	298	9	12	270563
61	2471	298	9	12	270563
62	2466	297	9	12	270563
63	2589	321	9	12	270563
64	2582	320	9	12	270563
65	2445	293	9	12	270563
66	2438	292	9	12	270563
67	2159	241	9	12	270563
68	2423	289	9	12	270563
69	2417	288	9	12	270563
70	2410	287	9	12	270563
71	2403	285	9	12	270563
72	2396	284	9	12	270563
73	2388	283	9	12	270563
74	2380	281	9	12	270563
75	2372	280	9	12	270563
76	2364	278	9	12	270563
77	2356	277	9	12	270563
78	2348	275	9	12	270563
79	2340	274	9	12	270563
80	2332	272	9	12	270563
81	2324	271	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
82	2315	269	9	12	270563
83	2307	268	9	12	270563
84	2298	266	9	12	270563
85	2269	261	9	12	270563
86	2144	239	9	12	270563
87	2537	311	9	12	270563
88	2521	308	9	12	270563
89	2517	307	9	12	270563
90	2516	307	9	12	270563
91	2514	307	9	12	270563
92	2142	238	9	12	270563
93	2231	254	9	12	270563
94	2223	253	9	12	270563
95	2215	251	9	12	270563
96	2220	252	9	12	270563
97	2226	253	9	12	270563
98	2232	254	9	12	270563
99	2215	251	9	12	270563
100	2193	247	9	12	270563
101	2250	257	9	12	270563
102	2256	259	9	12	270563
103	2262	260	9	12	270563
104	2268	261	9	12	270563
105	2409	287	9	12	270563
106	2279	263	9	12	270563
107	2419	288	9	12	270563
108	2423	289	9	12	270563
109	2292	265	9	12	270563
110	2296	266	9	12	270563
111	2435	292	9	12	270563
112	2439	292	9	12	270563
113	2309	268	9	12	270563
114	2313	269	9	12	270563
115	2125	235	9	12	270563
116	2322	271	9	12	270563
117	2326	271	9	12	270563
118	2331	272	9	12	270563
119	2197	248	9	12	270563
120	2108	232	9	12	270563
121	2106	232	9	12	270563
122	2105	232	9	12	270563
123	2104	232	9	12	270563
124	2103	231	9	12	270563
125	2101	231	9	12	270563
126	2100	231	9	12	270563
127	2300	266	9	12	270563
128	2294	265	9	12	270563
129	2287	264	9	12	270563
130	2281	263	9	12	270563
131	2203	249	9	12	270563
132	2201	249	9	12	270563
133	2200	249	9	12	270563
134	2199	248	9	12	270563
135	2198	248	9	12	270563
136	2197	248	9	12	270563
137	2195	248	9	12	270563
138	2194	248	9	12	270563
139	2223	253	9	12	270563
140	2216	251	9	12	270563
141	2210	250	9	12	270563
142	2203	249	9	12	270563
143	2197	248	9	12	270563
144	2190	247	9	12	270563
145	2206	250	9	12	270563
146	2235	255	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
147	2263	260	9	12	270563
148	2291	265	9	12	270563
149	2319	270	9	12	270563
150	2345	275	9	12	270563
151	2363	278	9	12	270563
152	2341	274	9	12	270563
153	2294	265	9	12	270563
154	2235	255	9	12	270563
155	2165	242	9	12	270563
156	1887	195	9	12	270563
157	2045	222	9	12	270563
158	1707	167	9	12	270563
159	1745	173	9	12	270563
160	1606	152	9	12	270563
161	1459	131	9	12	270563
162	1321	112	9	12	270563
163	1175	94	9	13	270563
164	1017	75	11	15	270563
165	688	43	12	16	270563
166	105	51	18	24	2743
167	110	43	17	23	18726
168	60	34	15	20	2048
169	78	27	13	17	1066
170	48	21	11	14	762
171	38	18	13	18	10291

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
1	0	1062	134	744	53	0,05	8
2	0	2088	149	1461	51	0,05	8
3	0	3939	431	2757	168	0,05	8
4	0	2513	129	1759	38	0,05	8
5	0	3848	366	2693	103	0,05	8
6	0	2013	325	1409	124	0,05	8
7	0	270563	3118	189394	920	0,05	8
8	0	270563	3966	189394	1086	0,05	8
9	0	270563	4814	189394	1236	0,05	8
10	0	270563	5662	189394	1376	0,05	8
11	0	270563	6510	189394	1508	0,05	8
12	0	270563	7358	189394	1633	0,05	8
13	0	270563	8207	189394	1752	0,05	8
14	0	270563	9046	189394	1866	0,05	8
15	0	270563	10270	189394	2024	0,05	8
16	0	270563	10461	189394	2048	0,05	8
17	0	270563	12198	189394	2260	0,05	8
18	0	270563	11504	189394	2177	0,05	8
19	0	270563	13062	189394	2361	0,05	8
20	0	270563	12196	189394	2260	0,05	8
21	0	270563	12412	189394	2285	0,05	8
22	0	270563	12542	189394	2300	0,05	8
23	0	270563	12588	189394	2306	0,05	8
24	0	270563	12606	189394	2308	0,05	8
25	0	270563	12647	189394	2313	0,05	8
26	0	270563	11458	189394	2171	0,05	8
27	0	270563	11148	189394	2133	0,05	8
28	0	270563	12863	189394	2338	0,05	8
29	0	270563	13403	189394	2400	0,05	8
30	0	270563	13007	189394	2355	0,05	8
31	0	270563	13079	189394	2363	0,05	8
32	0	270563	13152	189394	2371	0,05	8
33	0	270563	13692	189394	2433	0,05	8
34	0	270563	13296	189394	2388	0,05	8
35	0	270563	11156	189394	2134	0,05	8
36	0	270563	11158	189394	2135	0,05	8
37	0	270563	11159	189394	2135	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
38	0	270563	13100	189394	2365	0,05	8
39	0	270563	13140	189394	2370	0,05	8
40	0	270563	13181	189394	2375	0,05	8
41	0	270563	13221	189394	2379	0,05	8
42	0	270563	13262	189394	2384	0,05	8
43	0	270563	13302	189394	2389	0,05	8
44	0	270563	13343	189394	2393	0,05	8
45	0	270563	13383	189394	2398	0,05	8
46	0	270563	13423	189394	2403	0,05	8
47	0	270563	13464	189394	2407	0,05	8
48	0	270563	13504	189394	2412	0,05	8
49	0	270563	13545	189394	2416	0,05	8
50	0	270563	13585	189394	2421	0,05	8
51	0	270563	14795	189394	2556	0,05	8
52	0	270563	13666	189394	2430	0,05	8
53	0	270563	13706	189394	2435	0,05	8
54	0	270563	13747	189394	2439	0,05	8
55	0	270563	13787	189394	2444	0,05	8
56	0	270563	14997	189394	2579	0,05	8
57	0	270563	15038	189394	2583	0,05	8
58	0	270563	13908	189394	2458	0,05	8
59	0	270563	13949	189394	2462	0,05	8
60	0	270563	13989	189394	2467	0,05	8
61	0	270563	14030	189394	2471	0,05	8
62	0	270563	13982	189394	2466	0,05	8
63	0	270563	15090	189394	2589	0,05	8
64	0	270563	15028	189394	2582	0,05	8
65	0	270563	13796	189394	2445	0,05	8
66	0	270563	13735	189394	2438	0,05	8
67	0	270563	11356	189394	2159	0,05	8
68	0	270563	13600	189394	2423	0,05	8
69	0	270563	13550	189394	2417	0,05	8
70	0	270563	13488	189394	2410	0,05	8
71	0	270563	13426	189394	2403	0,05	8
72	0	270563	13365	189394	2396	0,05	8
73	0	270563	13298	189394	2388	0,05	8
74	0	270563	13229	189394	2380	0,05	8
75	0	270563	13160	189394	2372	0,05	8
76	0	270563	13091	189394	2364	0,05	8
77	0	270563	13022	189394	2356	0,05	8
78	0	270563	12952	189394	2348	0,05	8
79	0	270563	12883	189394	2340	0,05	8
80	0	270563	12812	189394	2332	0,05	8
81	0	270563	12739	189394	2324	0,05	8
82	0	270563	12666	189394	2315	0,05	8
83	0	270563	12594	189394	2307	0,05	8
84	0	270563	12521	189394	2298	0,05	8
85	0	270563	12271	189394	2269	0,05	8
86	0	270563	11237	189394	2144	0,05	8
87	0	270563	14617	189394	2537	0,05	8
88	0	270563	14474	189394	2521	0,05	8
89	0	270563	14442	189394	2517	0,05	8
90	0	270563	14432	189394	2516	0,05	8
91	0	270563	14411	189394	2514	0,05	8
92	0	270563	11220	189394	2142	0,05	8
93	0	270563	11951	189394	2231	0,05	8
94	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
95	0	270563	11820	189394	2215	0,05	8
96	0	270563	11863	189394	2220	0,05	8
97	0	270563	11914	189394	2226	0,05	8
98	0	270563	11964	189394	2232	0,05	8
99	0	270563	11817	189394	2215	0,05	8
100	0	270563	11640	189394	2193	0,05	8
101	0	270563	12115	189394	2250	0,05	8
102	0	270563	12165	189394	2256	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
103	0	270563	12215	189394	2262	0,05	8
104	0	270563	12265	189394	2268	0,05	8
105	0	270563	13479	189394	2409	0,05	8
106	0	270563	12358	189394	2279	0,05	8
107	0	270563	13564	189394	2419	0,05	8
108	0	270563	13601	189394	2423	0,05	8
109	0	270563	12468	189394	2292	0,05	8
110	0	270563	12505	189394	2296	0,05	8
111	0	270563	13711	189394	2435	0,05	8
112	0	270563	13748	189394	2439	0,05	8
113	0	270563	12615	189394	2309	0,05	8
114	0	270563	12652	189394	2313	0,05	8
115	0	270563	11075	189394	2125	0,05	8
116	0	270563	12725	189394	2322	0,05	8
117	0	270563	12762	189394	2326	0,05	8
118	0	270563	12799	189394	2331	0,05	8
119	0	270563	11674	189394	2197	0,05	8
120	0	270563	10938	189394	2108	0,05	8
121	0	270563	10928	189394	2106	0,05	8
122	0	270563	10918	189394	2105	0,05	8
123	0	270563	10908	189394	2104	0,05	8
124	0	270563	10898	189394	2103	0,05	8
125	0	270563	10888	189394	2101	0,05	8
126	0	270563	10878	189394	2100	0,05	8
127	0	270563	12538	189394	2300	0,05	8
128	0	270563	12484	189394	2294	0,05	8
129	0	270563	12429	189394	2287	0,05	8
130	0	270563	12375	189394	2281	0,05	8
131	0	270563	11718	189394	2203	0,05	8
132	0	270563	11708	189394	2201	0,05	8
133	0	270563	11698	189394	2200	0,05	8
134	0	270563	11688	189394	2199	0,05	8
135	0	270563	11678	189394	2198	0,05	8
136	0	270563	11668	189394	2197	0,05	8
137	0	270563	11658	189394	2195	0,05	8
138	0	270563	11649	189394	2194	0,05	8
139	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
140	0	270563	11830	189394	2216	0,05	8
141	0	270563	11776	189394	2210	0,05	8
142	0	270563	11721	189394	2203	0,05	8
143	0	270563	11667	189394	2197	0,05	8
144	0	270563	11613	189394	2190	0,05	8
145	0	270563	11747	189394	2206	0,05	8
146	0	270563	11985	189394	2235	0,05	8
147	0	270563	12223	189394	2263	0,05	8
148	0	270563	12461	189394	2291	0,05	8
149	0	270563	12699	189394	2319	0,05	8
150	0	270563	12925	189394	2345	0,05	8
151	0	270563	13075	189394	2363	0,05	8
152	0	270563	12892	189394	2341	0,05	8
153	0	270563	12485	189394	2294	0,05	8
154	0	270563	11990	189394	2235	0,05	8
155	0	270563	11406	189394	2165	0,05	8
156	0	270563	9209	189394	1887	0,05	8
157	0	270563	10434	189394	2045	0,05	8
158	0	270563	7879	189394	1707	0,05	8
159	0	270563	8150	189394	1745	0,05	8
160	0	270563	7167	189394	1606	0,05	8
161	0	270563	6185	189394	1459	0,05	8
162	0	270563	5312	189394	1321	0,05	8
163	0	270563	4446	189394	1175	0,05	8
164	0	270563	3580	189394	1017	0,05	8
165	0	270563	2070	189394	690	0,05	8
166	0	197704	332	138392	105	0,05	8
167	0	2876	336	2013	110	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
168	0	2626	239	1838	60	0,05	8
169	0	2876	216	2013	78	0,05	8
170	0	1374	118	962	48	0,05	8
171	0	539	117	377	38	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 321 kN/m²
Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 28 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 270563 kN/m³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 554260 kN/m³

3.4 Grondmechanische Parameters 4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m²
Pv,r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m³
Pv;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m²
dmax	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
1	53	24	18	24	144758
2	51	27	14	19	708
3	168	35	17	23	5263
4	38	18	8	11	2764
5	103	30	13	17	2974
6	124	58	21	28	3286
7	920	65	20	27	60736
8	1086	83	17	23	270563
9	1236	101	11	15	270563
10	1376	120	9	13	270563
11	1508	138	9	12	270563
12	1633	156	9	12	270563
13	1752	174	9	12	270563
14	1866	192	9	12	270563
15	2024	218	9	12	270563
16	2048	222	9	12	270563
17	2260	259	9	12	270563
18	2177	244	9	12	270563
19	2361	278	9	12	270563
20	2260	259	9	12	270563
21	2285	264	9	12	270563
22	2300	267	9	12	270563
23	2306	268	9	12	270563
24	2308	268	9	12	270563
25	2313	269	9	12	270563
26	2171	243	9	12	270563
27	2133	237	9	12	270563
28	2338	273	9	12	270563
29	2400	285	9	12	270563
30	2355	277	9	12	270563
31	2363	278	9	12	270563
32	2371	280	9	12	270563
33	2433	291	9	12	270563
34	2388	283	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
35	2134	237	9	12	270563
36	2135	237	9	12	270563
37	2135	237	9	12	270563
38	2365	279	9	12	270563
39	2370	279	9	12	270563
40	2375	280	9	12	270563
41	2379	281	9	12	270563
42	2384	282	9	12	270563
43	2389	283	9	12	270563
44	2393	284	9	12	270563
45	2398	285	9	12	270563
46	2403	285	9	12	270563
47	2407	286	9	12	270563
48	2412	287	9	12	270563
49	2416	288	9	12	270563
50	2421	289	9	12	270563
51	2556	315	9	12	270563
52	2430	291	9	12	270563
53	2435	291	9	12	270563
54	2439	292	9	12	270563
55	2444	293	9	12	270563
56	2579	319	9	12	270563
57	2583	320	9	12	270563
58	2458	296	9	12	270563
59	2462	297	9	12	270563
60	2467	298	9	12	270563
61	2471	298	9	12	270563
62	2466	297	9	12	270563
63	2589	321	9	12	270563
64	2582	320	9	12	270563
65	2445	293	9	12	270563
66	2438	292	9	12	270563
67	2159	241	9	12	270563
68	2423	289	9	12	270563
69	2417	288	9	12	270563
70	2410	287	9	12	270563
71	2403	285	9	12	270563
72	2396	284	9	12	270563
73	2388	283	9	12	270563
74	2380	281	9	12	270563
75	2372	280	9	12	270563
76	2364	278	9	12	270563
77	2356	277	9	12	270563
78	2348	275	9	12	270563
79	2340	274	9	12	270563
80	2332	272	9	12	270563
81	2324	271	9	12	270563
82	2315	269	9	12	270563
83	2307	268	9	12	270563
84	2298	266	9	12	270563
85	2269	261	9	12	270563
86	2144	239	9	12	270563
87	2537	311	9	12	270563
88	2521	308	9	12	270563
89	2517	307	9	12	270563
90	2516	307	9	12	270563
91	2514	307	9	12	270563
92	2142	238	9	12	270563
93	2231	254	9	12	270563
94	2223	253	9	12	270563
95	2215	251	9	12	270563
96	2220	252	9	12	270563
97	2226	253	9	12	270563
98	2232	254	9	12	270563
99	2215	251	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
100	2193	247	9	12	270563
101	2250	257	9	12	270563
102	2256	259	9	12	270563
103	2262	260	9	12	270563
104	2268	261	9	12	270563
105	2409	287	9	12	270563
106	2279	263	9	12	270563
107	2419	288	9	12	270563
108	2423	289	9	12	270563
109	2292	265	9	12	270563
110	2296	266	9	12	270563
111	2435	292	9	12	270563
112	2439	292	9	12	270563
113	2309	268	9	12	270563
114	2313	269	9	12	270563
115	2125	235	9	12	270563
116	2322	271	9	12	270563
117	2326	271	9	12	270563
118	2331	272	9	12	270563
119	2197	248	9	12	270563
120	2108	232	9	12	270563
121	2106	232	9	12	270563
122	2105	232	9	12	270563
123	2104	232	9	12	270563
124	2103	231	9	12	270563
125	2101	231	9	12	270563
126	2100	231	9	12	270563
127	2300	266	9	12	270563
128	2294	265	9	12	270563
129	2287	264	9	12	270563
130	2281	263	9	12	270563
131	2203	249	9	12	270563
132	2201	249	9	12	270563
133	2200	249	9	12	270563
134	2199	248	9	12	270563
135	2198	248	9	12	270563
136	2197	248	9	12	270563
137	2195	248	9	12	270563
138	2194	248	9	12	270563
139	2223	253	9	12	270563
140	2216	251	9	12	270563
141	2210	250	9	12	270563
142	2203	249	9	12	270563
143	2197	248	9	12	270563
144	2190	247	9	12	270563
145	2206	250	9	12	270563
146	2235	255	9	12	270563
147	2263	260	9	12	270563
148	2291	265	9	12	270563
149	2319	270	9	12	270563
150	2345	275	9	12	270563
151	2363	278	9	12	270563
152	2341	274	9	12	270563
153	2294	265	9	12	270563
154	2235	255	9	12	270563
155	2165	242	9	12	270563
156	1887	195	9	12	270563
157	2045	222	9	12	270563
158	1707	167	9	12	270563
159	1745	173	9	12	270563
160	1606	152	9	12	270563
161	1459	131	9	12	270563
162	1321	112	9	12	270563
163	1175	94	9	13	270563
164	1017	75	11	15	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
165	688	43	12	16	270563
166	105	51	18	24	2743
167	110	43	17	23	18726
168	60	34	15	20	2048
169	78	27	13	17	1066
170	48	21	11	14	762
171	38	18	13	18	10291

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
1	0	1062	134	744	53	0,05	8
2	0	2088	149	1461	51	0,05	8
3	0	3939	431	2757	168	0,05	8
4	0	2513	129	1759	38	0,05	8
5	0	3848	366	2693	103	0,05	8
6	0	2013	325	1409	124	0,05	8
7	0	270563	3118	189394	920	0,05	8
8	0	270563	3966	189394	1086	0,05	8
9	0	270563	4814	189394	1236	0,05	8
10	0	270563	5662	189394	1376	0,05	8
11	0	270563	6510	189394	1508	0,05	8
12	0	270563	7358	189394	1633	0,05	8
13	0	270563	8207	189394	1752	0,05	8
14	0	270563	9046	189394	1866	0,05	8
15	0	270563	10270	189394	2024	0,05	8
16	0	270563	10461	189394	2048	0,05	8
17	0	270563	12198	189394	2260	0,05	8
18	0	270563	11504	189394	2177	0,05	8
19	0	270563	13062	189394	2361	0,05	8
20	0	270563	12196	189394	2260	0,05	8
21	0	270563	12412	189394	2285	0,05	8
22	0	270563	12542	189394	2300	0,05	8
23	0	270563	12588	189394	2306	0,05	8
24	0	270563	12606	189394	2308	0,05	8
25	0	270563	12647	189394	2313	0,05	8
26	0	270563	11458	189394	2171	0,05	8
27	0	270563	11148	189394	2133	0,05	8
28	0	270563	12863	189394	2338	0,05	8
29	0	270563	13403	189394	2400	0,05	8
30	0	270563	13007	189394	2355	0,05	8
31	0	270563	13079	189394	2363	0,05	8
32	0	270563	13152	189394	2371	0,05	8
33	0	270563	13692	189394	2433	0,05	8
34	0	270563	13296	189394	2388	0,05	8
35	0	270563	11156	189394	2134	0,05	8
36	0	270563	11158	189394	2135	0,05	8
37	0	270563	11159	189394	2135	0,05	8
38	0	270563	13100	189394	2365	0,05	8
39	0	270563	13140	189394	2370	0,05	8
40	0	270563	13181	189394	2375	0,05	8
41	0	270563	13221	189394	2379	0,05	8
42	0	270563	13262	189394	2384	0,05	8
43	0	270563	13302	189394	2389	0,05	8
44	0	270563	13343	189394	2393	0,05	8
45	0	270563	13383	189394	2398	0,05	8
46	0	270563	13423	189394	2403	0,05	8
47	0	270563	13464	189394	2407	0,05	8
48	0	270563	13504	189394	2412	0,05	8
49	0	270563	13545	189394	2416	0,05	8
50	0	270563	13585	189394	2421	0,05	8
51	0	270563	14795	189394	2556	0,05	8
52	0	270563	13666	189394	2430	0,05	8
53	0	270563	13706	189394	2435	0,05	8
54	0	270563	13747	189394	2439	0,05	8
55	0	270563	13787	189394	2444	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
56	0	270563	14997	189394	2579	0,05	8
57	0	270563	15038	189394	2583	0,05	8
58	0	270563	13908	189394	2458	0,05	8
59	0	270563	13949	189394	2462	0,05	8
60	0	270563	13989	189394	2467	0,05	8
61	0	270563	14030	189394	2471	0,05	8
62	0	270563	13982	189394	2466	0,05	8
63	0	270563	15090	189394	2589	0,05	8
64	0	270563	15028	189394	2582	0,05	8
65	0	270563	13796	189394	2445	0,05	8
66	0	270563	13735	189394	2438	0,05	8
67	0	270563	11356	189394	2159	0,05	8
68	0	270563	13600	189394	2423	0,05	8
69	0	270563	13550	189394	2417	0,05	8
70	0	270563	13488	189394	2410	0,05	8
71	0	270563	13426	189394	2403	0,05	8
72	0	270563	13365	189394	2396	0,05	8
73	0	270563	13298	189394	2388	0,05	8
74	0	270563	13229	189394	2380	0,05	8
75	0	270563	13160	189394	2372	0,05	8
76	0	270563	13091	189394	2364	0,05	8
77	0	270563	13022	189394	2356	0,05	8
78	0	270563	12952	189394	2348	0,05	8
79	0	270563	12883	189394	2340	0,05	8
80	0	270563	12812	189394	2332	0,05	8
81	0	270563	12739	189394	2324	0,05	8
82	0	270563	12666	189394	2315	0,05	8
83	0	270563	12594	189394	2307	0,05	8
84	0	270563	12521	189394	2298	0,05	8
85	0	270563	12271	189394	2269	0,05	8
86	0	270563	11237	189394	2144	0,05	8
87	0	270563	14617	189394	2537	0,05	8
88	0	270563	14474	189394	2521	0,05	8
89	0	270563	14442	189394	2517	0,05	8
90	0	270563	14432	189394	2516	0,05	8
91	0	270563	14411	189394	2514	0,05	8
92	0	270563	11220	189394	2142	0,05	8
93	0	270563	11951	189394	2231	0,05	8
94	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
95	0	270563	11820	189394	2215	0,05	8
96	0	270563	11863	189394	2220	0,05	8
97	0	270563	11914	189394	2226	0,05	8
98	0	270563	11964	189394	2232	0,05	8
99	0	270563	11817	189394	2215	0,05	8
100	0	270563	11640	189394	2193	0,05	8
101	0	270563	12115	189394	2250	0,05	8
102	0	270563	12165	189394	2256	0,05	8
103	0	270563	12215	189394	2262	0,05	8
104	0	270563	12265	189394	2268	0,05	8
105	0	270563	13479	189394	2409	0,05	8
106	0	270563	12358	189394	2279	0,05	8
107	0	270563	13564	189394	2419	0,05	8
108	0	270563	13601	189394	2423	0,05	8
109	0	270563	12468	189394	2292	0,05	8
110	0	270563	12505	189394	2296	0,05	8
111	0	270563	13711	189394	2435	0,05	8
112	0	270563	13748	189394	2439	0,05	8
113	0	270563	12615	189394	2309	0,05	8
114	0	270563	12652	189394	2313	0,05	8
115	0	270563	11075	189394	2125	0,05	8
116	0	270563	12725	189394	2322	0,05	8
117	0	270563	12762	189394	2326	0,05	8
118	0	270563	12799	189394	2331	0,05	8
119	0	270563	11674	189394	2197	0,05	8
120	0	270563	10938	189394	2108	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
121	0	270563	10928	189394	2106	0,05	8
122	0	270563	10918	189394	2105	0,05	8
123	0	270563	10908	189394	2104	0,05	8
124	0	270563	10898	189394	2103	0,05	8
125	0	270563	10888	189394	2101	0,05	8
126	0	270563	10878	189394	2100	0,05	8
127	0	270563	12538	189394	2300	0,05	8
128	0	270563	12484	189394	2294	0,05	8
129	0	270563	12429	189394	2287	0,05	8
130	0	270563	12375	189394	2281	0,05	8
131	0	270563	11718	189394	2203	0,05	8
132	0	270563	11708	189394	2201	0,05	8
133	0	270563	11698	189394	2200	0,05	8
134	0	270563	11688	189394	2199	0,05	8
135	0	270563	11678	189394	2198	0,05	8
136	0	270563	11668	189394	2197	0,05	8
137	0	270563	11658	189394	2195	0,05	8
138	0	270563	11649	189394	2194	0,05	8
139	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
140	0	270563	11830	189394	2216	0,05	8
141	0	270563	11776	189394	2210	0,05	8
142	0	270563	11721	189394	2203	0,05	8
143	0	270563	11667	189394	2197	0,05	8
144	0	270563	11613	189394	2190	0,05	8
145	0	270563	11747	189394	2206	0,05	8
146	0	270563	11985	189394	2235	0,05	8
147	0	270563	12223	189394	2263	0,05	8
148	0	270563	12461	189394	2291	0,05	8
149	0	270563	12699	189394	2319	0,05	8
150	0	270563	12925	189394	2345	0,05	8
151	0	270563	13075	189394	2363	0,05	8
152	0	270563	12892	189394	2341	0,05	8
153	0	270563	12485	189394	2294	0,05	8
154	0	270563	11990	189394	2235	0,05	8
155	0	270563	11406	189394	2165	0,05	8
156	0	270563	9209	189394	1887	0,05	8
157	0	270563	10434	189394	2045	0,05	8
158	0	270563	7879	189394	1707	0,05	8
159	0	270563	8150	189394	1745	0,05	8
160	0	270563	7167	189394	1606	0,05	8
161	0	270563	6185	189394	1459	0,05	8
162	0	270563	5312	189394	1321	0,05	8
163	0	270563	4446	189394	1175	0,05	8
164	0	270563	3580	189394	1017	0,05	8
165	0	270563	2070	189394	690	0,05	8
166	0	197704	332	138392	105	0,05	8
167	0	2876	336	2013	110	0,05	8
168	0	2626	239	1838	60	0,05	8
169	0	2876	216	2013	78	0,05	8
170	0	1374	118	962	48	0,05	8
171	0	539	117	377	38	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 321 kN/m²
Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 28 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 270563 kN/m³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 554260 kN/m³

4 Gegevens voor Spanningsanalyse

4.1 Algemene gegevens

Aantal leidingen in bundel : NPipes= 4 [-]
Diameter leiding : Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte : t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal : gamma_s = 9,54 kN/m³

Diameter leiding : Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte : t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal : gamma_s = 9,54 kN/m³

Diameter leiding : Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte : t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal : gamma_s = 9,54 kN/m³

Diameter leiding : Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte : t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal : gamma_s = 9,54 kN/m³

Volumegewicht boorvloeistof : gamma_b = 11,10 kN/m³
Minimale kromtestraal : R = 150 m
Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan : f1 = 0,10
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof : f2 = 0,000050 N/mm²
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond : f3 = 0,20
Maximale beddingsconstante : kv, max = 280752 kN/m³

4.2 Ballasten Leiding

Het opdrijvend vermogen van de productbuis in de boorvloeistof heeft invloed op de wrijving tussen de grond en de leiding. Door het ballasten van de leiding neemt de opwaartse kracht van de leiding in de boorvloeistof af. Bij een optimaal vullingpercentage is de wrijvingskracht tussen de leiding en de wand van het boorgat minimaal

Bij een vulling percentage van 100% ontstaat het volgende resulterende gewicht.

Opwaartse kracht : 140 [kg/m]
Gewicht productbuis (inclusief vulling) : 124 [kg/m]

Resultaat : 16 [kg/m] (Leiding beweegt opwaarts)

4.3 Trekkrachtberekening

Tijdens het intrekken van de leiding door het boorgat ondervindt de buis een wrijving die is opgebouwd uit:

- wrijving tussen buis en rollenbaan (f1 = 0,10)
- wrijving tussen buis en boorvloeistof (f2 = 0,000050 [N/mm²])
- wrijving tussen buis en grond (f3 = 0,20)

Door het optreden van wrijving tijdens het intrekken ontstaat een trekkracht in de leiding.
De pijpleiding wordt van rechts naar links ingetrokken

Bij het berekenen van de trekkrachten wordt rekening gehouden met het feit dat de lengte van de buis op de rollenbaan afneemt naarmate de doortrekoperatie vordert. Bij het berekenen van de trekkracht wordt uitgegaan van een stabiel boorgat.

Karakteristieke punten	Lengte leiding in gat (m)	Verwachtingswaarde voor de trekkracht (kN)
T1	0	35
T2	71	40
T3	118	48
T4	752	95
T5	799	107
T6	870	112

De berekende waarden van de trekkracht zijn verwachtingswaarden waarop nog een minimale onzekerheidsfactor van 1.4 moet worden toegepast in de sterkte berekening. In de volgende sterkteberekening is een factor van 0,00 gebruikt en een belasting factor van 1,00 (alleen voor staal).

5 Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

5.1 Materiaalgegevens1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	:	sf = 1,00
Rekenfactor qn	:	sf = 1,00
Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	:	sf = 1,00
Incidenteledruk	:	pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	:	T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteledruk	:	sf = 1,00
Lengte leiding	:	L = 870 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Constante van Poisson	:	nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Onzekerheidsfactor qn	:	sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	:	sf = 0,0
Minimale kromtestraal	:	R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal	:	sf = 1,1
Opleghoek	:	beta = 30 graden
Belastingshoek	:	alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting	:	Pv,r;n, max = 28 kN/m²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 554260 kN/m³

5.2 Resultaten Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

5.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_px = 0.5·Sigma_py	=	0,0	N/mm²
Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²

5.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rmin·Wb)	=	0,3	N/mm²
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	0,2	N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,4	N/mm²
Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,6	N/mm²
Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max	=	2,0	N/mm²

5.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rrol·Wb)	=	0,3	N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_px = 0.5·Sigma_py	=	0,0	N/mm²
Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_Temp = Dt * gamma_t * alpha g * E	=	0,0	N/mm²
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	0,2	N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,4	N/mm²
Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,6	N/mm²

Rerounding factor Frr	=	1,000
Rerounding factor F'rr	=	1,000

Sigma_t,max = Sigma_py + ((F'rr·Sigma_qr) + (Frr·Sigma_qn))

Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max	=	2,0	N/mm²

5.3 Controle van de Berekende Spanningen1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

Belasting combinatie 1
- Sigma_AxMax < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < ShortStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 2
- Sigma_ptest < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_py < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 3
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 4
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,8	5,4	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	2,0	2,0

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,5 mm (1,3% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

5.3.4 Toetsing op Implosie1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

6 Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

6.1 Materiaalgegevens2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	:	sf = 1,00
Rekenfactor qn	:	sf = 1,00
Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	:	sf = 1,00
Incidenteledruk	:	pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	:	T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteledruk	:	sf = 1,00
Lengte leiding	:	L = 870 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Constante van Poisson	:	nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Onzekerheidsfactor qn	:	sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	:	sf = 0,0
Minimale kromtestraal	:	R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal	:	sf = 1,1
Opleghoek	:	beta = 30 graden
Belastingshoek	:	alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting	:	Pv,r;n, max = 28 kN/m²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 554260 kN/m³

6.2 Resultaten Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

6.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_px = 0.5·Sigma_py	=	0,0	N/mm²
Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²

6.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rmin·Wb) = 0,3 N/mm²

Maximale axiale spanning Sigma_a,max = 0,2 N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do = 0,4 N/mm²

Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do = 2,6 N/mm²

Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max = 2,0 N/mm²

6.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rrol·Wb) = 0,3 N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm²

Sigma_px = 0.5·Sigma_py = 0,0 N/mm²

Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm²

Sigma_Temp = Dt * gamma_t * alpha g * E = 0,0 N/mm²

Maximale axiale spanning Sigma_a,max = 0,2 N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do = 0,4 N/mm²

Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do = 2,6 N/mm²

Rerounding factor Frr = 1,000
Rerounding factor F'rr = 1,000

Sigma_t,max = Sigma_py + ((F'rr·Sigma_qr) + (Frr·Sigma_qn))

Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max = 2,0 N/mm²

6.3 Controle van de Berekende Spanningen2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

Belasting combinatie 1
- Sigma_AxMax < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < ShortStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 2
- Sigma_ptest < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_py < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 3
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 4
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,8	5,4	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	2,0	2,0

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,5 mm (1,3% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

6.3.4 Toetsing op Implosie2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

7 Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

7.1 Materiaalgegevens3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	:	sf = 1,00
Rekenfactor qn	:	sf = 1,00
Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	:	sf = 1,00
Incidenteledruk	:	pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	:	T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteledruk	:	sf = 1,00
Lengte leiding	:	L = 870 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Constante van Poisson	:	nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Onzekerheidsfactor qn	:	sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	:	sf = 0,0
Minimale kromtestraal	:	R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal	:	sf = 1,1
Opleghoek	:	beta = 30 graden
Belastingshoek	:	alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting	:	Pv,r;n, max = 28 kN/m²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 554260 kN/m³

7.2 Resultaten Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

7.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm²

Sigma_px = 0.5·Sigma_py = 0,0 N/mm²

Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm²

7.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rmin·Wb) = 0,3 N/mm²

Maximale axiale spanning Sigma_a,max = 0,2 N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do = 0,4 N/mm²

Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do = 2,6 N/mm²

Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max = 2,0 N/mm²

7.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rrol·Wb) = 0,3 N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm²

Sigma_px = 0.5·Sigma_py = 0,0 N/mm²

Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm²

Sigma_Temp = Dt * gamma_t * alpha g * E = 0,0 N/mm²

Maximale axiale spanning Sigma_a,max = 0,2 N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do = 0,4 N/mm²

Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do = 2,6 N/mm²

Rerounding factor Frr = 1,000
Rerounding factor F'rr = 1,000

Sigma_t,max = Sigma_py + ((F'rr·Sigma_qr) + (Frr·Sigma_qn))

Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max = 2,0 N/mm²

7.3 Controle van de Berekende Spanningen3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

Belasting combinatie 1
- Sigma_AxMax < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < ShortStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 2
- Sigma_ptest < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_py < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 3
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 4
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,8	5,4	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	2,0	2,0

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,5 mm (1,3% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

7.3.4 Toetsing op Implosie3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

8 Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

8.1 Materiaalgegevens4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	:	sf = 1,00
Rekenfactor qn	:	sf = 1,00
Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	:	sf = 1,00
Incidenteledruk	:	pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	:	T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteledruk	:	sf = 1,00
Lengte leiding	:	L = 870 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Constante van Poisson	:	nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Onzekerheidsfactor qn	:	sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	:	sf = 0,0
Minimale kromtestraal	:	R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal	:	sf = 1,1
Opleghoek	:	beta = 30 graden
Belastingshoek	:	alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting	:	Pv,r;n, max = 28 kN/m²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 554260 kN/m³

8.2 Resultaten Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

8.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_px = 0.5·Sigma_py	=	0,0	N/mm²
Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²

8.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rmin·Wb)	=	0,3	N/mm²
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	0,2	N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,4	N/mm²
Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,6	N/mm²
Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max	=	2,0	N/mm²

8.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rrol·Wb)	=	0,3	N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_px = 0.5·Sigma_py	=	0,0	N/mm²
Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_Temp = Dt * gamma_t * alpha g * E	=	0,0	N/mm²
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	0,2	N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,4	N/mm²
Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,6	N/mm²
Rerounding factor Frr	=	1,000	
Rerounding factor F'rr	=	1,000	

Sigma_t,max = Sigma_py + ((F'rr·Sigma_qr) + (Frr·Sigma_qn))

Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max	=	2,0	N/mm²

8.3 Controle van de Berekende Spanningen4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

Belasting combinatie 1
- Sigma_AxMax < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < ShortStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 2
- Sigma_ptest < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_py < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 3
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 4
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,8	5,4	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	2,0	2,0

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,5 mm (1,3% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

8.3.4 Toetsing op Implosie4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Einde Rapport

Rapport voor D-Geo Pipeline 6.3

Model : Horizontaal Gestuurde Boring
Ontwikkeld door Deltares

Bedrijfsnaam: BAM Infratechniek

Datum van rapport: 7-11-2013
Tijd van rapport: 11:17:56

Bestandsnaam: M:\..\150kV\01 A4-HSL - Does\DO++\HDD-01B A4-HSL-Does Bedrijfsfase SDR

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave 2
2 Invoergegevens 3
2.1 Gebruikt model 3
2.2 Laagscheidingen 3
2.3 PN-Lijnen 24
2.4 Freatische Lijn 24
2.5 Grondprofielen 24
2.6 Grenslagen 25
2.7 Configuratie van de Pijpleiding 25
2.8 Berekenings Verticalen 25
2.9 Materiaaltypen 28
2.10 Materiaalgegevens van de Leiding 29
2.11 Gegevens voor Leidingberekening 30
2.12 Geometrie 30
2.12.1 Geometrie Sectie, Detail 30
2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht 31
2.13 Factoren 31
3 Grondmechanische Parameters 32
3.1 Grondmechanische Parameters 1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 32
3.2 Grondmechanische Parameters 2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 37
3.3 Grondmechanische Parameters 3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 43
3.4 Grondmechanische Parameters 4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 49
4 Gegevens voor Spanningsanalyse 55
4.1 Algemene gegevens 55
4.2 Ballasten Leiding 55
5 Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 56
5.1 Materiaalgegevens1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 56
5.2 Resultaten Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 56
5.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 56
5.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 57
5.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk 57
5.3 Controle van de Berekende Spanningen1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 57
5.3.1 Toetsing op Implosie1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1 58
6 Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 59
6.1 Materiaalgegevens2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 59
6.2 Resultaten Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 59
6.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 59
6.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 60
6.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk 60
6.3 Controle van de Berekende Spanningen2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 60
6.3.1 Toetsing op Implosie2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2 61
7 Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 62
7.1 Materiaalgegevens3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 62
7.2 Resultaten Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 62
7.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 62
7.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 63
7.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk 63
7.3 Controle van de Berekende Spanningen3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 63
7.3.1 Toetsing op Implosie3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3 64
8 Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 65
8.1 Materiaalgegevens4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 65
8.2 Resultaten Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 65
8.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen 65
8.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie 66
8.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk 66
8.3 Controle van de Berekende Spanningen4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 66
8.3.1 Toetsing op Implosie4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4 67

2 Invoergegevens

2.1 Gebruikt model

Gebruikt model : Horizontaal Gestuurde Boring

2.2 Laagscheidingen

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
49 - X -	-32,500	0,000	13,403	15,613	15,863
49 - Y -	-1,249	-1,249	-1,208	-2,700	-2,869
49 - X -	24,144	31,304	31,962	38,013	64,346
49 - Y -	-2,869	-2,869	-2,700	-1,146	-1,045
49 - X -	72,700	72,700	76,300	76,300	86,300
49 - Y -	-1,018	-0,018	-0,007	-1,007	-0,975
49 - X -	86,300	88,900	88,900	98,400	98,400
49 - Y -	0,025	0,033	-0,967	-0,937	0,063
49 - X -	105,600	105,600	120,400	120,400	123,900
49 - Y -	0,086	-0,914	-0,867	0,133	0,157
49 - X -	123,900	127,708	130,843	130,986	136,151
49 - Y -	-0,843	-0,782	-2,778	-2,869	-2,869
49 - X -	136,267	139,445	144,000	144,000	149,200
49 - Y -	-2,789	-0,593	-0,521	0,479	0,561
49 - X -	149,200	156,700	156,700	161,700	161,700
49 - Y -	-0,439	-0,320	0,680	0,759	-0,241
49 - X -	173,038	175,240	187,260	188,746	190,532
49 - Y -	-0,062	-2,868	-2,862	-1,458	0,229
49 - X -	215,100	215,100	219,600	219,600	252,500
49 - Y -	0,624	1,624	1,696	0,696	1,225
49 - X -	252,500	259,900	259,900	279,700	279,700
49 - Y -	2,225	2,344	1,344	1,663	2,663
49 - X -	286,900	286,900	305,672	312,600	312,600
49 - Y -	2,779	1,779	2,081	1,940	2,940
49 - X -	319,900	319,900	331,943	334,641	335,257
49 - Y -	2,792	1,792	1,548	-1,999	-2,809
49 - X -	335,302	336,322	336,369	337,066	340,018
49 - Y -	-2,869	-2,863	-2,809	-2,008	1,384
49 - X -	424,790	426,280	426,456	429,939	430,158
49 - Y -	-0,335	-2,599	-2,867	-2,862	-2,629
49 - X -	432,176	432,176	441,011	447,424	456,100
49 - Y -	-0,485	0,515	0,075	0,075	0,030
49 - X -	456,100	458,418	458,499	461,861	461,936
49 - Y -	-0,970	-2,786	-2,850	-2,850	-2,778
49 - X -	463,655	475,290	494,515	496,999	497,213
49 - Y -	-1,123	-1,359	-0,957	-2,700	-2,850
49 - X -	498,337	498,540	501,034	521,400	521,400
49 - Y -	-2,849	-2,697	-0,820	-0,394	0,606
49 - X -	529,500	529,500	536,900	536,900	544,600
49 - Y -	0,763	-0,237	-0,118	0,882	1,006
49 - X -	544,600	555,000	555,000	560,100	560,100
49 - Y -	0,006	0,174	1,174	1,256	0,256
49 - X -	572,668	575,102	575,366	576,491	576,729
49 - Y -	0,459	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523
49 - X -	578,988	593,484	595,913	596,187	612,985
49 - Y -	0,561	0,794	-2,480	-2,850	-2,849
49 - X -	613,296	615,459	653,019	653,621	653,642
49 - Y -	-2,438	0,424	0,116	-2,352	-2,439
49 - X -	689,571	691,796	691,799	691,829	692,162
49 - Y -	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525
49 - X -	721,776	739,267	756,788	778,146	779,222
49 - Y -	-1,009	0,455	1,921	0,784	-2,304
49 - X -	779,412	780,460	780,670	781,787	785,400
49 - Y -	-2,850	-2,850	-2,307	0,591	0,398
49 - X -	785,400	787,700	787,700	788,389	789,437

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
49 - Y -	1,398	1,276	0,276	0,239	-2,323
49 - X -	789,653	790,701	790,917	791,898	805,270
49 - Y -	-2,850	-2,850	-2,326	0,052	-0,659
49 - X -	823,902	824,532	824,726	825,774	825,994
49 - Y -	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
49 - X -	826,699	855,032	887,546		
49 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
48 - X -	-32,500	15,613	15,863	24,144	31,304
48 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,869
48 - X -	31,962	38,013	64,346	72,700	72,700
48 - Y -	-2,700	-1,146	-1,045	-1,018	-0,018
48 - X -	76,300	76,300	86,300	86,300	88,900
48 - Y -	-0,007	-1,007	-0,975	0,025	0,033
48 - X -	88,900	98,400	98,400	105,600	105,600
48 - Y -	-0,967	-0,937	0,063	0,086	-0,914
48 - X -	120,400	120,400	123,900	123,900	127,708
48 - Y -	-0,867	0,133	0,157	-0,843	-0,782
48 - X -	130,843	130,986	136,151	136,267	139,445
48 - Y -	-2,778	-2,869	-2,869	-2,789	-0,593
48 - X -	144,000	144,000	149,200	149,200	156,700
48 - Y -	-0,521	0,479	0,561	-0,439	-0,320
48 - X -	156,700	161,700	161,700	173,038	175,240
48 - Y -	0,680	0,759	-0,241	-0,062	-2,868
48 - X -	187,260	188,746	190,532	215,100	215,100
48 - Y -	-2,862	-1,458	0,229	0,624	1,624
48 - X -	219,600	219,600	252,500	252,500	259,900
48 - Y -	1,696	0,696	1,225	2,225	2,344
48 - X -	259,900	279,700	279,700	286,900	286,900
48 - Y -	1,344	1,663	2,663	2,779	1,779
48 - X -	305,672	312,600	312,600	319,900	319,900
48 - Y -	2,081	1,940	2,940	2,792	1,792
48 - X -	331,943	334,641	335,257	335,302	336,322
48 - Y -	1,548	-1,999	-2,809	-2,869	-2,863
48 - X -	336,369	337,066	340,018	424,790	426,280
48 - Y -	-2,809	-2,008	1,384	-0,335	-2,599
48 - X -	426,456	429,939	430,158	432,176	432,176
48 - Y -	-2,867	-2,862	-2,629	-0,485	0,515
48 - X -	441,011	447,424	456,100	456,100	458,418
48 - Y -	0,075	0,075	0,030	-0,970	-2,786
48 - X -	458,499	461,861	461,936	463,655	475,290
48 - Y -	-2,850	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359
48 - X -	494,515	496,999	497,213	498,337	498,540
48 - Y -	-0,957	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697
48 - X -	501,034	521,400	521,400	529,500	529,500
48 - Y -	-0,820	-0,394	0,606	0,763	-0,237
48 - X -	536,900	536,900	544,600	544,600	555,000
48 - Y -	-0,118	0,882	1,006	0,006	0,174
48 - X -	555,000	560,100	560,100	572,668	575,102
48 - Y -	1,174	1,256	0,256	0,459	-2,527
48 - X -	575,366	576,491	576,729	578,988	593,484
48 - Y -	-2,850	-2,849	-2,523	0,561	0,794
48 - X -	595,913	596,187	612,985	613,296	615,459
48 - Y -	-2,480	-2,850	-2,849	-2,438	0,424
48 - X -	653,019	653,621	653,642	689,571	691,796
48 - Y -	0,116	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439
48 - X -	691,799	691,829	692,162	721,776	739,267
48 - Y -	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009	0,455
48 - X -	756,788	778,146	779,222	779,412	780,460
48 - Y -	1,921	0,784	-2,304	-2,850	-2,850
48 - X -	780,670	781,787	785,400	785,400	787,700
48 - Y -	-2,307	0,591	0,398	1,398	1,276
48 - X -	787,700	788,389	789,437	789,653	790,701
48 - Y -	0,276	0,239	-2,323	-2,850	-2,850
48 - X -	790,917	791,898	805,270	823,902	824,532
48 - Y -	-2,326	0,052	-0,659	-0,880	-2,387
48 - X -	824,726	825,774	825,994	826,699	855,032

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
48 - Y -	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249
48 - X -	887,546				
48 - Y -	-1,249				
47 - X -	-32,500	15,613	15,863	24,144	31,304
47 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,869
47 - X -	31,962	38,013	64,346	72,700	76,300
47 - Y -	-2,700	-1,146	-1,045	-1,018	-1,007
47 - X -	86,300	86,300	88,900	88,900	98,400
47 - Y -	-0,975	0,025	0,033	-0,967	-0,937
47 - X -	98,400	105,600	105,600	120,400	120,400
47 - Y -	0,063	0,086	-0,914	-0,867	0,133
47 - X -	123,900	123,900	127,708	130,843	130,986
47 - Y -	0,157	-0,843	-0,782	-2,778	-2,869
47 - X -	136,151	136,267	139,445	144,000	144,000
47 - Y -	-2,869	-2,789	-0,593	-0,521	0,479
47 - X -	149,200	149,200	156,700	156,700	161,700
47 - Y -	0,561	-0,439	-0,320	0,680	0,759
47 - X -	161,700	173,038	175,240	187,260	188,746
47 - Y -	-0,241	-0,062	-2,868	-2,862	-1,458
47 - X -	190,532	215,100	215,100	219,600	219,600
47 - Y -	0,229	0,624	1,624	1,696	0,696
47 - X -	252,500	252,500	259,900	259,900	279,700
47 - Y -	1,225	2,225	2,344	1,344	1,663
47 - X -	279,700	286,900	286,900	305,672	312,600
47 - Y -	2,663	2,779	1,779	2,081	1,940
47 - X -	312,600	319,900	319,900	331,943	334,641
47 - Y -	2,940	2,792	1,792	1,548	-1,999
47 - X -	335,257	335,302	336,322	336,369	337,066
47 - Y -	-2,809	-2,869	-2,863	-2,809	-2,008
47 - X -	340,018	424,790	426,280	426,456	429,939
47 - Y -	1,384	-0,335	-2,599	-2,867	-2,862
47 - X -	430,158	432,176	432,176	441,011	447,424
47 - Y -	-2,629	-0,485	0,515	0,075	0,075
47 - X -	456,100	456,100	458,418	458,499	461,861
47 - Y -	0,030	-0,970	-2,786	-2,850	-2,850
47 - X -	461,936	463,655	475,290	494,515	496,999
47 - Y -	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957	-2,700
47 - X -	497,213	498,337	498,540	501,034	521,400
47 - Y -	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820	-0,394
47 - X -	521,400	529,500	529,500	536,900	536,900
47 - Y -	0,606	0,763	-0,237	-0,118	0,882
47 - X -	544,600	544,600	555,000	555,000	560,100
47 - Y -	1,006	0,006	0,174	1,174	1,256
47 - X -	560,100	572,668	575,102	575,366	576,491
47 - Y -	0,256	0,459	-2,527	-2,850	-2,849
47 - X -	576,729	578,988	593,484	595,913	596,187
47 - Y -	-2,523	0,561	0,794	-2,480	-2,850
47 - X -	612,985	613,296	615,459	653,019	653,621
47 - Y -	-2,849	-2,438	0,424	0,116	-2,352
47 - X -	653,642	689,571	691,796	691,799	691,829
47 - Y -	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267
47 - X -	692,162	721,776	739,267	756,788	778,146
47 - Y -	-0,525	-1,009	0,455	1,921	0,784
47 - X -	779,222	779,412	780,460	780,670	781,787
47 - Y -	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307	0,591
47 - X -	785,400	785,400	787,700	787,700	788,389
47 - Y -	0,398	1,398	1,276	0,276	0,239
47 - X -	789,437	789,653	790,701	790,917	791,898
47 - Y -	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326	0,052
47 - X -	805,270	823,902	824,532	824,726	825,774
47 - Y -	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850
47 - X -	825,994	826,699	855,032	887,546	
47 - Y -	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249	
46 - X -	-32,500	15,613	15,863	24,144	31,304
46 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,869
46 - X -	31,962	38,013	64,346	72,700	76,300

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
46 - Y -	-2,700	-1,146	-1,045	-1,018	-1,007
46 - X -	86,300	88,900	98,400	98,400	105,600
46 - Y -	-0,975	-0,967	-0,937	0,063	0,086
46 - X -	105,600	120,400	120,400	123,900	123,900
46 - Y -	-0,914	-0,867	0,133	0,157	-0,843
46 - X -	127,708	130,843	130,986	136,151	136,267
46 - Y -	-0,782	-2,778	-2,869	-2,869	-2,789
46 - X -	139,445	144,000	144,000	149,200	149,200
46 - Y -	-0,593	-0,521	0,479	0,561	-0,439
46 - X -	156,700	156,700	161,700	161,700	173,038
46 - Y -	-0,320	0,680	0,759	-0,241	-0,062
46 - X -	175,240	187,260	188,746	190,532	215,100
46 - Y -	-2,868	-2,862	-1,458	0,229	0,624
46 - X -	215,100	219,600	219,600	252,500	252,500
46 - Y -	1,624	1,696	0,696	1,225	2,225
46 - X -	259,900	259,900	279,700	279,700	286,900
46 - Y -	2,344	1,344	1,663	2,663	2,779
46 - X -	286,900	305,672	312,600	312,600	319,900
46 - Y -	1,779	2,081	1,940	2,940	2,792
46 - X -	319,900	331,943	334,641	335,257	335,302
46 - Y -	1,792	1,548	-1,999	-2,809	-2,869
46 - X -	336,322	336,369	337,066	340,018	424,790
46 - Y -	-2,863	-2,809	-2,008	1,384	-0,335
46 - X -	426,280	426,456	429,939	430,158	432,176
46 - Y -	-2,599	-2,867	-2,862	-2,629	-0,485
46 - X -	432,176	441,011	447,424	456,100	456,100
46 - Y -	0,515	0,075	0,075	0,030	-0,970
46 - X -	458,418	458,499	461,861	461,936	463,655
46 - Y -	-2,786	-2,850	-2,850	-2,778	-1,123
46 - X -	475,290	494,515	496,999	497,213	498,337
46 - Y -	-1,359	-0,957	-2,700	-2,850	-2,849
46 - X -	498,540	501,034	521,400	521,400	529,500
46 - Y -	-2,697	-0,820	-0,394	0,606	0,763
46 - X -	529,500	536,900	536,900	544,600	544,600
46 - Y -	-0,237	-0,118	0,882	1,006	0,006
46 - X -	555,000	555,000	560,100	560,100	572,668
46 - Y -	0,174	1,174	1,256	0,256	0,459
46 - X -	575,102	575,366	576,491	576,729	578,988
46 - Y -	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523	0,561
46 - X -	593,484	595,913	596,187	612,985	613,296
46 - Y -	0,794	-2,480	-2,850	-2,849	-2,438
46 - X -	615,459	653,019	653,621	653,642	689,571
46 - Y -	0,424	0,116	-2,352	-2,439	-2,439
46 - X -	691,796	691,799	691,829	692,162	721,776
46 - Y -	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009
46 - X -	739,267	756,788	778,146	779,222	779,412
46 - Y -	0,455	1,921	0,784	-2,304	-2,850
46 - X -	780,460	780,670	781,787	785,400	785,400
46 - Y -	-2,850	-2,307	0,591	0,398	1,398
46 - X -	787,700	787,700	788,389	789,437	789,653
46 - Y -	1,276	0,276	0,239	-2,323	-2,850
46 - X -	790,701	790,917	791,898	805,270	823,902
46 - Y -	-2,850	-2,326	0,052	-0,659	-0,880
46 - X -	824,532	824,726	825,774	825,994	826,699
46 - Y -	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913
46 - X -	855,032	887,546			
46 - Y -	-1,249	-1,249			
45 - X -	-32,500	15,613	15,863	24,144	31,304
45 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,869
45 - X -	31,962	38,013	64,346	72,700	76,300
45 - Y -	-2,700	-1,146	-1,045	-1,018	-1,007
45 - X -	86,300	88,900	98,400	105,600	120,400
45 - Y -	-0,975	-0,967	-0,937	-0,914	-0,867
45 - X -	120,400	123,900	123,900	127,708	130,843
45 - Y -	0,133	0,157	-0,843	-0,782	-2,778
45 - X -	130,986	136,151	136,267	139,445	144,000

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
45 - Y -	-2,869	-2,869	-2,789	-0,593	-0,521
45 - X -	144,000	149,200	149,200	156,700	156,700
45 - Y -	0,479	0,561	-0,439	-0,320	0,680
45 - X -	161,700	161,700	173,038	175,240	187,260
45 - Y -	0,759	-0,241	-0,062	-2,868	-2,862
45 - X -	188,746	190,532	215,100	215,100	219,600
45 - Y -	-1,458	0,229	0,624	1,624	1,696
45 - X -	219,600	252,500	252,500	259,900	259,900
45 - Y -	0,696	1,225	2,225	2,344	1,344
45 - X -	279,700	279,700	286,900	286,900	305,672
45 - Y -	1,663	2,663	2,779	1,779	2,081
45 - X -	312,600	312,600	319,900	319,900	331,943
45 - Y -	1,940	2,940	2,792	1,792	1,548
45 - X -	334,641	335,257	335,302	336,322	336,369
45 - Y -	-1,999	-2,809	-2,869	-2,863	-2,809
45 - X -	337,066	340,018	424,790	426,280	426,456
45 - Y -	-2,008	1,384	-0,335	-2,599	-2,867
45 - X -	429,939	430,158	432,176	432,176	441,011
45 - Y -	-2,862	-2,629	-0,485	0,515	0,075
45 - X -	447,424	456,100	456,100	458,418	458,499
45 - Y -	0,075	0,030	-0,970	-2,786	-2,850
45 - X -	461,861	461,936	463,655	475,290	494,515
45 - Y -	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957
45 - X -	496,999	497,213	498,337	498,540	501,034
45 - Y -	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820
45 - X -	521,400	521,400	529,500	529,500	536,900
45 - Y -	-0,394	0,606	0,763	-0,237	-0,118
45 - X -	536,900	544,600	544,600	555,000	555,000
45 - Y -	0,882	1,006	0,006	0,174	1,174
45 - X -	560,100	560,100	572,668	575,102	575,366
45 - Y -	1,256	0,256	0,459	-2,527	-2,850
45 - X -	576,491	576,729	578,988	593,484	595,913
45 - Y -	-2,849	-2,523	0,561	0,794	-2,480
45 - X -	596,187	612,985	613,296	615,459	653,019
45 - Y -	-2,850	-2,849	-2,438	0,424	0,116
45 - X -	653,621	653,642	689,571	691,796	691,799
45 - Y -	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422
45 - X -	691,829	692,162	721,776	739,267	756,788
45 - Y -	-2,267	-0,525	-1,009	0,455	1,921
45 - X -	778,146	779,222	779,412	780,460	780,670
45 - Y -	0,784	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307
45 - X -	781,787	785,400	785,400	787,700	787,700
45 - Y -	0,591	0,398	1,398	1,276	0,276
45 - X -	788,389	789,437	789,653	790,701	790,917
45 - Y -	0,239	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326
45 - X -	791,898	805,270	823,902	824,532	824,726
45 - Y -	0,052	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850
45 - X -	825,774	825,994	826,699	855,032	887,546
45 - Y -	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249
44 - X -	-32,500	15,613	15,863	24,144	31,304
44 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,869
44 - X -	31,962	38,013	64,346	72,700	76,300
44 - Y -	-2,700	-1,146	-1,045	-1,018	-1,007
44 - X -	86,300	88,900	98,400	105,600	120,400
44 - Y -	-0,975	-0,967	-0,937	-0,914	-0,867
44 - X -	122,880	122,881	123,900	127,708	130,843
44 - Y -	-0,859	-0,859	-0,843	-0,782	-2,778
44 - X -	130,986	136,151	136,267	139,445	144,000
44 - Y -	-2,869	-2,869	-2,789	-0,593	-0,521
44 - X -	144,000	149,200	149,200	156,700	156,700
44 - Y -	0,479	0,561	-0,439	-0,320	0,680
44 - X -	161,700	161,700	173,038	175,240	187,260
44 - Y -	0,759	-0,241	-0,062	-2,868	-2,862
44 - X -	188,746	190,532	215,100	215,100	219,600
44 - Y -	-1,458	0,229	0,624	1,624	1,696
44 - X -	219,600	252,500	252,500	259,900	259,900

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
44 - Y -	0,696	1,225	2,225	2,344	1,344
44 - X -	279,700	279,700	286,900	286,900	305,672
44 - Y -	1,663	2,663	2,779	1,779	2,081
44 - X -	312,600	312,600	319,900	319,900	331,943
44 - Y -	1,940	2,940	2,792	1,792	1,548
44 - X -	334,641	335,257	335,302	336,322	336,369
44 - Y -	-1,999	-2,809	-2,869	-2,863	-2,809
44 - X -	337,066	340,018	424,790	426,280	426,456
44 - Y -	-2,008	1,384	-0,335	-2,599	-2,867
44 - X -	429,939	430,158	432,176	432,176	441,011
44 - Y -	-2,862	-2,629	-0,485	0,515	0,075
44 - X -	447,424	456,100	456,100	458,418	458,499
44 - Y -	0,075	0,030	-0,970	-2,786	-2,850
44 - X -	461,861	461,936	463,655	475,290	494,515
44 - Y -	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957
44 - X -	496,999	497,213	498,337	498,540	501,034
44 - Y -	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820
44 - X -	521,400	521,400	529,500	529,500	536,900
44 - Y -	-0,394	0,606	0,763	-0,237	-0,118
44 - X -	536,900	544,600	544,600	555,000	555,000
44 - Y -	0,882	1,006	0,006	0,174	1,174
44 - X -	560,100	560,100	572,668	575,102	575,366
44 - Y -	1,256	0,256	0,459	-2,527	-2,850
44 - X -	576,491	576,729	578,988	593,484	595,913
44 - Y -	-2,849	-2,523	0,561	0,794	-2,480
44 - X -	596,187	612,985	613,296	615,459	653,019
44 - Y -	-2,850	-2,849	-2,438	0,424	0,116
44 - X -	653,621	653,642	689,571	691,796	691,799
44 - Y -	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422
44 - X -	691,829	692,162	721,776	739,267	756,788
44 - Y -	-2,267	-0,525	-1,009	0,455	1,921
44 - X -	778,146	779,222	779,412	780,460	780,670
44 - Y -	0,784	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307
44 - X -	781,787	785,400	785,400	787,700	787,700
44 - Y -	0,591	0,398	1,398	1,276	0,276
44 - X -	788,389	789,437	789,653	790,701	790,917
44 - Y -	0,239	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326
44 - X -	791,898	805,270	823,902	824,532	824,726
44 - Y -	0,052	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850
44 - X -	825,774	825,994	826,699	855,032	887,546
44 - Y -	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249
43 - X -	-32,500	15,613	15,863	24,144	31,304
43 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,869
43 - X -	31,962	92,758	130,843	130,986	136,151
43 - Y -	-2,700	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869
43 - X -	136,267	139,445	144,000	144,000	149,200
43 - Y -	-2,789	-0,593	-0,521	0,479	0,561
43 - X -	149,200	156,700	156,700	161,700	161,700
43 - Y -	-0,439	-0,320	0,680	0,759	-0,241
43 - X -	173,038	175,240	187,260	188,746	190,532
43 - Y -	-0,062	-2,868	-2,862	-1,458	0,229
43 - X -	215,100	215,100	219,600	219,600	252,500
43 - Y -	0,624	1,624	1,696	0,696	1,225
43 - X -	252,500	259,900	259,900	279,700	279,700
43 - Y -	2,225	2,344	1,344	1,663	2,663
43 - X -	286,900	286,900	305,672	312,600	312,600
43 - Y -	2,779	1,779	2,081	1,940	2,940
43 - X -	319,900	319,900	331,943	334,641	335,257
43 - Y -	2,792	1,792	1,548	-1,999	-2,809
43 - X -	335,302	336,322	336,369	337,066	340,018
43 - Y -	-2,869	-2,863	-2,809	-2,008	1,384
43 - X -	424,790	426,280	426,456	429,939	430,158
43 - Y -	-0,335	-2,599	-2,867	-2,862	-2,629
43 - X -	432,176	432,176	441,011	447,424	456,100
43 - Y -	-0,485	0,515	0,075	0,075	0,030
43 - X -	456,100	458,418	458,499	461,861	461,936

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
43 - Y -	-0,970	-2,786	-2,850	-2,850	-2,778
43 - X -	463,655	475,290	494,515	496,999	497,213
43 - Y -	-1,123	-1,359	-0,957	-2,700	-2,850
43 - X -	498,337	498,540	501,034	521,400	521,400
43 - Y -	-2,849	-2,697	-0,820	-0,394	0,606
43 - X -	529,500	529,500	536,900	536,900	544,600
43 - Y -	0,763	-0,237	-0,118	0,882	1,006
43 - X -	544,600	555,000	555,000	560,100	560,100
43 - Y -	0,006	0,174	1,174	1,256	0,256
43 - X -	572,668	575,102	575,366	576,491	576,729
43 - Y -	0,459	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523
43 - X -	578,988	593,484	595,913	596,187	612,985
43 - Y -	0,561	0,794	-2,480	-2,850	-2,849
43 - X -	613,296	615,459	653,019	653,621	653,642
43 - Y -	-2,438	0,424	0,116	-2,352	-2,439
43 - X -	689,571	691,796	691,799	691,829	692,162
43 - Y -	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525
43 - X -	721,776	739,267	756,788	778,146	779,222
43 - Y -	-1,009	0,455	1,921	0,784	-2,304
43 - X -	779,412	780,460	780,670	781,787	785,400
43 - Y -	-2,850	-2,850	-2,307	0,591	0,398
43 - X -	785,400	787,700	787,700	788,389	789,437
43 - Y -	1,398	1,276	0,276	0,239	-2,323
43 - X -	789,653	790,701	790,917	791,898	805,270
43 - Y -	-2,850	-2,850	-2,326	0,052	-0,659
43 - X -	823,902	824,532	824,726	825,774	825,994
43 - Y -	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
43 - X -	826,699	855,032	887,546		
43 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
42 - X -	-32,500	15,613	15,863	24,144	31,304
42 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,869
42 - X -	31,962	92,758	130,843	130,986	136,151
42 - Y -	-2,700	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869
42 - X -	136,267	139,445	144,000	149,200	156,700
42 - Y -	-2,789	-0,593	-0,521	-0,439	-0,320
42 - X -	156,700	161,700	161,700	173,038	175,240
42 - Y -	0,680	0,759	-0,241	-0,062	-2,868
42 - X -	187,260	188,746	190,532	215,100	215,100
42 - Y -	-2,862	-1,458	0,229	0,624	1,624
42 - X -	219,600	219,600	252,500	252,500	259,900
42 - Y -	1,696	0,696	1,225	2,225	2,344
42 - X -	259,900	279,700	279,700	286,900	286,900
42 - Y -	1,344	1,663	2,663	2,779	1,779
42 - X -	305,672	312,600	312,600	319,900	319,900
42 - Y -	2,081	1,940	2,940	2,792	1,792
42 - X -	331,943	334,641	335,257	335,302	336,322
42 - Y -	1,548	-1,999	-2,809	-2,869	-2,863
42 - X -	336,369	337,066	340,018	424,790	426,280
42 - Y -	-2,809	-2,008	1,384	-0,335	-2,599
42 - X -	426,456	429,939	430,158	432,176	432,176
42 - Y -	-2,867	-2,862	-2,629	-0,485	0,515
42 - X -	441,011	447,424	456,100	456,100	458,418
42 - Y -	0,075	0,075	0,030	-0,970	-2,786
42 - X -	458,499	461,861	461,936	463,655	475,290
42 - Y -	-2,850	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359
42 - X -	494,515	496,999	497,213	498,337	498,540
42 - Y -	-0,957	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697
42 - X -	501,034	521,400	521,400	529,500	529,500
42 - Y -	-0,820	-0,394	0,606	0,763	-0,237
42 - X -	536,900	536,900	544,600	544,600	555,000
42 - Y -	-0,118	0,882	1,006	0,006	0,174
42 - X -	555,000	560,100	560,100	572,668	575,102
42 - Y -	1,174	1,256	0,256	0,459	-2,527
42 - X -	575,366	576,491	576,729	578,988	593,484
42 - Y -	-2,850	-2,849	-2,523	0,561	0,794
42 - X -	595,913	596,187	612,985	613,296	615,459

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
42 - Y -	-2,480	-2,850	-2,849	-2,438	0,424
42 - X -	653,019	653,621	653,642	689,571	691,796
42 - Y -	0,116	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439
42 - X -	691,799	691,829	692,162	721,776	739,267
42 - Y -	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009	0,455
42 - X -	756,788	778,146	779,222	779,412	780,460
42 - Y -	1,921	0,784	-2,304	-2,850	-2,850
42 - X -	780,670	781,787	785,400	785,400	787,700
42 - Y -	-2,307	0,591	0,398	1,398	1,276
42 - X -	787,700	788,389	789,437	789,653	790,701
42 - Y -	0,276	0,239	-2,323	-2,850	-2,850
42 - X -	790,917	791,898	805,270	823,902	824,532
42 - Y -	-2,326	0,052	-0,659	-0,880	-2,387
42 - X -	824,726	825,774	825,994	826,699	855,032
42 - Y -	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249
42 - X -	887,546				
42 - Y -	-1,249				
41 - X -	-32,500	15,613	15,863	24,144	31,304
41 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,869
41 - X -	31,962	92,758	130,843	130,986	136,151
41 - Y -	-2,700	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869
41 - X -	136,267	139,445	144,000	149,200	156,700
41 - Y -	-2,789	-0,593	-0,521	-0,439	-0,320
41 - X -	161,700	173,038	175,240	187,260	188,746
41 - Y -	-0,241	-0,062	-2,868	-2,862	-1,458
41 - X -	190,532	215,100	215,100	219,600	219,600
41 - Y -	0,229	0,624	1,624	1,696	0,696
41 - X -	252,500	252,500	259,900	259,900	279,700
41 - Y -	1,225	2,225	2,344	1,344	1,663
41 - X -	279,700	286,900	286,900	305,672	312,600
41 - Y -	2,663	2,779	1,779	2,081	1,940
41 - X -	312,600	319,900	319,900	331,943	334,641
41 - Y -	2,940	2,792	1,792	1,548	-1,999
41 - X -	335,257	335,302	336,322	336,369	337,066
41 - Y -	-2,809	-2,869	-2,863	-2,809	-2,008
41 - X -	340,018	424,790	426,280	426,456	429,939
41 - Y -	1,384	-0,335	-2,599	-2,867	-2,862
41 - X -	430,158	432,176	432,176	441,011	447,424
41 - Y -	-2,629	-0,485	0,515	0,075	0,075
41 - X -	456,100	456,100	458,418	458,499	461,861
41 - Y -	0,030	-0,970	-2,786	-2,850	-2,850
41 - X -	461,936	463,655	475,290	494,515	496,999
41 - Y -	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957	-2,700
41 - X -	497,213	498,337	498,540	501,034	521,400
41 - Y -	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820	-0,394
41 - X -	521,400	529,500	529,500	536,900	536,900
41 - Y -	0,606	0,763	-0,237	-0,118	0,882
41 - X -	544,600	544,600	555,000	555,000	560,100
41 - Y -	1,006	0,006	0,174	1,174	1,256
41 - X -	560,100	572,668	575,102	575,366	576,491
41 - Y -	0,256	0,459	-2,527	-2,850	-2,849
41 - X -	576,729	578,988	593,484	595,913	596,187
41 - Y -	-2,523	0,561	0,794	-2,480	-2,850
41 - X -	612,985	613,296	615,459	653,019	653,621
41 - Y -	-2,849	-2,438	0,424	0,116	-2,352
41 - X -	653,642	689,571	691,796	691,799	691,829
41 - Y -	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267
41 - X -	692,162	721,776	739,267	756,788	778,146
41 - Y -	-0,525	-1,009	0,455	1,921	0,784
41 - X -	779,222	779,412	780,460	780,670	781,787
41 - Y -	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307	0,591
41 - X -	785,400	785,400	787,700	787,700	788,389
41 - Y -	0,398	1,398	1,276	0,276	0,239
41 - X -	789,437	789,653	790,701	790,917	791,898
41 - Y -	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326	0,052
41 - X -	805,270	823,902	824,532	824,726	825,774

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
41 - Y -	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850
41 - X -	825,994	826,699	855,032	887,546	
41 - Y -	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249	
40 - X -	-32,500	15,613	15,863	24,144	31,304
40 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,869
40 - X -	31,962	92,758	130,843	130,986	136,151
40 - Y -	-2,700	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869
40 - X -	136,267	175,240	187,260	188,746	190,532
40 - Y -	-2,789	-2,868	-2,862	-1,458	0,229
40 - X -	215,100	215,100	219,600	219,600	252,500
40 - Y -	0,624	1,624	1,696	0,696	1,225
40 - X -	252,500	259,900	259,900	279,700	279,700
40 - Y -	2,225	2,344	1,344	1,663	2,663
40 - X -	286,900	286,900	305,672	312,600	312,600
40 - Y -	2,779	1,779	2,081	1,940	2,940
40 - X -	319,900	319,900	331,943	334,641	335,257
40 - Y -	2,792	1,792	1,548	-1,999	-2,809
40 - X -	335,302	336,322	336,369	337,066	340,018
40 - Y -	-2,869	-2,863	-2,809	-2,008	1,384
40 - X -	424,790	426,280	426,456	429,939	430,158
40 - Y -	-0,335	-2,599	-2,867	-2,862	-2,629
40 - X -	432,176	432,176	441,011	447,424	456,100
40 - Y -	-0,485	0,515	0,075	0,075	0,030
40 - X -	456,100	458,418	458,499	461,861	461,936
40 - Y -	-0,970	-2,786	-2,850	-2,850	-2,778
40 - X -	463,655	475,290	494,515	496,999	497,213
40 - Y -	-1,123	-1,359	-0,957	-2,700	-2,850
40 - X -	498,337	498,540	501,034	521,400	521,400
40 - Y -	-2,849	-2,697	-0,820	-0,394	0,606
40 - X -	529,500	529,500	536,900	536,900	544,600
40 - Y -	0,763	-0,237	-0,118	0,882	1,006
40 - X -	544,600	555,000	555,000	560,100	560,100
40 - Y -	0,006	0,174	1,174	1,256	0,256
40 - X -	572,668	575,102	575,366	576,491	576,729
40 - Y -	0,459	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523
40 - X -	578,988	593,484	595,913	596,187	612,985
40 - Y -	0,561	0,794	-2,480	-2,850	-2,849
40 - X -	613,296	615,459	653,019	653,621	653,642
40 - Y -	-2,438	0,424	0,116	-2,352	-2,439
40 - X -	689,571	691,796	691,799	691,829	692,162
40 - Y -	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525
40 - X -	721,776	739,267	756,788	778,146	779,222
40 - Y -	-1,009	0,455	1,921	0,784	-2,304
40 - X -	779,412	780,460	780,670	781,787	785,400
40 - Y -	-2,850	-2,850	-2,307	0,591	0,398
40 - X -	785,400	787,700	787,700	788,389	789,437
40 - Y -	1,398	1,276	0,276	0,239	-2,323
40 - X -	789,653	790,701	790,917	791,898	805,270
40 - Y -	-2,850	-2,850	-2,326	0,052	-0,659
40 - X -	823,902	824,532	824,726	825,774	825,994
40 - Y -	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
40 - X -	826,699	855,032	887,546		
40 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
39 - X -	-32,500	15,613	15,863	24,144	31,304
39 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,869
39 - X -	31,962	92,758	130,843	130,986	136,151
39 - Y -	-2,700	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869
39 - X -	136,267	175,240	187,260	188,746	190,532
39 - Y -	-2,789	-2,868	-2,862	-1,458	0,229
39 - X -	215,100	219,600	252,500	252,500	259,900
39 - Y -	0,624	0,696	1,225	2,225	2,344
39 - X -	259,900	279,700	279,700	286,900	286,900
39 - Y -	1,344	1,663	2,663	2,779	1,779
39 - X -	305,672	312,600	312,600	319,900	319,900
39 - Y -	2,081	1,940	2,940	2,792	1,792
39 - X -	331,943	334,641	335,257	335,302	336,322

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
39 - Y -	1,548	-1,999	-2,809	-2,869	-2,863
39 - X -	336,369	337,066	340,018	424,790	426,280
39 - Y -	-2,809	-2,008	1,384	-0,335	-2,599
39 - X -	426,456	429,939	430,158	432,176	432,176
39 - Y -	-2,867	-2,862	-2,629	-0,485	0,515
39 - X -	441,011	447,424	456,100	456,100	458,418
39 - Y -	0,075	0,075	0,030	-0,970	-2,786
39 - X -	458,499	461,861	461,936	463,655	475,290
39 - Y -	-2,850	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359
39 - X -	494,515	496,999	497,213	498,337	498,540
39 - Y -	-0,957	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697
39 - X -	501,034	521,400	521,400	529,500	529,500
39 - Y -	-0,820	-0,394	0,606	0,763	-0,237
39 - X -	536,900	536,900	544,600	544,600	555,000
39 - Y -	-0,118	0,882	1,006	0,006	0,174
39 - X -	555,000	560,100	560,100	572,668	575,102
39 - Y -	1,174	1,256	0,256	0,459	-2,527
39 - X -	575,366	576,491	576,729	578,988	593,484
39 - Y -	-2,850	-2,849	-2,523	0,561	0,794
39 - X -	595,913	596,187	612,985	613,296	615,459
39 - Y -	-2,480	-2,850	-2,849	-2,438	0,424
39 - X -	653,019	653,621	653,642	689,571	691,796
39 - Y -	0,116	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439
39 - X -	691,799	691,829	692,162	721,776	739,267
39 - Y -	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009	0,455
39 - X -	756,788	778,146	779,222	779,412	780,460
39 - Y -	1,921	0,784	-2,304	-2,850	-2,850
39 - X -	780,670	781,787	785,400	785,400	787,700
39 - Y -	-2,307	0,591	0,398	1,398	1,276
39 - X -	787,700	788,389	789,437	789,653	790,701
39 - Y -	0,276	0,239	-2,323	-2,850	-2,850
39 - X -	790,917	791,898	805,270	823,902	824,532
39 - Y -	-2,326	0,052	-0,659	-0,880	-2,387
39 - X -	824,726	825,774	825,994	826,699	855,032
39 - Y -	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249
39 - X -	887,546				
39 - Y -	-1,249				
38 - X -	-32,500	15,613	15,863	24,144	31,304
38 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,869
38 - X -	31,962	92,758	130,843	130,986	136,151
38 - Y -	-2,700	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869
38 - X -	136,267	175,240	187,260	188,746	190,532
38 - Y -	-2,789	-2,868	-2,862	-1,458	0,229
38 - X -	215,100	219,600	252,500	259,900	279,700
38 - Y -	0,624	0,696	1,225	1,344	1,663
38 - X -	279,700	286,900	286,900	305,672	312,600
38 - Y -	2,663	2,779	1,779	2,081	1,940
38 - X -	312,600	319,900	319,900	331,943	334,641
38 - Y -	2,940	2,792	1,792	1,548	-1,999
38 - X -	335,257	335,302	336,322	336,369	337,066
38 - Y -	-2,809	-2,869	-2,863	-2,809	-2,008
38 - X -	340,018	424,790	426,280	426,456	429,939
38 - Y -	1,384	-0,335	-2,599	-2,867	-2,862
38 - X -	430,158	432,176	432,176	441,011	447,424
38 - Y -	-2,629	-0,485	0,515	0,075	0,075
38 - X -	456,100	456,100	458,418	458,499	461,861
38 - Y -	0,030	-0,970	-2,786	-2,850	-2,850
38 - X -	461,936	463,655	475,290	494,515	496,999
38 - Y -	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957	-2,700
38 - X -	497,213	498,337	498,540	501,034	521,400
38 - Y -	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820	-0,394
38 - X -	521,400	529,500	529,500	536,900	536,900
38 - Y -	0,606	0,763	-0,237	-0,118	0,882
38 - X -	544,600	544,600	555,000	555,000	560,100
38 - Y -	1,006	0,006	0,174	1,174	1,256
38 - X -	560,100	572,668	575,102	575,366	576,491

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
38 - Y -	0,256	0,459	-2,527	-2,850	-2,849
38 - X -	576,729	578,988	593,484	595,913	596,187
38 - Y -	-2,523	0,561	0,794	-2,480	-2,850
38 - X -	612,985	613,296	615,459	653,019	653,621
38 - Y -	-2,849	-2,438	0,424	0,116	-2,352
38 - X -	653,642	689,571	691,796	691,799	691,829
38 - Y -	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267
38 - X -	692,162	721,776	739,267	756,788	778,146
38 - Y -	-0,525	-1,009	0,455	1,921	0,784
38 - X -	779,222	779,412	780,460	780,670	781,787
38 - Y -	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307	0,591
38 - X -	785,400	785,400	787,700	787,700	788,389
38 - Y -	0,398	1,398	1,276	0,276	0,239
38 - X -	789,437	789,653	790,701	790,917	791,898
38 - Y -	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326	0,052
38 - X -	805,270	823,902	824,532	824,726	825,774
38 - Y -	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850
38 - X -	825,994	826,699	855,032	887,546	
38 - Y -	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249	
37 - X -	-32,500	15,613	15,863	24,144	31,304
37 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,869
37 - X -	31,962	92,758	130,843	130,986	136,151
37 - Y -	-2,700	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869
37 - X -	136,267	175,240	187,260	188,746	190,532
37 - Y -	-2,789	-2,868	-2,862	-1,458	0,229
37 - X -	215,100	219,600	252,500	259,900	279,700
37 - Y -	0,624	0,696	1,225	1,344	1,663
37 - X -	286,900	305,672	312,600	312,600	319,900
37 - Y -	1,779	2,081	1,940	2,940	2,792
37 - X -	319,900	331,943	334,641	335,257	335,302
37 - Y -	1,792	1,548	-1,999	-2,809	-2,869
37 - X -	336,322	336,369	337,066	340,018	424,790
37 - Y -	-2,863	-2,809	-2,008	1,384	-0,335
37 - X -	426,280	426,456	429,939	430,158	432,176
37 - Y -	-2,599	-2,867	-2,862	-2,629	-0,485
37 - X -	432,176	441,011	447,424	456,100	456,100
37 - Y -	0,515	0,075	0,075	0,030	-0,970
37 - X -	458,418	458,499	461,861	461,936	463,655
37 - Y -	-2,786	-2,850	-2,850	-2,778	-1,123
37 - X -	475,290	494,515	496,999	497,213	498,337
37 - Y -	-1,359	-0,957	-2,700	-2,850	-2,849
37 - X -	498,540	501,034	521,400	521,400	529,500
37 - Y -	-2,697	-0,820	-0,394	0,606	0,763
37 - X -	529,500	536,900	536,900	544,600	544,600
37 - Y -	-0,237	-0,118	0,882	1,006	0,006
37 - X -	555,000	555,000	560,100	560,100	572,668
37 - Y -	0,174	1,174	1,256	0,256	0,459
37 - X -	575,102	575,366	576,491	576,729	578,988
37 - Y -	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523	0,561
37 - X -	593,484	595,913	596,187	612,985	613,296
37 - Y -	0,794	-2,480	-2,850	-2,849	-2,438
37 - X -	615,459	653,019	653,621	653,642	689,571
37 - Y -	0,424	0,116	-2,352	-2,439	-2,439
37 - X -	691,796	691,799	691,829	692,162	721,776
37 - Y -	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009
37 - X -	739,267	756,788	778,146	779,222	779,412
37 - Y -	0,455	1,921	0,784	-2,304	-2,850
37 - X -	780,460	780,670	781,787	785,400	785,400
37 - Y -	-2,850	-2,307	0,591	0,398	1,398
37 - X -	787,700	787,700	788,389	789,437	789,653
37 - Y -	1,276	0,276	0,239	-2,323	-2,850
37 - X -	790,701	790,917	791,898	805,270	823,902
37 - Y -	-2,850	-2,326	0,052	-0,659	-0,880
37 - X -	824,532	824,726	825,774	825,994	826,699
37 - Y -	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913
37 - X -	855,032	887,546			

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
37 - Y -	-1,249	-1,249			
36 - X -	-32,500	15,613	15,863	24,144	31,304
36 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,869
36 - X -	31,962	92,758	130,843	130,986	136,151
36 - Y -	-2,700	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869
36 - X -	136,267	175,240	187,260	188,746	190,532
36 - Y -	-2,789	-2,868	-2,862	-1,458	0,229
36 - X -	215,100	219,600	252,500	259,900	279,700
36 - Y -	0,624	0,696	1,225	1,344	1,663
36 - X -	286,900	305,672	312,600	319,900	331,943
36 - Y -	1,779	2,081	1,940	1,792	1,548
36 - X -	334,641	335,257	335,302	336,322	336,369
36 - Y -	-1,999	-2,809	-2,869	-2,863	-2,809
36 - X -	337,066	340,018	424,790	426,280	426,456
36 - Y -	-2,008	1,384	-0,335	-2,599	-2,867
36 - X -	429,939	430,158	432,176	432,176	441,011
36 - Y -	-2,862	-2,629	-0,485	0,515	0,075
36 - X -	447,424	456,100	456,100	458,418	458,499
36 - Y -	0,075	0,030	-0,970	-2,786	-2,850
36 - X -	461,861	461,936	463,655	475,290	494,515
36 - Y -	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957
36 - X -	496,999	497,213	498,337	498,540	501,034
36 - Y -	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820
36 - X -	521,400	521,400	529,500	529,500	536,900
36 - Y -	-0,394	0,606	0,763	-0,237	-0,118
36 - X -	536,900	544,600	544,600	555,000	555,000
36 - Y -	0,882	1,006	0,006	0,174	1,174
36 - X -	560,100	560,100	572,668	575,102	575,366
36 - Y -	1,256	0,256	0,459	-2,527	-2,850
36 - X -	576,491	576,729	578,988	593,484	595,913
36 - Y -	-2,849	-2,523	0,561	0,794	-2,480
36 - X -	596,187	612,985	613,296	615,459	653,019
36 - Y -	-2,850	-2,849	-2,438	0,424	0,116
36 - X -	653,621	653,642	689,571	691,796	691,799
36 - Y -	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422
36 - X -	691,829	692,162	721,776	739,267	756,788
36 - Y -	-2,267	-0,525	-1,009	0,455	1,921
36 - X -	778,146	779,222	779,412	780,460	780,670
36 - Y -	0,784	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307
36 - X -	781,787	785,400	785,400	787,700	787,700
36 - Y -	0,591	0,398	1,398	1,276	0,276
36 - X -	788,389	789,437	789,653	790,701	790,917
36 - Y -	0,239	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326
36 - X -	791,898	805,270	823,902	824,532	824,726
36 - Y -	0,052	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850
36 - X -	825,774	825,994	826,699	855,032	887,546
36 - Y -	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249
35 - X -	-32,500	15,613	15,863	24,144	31,304
35 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,869
35 - X -	31,962	92,758	130,843	130,986	136,151
35 - Y -	-2,700	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869
35 - X -	136,267	175,240	187,260	188,746	334,641
35 - Y -	-2,789	-2,868	-2,862	-1,458	-1,999
35 - X -	335,257	335,302	336,322	336,369	337,066
35 - Y -	-2,809	-2,869	-2,863	-2,809	-2,008
35 - X -	340,018	424,790	426,280	426,456	429,939
35 - Y -	1,384	-0,335	-2,599	-2,867	-2,862
35 - X -	430,158	432,176	432,176	441,011	447,424
35 - Y -	-2,629	-0,485	0,515	0,075	0,075
35 - X -	456,100	456,100	458,418	458,499	461,861
35 - Y -	0,030	-0,970	-2,786	-2,850	-2,850
35 - X -	461,936	463,655	475,290	494,515	496,999
35 - Y -	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957	-2,700
35 - X -	497,213	498,337	498,540	501,034	521,400
35 - Y -	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820	-0,394
35 - X -	521,400	529,500	529,500	536,900	536,900

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
35 - Y -	0,606	0,763	-0,237	-0,118	0,882
35 - X -	544,600	544,600	555,000	555,000	560,100
35 - Y -	1,006	0,006	0,174	1,174	1,256
35 - X -	560,100	572,668	575,102	575,366	576,491
35 - Y -	0,256	0,459	-2,527	-2,850	-2,849
35 - X -	576,729	578,988	593,484	595,913	596,187
35 - Y -	-2,523	0,561	0,794	-2,480	-2,850
35 - X -	612,985	613,296	615,459	653,019	653,621
35 - Y -	-2,849	-2,438	0,424	0,116	-2,352
35 - X -	653,642	689,571	691,796	691,799	691,829
35 - Y -	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267
35 - X -	692,162	721,776	739,267	756,788	778,146
35 - Y -	-0,525	-1,009	0,455	1,921	0,784
35 - X -	779,222	779,412	780,460	780,670	781,787
35 - Y -	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307	0,591
35 - X -	785,400	785,400	787,700	787,700	788,389
35 - Y -	0,398	1,398	1,276	0,276	0,239
35 - X -	789,437	789,653	790,701	790,917	791,898
35 - Y -	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326	0,052
35 - X -	805,270	823,902	824,532	824,726	825,774
35 - Y -	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850
35 - X -	825,994	826,699	855,032	887,546	
35 - Y -	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249	
34 - X -	-32,500	15,613	15,863	24,144	31,304
34 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,869
34 - X -	31,962	92,758	130,843	130,986	136,151
34 - Y -	-2,700	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869
34 - X -	136,267	175,240	187,260	335,257	335,302
34 - Y -	-2,789	-2,868	-2,862	-2,809	-2,869
34 - X -	336,322	336,369	337,066	340,018	424,790
34 - Y -	-2,863	-2,809	-2,008	1,384	-0,335
34 - X -	426,280	426,456	429,939	430,158	432,176
34 - Y -	-2,599	-2,867	-2,862	-2,629	-0,485
34 - X -	432,176	441,011	447,424	456,100	456,100
34 - Y -	0,515	0,075	0,075	0,030	-0,970
34 - X -	458,418	458,499	461,861	461,936	463,655
34 - Y -	-2,786	-2,850	-2,850	-2,778	-1,123
34 - X -	475,290	494,515	496,999	497,213	498,337
34 - Y -	-1,359	-0,957	-2,700	-2,850	-2,849
34 - X -	498,540	501,034	521,400	521,400	529,500
34 - Y -	-2,697	-0,820	-0,394	0,606	0,763
34 - X -	529,500	536,900	536,900	544,600	544,600
34 - Y -	-0,237	-0,118	0,882	1,006	0,006
34 - X -	555,000	555,000	560,100	560,100	572,668
34 - Y -	0,174	1,174	1,256	0,256	0,459
34 - X -	575,102	575,366	576,491	576,729	578,988
34 - Y -	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523	0,561
34 - X -	593,484	595,913	596,187	612,985	613,296
34 - Y -	0,794	-2,480	-2,850	-2,849	-2,438
34 - X -	615,459	653,019	653,621	653,642	689,571
34 - Y -	0,424	0,116	-2,352	-2,439	-2,439
34 - X -	691,796	691,799	691,829	692,162	721,776
34 - Y -	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009
34 - X -	739,267	756,788	778,146	779,222	779,412
34 - Y -	0,455	1,921	0,784	-2,304	-2,850
34 - X -	780,460	780,670	781,787	785,400	785,400
34 - Y -	-2,850	-2,307	0,591	0,398	1,398
34 - X -	787,700	787,700	788,389	789,437	789,653
34 - Y -	1,276	0,276	0,239	-2,323	-2,850
34 - X -	790,701	790,917	791,898	805,270	823,902
34 - Y -	-2,850	-2,326	0,052	-0,659	-0,880
34 - X -	824,532	824,726	825,774	825,994	826,699
34 - Y -	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913
34 - X -	855,032	887,546			
34 - Y -	-1,249	-1,249			
33 - X -	-32,500	15,613	15,863	24,144	31,304

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
33 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,869
33 - X -	31,962	92,758	130,843	130,986	136,151
33 - Y -	-2,700	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869
33 - X -	136,267	175,240	187,260	335,257	335,302
33 - Y -	-2,789	-2,868	-2,862	-2,809	-2,869
33 - X -	336,322	336,369	337,066	361,795	426,280
33 - Y -	-2,863	-2,809	-2,008	-2,100	-2,599
33 - X -	426,456	429,939	430,158	432,176	432,176
33 - Y -	-2,867	-2,862	-2,629	-0,485	0,515
33 - X -	441,011	447,424	456,100	456,100	458,418
33 - Y -	0,075	0,075	0,030	-0,970	-2,786
33 - X -	458,499	461,861	461,936	463,655	475,290
33 - Y -	-2,850	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359
33 - X -	494,515	496,999	497,213	498,337	498,540
33 - Y -	-0,957	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697
33 - X -	501,034	521,400	521,400	529,500	529,500
33 - Y -	-0,820	-0,394	0,606	0,763	-0,237
33 - X -	536,900	536,900	544,600	544,600	555,000
33 - Y -	-0,118	0,882	1,006	0,006	0,174
33 - X -	555,000	560,100	560,100	572,668	575,102
33 - Y -	1,174	1,256	0,256	0,459	-2,527
33 - X -	575,366	576,491	576,729	578,988	593,484
33 - Y -	-2,850	-2,849	-2,523	0,561	0,794
33 - X -	595,913	596,187	612,985	613,296	615,459
33 - Y -	-2,480	-2,850	-2,849	-2,438	0,424
33 - X -	653,019	653,621	653,642	689,571	691,796
33 - Y -	0,116	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439
33 - X -	691,799	691,829	692,162	721,776	739,267
33 - Y -	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009	0,455
33 - X -	756,788	778,146	779,222	779,412	780,460
33 - Y -	1,921	0,784	-2,304	-2,850	-2,850
33 - X -	780,670	781,787	785,400	785,400	787,700
33 - Y -	-2,307	0,591	0,398	1,398	1,276
33 - X -	787,700	788,389	789,437	789,653	790,701
33 - Y -	0,276	0,239	-2,323	-2,850	-2,850
33 - X -	790,917	791,898	805,270	823,902	824,532
33 - Y -	-2,326	0,052	-0,659	-0,880	-2,387
33 - X -	824,726	825,774	825,994	826,699	855,032
33 - Y -	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249
33 - X -	887,546				
33 - Y -	-1,249				
32 - X -	-32,500	15,613	15,863	24,144	31,304
32 - Y -	-2,700	-2,700	-2,869	-2,869	-2,869
32 - X -	31,962	92,758	130,843	130,986	136,151
32 - Y -	-2,700	-2,700	-2,778	-2,869	-2,869
32 - X -	136,267	175,240	187,260	335,257	335,302
32 - Y -	-2,789	-2,868	-2,862	-2,809	-2,869
32 - X -	336,322	336,369	361,795	426,280	426,456
32 - Y -	-2,863	-2,809	-2,800	-2,599	-2,867
32 - X -	429,939	430,158	432,176	432,176	441,011
32 - Y -	-2,862	-2,629	-0,485	0,515	0,075
32 - X -	447,424	456,100	456,100	458,418	458,499
32 - Y -	0,075	0,030	-0,970	-2,786	-2,850
32 - X -	461,861	461,936	463,655	475,290	494,515
32 - Y -	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957
32 - X -	496,999	497,213	498,337	498,540	501,034
32 - Y -	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820
32 - X -	521,400	521,400	529,500	529,500	536,900
32 - Y -	-0,394	0,606	0,763	-0,237	-0,118
32 - X -	536,900	544,600	544,600	555,000	555,000
32 - Y -	0,882	1,006	0,006	0,174	1,174
32 - X -	560,100	560,100	572,668	575,102	575,366
32 - Y -	1,256	0,256	0,459	-2,527	-2,850
32 - X -	576,491	576,729	578,988	593,484	595,913
32 - Y -	-2,849	-2,523	0,561	0,794	-2,480
32 - X -	596,187	612,985	613,296	615,459	653,019

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
32 - Y -	-2,850	-2,849	-2,438	0,424	0,116
32 - X -	653,621	653,642	689,571	691,796	691,799
32 - Y -	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422
32 - X -	691,829	692,162	721,776	739,267	756,788
32 - Y -	-2,267	-0,525	-1,009	0,455	1,921
32 - X -	778,146	779,222	779,412	780,460	780,670
32 - Y -	0,784	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307
32 - X -	781,787	785,400	785,400	787,700	787,700
32 - Y -	0,591	0,398	1,398	1,276	0,276
32 - X -	788,389	789,437	789,653	790,701	790,917
32 - Y -	0,239	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326
32 - X -	791,898	805,270	823,902	824,532	824,726
32 - Y -	0,052	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850
32 - X -	825,774	825,994	826,699	855,032	887,546
32 - Y -	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249
31 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
31 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
31 - X -	429,939	430,158	432,176	432,176	441,011
31 - Y -	-2,862	-2,629	-0,485	0,515	0,075
31 - X -	447,424	456,100	456,100	458,418	458,499
31 - Y -	0,075	0,030	-0,970	-2,786	-2,850
31 - X -	461,861	461,936	463,655	475,290	494,515
31 - Y -	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957
31 - X -	496,999	497,213	498,337	498,540	501,034
31 - Y -	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820
31 - X -	521,400	521,400	529,500	529,500	536,900
31 - Y -	-0,394	0,606	0,763	-0,237	-0,118
31 - X -	536,900	544,600	544,600	555,000	555,000
31 - Y -	0,882	1,006	0,006	0,174	1,174
31 - X -	560,100	560,100	572,668	575,102	575,366
31 - Y -	1,256	0,256	0,459	-2,527	-2,850
31 - X -	576,491	576,729	578,988	593,484	595,913
31 - Y -	-2,849	-2,523	0,561	0,794	-2,480
31 - X -	596,187	612,985	613,296	615,459	653,019
31 - Y -	-2,850	-2,849	-2,438	0,424	0,116
31 - X -	653,621	653,642	689,571	691,796	691,799
31 - Y -	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422
31 - X -	691,829	692,162	721,776	739,267	756,788
31 - Y -	-2,267	-0,525	-1,009	0,455	1,921
31 - X -	778,146	779,222	779,412	780,460	780,670
31 - Y -	0,784	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307
31 - X -	781,787	785,400	785,400	787,700	787,700
31 - Y -	0,591	0,398	1,398	1,276	0,276
31 - X -	788,389	789,437	789,653	790,701	790,917
31 - Y -	0,239	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326
31 - X -	791,898	805,270	823,902	824,532	824,726
31 - Y -	0,052	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850
31 - X -	825,774	825,994	826,699	855,032	887,546
31 - Y -	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249
30 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
30 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
30 - X -	429,939	430,158	432,176	441,011	447,424
30 - Y -	-2,862	-2,629	-0,485	-0,925	-0,925
30 - X -	456,100	458,418	458,499	461,861	461,936
30 - Y -	-0,970	-2,786	-2,850	-2,850	-2,778
30 - X -	463,655	475,290	494,515	496,999	497,213
30 - Y -	-1,123	-1,359	-0,957	-2,700	-2,850
30 - X -	498,337	498,540	501,034	521,400	521,400
30 - Y -	-2,849	-2,697	-0,820	-0,394	0,606
30 - X -	529,500	529,500	536,900	536,900	544,600
30 - Y -	0,763	-0,237	-0,118	0,882	1,006
30 - X -	544,600	555,000	555,000	560,100	560,100
30 - Y -	0,006	0,174	1,174	1,256	0,256
30 - X -	572,668	575,102	575,366	576,491	576,729
30 - Y -	0,459	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523
30 - X -	578,988	593,484	595,913	596,187	612,985

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
30 - Y -	0,561	0,794	-2,480	-2,850	-2,849
30 - X -	613,296	615,459	653,019	653,621	653,642
30 - Y -	-2,438	0,424	0,116	-2,352	-2,439
30 - X -	689,571	691,796	691,799	691,829	692,162
30 - Y -	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525
30 - X -	721,776	739,267	756,788	778,146	779,222
30 - Y -	-1,009	0,455	1,921	0,784	-2,304
30 - X -	779,412	780,460	780,670	781,787	785,400
30 - Y -	-2,850	-2,850	-2,307	0,591	0,398
30 - X -	785,400	787,700	787,700	788,389	789,437
30 - Y -	1,398	1,276	0,276	0,239	-2,323
30 - X -	789,653	790,701	790,917	791,898	805,270
30 - Y -	-2,850	-2,850	-2,326	0,052	-0,659
30 - X -	823,902	824,532	824,726	825,774	825,994
30 - Y -	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
30 - X -	826,699	855,032	887,546		
30 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
29 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
29 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
29 - X -	429,939	430,158	452,277	458,418	458,499
29 - Y -	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850
29 - X -	461,861	461,936	463,655	475,290	494,515
29 - Y -	-2,850	-2,778	-1,123	-1,359	-0,957
29 - X -	496,999	497,213	498,337	498,540	501,034
29 - Y -	-2,700	-2,850	-2,849	-2,697	-0,820
29 - X -	521,400	521,400	529,500	529,500	536,900
29 - Y -	-0,394	0,606	0,763	-0,237	-0,118
29 - X -	536,900	544,600	544,600	555,000	555,000
29 - Y -	0,882	1,006	0,006	0,174	1,174
29 - X -	560,100	560,100	572,668	575,102	575,366
29 - Y -	1,256	0,256	0,459	-2,527	-2,850
29 - X -	576,491	576,729	578,988	593,484	595,913
29 - Y -	-2,849	-2,523	0,561	0,794	-2,480
29 - X -	596,187	612,985	613,296	615,459	653,019
29 - Y -	-2,850	-2,849	-2,438	0,424	0,116
29 - X -	653,621	653,642	689,571	691,796	691,799
29 - Y -	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422
29 - X -	691,829	692,162	721,776	739,267	756,788
29 - Y -	-2,267	-0,525	-1,009	0,455	1,921
29 - X -	778,146	779,222	779,412	780,460	780,670
29 - Y -	0,784	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307
29 - X -	781,787	785,400	785,400	787,700	787,700
29 - Y -	0,591	0,398	1,398	1,276	0,276
29 - X -	788,389	789,437	789,653	790,701	790,917
29 - Y -	0,239	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326
29 - X -	791,898	805,270	823,902	824,532	824,726
29 - Y -	0,052	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850
29 - X -	825,774	825,994	826,699	855,032	887,546
29 - Y -	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249
28 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
28 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
28 - X -	429,939	430,158	452,277	458,418	458,499
28 - Y -	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850
28 - X -	461,861	461,936	496,999	497,213	498,337
28 - Y -	-2,850	-2,778	-2,700	-2,850	-2,849
28 - X -	498,540	501,034	521,400	521,400	529,500
28 - Y -	-2,697	-0,820	-0,394	0,606	0,763
28 - X -	529,500	536,900	536,900	544,600	544,600
28 - Y -	-0,237	-0,118	0,882	1,006	0,006
28 - X -	555,000	555,000	560,100	560,100	572,668
28 - Y -	0,174	1,174	1,256	0,256	0,459
28 - X -	575,102	575,366	576,491	576,729	578,988
28 - Y -	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523	0,561
28 - X -	593,484	595,913	596,187	612,985	613,296
28 - Y -	0,794	-2,480	-2,850	-2,849	-2,438
28 - X -	615,459	653,019	653,621	653,642	689,571

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
28 - Y -	0,424	0,116	-2,352	-2,439	-2,439
28 - X -	691,796	691,799	691,829	692,162	721,776
28 - Y -	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009
28 - X -	739,267	756,788	778,146	779,222	779,412
28 - Y -	0,455	1,921	0,784	-2,304	-2,850
28 - X -	780,460	780,670	781,787	785,400	785,400
28 - Y -	-2,850	-2,307	0,591	0,398	1,398
28 - X -	787,700	787,700	788,389	789,437	789,653
28 - Y -	1,276	0,276	0,239	-2,323	-2,850
28 - X -	790,701	790,917	791,898	805,270	823,902
28 - Y -	-2,850	-2,326	0,052	-0,659	-0,880
28 - X -	824,532	824,726	825,774	825,994	826,699
28 - Y -	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913
28 - X -	855,032	887,546			
28 - Y -	-1,249	-1,249			
27 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
27 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
27 - X -	429,939	430,158	452,277	458,418	458,499
27 - Y -	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850
27 - X -	461,861	461,936	496,999	497,213	498,337
27 - Y -	-2,850	-2,778	-2,700	-2,850	-2,849
27 - X -	498,540	501,034	521,400	526,872	529,500
27 - Y -	-2,697	-0,820	-0,394	-0,279	-0,237
27 - X -	536,900	536,900	544,600	544,600	555,000
27 - Y -	-0,118	0,882	1,006	0,006	0,174
27 - X -	555,000	560,100	560,100	572,668	575,102
27 - Y -	1,174	1,256	0,256	0,459	-2,527
27 - X -	575,366	576,491	576,729	578,988	593,484
27 - Y -	-2,850	-2,849	-2,523	0,561	0,794
27 - X -	595,913	596,187	612,985	613,296	615,459
27 - Y -	-2,480	-2,850	-2,849	-2,438	0,424
27 - X -	653,019	653,621	653,642	689,571	691,796
27 - Y -	0,116	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439
27 - X -	691,799	691,829	692,162	721,776	739,267
27 - Y -	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009	0,455
27 - X -	756,788	778,146	779,222	779,412	780,460
27 - Y -	1,921	0,784	-2,304	-2,850	-2,850
27 - X -	780,670	781,787	785,400	785,400	787,700
27 - Y -	-2,307	0,591	0,398	1,398	1,276
27 - X -	787,700	788,389	789,437	789,653	790,701
27 - Y -	0,276	0,239	-2,323	-2,850	-2,850
27 - X -	790,917	791,898	805,270	823,902	824,532
27 - Y -	-2,326	0,052	-0,659	-0,880	-2,387
27 - X -	824,726	825,774	825,994	826,699	855,032
27 - Y -	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249
27 - X -	887,546				
27 - Y -	-1,249				
26 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
26 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
26 - X -	429,939	430,158	452,277	458,418	458,499
26 - Y -	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850
26 - X -	461,861	461,936	496,999	497,213	498,337
26 - Y -	-2,850	-2,778	-2,700	-2,850	-2,849
26 - X -	498,540	501,034	521,400	526,872	529,500
26 - Y -	-2,697	-0,820	-0,394	-0,279	-0,237
26 - X -	536,900	544,600	555,000	555,000	560,100
26 - Y -	-0,118	0,006	0,174	1,174	1,256
26 - X -	560,100	572,668	575,102	575,366	576,491
26 - Y -	0,256	0,459	-2,527	-2,850	-2,849
26 - X -	576,729	578,988	593,484	595,913	596,187
26 - Y -	-2,523	0,561	0,794	-2,480	-2,850
26 - X -	612,985	613,296	615,459	653,019	653,621
26 - Y -	-2,849	-2,438	0,424	0,116	-2,352
26 - X -	653,642	689,571	691,796	691,799	691,829
26 - Y -	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267
26 - X -	692,162	721,776	739,267	756,788	778,146

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
26 - Y -	-0,525	-1,009	0,455	1,921	0,784
26 - X -	779,222	779,412	780,460	780,670	781,787
26 - Y -	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307	0,591
26 - X -	785,400	785,400	787,700	787,700	788,389
26 - Y -	0,398	1,398	1,276	0,276	0,239
26 - X -	789,437	789,653	790,701	790,917	791,898
26 - Y -	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326	0,052
26 - X -	805,270	823,902	824,532	824,726	825,774
26 - Y -	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850
26 - X -	825,994	826,699	855,032	887,546	
26 - Y -	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249	
25 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
25 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
25 - X -	429,939	430,158	452,277	458,418	458,499
25 - Y -	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850
25 - X -	461,861	461,936	496,999	497,213	498,337
25 - Y -	-2,850	-2,778	-2,700	-2,850	-2,849
25 - X -	498,540	501,034	521,400	526,872	529,500
25 - Y -	-2,697	-0,820	-0,394	-0,279	-0,237
25 - X -	536,900	544,600	555,000	560,100	572,668
25 - Y -	-0,118	0,006	0,174	0,256	0,459
25 - X -	575,102	575,366	576,491	576,729	578,988
25 - Y -	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523	0,561
25 - X -	593,484	595,913	596,187	612,985	613,296
25 - Y -	0,794	-2,480	-2,850	-2,849	-2,438
25 - X -	615,459	653,019	653,621	653,642	689,571
25 - Y -	0,424	0,116	-2,352	-2,439	-2,439
25 - X -	691,796	691,799	691,829	692,162	721,776
25 - Y -	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009
25 - X -	739,267	756,788	778,146	779,222	779,412
25 - Y -	0,455	1,921	0,784	-2,304	-2,850
25 - X -	780,460	780,670	781,787	785,400	785,400
25 - Y -	-2,850	-2,307	0,591	0,398	1,398
25 - X -	787,700	787,700	788,389	789,437	789,653
25 - Y -	1,276	0,276	0,239	-2,323	-2,850
25 - X -	790,701	790,917	791,898	805,270	823,902
25 - Y -	-2,850	-2,326	0,052	-0,659	-0,880
25 - X -	824,532	824,726	825,774	825,994	826,699
25 - Y -	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913
25 - X -	855,032	887,546			
25 - Y -	-1,249	-1,249			
24 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
24 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
24 - X -	429,939	430,158	452,277	458,418	458,499
24 - Y -	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850
24 - X -	461,861	461,936	496,999	497,213	498,337
24 - Y -	-2,850	-2,778	-2,700	-2,850	-2,849
24 - X -	498,540	575,102	575,366	576,491	576,729
24 - Y -	-2,697	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523
24 - X -	578,988	593,484	595,913	596,187	612,985
24 - Y -	0,561	0,794	-2,480	-2,850	-2,849
24 - X -	613,296	615,459	653,019	653,621	653,642
24 - Y -	-2,438	0,424	0,116	-2,352	-2,439
24 - X -	689,571	691,796	691,799	691,829	692,162
24 - Y -	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525
24 - X -	721,776	739,267	756,788	778,146	779,222
24 - Y -	-1,009	0,455	1,921	0,784	-2,304
24 - X -	779,412	780,460	780,670	781,787	785,400
24 - Y -	-2,850	-2,850	-2,307	0,591	0,398
24 - X -	785,400	787,700	787,700	788,389	789,437
24 - Y -	1,398	1,276	0,276	0,239	-2,323
24 - X -	789,653	790,701	790,917	791,898	805,270
24 - Y -	-2,850	-2,850	-2,326	0,052	-0,659
24 - X -	823,902	824,532	824,726	825,774	825,994
24 - Y -	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
24 - X -	826,699	855,032	887,546		

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
24 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
23 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
23 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
23 - X -	429,939	430,158	452,277	458,418	458,499
23 - Y -	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850
23 - X -	461,861	461,936	496,999	497,213	498,337
23 - Y -	-2,850	-2,778	-2,700	-2,850	-2,849
23 - X -	498,540	575,102	575,366	576,491	576,729
23 - Y -	-2,697	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523
23 - X -	595,913	596,187	612,985	613,296	615,459
23 - Y -	-2,480	-2,850	-2,849	-2,438	0,424
23 - X -	653,019	653,621	653,642	689,571	691,796
23 - Y -	0,116	-2,352	-2,439	-2,439	-2,439
23 - X -	691,799	691,829	692,162	721,776	739,267
23 - Y -	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009	0,455
23 - X -	756,788	778,146	779,222	779,412	780,460
23 - Y -	1,921	0,784	-2,304	-2,850	-2,850
23 - X -	780,670	781,787	785,400	785,400	787,700
23 - Y -	-2,307	0,591	0,398	1,398	1,276
23 - X -	787,700	788,389	789,437	789,653	790,701
23 - Y -	0,276	0,239	-2,323	-2,850	-2,850
23 - X -	790,917	791,898	805,270	823,902	824,532
23 - Y -	-2,326	0,052	-0,659	-0,880	-2,387
23 - X -	824,726	825,774	825,994	826,699	855,032
23 - Y -	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249
23 - X -	887,546				
23 - Y -	-1,249				
22 - X -	-32,500	92,758	361,795	426,280	426,456
22 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-2,599	-2,867
22 - X -	429,939	430,158	452,277	458,418	458,499
22 - Y -	-2,862	-2,629	-2,800	-2,786	-2,850
22 - X -	461,861	461,936	496,999	497,213	498,337
22 - Y -	-2,850	-2,778	-2,700	-2,850	-2,849
22 - X -	498,540	575,102	575,366	576,491	576,729
22 - Y -	-2,697	-2,527	-2,850	-2,849	-2,523
22 - X -	595,913	596,187	612,985	613,296	653,621
22 - Y -	-2,480	-2,850	-2,849	-2,438	-2,352
22 - X -	653,642	689,571	691,796	691,799	691,829
22 - Y -	-2,439	-2,439	-2,439	-2,422	-2,267
22 - X -	692,162	721,776	739,267	756,788	778,146
22 - Y -	-0,525	-1,009	0,455	1,921	0,784
22 - X -	779,222	779,412	780,460	780,670	781,787
22 - Y -	-2,304	-2,850	-2,850	-2,307	0,591
22 - X -	785,400	785,400	787,700	787,700	788,389
22 - Y -	0,398	1,398	1,276	0,276	0,239
22 - X -	789,437	789,653	790,701	790,917	791,898
22 - Y -	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326	0,052
22 - X -	805,270	823,902	824,532	824,726	825,774
22 - Y -	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850
22 - X -	825,994	826,699	855,032	887,546	
22 - Y -	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249	
21 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571
21 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439
21 - X -	691,796	691,799	691,829	692,162	721,776
21 - Y -	-2,439	-2,422	-2,267	-0,525	-1,009
21 - X -	739,267	756,788	778,146	779,222	779,412
21 - Y -	0,455	1,921	0,784	-2,304	-2,850
21 - X -	780,460	780,670	781,787	785,400	785,400
21 - Y -	-2,850	-2,307	0,591	0,398	1,398
21 - X -	787,700	787,700	788,389	789,437	789,653
21 - Y -	1,276	0,276	0,239	-2,323	-2,850
21 - X -	790,701	790,917	791,898	805,270	823,902
21 - Y -	-2,850	-2,326	0,052	-0,659	-0,880
21 - X -	824,532	824,726	825,774	825,994	826,699
21 - Y -	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913
21 - X -	855,032	887,546			

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
21 - Y -	-1,249	-1,249			
20 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571
20 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439
20 - X -	691,796	691,799	691,829	721,776	779,222
20 - Y -	-2,439	-2,422	-2,267	-2,200	-2,304
20 - X -	779,412	780,460	780,670	781,787	785,400
20 - Y -	-2,850	-2,850	-2,307	0,591	0,398
20 - X -	785,400	787,700	787,700	788,389	789,437
20 - Y -	1,398	1,276	0,276	0,239	-2,323
20 - X -	789,653	790,701	790,917	791,898	805,270
20 - Y -	-2,850	-2,850	-2,326	0,052	-0,659
20 - X -	823,902	824,532	824,726	825,774	825,994
20 - Y -	-0,880	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
20 - X -	826,699	855,032	887,546		
20 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
19 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571
19 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439
19 - X -	691,796	691,799	721,776	779,222	779,412
19 - Y -	-2,439	-2,422	-2,200	-2,304	-2,850
19 - X -	780,460	780,670	781,787	785,400	785,400
19 - Y -	-2,850	-2,307	0,591	0,398	1,398
19 - X -	787,700	787,700	788,389	789,437	789,653
19 - Y -	1,276	0,276	0,239	-2,323	-2,850
19 - X -	790,701	790,917	791,898	805,270	823,902
19 - Y -	-2,850	-2,326	0,052	-0,659	-0,880
19 - X -	824,532	824,726	825,774	825,994	826,699
19 - Y -	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913
19 - X -	855,032	887,546			
19 - Y -	-1,249	-1,249			
18 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571
18 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439
18 - X -	691,796	691,799	721,776	779,222	779,412
18 - Y -	-2,439	-2,422	-2,200	-2,304	-2,850
18 - X -	780,460	780,670	781,787	785,400	787,700
18 - Y -	-2,850	-2,307	0,591	0,398	0,276
18 - X -	788,389	789,437	789,653	790,701	790,917
18 - Y -	0,239	-2,323	-2,850	-2,850	-2,326
18 - X -	791,898	805,270	823,902	824,532	824,726
18 - Y -	0,052	-0,659	-0,880	-2,387	-2,850
18 - X -	825,774	825,994	826,699	855,032	887,546
18 - Y -	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249	-1,249
17 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571
17 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439
17 - X -	691,796	691,799	721,776	779,222	779,412
17 - Y -	-2,439	-2,422	-2,200	-2,304	-2,850
17 - X -	780,460	780,670	789,437	789,653	790,701
17 - Y -	-2,850	-2,307	-2,323	-2,850	-2,850
17 - X -	790,917	791,898	805,270	823,902	824,532
17 - Y -	-2,326	0,052	-0,659	-0,880	-2,387
17 - X -	824,726	825,774	825,994	826,699	855,032
17 - Y -	-2,850	-2,850	-2,390	-0,913	-1,249
17 - X -	887,546				
17 - Y -	-1,249				
16 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571
16 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439
16 - X -	691,796	691,799	721,776	779,222	779,412
16 - Y -	-2,439	-2,422	-2,200	-2,304	-2,850
16 - X -	780,460	780,670	789,437	789,653	790,701
16 - Y -	-2,850	-2,307	-2,323	-2,850	-2,850
16 - X -	790,917	824,532	824,726	825,774	825,994
16 - Y -	-2,326	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
16 - X -	826,699	855,032	887,546		
16 - Y -	-0,913	-1,249	-1,249		
15 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	689,571
15 - Y -	-3,600	-3,600	-2,800	-4,200	-2,439
15 - X -	691,796	691,799	721,776	779,222	779,412

Laagscheidingnummer	Coördinaten [m]				
15 - Y -	-2,439	-2,422	-2,200	-2,304	-2,850
15 - X -	780,460	780,670	789,437	789,653	790,701
15 - Y -	-2,850	-2,307	-2,323	-2,850	-2,850
15 - X -	790,917	824,532	824,726	825,774	825,994
15 - Y -	-2,326	-2,387	-2,850	-2,850	-2,390
15 - X -	887,546				
15 - Y -	-2,500				
14 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
14 - Y -	-4,500	-4,500	-5,200	-5,700	-3,200
14 - X -	887,546				
14 - Y -	-5,000				
13 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
13 - Y -	-5,500	-5,500	-6,400	-7,200	-5,000
13 - X -	887,546				
13 - Y -	-6,500				
12 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
12 - Y -	-5,500	-5,500	-6,400	-7,200	-6,500
12 - X -	887,546				
12 - Y -	-6,500				
11 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
11 - Y -	-5,500	-5,500	-6,400	-7,200	-8,400
11 - X -	887,546				
11 - Y -	-7,500				
10 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
10 - Y -	-6,400	-6,400	-8,700	-8,800	-8,400
10 - X -	887,546				
10 - Y -	-7,500				
9 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
9 - Y -	-7,600	-7,600	-8,700	-8,800	-8,400
9 - X -	887,546				
9 - Y -	-7,500				
8 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
8 - Y -	-8,000	-8,000	-9,000	-9,200	-8,700
8 - X -	887,546				
8 - Y -	-8,300				
7 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
7 - Y -	-9,200	-9,200	-9,000	-9,200	-8,700
7 - X -	887,546				
7 - Y -	-8,300				
6 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
6 - Y -	-10,200	-10,200	-9,800	-9,200	-8,700
6 - X -	887,546				
6 - Y -	-8,300				
5 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
5 - Y -	-11,500	-11,500	-9,800	-9,200	-8,700
5 - X -	887,546				
5 - Y -	-8,300				
4 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
4 - Y -	-11,500	-11,500	-9,800	-9,200	-8,700
4 - X -	887,546				
4 - Y -	-9,700				
3 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
3 - Y -	-11,500	-11,500	-9,800	-9,200	-8,700
3 - X -	887,546				
3 - Y -	-10,250				
2 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
2 - Y -	-11,500	-11,500	-11,200	-11,300	-11,200
2 - X -	887,546				
2 - Y -	-11,300				
1 - X -	-32,500	92,758	361,795	452,277	721,776
1 - Y -	-12,300	-12,300	-12,000	-12,000	-11,900
1 - X -	887,546				
1 - Y -	-11,800				
0 - X -	-32,500	887,546			
0 - Y -	-42,000	-42,000			

2.3 PN-Lijnen

PN-lijnnummer	Coördinaten [m]				
1 - X -	-32,500	634,140	652,151	693,194	711,377
1 - Y -	-2,370	-2,370	-0,670	-0,670	-1,970
1 - X -	887,546				
1 - Y -	-1,970				
2 - X -	-32,500	887,546			
2 - Y -	-2,500	-2,500			

2.4 Freatische Lijn

Piezo lijn 1 is gebruikt als freatische lijn (grondwater).

2.5 Grondprofielen

Laag nummer	Materiaalnaam	PN-Lijnen boven	PN-Lijnen onder
49	Zand matig	1	1
48	FLM2	1	1
47	FLM3	1	1
46	FLM3	1	1
45	FLM3	1	1
44	Zand matig	1	1
43	FLM2	1	1
42	FLM2	1	1
41	Zand matig	1	1
40	FLM2	1	1
39	FLM3	1	1
38	FLM3	1	1
37	FLM3	1	1
36	Veen matig	1	1
35	Zand matig	1	1
34	Veen matig	1	1
33	Zand matig	1	1
32	Klei slap, organisch	1	1
31	Trein	1	1
30	Veen matig	1	1
29	Veen matig	1	1
28	FLM3	1	1
27	FLM3	1	1
26	FLM3	1	1
25	Veen matig	1	1
24	Veen matig	1	1
23	Klei matig, organisch	1	1
22	Klei matig, organisch	1	1
21	Veen matig	1	1
20	Klei matig, organisch	1	1
19	FLM2	1	1
18	Veen matig	1	1
17	Veen matig	1	1
16	Zand sterk siltig	1	1
15	Veen slap	1	99
14	Klei slap, organisch	99	99
13	Veen slap	99	99
12	Klei slap	99	99
11	Klei matig, zwak zan...	99	99
10	Klei slap	99	99
9	Veen slap	99	99
8	Klei slap	99	99
7	Klei slap, zwak zandig	99	99
6	Klei matig, organisch	99	99
5	Klei slap	99	99
4	Zand sterk siltig	99	99
3	Klei slap	99	99
2	Veen matig	99	2

Laag nummer	Materiaalnaam	PN-Lijnen boven	PN-Lijnen onder
1	Zand vast	2	2

2.6 Grenslagen

De grens tussen cohesieve toplagen en onderliggende niet-cohesieve gedraineerde lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 1: Zand vast
De grens tussen compressibele toplagen en de onderliggende niet-compressibele lagen, ligt aan de bovenzijde van laag nummer 1: Zand vast

2.7 Configuratie van de Pijpleiding

X-coordinaat linker punt	0,00	[m]
Y-coordinaat linker punt	0,00	[m]
Z-coordinaat linker punt	-1,25	[m]
X-coordinaat rechter punt	862,81	[m]
Y-coordinaat rechter punt	0,00	[m]
Z-coordinaat rechter punt	-1,25	[m]
Hoek links	18,00	[graden]
Hoek rechts	18,00	[graden]
Diepste punt van de pijpleiding (hart boortracé)	-30,58	[m]
Hoek van de pijpleiding (tussen de stralen)	0,00	[graden]
Kromtestraal rollenbaan (intrekboog)	300,00	[m]
Kromtestraal links, vertikaal in/uit	150,00	[m]
Kromtestraal rechts, vertikaal in/uit	150,00	[m]
Aantal horizontale bochten:	0	[-]

De pijpleiding wordt van rechts naar links ingetrokken

2.8 Berekenings Verticalen

Verticaal nr	L-coord [m]	Z-coord [m]	Additionele Zetting [mm]
1	5,00	-2,87	0,00
2	10,00	-4,50	0,00
3	15,00	-6,12	0,00
4	20,00	-7,75	0,00
5	25,00	-9,37	0,00
6	30,00	-11,00	0,00
7	35,00	-12,62	0,00
8	40,00	-14,25	0,00
9	45,00	-15,87	0,00
10	50,00	-17,49	0,00
11	55,00	-19,12	0,00
12	60,00	-20,74	0,00
13	65,00	-22,37	0,00
14	70,00	-23,97	0,00
15	75,00	-25,41	0,00
16	80,00	-26,67	0,00
17	85,00	-27,74	0,00
18	90,00	-28,64	0,00
19	95,00	-29,37	0,00
20	100,00	-29,92	0,00
21	105,00	-30,31	0,00
22	110,00	-30,53	0,00
23	115,00	-30,58	0,00
24	120,00	-30,58	0,00
25	125,00	-30,58	0,00
26	130,00	-30,58	0,00
27	135,00	-30,58	0,00
28	140,00	-30,58	0,00
29	145,00	-30,58	0,00
30	150,00	-30,58	0,00
31	155,00	-30,58	0,00
32	160,00	-30,58	0,00

Verticaal nr	L-coord [m]	Z-coord [m]	Additionele Zetting [mm]
33	165,00	-30,58	0,00
34	170,00	-30,58	0,00
35	175,00	-30,58	0,00
36	180,00	-30,58	0,00
37	185,00	-30,58	0,00
38	190,00	-30,58	0,00
39	195,00	-30,58	0,00
40	200,00	-30,58	0,00
41	205,00	-30,58	0,00
42	210,00	-30,58	0,00
43	215,00	-30,58	0,00
44	220,00	-30,58	0,00
45	225,00	-30,58	0,00
46	230,00	-30,58	0,00
47	235,00	-30,58	0,00
48	240,00	-30,58	0,00
49	245,00	-30,58	0,00
50	250,00	-30,58	0,00
51	255,00	-30,58	0,00
52	260,00	-30,58	0,00
53	265,00	-30,58	0,00
54	270,00	-30,58	0,00
55	275,00	-30,58	0,00
56	280,00	-30,58	0,00
57	285,00	-30,58	0,00
58	290,00	-30,58	0,00
59	295,00	-30,58	0,00
60	300,00	-30,58	0,00
61	305,00	-30,58	0,00
62	310,00	-30,58	0,00
63	315,00	-30,58	0,00
64	320,00	-30,58	0,00
65	325,00	-30,58	0,00
66	330,00	-30,58	0,00
67	335,00	-30,58	0,00
68	340,00	-30,58	0,00
69	345,00	-30,58	0,00
70	350,00	-30,58	0,00
71	355,00	-30,58	0,00
72	360,00	-30,58	0,00
73	365,00	-30,58	0,00
74	370,00	-30,58	0,00
75	375,00	-30,58	0,00
76	380,00	-30,58	0,00
77	385,00	-30,58	0,00
78	390,00	-30,58	0,00
79	395,00	-30,58	0,00
80	400,00	-30,58	0,00
81	405,00	-30,58	0,00
82	410,00	-30,58	0,00
83	415,00	-30,58	0,00
84	420,00	-30,58	0,00
85	425,00	-30,58	0,00
86	430,00	-30,58	0,00
87	435,00	-30,58	0,00
88	440,00	-30,58	0,00
89	445,00	-30,58	0,00
90	450,00	-30,58	0,00
91	455,00	-30,58	0,00
92	460,00	-30,58	0,00
93	465,00	-30,58	0,00
94	470,00	-30,58	0,00
95	475,00	-30,58	0,00
96	480,00	-30,58	0,00
97	485,00	-30,58	0,00

Verticaal nr	L-coord [m]	Z-coord [m]	Additionele Zetting [mm]
98	490,00	-30,58	0,00
99	495,00	-30,58	0,00
100	500,00	-30,58	0,00
101	505,00	-30,58	0,00
102	510,00	-30,58	0,00
103	515,00	-30,58	0,00
104	520,00	-30,58	0,00
105	525,00	-30,58	0,00
106	530,00	-30,58	0,00
107	535,00	-30,58	0,00
108	540,00	-30,58	0,00
109	545,00	-30,58	0,00
110	550,00	-30,58	0,00
111	555,00	-30,58	0,00
112	560,00	-30,58	0,00
113	565,00	-30,58	0,00
114	570,00	-30,58	0,00
115	575,00	-30,58	0,00
116	580,00	-30,58	0,00
117	585,00	-30,58	0,00
118	590,00	-30,58	0,00
119	595,00	-30,58	0,00
120	600,00	-30,58	0,00
121	605,00	-30,58	0,00
122	610,00	-30,58	0,00
123	615,00	-30,58	0,00
124	620,00	-30,58	0,00
125	625,00	-30,58	0,00
126	630,00	-30,58	0,00
127	635,00	-30,58	0,00
128	640,00	-30,58	0,00
129	645,00	-30,58	0,00
130	650,00	-30,58	0,00
131	655,00	-30,58	0,00
132	660,00	-30,58	0,00
133	665,00	-30,58	0,00
134	670,00	-30,58	0,00
135	675,00	-30,58	0,00
136	680,00	-30,58	0,00
137	685,00	-30,58	0,00
138	690,00	-30,58	0,00
139	695,00	-30,58	0,00
140	700,00	-30,58	0,00
141	705,00	-30,58	0,00
142	710,00	-30,58	0,00
143	715,00	-30,58	0,00
144	720,00	-30,58	0,00
145	725,00	-30,58	0,00
146	730,00	-30,58	0,00
147	735,00	-30,58	0,00
148	740,00	-30,58	0,00
149	745,00	-30,58	0,00
150	750,00	-30,58	0,00
151	755,00	-30,45	0,00
152	760,00	-30,16	0,00
153	765,00	-29,70	0,00
154	770,00	-29,07	0,00
155	775,00	-28,27	0,00
156	780,00	-27,30	0,00
157	785,00	-26,14	0,00
158	790,00	-24,81	0,00
159	795,00	-23,28	0,00
160	800,00	-21,66	0,00
161	805,00	-20,03	0,00
162	810,00	-18,41	0,00

Verticaal nr	L-coord [m]	Z-coord [m]	Additionele Zetting [mm]
163	815,00	-16,78	0,00
164	820,00	-15,16	0,00
165	825,00	-13,53	0,00
166	830,00	-11,91	0,00
167	835,00	-10,29	0,00
168	840,00	-8,66	0,00
169	845,00	-7,04	0,00
170	850,00	-5,41	0,00
171	852,58	-4,57	0,00

Locaties berekenings verticalen; L is de horizontale coordinaat langs de leiding geprojecteerd op het horizontale vlak, opgehoogd met de intrede coordinaat.

2.9 Materiaaltypen

Naam	Gamma onverz [kN/m³]	Gamma verz [kN/m³]	Cohesie [kN/m²]	Phi [graden]	Cu top [kN/m²]	Cu onder [kN/m²]	Emod top [kN/m²]	Emod onder [kN/m²]
FLM2	10,00	10,00	0,00	0,01	0,10	0,10	1	1
Grind los, zwak ...	17,00	18,00	0,00	32,50	0,00	0,00	45000	45000
Grind matig, zw...	18,00	20,00	0,00	35,00	0,00	0,00	75000	75000
Grind vast, zwa...	19,00	21,00	0,00	37,50	0,00	0,00	90000	90000
Grind los, sterk ...	18,00	20,00	0,00	30,00	0,00	0,00	30000	30000
Grind matig, ste...	19,00	21,00	0,00	32,50	0,00	0,00	45000	45000
Grind vast, sterk...	20,00	22,00	0,00	35,00	0,00	0,00	75000	75000
Zand los	17,00	19,00	0,00	30,00	30,00	30,00	15000	15000
Zand matig	18,00	20,00	0,00	32,50	40,00	40,00	45000	45000
Zand vast	19,00	21,00	0,00	35,00	0,00	0,00	75000	75000
Zand zwak siltig	18,00	20,00	0,00	27,00	30,00	30,00	35000	35000
Zand sterk siltig	18,00	20,00	0,00	25,00	30,00	30,00	15000	15000
Leem slap, zwa...	19,00	19,00	0,00	27,50	50,00	50,00	2000	2000
Leem matig, zw...	20,00	20,00	1,00	27,50	100,00	100,00	3000	3000
Leem vast, zwa...	21,00	21,00	2,50	27,50	200,00	200,00	5000	5000
Leem sterk zan...	19,00	19,00	0,00	27,50	50,00	50,00	3000	3000
Klei slap	14,00	14,00	1,00	17,50	25,00	25,00	1000	1000
Klei matig	17,00	17,00	5,00	17,50	50,00	50,00	2000	2000
Klei vast	19,00	19,00	13,00	17,50	100,00	100,00	4000	4000
Klei slap, zwak ...	15,00	15,00	0,00	22,50	40,00	40,00	1500	1500
Klei matig, zwak...	18,00	18,00	5,00	22,50	80,00	80,00	3000	3000
Klei vast, zwak ...	20,00	20,00	13,00	22,50	120,00	120,00	5000	5000
Klei sterk zandig	18,00	18,00	0,00	27,50	50,00	50,00	2000	2000
Klei slap, organi...	13,00	13,00	0,00	15,00	10,00	10,00	500	500
Klei matig, orga...	15,00	15,00	0,00	15,00	25,00	25,00	1000	1000
Veen slap	10,00	10,00	1,00	15,00	10,00	10,00	200	200
Veen matig	12,00	12,00	2,50	15,00	20,00	20,00	500	500
FLM3	25,00	25,00	0,00	0,01	0,10	0,10	1	1
Trein	50,00	50,00	0,00	0,01	0,10	0,10	1	1

Naam	Adhesie A [kN/m²]	Delta D [graden]	Nu [-]
FLM2	-	-	0,00
Grind los, zwak ...	-	-	0,23
Grind matig, zw...	-	-	0,23
Grind vast, zwa...	-	-	0,23
Grind los, sterk ...	-	-	0,23
Grind matig, ste...	-	-	0,23
Grind vast, sterk...	-	-	0,23
Zand los	-	-	0,32
Zand matig	-	-	0,30
Zand vast	-	-	0,28
Zand zwak siltig	-	-	0,35
Zand sterk siltig	-	-	0,35
Leem slap, zwa...	-	-	0,40
Leem matig, zw...	-	-	0,40

Naam	Adhesie A [kN/m²]	Delta D [graden]	Nu [-]
Leem vast, zwa...	-	-	0,40
Leem sterk zan...	-	-	0,40
Klei slap	-	-	0,45
Klei matig	-	-	0,45
Klei vast	-	-	0,45
Klei slap, zwak ...	-	-	0,40
Klei matig, zwak...	-	-	0,40
Klei vast, zwak ...	-	-	0,40
Klei sterk zandig	-	-	0,40
Klei slap, organi...	-	-	0,45
Klei matig, orga...	-	-	0,45
Veen slap	-	-	0,48
Veen matig	-	-	0,48
FLM3	-	-	0,00
Trein	-	-	0,00

2.10 Materiaalgegevens van de Leiding

Invoergegevens leiding no. 1

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

Invoergegevens leiding no. 2

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

Invoergegevens leiding no. 3

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm²]
Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

Invoergegevens leiding no. 4

Materiaal	Polyetheen	
Kwaliteit	PE100	
Elasticiteitsmodulus (kort)	975	[N/mm²]

Elasticiteitsmodulus (lang)	350	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (kort)	10,0	[N/mm²]
Toelaatbare spanning (lang)	8,0	[N/mm²]
Tensile factor (alfa)	0,65	[-]
Uitwendige diameter leiding	200,00	[mm]
Wanddikte (Nominaal)	18,20	[mm]
Volumegewicht leidingmateriaal	9,54	[kN/m³]
Ontwerpdruk	0,00	[kPa]
Incidenteledruk	0,00	[kPa]

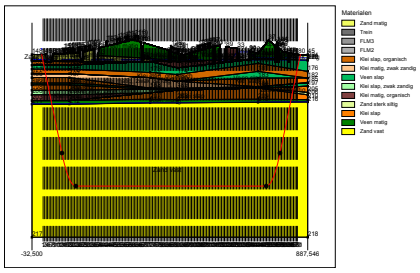
2.11 Gegevens voor Leidingberekening

Leiding gevuld met water op rollen	Nee	
Percentage leiding gevuld met vloeistof	100	[%]
Volume gewicht vloeistof	10,00	[kN/m³]
Relatieve verplaatsing	10,00	[mm]
Samendrukkingsconstante	6,00	[-]
Beddingsconstante boorvloeistof (Kv)	500,00	[kN/m³]
Hoek van inwendige wrijving boorvloeistof	15,00	[graden]
Cohesie boorvloeistof	5,00	[kN/m²]
Opleghoek	30	[graden]
Belastingshoek	30	[graden]
Wrijvingsfactor leiding-rollenbaan (f1)	0,10	[-]
Wrijvingscoefficient leiding-boorvloeistof (f2)	0,000050	[N/mm²]
Wrijvingsfactor leiding-grond (f3)	0,20	[-]
Speciale spannings analyse	niet gebruikt	

2.12 Geometrie

2.12.1 Geometrie Sectie, Detail

Input View



2.12.2 Geometrie Bovenaanzicht

Top View

2.13 Factoren

Veiligheidsfactor implosie (Lang)	3,0	[-]
Veiligheidsfactor implosie (Kort)	1,5	[-]
Onzekerheidsfactor volumegewicht materiaaltypen onder en boven freatische lijn	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor Cu/cohesie	1,40	[-]
Onzekerheidsfactor Phi	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor E-modulus	1,25	[-]
Onzekerheidsfactor trekkracht	1,80	[-]
Onzekerheidsfactor beddingsconstante	1,60	[-]
Onzekerheidsfactor Qn	1,10	[-]
Onzekerheidsfactor buigend moment	1,40	[-]
Importantie factor (S)	1,00	[-]
Volumegewicht water	10,00	[kN/m³]
Veiligheid dekking (gedraineerde lagen)	0,67	[-]
Veiligheid dekking (ongedraineerde lagen)	0,50	[-]

3 Grondmechanische Parameters

3.1 Grondmechanische Parameters 1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m²
Pv,r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m³
Pv;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m²
dmax	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
1	53	24	18	24	144758
2	51	27	14	19	708
3	99	15	8	10	5263
4	38	18	8	11	2764
5	87	23	10	14	2974
6	78	32	13	18	3286
7	779	51	17	22	60736
8	1082	83	17	23	270563
9	1234	101	11	15	270563
10	1374	119	9	13	270563
11	1507	138	9	12	270563
12	1632	156	9	12	270563
13	1752	174	9	12	270563
14	1866	192	9	12	270563
15	2024	218	9	12	270563
16	2048	222	9	12	270563
17	2119	234	9	12	270563
18	2177	244	9	12	270563
19	2224	253	9	12	270563
20	2396	284	9	12	270563
21	2421	289	9	12	270563
22	2300	267	9	12	270563
23	2306	268	9	12	270563
24	2308	268	9	12	270563
25	2313	269	9	12	270563
26	2171	243	9	12	270563
27	2133	237	9	12	270563
28	2338	273	9	12	270563
29	2400	285	9	12	270563
30	2354	276	9	12	270563
31	2362	278	9	12	270563
32	2424	290	9	12	270563
33	2379	281	9	12	270563
34	2387	283	9	12	270563
35	2152	240	9	12	270563
36	2135	237	9	12	270563
37	2135	237	9	12	270563
38	2333	273	9	12	270563
39	2370	279	9	12	270563
40	2375	280	9	12	270563
41	2379	281	9	12	270563
42	2384	282	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
43	2389	283	9	12	270563
44	2393	284	9	12	270563
45	2398	285	9	12	270563
46	2402	285	9	12	270563
47	2407	286	9	12	270563
48	2412	287	9	12	270563
49	2416	288	9	12	270563
50	2421	289	9	12	270563
51	2556	315	9	12	270563
52	2430	291	9	12	270563
53	2435	291	9	12	270563
54	2439	292	9	12	270563
55	2444	293	9	12	270563
56	2579	319	9	12	270563
57	2583	320	9	12	270563
58	2458	296	9	12	270563
59	2462	297	9	12	270563
60	2467	298	9	12	270563
61	2471	298	9	12	270563
62	2466	297	9	12	270563
63	2589	321	9	12	270563
64	2452	295	9	12	270563
65	2445	293	9	12	270563
66	2438	292	9	12	270563
67	2159	241	9	12	270563
68	2423	289	9	12	270563
69	2417	288	9	12	270563
70	2410	287	9	12	270563
71	2403	285	9	12	270563
72	2396	284	9	12	270563
73	2388	283	9	12	270563
74	2380	281	9	12	270563
75	2372	280	9	12	270563
76	2364	278	9	12	270563
77	2356	277	9	12	270563
78	2348	275	9	12	270563
79	2340	274	9	12	270563
80	2332	272	9	12	270563
81	2324	271	9	12	270563
82	2315	269	9	12	270563
83	2307	268	9	12	270563
84	2298	266	9	12	270563
85	2269	261	9	12	270563
86	2144	239	9	12	270563
87	2537	311	9	12	270563
88	2521	308	9	12	270563
89	2517	307	9	12	270563
90	2516	307	9	12	270563
91	2514	307	9	12	270563
92	2142	238	9	12	270563
93	2231	254	9	12	270563
94	2223	253	9	12	270563
95	2215	251	9	12	270563
96	2220	252	9	12	270563
97	2226	253	9	12	270563
98	2232	254	9	12	270563
99	2215	251	9	12	270563
100	2193	247	9	12	270563
101	2250	257	9	12	270563
102	2256	259	9	12	270563
103	2262	260	9	12	270563
104	2268	261	9	12	270563
105	2409	287	9	12	270563
106	2279	263	9	12	270563
107	2283	263	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
108	2423	289	9	12	270563
109	2292	265	9	12	270563
110	2296	266	9	12	270563
111	2435	292	9	12	270563
112	2439	292	9	12	270563
113	2309	268	9	12	270563
114	2313	269	9	12	270563
115	2125	235	9	12	270563
116	2322	271	9	12	270563
117	2326	271	9	12	270563
118	2331	272	9	12	270563
119	2197	248	9	12	270563
120	2108	232	9	12	270563
121	2106	232	9	12	270563
122	2105	232	9	12	270563
123	2302	267	9	12	270563
124	2347	275	9	12	270563
125	2343	274	9	12	270563
126	2338	274	9	12	270563
127	2334	273	9	12	270563
128	2329	272	9	12	270563
129	2325	271	9	12	270563
130	2320	270	9	12	270563
131	2203	249	9	12	270563
132	2201	249	9	12	270563
133	2200	249	9	12	270563
134	2199	248	9	12	270563
135	2198	248	9	12	270563
136	2197	248	9	12	270563
137	2195	248	9	12	270563
138	2194	248	9	12	270563
139	2223	253	9	12	270563
140	2216	251	9	12	270563
141	2210	250	9	12	270563
142	2203	249	9	12	270563
143	2197	248	9	12	270563
144	2190	247	9	12	270563
145	2206	250	9	12	270563
146	2235	255	9	12	270563
147	2263	260	9	12	270563
148	2291	265	9	12	270563
149	2319	270	9	12	270563
150	2346	275	9	12	270563
151	2366	279	9	12	270563
152	2348	275	9	12	270563
153	2303	267	9	12	270563
154	2248	257	9	12	270563
155	2181	245	9	12	270563
156	1908	199	9	12	270563
157	2009	215	9	12	270563
158	1736	171	9	12	270563
159	1777	178	9	12	270563
160	1639	157	9	12	270563
161	1495	136	9	12	270563
162	1359	117	9	12	270563
163	1215	99	9	12	270563
164	1061	80	10	14	270563
165	746	48	13	17	270563
166	796	53	17	23	2089
167	114	45	17	23	19894
168	94	35	15	20	1332
169	82	29	14	18	1698
170	51	23	11	15	1139
171	40	19	10	13	539

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
1	0	1062	134	744	53	0,05	8
2	0	2088	149	1461	51	0,05	8
3	0	3939	239	2757	113	0,05	8
4	0	2513	129	1759	38	0,05	8
5	0	3848	288	2693	87	0,05	8
6	0	2013	180	1409	78	0,05	8
7	0	270563	2453	189394	779	0,05	8
8	0	270563	3946	189394	1082	0,05	8
9	0	270563	4798	189394	1234	0,05	8
10	0	270563	5650	189394	1374	0,05	8
11	0	270563	6502	189394	1507	0,05	8
12	0	270563	7355	189394	1632	0,05	8
13	0	270563	8207	189394	1752	0,05	8
14	0	270563	9046	189394	1866	0,05	8
15	0	270563	10270	189394	2024	0,05	8
16	0	270563	10461	189394	2048	0,05	8
17	0	270563	11028	189394	2119	0,05	8
18	0	270563	11504	189394	2177	0,05	8
19	0	270563	11893	189394	2224	0,05	8
20	0	270563	13366	189394	2396	0,05	8
21	0	270563	13582	189394	2421	0,05	8
22	0	270563	12543	189394	2300	0,05	8
23	0	270563	12588	189394	2306	0,05	8
24	0	270563	12606	189394	2308	0,05	8
25	0	270563	12647	189394	2313	0,05	8
26	0	270563	11458	189394	2171	0,05	8
27	0	270563	11148	189394	2133	0,05	8
28	0	270563	12863	189394	2338	0,05	8
29	0	270563	13402	189394	2400	0,05	8
30	0	270563	13005	189394	2354	0,05	8
31	0	270563	13076	189394	2362	0,05	8
32	0	270563	13615	189394	2424	0,05	8
33	0	270563	13218	189394	2379	0,05	8
34	0	270563	13288	189394	2387	0,05	8
35	0	270563	11299	189394	2152	0,05	8
36	0	270563	11158	189394	2135	0,05	8
37	0	270563	11159	189394	2135	0,05	8
38	0	270563	12822	189394	2333	0,05	8
39	0	270563	13140	189394	2370	0,05	8
40	0	270563	13181	189394	2375	0,05	8
41	0	270563	13221	189394	2379	0,05	8
42	0	270563	13261	189394	2384	0,05	8
43	0	270563	13302	189394	2389	0,05	8
44	0	270563	13342	189394	2393	0,05	8
45	0	270563	13382	189394	2398	0,05	8
46	0	270563	13423	189394	2402	0,05	8
47	0	270563	13463	189394	2407	0,05	8
48	0	270563	13504	189394	2412	0,05	8
49	0	270563	13544	189394	2416	0,05	8
50	0	270563	13585	189394	2421	0,05	8
51	0	270563	14795	189394	2556	0,05	8
52	0	270563	13665	189394	2430	0,05	8
53	0	270563	13706	189394	2435	0,05	8
54	0	270563	13746	189394	2439	0,05	8
55	0	270563	13787	189394	2444	0,05	8
56	0	270563	14997	189394	2579	0,05	8
57	0	270563	15038	189394	2583	0,05	8
58	0	270563	13908	189394	2458	0,05	8
59	0	270563	13949	189394	2462	0,05	8
60	0	270563	13989	189394	2467	0,05	8
61	0	270563	14030	189394	2471	0,05	8
62	0	270563	13982	189394	2466	0,05	8
63	0	270563	15090	189394	2589	0,05	8
64	0	270563	13858	189394	2452	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
65	0	270563	13796	189394	2445	0,05	8
66	0	270563	13735	189394	2438	0,05	8
67	0	270563	11356	189394	2159	0,05	8
68	0	270563	13600	189394	2423	0,05	8
69	0	270563	13550	189394	2417	0,05	8
70	0	270563	13488	189394	2410	0,05	8
71	0	270563	13426	189394	2403	0,05	8
72	0	270563	13365	189394	2396	0,05	8
73	0	270563	13298	189394	2388	0,05	8
74	0	270563	13229	189394	2380	0,05	8
75	0	270563	13160	189394	2372	0,05	8
76	0	270563	13091	189394	2364	0,05	8
77	0	270563	13022	189394	2356	0,05	8
78	0	270563	12952	189394	2348	0,05	8
79	0	270563	12883	189394	2340	0,05	8
80	0	270563	12812	189394	2332	0,05	8
81	0	270563	12739	189394	2324	0,05	8
82	0	270563	12666	189394	2315	0,05	8
83	0	270563	12594	189394	2307	0,05	8
84	0	270563	12521	189394	2298	0,05	8
85	0	270563	12271	189394	2269	0,05	8
86	0	270563	11237	189394	2144	0,05	8
87	0	270563	14617	189394	2537	0,05	8
88	0	270563	14474	189394	2521	0,05	8
89	0	270563	14442	189394	2517	0,05	8
90	0	270563	14432	189394	2516	0,05	8
91	0	270563	14411	189394	2514	0,05	8
92	0	270563	11220	189394	2142	0,05	8
93	0	270563	11951	189394	2231	0,05	8
94	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
95	0	270563	11820	189394	2215	0,05	8
96	0	270563	11863	189394	2220	0,05	8
97	0	270563	11914	189394	2226	0,05	8
98	0	270563	11964	189394	2232	0,05	8
99	0	270563	11817	189394	2215	0,05	8
100	0	270563	11640	189394	2193	0,05	8
101	0	270563	12115	189394	2250	0,05	8
102	0	270563	12165	189394	2256	0,05	8
103	0	270563	12215	189394	2262	0,05	8
104	0	270563	12265	189394	2268	0,05	8
105	0	270563	13479	189394	2409	0,05	8
106	0	270563	12358	189394	2279	0,05	8
107	0	270563	12394	189394	2283	0,05	8
108	0	270563	13601	189394	2423	0,05	8
109	0	270563	12468	189394	2292	0,05	8
110	0	270563	12505	189394	2296	0,05	8
111	0	270563	13711	189394	2435	0,05	8
112	0	270563	13748	189394	2439	0,05	8
113	0	270563	12615	189394	2309	0,05	8
114	0	270563	12652	189394	2313	0,05	8
115	0	270563	11075	189394	2125	0,05	8
116	0	270563	12725	189394	2322	0,05	8
117	0	270563	12762	189394	2326	0,05	8
118	0	270563	12799	189394	2331	0,05	8
119	0	270563	11674	189394	2197	0,05	8
120	0	270563	10938	189394	2108	0,05	8
121	0	270563	10928	189394	2106	0,05	8
122	0	270563	10918	189394	2105	0,05	8
123	0	270563	12555	189394	2302	0,05	8
124	0	270563	12945	189394	2347	0,05	8
125	0	270563	12906	189394	2343	0,05	8
126	0	270563	12867	189394	2338	0,05	8
127	0	270563	12829	189394	2334	0,05	8
128	0	270563	12790	189394	2329	0,05	8
129	0	270563	12751	189394	2325	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
130	0	270563	12712	189394	2320	0,05	8
131	0	270563	11718	189394	2203	0,05	8
132	0	270563	11708	189394	2201	0,05	8
133	0	270563	11698	189394	2200	0,05	8
134	0	270563	11688	189394	2199	0,05	8
135	0	270563	11678	189394	2198	0,05	8
136	0	270563	11668	189394	2197	0,05	8
137	0	270563	11658	189394	2195	0,05	8
138	0	270563	11649	189394	2194	0,05	8
139	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
140	0	270563	11830	189394	2216	0,05	8
141	0	270563	11776	189394	2210	0,05	8
142	0	270563	11721	189394	2203	0,05	8
143	0	270563	11667	189394	2197	0,05	8
144	0	270563	11613	189394	2190	0,05	8
145	0	270563	11747	189394	2206	0,05	8
146	0	270563	11985	189394	2235	0,05	8
147	0	270563	12223	189394	2263	0,05	8
148	0	270563	12461	189394	2291	0,05	8
149	0	270563	12699	189394	2319	0,05	8
150	0	270563	12934	189394	2346	0,05	8
151	0	270563	13108	189394	2366	0,05	8
152	0	270563	12949	189394	2348	0,05	8
153	0	270563	12566	189394	2303	0,05	8
154	0	270563	12096	189394	2248	0,05	8
155	0	270563	11537	189394	2181	0,05	8
156	0	270563	9365	189394	1908	0,05	8
157	0	270563	10148	189394	2009	0,05	8
158	0	270563	8087	189394	1736	0,05	8
159	0	270563	8382	189394	1777	0,05	8
160	0	270563	7400	189394	1639	0,05	8
161	0	270563	6417	189394	1495	0,05	8
162	0	270563	5545	189394	1359	0,05	8
163	0	270563	4678	189394	1215	0,05	8
164	0	270563	3812	189394	1061	0,05	8
165	0	270563	2302	189394	746	0,05	8
166	0	270563	2525	189394	796	0,05	8
167	0	2708	351	1896	114	0,05	8
168	0	18582	273	13007	94	0,05	8
169	0	1921	231	1345	82	0,05	8
170	0	1107	127	775	51	0,05	8
171	0	1374	108	962	40	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 321 kN/m²
Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 24 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 270563 kN/m³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 554260 kN/m³

3.2 Grondmechanische Parameters 2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m²
Pv,r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m³
Pv;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m²

dmax Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
1	53	24	18	24	144758
2	51	27	14	19	708
3	99	15	8	10	5263
4	38	18	8	11	2764
5	87	23	10	14	2974
6	78	32	13	18	3286
7	779	51	17	22	60736
8	1082	83	17	23	270563
9	1234	101	11	15	270563
10	1374	119	9	13	270563
11	1507	138	9	12	270563
12	1632	156	9	12	270563
13	1752	174	9	12	270563
14	1866	192	9	12	270563
15	2024	218	9	12	270563
16	2048	222	9	12	270563
17	2119	234	9	12	270563
18	2177	244	9	12	270563
19	2224	253	9	12	270563
20	2396	284	9	12	270563
21	2421	289	9	12	270563
22	2300	267	9	12	270563
23	2306	268	9	12	270563
24	2308	268	9	12	270563
25	2313	269	9	12	270563
26	2171	243	9	12	270563
27	2133	237	9	12	270563
28	2338	273	9	12	270563
29	2400	285	9	12	270563
30	2354	276	9	12	270563
31	2362	278	9	12	270563
32	2424	290	9	12	270563
33	2379	281	9	12	270563
34	2387	283	9	12	270563
35	2152	240	9	12	270563
36	2135	237	9	12	270563
37	2135	237	9	12	270563
38	2333	273	9	12	270563
39	2370	279	9	12	270563
40	2375	280	9	12	270563
41	2379	281	9	12	270563
42	2384	282	9	12	270563
43	2389	283	9	12	270563
44	2393	284	9	12	270563
45	2398	285	9	12	270563
46	2402	285	9	12	270563
47	2407	286	9	12	270563
48	2412	287	9	12	270563
49	2416	288	9	12	270563
50	2421	289	9	12	270563
51	2556	315	9	12	270563
52	2430	291	9	12	270563
53	2435	291	9	12	270563
54	2439	292	9	12	270563
55	2444	293	9	12	270563
56	2579	319	9	12	270563
57	2583	320	9	12	270563
58	2458	296	9	12	270563
59	2462	297	9	12	270563
60	2467	298	9	12	270563
61	2471	298	9	12	270563
62	2466	297	9	12	270563
63	2589	321	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
64	2452	295	9	12	270563
65	2445	293	9	12	270563
66	2438	292	9	12	270563
67	2159	241	9	12	270563
68	2423	289	9	12	270563
69	2417	288	9	12	270563
70	2410	287	9	12	270563
71	2403	285	9	12	270563
72	2396	284	9	12	270563
73	2388	283	9	12	270563
74	2380	281	9	12	270563
75	2372	280	9	12	270563
76	2364	278	9	12	270563
77	2356	277	9	12	270563
78	2348	275	9	12	270563
79	2340	274	9	12	270563
80	2332	272	9	12	270563
81	2324	271	9	12	270563
82	2315	269	9	12	270563
83	2307	268	9	12	270563
84	2298	266	9	12	270563
85	2269	261	9	12	270563
86	2144	239	9	12	270563
87	2537	311	9	12	270563
88	2521	308	9	12	270563
89	2517	307	9	12	270563
90	2516	307	9	12	270563
91	2514	307	9	12	270563
92	2142	238	9	12	270563
93	2231	254	9	12	270563
94	2223	253	9	12	270563
95	2215	251	9	12	270563
96	2220	252	9	12	270563
97	2226	253	9	12	270563
98	2232	254	9	12	270563
99	2215	251	9	12	270563
100	2193	247	9	12	270563
101	2250	257	9	12	270563
102	2256	259	9	12	270563
103	2262	260	9	12	270563
104	2268	261	9	12	270563
105	2409	287	9	12	270563
106	2279	263	9	12	270563
107	2283	263	9	12	270563
108	2423	289	9	12	270563
109	2292	265	9	12	270563
110	2296	266	9	12	270563
111	2435	292	9	12	270563
112	2439	292	9	12	270563
113	2309	268	9	12	270563
114	2313	269	9	12	270563
115	2125	235	9	12	270563
116	2322	271	9	12	270563
117	2326	271	9	12	270563
118	2331	272	9	12	270563
119	2197	248	9	12	270563
120	2108	232	9	12	270563
121	2106	232	9	12	270563
122	2105	232	9	12	270563
123	2302	267	9	12	270563
124	2347	275	9	12	270563
125	2343	274	9	12	270563
126	2338	274	9	12	270563
127	2334	273	9	12	270563
128	2329	272	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
129	2325	271	9	12	270563
130	2320	270	9	12	270563
131	2203	249	9	12	270563
132	2201	249	9	12	270563
133	2200	249	9	12	270563
134	2199	248	9	12	270563
135	2198	248	9	12	270563
136	2197	248	9	12	270563
137	2195	248	9	12	270563
138	2194	248	9	12	270563
139	2223	253	9	12	270563
140	2216	251	9	12	270563
141	2210	250	9	12	270563
142	2203	249	9	12	270563
143	2197	248	9	12	270563
144	2190	247	9	12	270563
145	2206	250	9	12	270563
146	2235	255	9	12	270563
147	2263	260	9	12	270563
148	2291	265	9	12	270563
149	2319	270	9	12	270563
150	2346	275	9	12	270563
151	2366	279	9	12	270563
152	2348	275	9	12	270563
153	2303	267	9	12	270563
154	2248	257	9	12	270563
155	2181	245	9	12	270563
156	1908	199	9	12	270563
157	2009	215	9	12	270563
158	1736	171	9	12	270563
159	1777	178	9	12	270563
160	1639	157	9	12	270563
161	1495	136	9	12	270563
162	1359	117	9	12	270563
163	1215	99	9	12	270563
164	1061	80	10	14	270563
165	746	48	13	17	270563
166	796	53	17	23	2089
167	114	45	17	23	19894
168	94	35	15	20	1332
169	82	29	14	18	1698
170	51	23	11	15	1139
171	40	19	10	13	539

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
1	0	1062	134	744	53	0,05	8
2	0	2088	149	1461	51	0,05	8
3	0	3939	239	2757	113	0,05	8
4	0	2513	129	1759	38	0,05	8
5	0	3848	288	2693	87	0,05	8
6	0	2013	180	1409	78	0,05	8
7	0	270563	2453	189394	779	0,05	8
8	0	270563	3946	189394	1082	0,05	8
9	0	270563	4798	189394	1234	0,05	8
10	0	270563	5650	189394	1374	0,05	8
11	0	270563	6502	189394	1507	0,05	8
12	0	270563	7355	189394	1632	0,05	8
13	0	270563	8207	189394	1752	0,05	8
14	0	270563	9046	189394	1866	0,05	8
15	0	270563	10270	189394	2024	0,05	8
16	0	270563	10461	189394	2048	0,05	8
17	0	270563	11028	189394	2119	0,05	8
18	0	270563	11504	189394	2177	0,05	8
19	0	270563	11893	189394	2224	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
20	0	270563	13366	189394	2396	0,05	8
21	0	270563	13582	189394	2421	0,05	8
22	0	270563	12543	189394	2300	0,05	8
23	0	270563	12588	189394	2306	0,05	8
24	0	270563	12606	189394	2308	0,05	8
25	0	270563	12647	189394	2313	0,05	8
26	0	270563	11458	189394	2171	0,05	8
27	0	270563	11148	189394	2133	0,05	8
28	0	270563	12863	189394	2338	0,05	8
29	0	270563	13402	189394	2400	0,05	8
30	0	270563	13005	189394	2354	0,05	8
31	0	270563	13076	189394	2362	0,05	8
32	0	270563	13615	189394	2424	0,05	8
33	0	270563	13218	189394	2379	0,05	8
34	0	270563	13288	189394	2387	0,05	8
35	0	270563	11299	189394	2152	0,05	8
36	0	270563	11158	189394	2135	0,05	8
37	0	270563	11159	189394	2135	0,05	8
38	0	270563	12822	189394	2333	0,05	8
39	0	270563	13140	189394	2370	0,05	8
40	0	270563	13181	189394	2375	0,05	8
41	0	270563	13221	189394	2379	0,05	8
42	0	270563	13261	189394	2384	0,05	8
43	0	270563	13302	189394	2389	0,05	8
44	0	270563	13342	189394	2393	0,05	8
45	0	270563	13382	189394	2398	0,05	8
46	0	270563	13423	189394	2402	0,05	8
47	0	270563	13463	189394	2407	0,05	8
48	0	270563	13504	189394	2412	0,05	8
49	0	270563	13544	189394	2416	0,05	8
50	0	270563	13585	189394	2421	0,05	8
51	0	270563	14795	189394	2556	0,05	8
52	0	270563	13665	189394	2430	0,05	8
53	0	270563	13706	189394	2435	0,05	8
54	0	270563	13746	189394	2439	0,05	8
55	0	270563	13787	189394	2444	0,05	8
56	0	270563	14997	189394	2579	0,05	8
57	0	270563	15038	189394	2583	0,05	8
58	0	270563	13908	189394	2458	0,05	8
59	0	270563	13949	189394	2462	0,05	8
60	0	270563	13989	189394	2467	0,05	8
61	0	270563	14030	189394	2471	0,05	8
62	0	270563	13982	189394	2466	0,05	8
63	0	270563	15090	189394	2589	0,05	8
64	0	270563	13858	189394	2452	0,05	8
65	0	270563	13796	189394	2445	0,05	8
66	0	270563	13735	189394	2438	0,05	8
67	0	270563	11356	189394	2159	0,05	8
68	0	270563	13600	189394	2423	0,05	8
69	0	270563	13550	189394	2417	0,05	8
70	0	270563	13488	189394	2410	0,05	8
71	0	270563	13426	189394	2403	0,05	8
72	0	270563	13365	189394	2396	0,05	8
73	0	270563	13298	189394	2388	0,05	8
74	0	270563	13229	189394	2380	0,05	8
75	0	270563	13160	189394	2372	0,05	8
76	0	270563	13091	189394	2364	0,05	8
77	0	270563	13022	189394	2356	0,05	8
78	0	270563	12952	189394	2348	0,05	8
79	0	270563	12883	189394	2340	0,05	8
80	0	270563	12812	189394	2332	0,05	8
81	0	270563	12739	189394	2324	0,05	8
82	0	270563	12666	189394	2315	0,05	8
83	0	270563	12594	189394	2307	0,05	8
84	0	270563	12521	189394	2298	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
85	0	270563	12271	189394	2269	0,05	8
86	0	270563	11237	189394	2144	0,05	8
87	0	270563	14617	189394	2537	0,05	8
88	0	270563	14474	189394	2521	0,05	8
89	0	270563	14442	189394	2517	0,05	8
90	0	270563	14432	189394	2516	0,05	8
91	0	270563	14411	189394	2514	0,05	8
92	0	270563	11220	189394	2142	0,05	8
93	0	270563	11951	189394	2231	0,05	8
94	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
95	0	270563	11820	189394	2215	0,05	8
96	0	270563	11863	189394	2220	0,05	8
97	0	270563	11914	189394	2226	0,05	8
98	0	270563	11964	189394	2232	0,05	8
99	0	270563	11817	189394	2215	0,05	8
100	0	270563	11640	189394	2193	0,05	8
101	0	270563	12115	189394	2250	0,05	8
102	0	270563	12165	189394	2256	0,05	8
103	0	270563	12215	189394	2262	0,05	8
104	0	270563	12265	189394	2268	0,05	8
105	0	270563	13479	189394	2409	0,05	8
106	0	270563	12358	189394	2279	0,05	8
107	0	270563	12394	189394	2283	0,05	8
108	0	270563	13601	189394	2423	0,05	8
109	0	270563	12468	189394	2292	0,05	8
110	0	270563	12505	189394	2296	0,05	8
111	0	270563	13711	189394	2435	0,05	8
112	0	270563	13748	189394	2439	0,05	8
113	0	270563	12615	189394	2309	0,05	8
114	0	270563	12652	189394	2313	0,05	8
115	0	270563	11075	189394	2125	0,05	8
116	0	270563	12725	189394	2322	0,05	8
117	0	270563	12762	189394	2326	0,05	8
118	0	270563	12799	189394	2331	0,05	8
119	0	270563	11674	189394	2197	0,05	8
120	0	270563	10938	189394	2108	0,05	8
121	0	270563	10928	189394	2106	0,05	8
122	0	270563	10918	189394	2105	0,05	8
123	0	270563	12555	189394	2302	0,05	8
124	0	270563	12945	189394	2347	0,05	8
125	0	270563	12906	189394	2343	0,05	8
126	0	270563	12867	189394	2338	0,05	8
127	0	270563	12829	189394	2334	0,05	8
128	0	270563	12790	189394	2329	0,05	8
129	0	270563	12751	189394	2325	0,05	8
130	0	270563	12712	189394	2320	0,05	8
131	0	270563	11718	189394	2203	0,05	8
132	0	270563	11708	189394	2201	0,05	8
133	0	270563	11698	189394	2200	0,05	8
134	0	270563	11688	189394	2199	0,05	8
135	0	270563	11678	189394	2198	0,05	8
136	0	270563	11668	189394	2197	0,05	8
137	0	270563	11658	189394	2195	0,05	8
138	0	270563	11649	189394	2194	0,05	8
139	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
140	0	270563	11830	189394	2216	0,05	8
141	0	270563	11776	189394	2210	0,05	8
142	0	270563	11721	189394	2203	0,05	8
143	0	270563	11667	189394	2197	0,05	8
144	0	270563	11613	189394	2190	0,05	8
145	0	270563	11747	189394	2206	0,05	8
146	0	270563	11985	189394	2235	0,05	8
147	0	270563	12223	189394	2263	0,05	8
148	0	270563	12461	189394	2291	0,05	8
149	0	270563	12699	189394	2319	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
150	0	270563	12934	189394	2346	0,05	8
151	0	270563	13108	189394	2366	0,05	8
152	0	270563	12949	189394	2348	0,05	8
153	0	270563	12566	189394	2303	0,05	8
154	0	270563	12096	189394	2248	0,05	8
155	0	270563	11537	189394	2181	0,05	8
156	0	270563	9365	189394	1908	0,05	8
157	0	270563	10148	189394	2009	0,05	8
158	0	270563	8087	189394	1736	0,05	8
159	0	270563	8382	189394	1777	0,05	8
160	0	270563	7400	189394	1639	0,05	8
161	0	270563	6417	189394	1495	0,05	8
162	0	270563	5545	189394	1359	0,05	8
163	0	270563	4678	189394	1215	0,05	8
164	0	270563	3812	189394	1061	0,05	8
165	0	270563	2302	189394	746	0,05	8
166	0	270563	2525	189394	796	0,05	8
167	0	2708	351	1896	114	0,05	8
168	0	18582	273	13007	94	0,05	8
169	0	1921	231	1345	82	0,05	8
170	0	1107	127	775	51	0,05	8
171	0	1374	108	962	40	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 321 kN/m²
Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 24 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 270563 kN/m³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 554260 kN/m³

3.3 Grondmechanische Parameters 3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m²
Pv,r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m³
Pv;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m²
dmax	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
1	53	24	18	24	144758
2	51	27	14	19	708
3	99	15	8	10	5263
4	38	18	8	11	2764
5	87	23	10	14	2974
6	78	32	13	18	3286
7	779	51	17	22	60736
8	1082	83	17	23	270563
9	1234	101	11	15	270563
10	1374	119	9	13	270563
11	1507	138	9	12	270563
12	1632	156	9	12	270563
13	1752	174	9	12	270563
14	1866	192	9	12	270563
15	2024	218	9	12	270563
16	2048	222	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
17	2119	234	9	12	270563
18	2177	244	9	12	270563
19	2224	253	9	12	270563
20	2396	284	9	12	270563
21	2421	289	9	12	270563
22	2300	267	9	12	270563
23	2306	268	9	12	270563
24	2308	268	9	12	270563
25	2313	269	9	12	270563
26	2171	243	9	12	270563
27	2133	237	9	12	270563
28	2338	273	9	12	270563
29	2400	285	9	12	270563
30	2354	276	9	12	270563
31	2362	278	9	12	270563
32	2424	290	9	12	270563
33	2379	281	9	12	270563
34	2387	283	9	12	270563
35	2152	240	9	12	270563
36	2135	237	9	12	270563
37	2135	237	9	12	270563
38	2333	273	9	12	270563
39	2370	279	9	12	270563
40	2375	280	9	12	270563
41	2379	281	9	12	270563
42	2384	282	9	12	270563
43	2389	283	9	12	270563
44	2393	284	9	12	270563
45	2398	285	9	12	270563
46	2402	285	9	12	270563
47	2407	286	9	12	270563
48	2412	287	9	12	270563
49	2416	288	9	12	270563
50	2421	289	9	12	270563
51	2556	315	9	12	270563
52	2430	291	9	12	270563
53	2435	291	9	12	270563
54	2439	292	9	12	270563
55	2444	293	9	12	270563
56	2579	319	9	12	270563
57	2583	320	9	12	270563
58	2458	296	9	12	270563
59	2462	297	9	12	270563
60	2467	298	9	12	270563
61	2471	298	9	12	270563
62	2466	297	9	12	270563
63	2589	321	9	12	270563
64	2452	295	9	12	270563
65	2445	293	9	12	270563
66	2438	292	9	12	270563
67	2159	241	9	12	270563
68	2423	289	9	12	270563
69	2417	288	9	12	270563
70	2410	287	9	12	270563
71	2403	285	9	12	270563
72	2396	284	9	12	270563
73	2388	283	9	12	270563
74	2380	281	9	12	270563
75	2372	280	9	12	270563
76	2364	278	9	12	270563
77	2356	277	9	12	270563
78	2348	275	9	12	270563
79	2340	274	9	12	270563
80	2332	272	9	12	270563
81	2324	271	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
82	2315	269	9	12	270563
83	2307	268	9	12	270563
84	2298	266	9	12	270563
85	2269	261	9	12	270563
86	2144	239	9	12	270563
87	2537	311	9	12	270563
88	2521	308	9	12	270563
89	2517	307	9	12	270563
90	2516	307	9	12	270563
91	2514	307	9	12	270563
92	2142	238	9	12	270563
93	2231	254	9	12	270563
94	2223	253	9	12	270563
95	2215	251	9	12	270563
96	2220	252	9	12	270563
97	2226	253	9	12	270563
98	2232	254	9	12	270563
99	2215	251	9	12	270563
100	2193	247	9	12	270563
101	2250	257	9	12	270563
102	2256	259	9	12	270563
103	2262	260	9	12	270563
104	2268	261	9	12	270563
105	2409	287	9	12	270563
106	2279	263	9	12	270563
107	2283	263	9	12	270563
108	2423	289	9	12	270563
109	2292	265	9	12	270563
110	2296	266	9	12	270563
111	2435	292	9	12	270563
112	2439	292	9	12	270563
113	2309	268	9	12	270563
114	2313	269	9	12	270563
115	2125	235	9	12	270563
116	2322	271	9	12	270563
117	2326	271	9	12	270563
118	2331	272	9	12	270563
119	2197	248	9	12	270563
120	2108	232	9	12	270563
121	2106	232	9	12	270563
122	2105	232	9	12	270563
123	2302	267	9	12	270563
124	2347	275	9	12	270563
125	2343	274	9	12	270563
126	2338	274	9	12	270563
127	2334	273	9	12	270563
128	2329	272	9	12	270563
129	2325	271	9	12	270563
130	2320	270	9	12	270563
131	2203	249	9	12	270563
132	2201	249	9	12	270563
133	2200	249	9	12	270563
134	2199	248	9	12	270563
135	2198	248	9	12	270563
136	2197	248	9	12	270563
137	2195	248	9	12	270563
138	2194	248	9	12	270563
139	2223	253	9	12	270563
140	2216	251	9	12	270563
141	2210	250	9	12	270563
142	2203	249	9	12	270563
143	2197	248	9	12	270563
144	2190	247	9	12	270563
145	2206	250	9	12	270563
146	2235	255	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
147	2263	260	9	12	270563
148	2291	265	9	12	270563
149	2319	270	9	12	270563
150	2346	275	9	12	270563
151	2366	279	9	12	270563
152	2348	275	9	12	270563
153	2303	267	9	12	270563
154	2248	257	9	12	270563
155	2181	245	9	12	270563
156	1908	199	9	12	270563
157	2009	215	9	12	270563
158	1736	171	9	12	270563
159	1777	178	9	12	270563
160	1639	157	9	12	270563
161	1495	136	9	12	270563
162	1359	117	9	12	270563
163	1215	99	9	12	270563
164	1061	80	10	14	270563
165	746	48	13	17	270563
166	796	53	17	23	2089
167	114	45	17	23	19894
168	94	35	15	20	1332
169	82	29	14	18	1698
170	51	23	11	15	1139
171	40	19	10	13	539

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
1	0	1062	134	744	53	0,05	8
2	0	2088	149	1461	51	0,05	8
3	0	3939	239	2757	113	0,05	8
4	0	2513	129	1759	38	0,05	8
5	0	3848	288	2693	87	0,05	8
6	0	2013	180	1409	78	0,05	8
7	0	270563	2453	189394	779	0,05	8
8	0	270563	3946	189394	1082	0,05	8
9	0	270563	4798	189394	1234	0,05	8
10	0	270563	5650	189394	1374	0,05	8
11	0	270563	6502	189394	1507	0,05	8
12	0	270563	7355	189394	1632	0,05	8
13	0	270563	8207	189394	1752	0,05	8
14	0	270563	9046	189394	1866	0,05	8
15	0	270563	10270	189394	2024	0,05	8
16	0	270563	10461	189394	2048	0,05	8
17	0	270563	11028	189394	2119	0,05	8
18	0	270563	11504	189394	2177	0,05	8
19	0	270563	11893	189394	2224	0,05	8
20	0	270563	13366	189394	2396	0,05	8
21	0	270563	13582	189394	2421	0,05	8
22	0	270563	12543	189394	2300	0,05	8
23	0	270563	12588	189394	2306	0,05	8
24	0	270563	12606	189394	2308	0,05	8
25	0	270563	12647	189394	2313	0,05	8
26	0	270563	11458	189394	2171	0,05	8
27	0	270563	11148	189394	2133	0,05	8
28	0	270563	12863	189394	2338	0,05	8
29	0	270563	13402	189394	2400	0,05	8
30	0	270563	13005	189394	2354	0,05	8
31	0	270563	13076	189394	2362	0,05	8
32	0	270563	13615	189394	2424	0,05	8
33	0	270563	13218	189394	2379	0,05	8
34	0	270563	13288	189394	2387	0,05	8
35	0	270563	11299	189394	2152	0,05	8
36	0	270563	11158	189394	2135	0,05	8
37	0	270563	11159	189394	2135	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
38	0	270563	12822	189394	2333	0,05	8
39	0	270563	13140	189394	2370	0,05	8
40	0	270563	13181	189394	2375	0,05	8
41	0	270563	13221	189394	2379	0,05	8
42	0	270563	13261	189394	2384	0,05	8
43	0	270563	13302	189394	2389	0,05	8
44	0	270563	13342	189394	2393	0,05	8
45	0	270563	13382	189394	2398	0,05	8
46	0	270563	13423	189394	2402	0,05	8
47	0	270563	13463	189394	2407	0,05	8
48	0	270563	13504	189394	2412	0,05	8
49	0	270563	13544	189394	2416	0,05	8
50	0	270563	13585	189394	2421	0,05	8
51	0	270563	14795	189394	2556	0,05	8
52	0	270563	13665	189394	2430	0,05	8
53	0	270563	13706	189394	2435	0,05	8
54	0	270563	13746	189394	2439	0,05	8
55	0	270563	13787	189394	2444	0,05	8
56	0	270563	14997	189394	2579	0,05	8
57	0	270563	15038	189394	2583	0,05	8
58	0	270563	13908	189394	2458	0,05	8
59	0	270563	13949	189394	2462	0,05	8
60	0	270563	13989	189394	2467	0,05	8
61	0	270563	14030	189394	2471	0,05	8
62	0	270563	13982	189394	2466	0,05	8
63	0	270563	15090	189394	2589	0,05	8
64	0	270563	13858	189394	2452	0,05	8
65	0	270563	13796	189394	2445	0,05	8
66	0	270563	13735	189394	2438	0,05	8
67	0	270563	11356	189394	2159	0,05	8
68	0	270563	13600	189394	2423	0,05	8
69	0	270563	13550	189394	2417	0,05	8
70	0	270563	13488	189394	2410	0,05	8
71	0	270563	13426	189394	2403	0,05	8
72	0	270563	13365	189394	2396	0,05	8
73	0	270563	13298	189394	2388	0,05	8
74	0	270563	13229	189394	2380	0,05	8
75	0	270563	13160	189394	2372	0,05	8
76	0	270563	13091	189394	2364	0,05	8
77	0	270563	13022	189394	2356	0,05	8
78	0	270563	12952	189394	2348	0,05	8
79	0	270563	12883	189394	2340	0,05	8
80	0	270563	12812	189394	2332	0,05	8
81	0	270563	12739	189394	2324	0,05	8
82	0	270563	12666	189394	2315	0,05	8
83	0	270563	12594	189394	2307	0,05	8
84	0	270563	12521	189394	2298	0,05	8
85	0	270563	12271	189394	2269	0,05	8
86	0	270563	11237	189394	2144	0,05	8
87	0	270563	14617	189394	2537	0,05	8
88	0	270563	14474	189394	2521	0,05	8
89	0	270563	14442	189394	2517	0,05	8
90	0	270563	14432	189394	2516	0,05	8
91	0	270563	14411	189394	2514	0,05	8
92	0	270563	11220	189394	2142	0,05	8
93	0	270563	11951	189394	2231	0,05	8
94	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
95	0	270563	11820	189394	2215	0,05	8
96	0	270563	11863	189394	2220	0,05	8
97	0	270563	11914	189394	2226	0,05	8
98	0	270563	11964	189394	2232	0,05	8
99	0	270563	11817	189394	2215	0,05	8
100	0	270563	11640	189394	2193	0,05	8
101	0	270563	12115	189394	2250	0,05	8
102	0	270563	12165	189394	2256	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
103	0	270563	12215	189394	2262	0,05	8
104	0	270563	12265	189394	2268	0,05	8
105	0	270563	13479	189394	2409	0,05	8
106	0	270563	12358	189394	2279	0,05	8
107	0	270563	12394	189394	2283	0,05	8
108	0	270563	13601	189394	2423	0,05	8
109	0	270563	12468	189394	2292	0,05	8
110	0	270563	12505	189394	2296	0,05	8
111	0	270563	13711	189394	2435	0,05	8
112	0	270563	13748	189394	2439	0,05	8
113	0	270563	12615	189394	2309	0,05	8
114	0	270563	12652	189394	2313	0,05	8
115	0	270563	11075	189394	2125	0,05	8
116	0	270563	12725	189394	2322	0,05	8
117	0	270563	12762	189394	2326	0,05	8
118	0	270563	12799	189394	2331	0,05	8
119	0	270563	11674	189394	2197	0,05	8
120	0	270563	10938	189394	2108	0,05	8
121	0	270563	10928	189394	2106	0,05	8
122	0	270563	10918	189394	2105	0,05	8
123	0	270563	12555	189394	2302	0,05	8
124	0	270563	12945	189394	2347	0,05	8
125	0	270563	12906	189394	2343	0,05	8
126	0	270563	12867	189394	2338	0,05	8
127	0	270563	12829	189394	2334	0,05	8
128	0	270563	12790	189394	2329	0,05	8
129	0	270563	12751	189394	2325	0,05	8
130	0	270563	12712	189394	2320	0,05	8
131	0	270563	11718	189394	2203	0,05	8
132	0	270563	11708	189394	2201	0,05	8
133	0	270563	11698	189394	2200	0,05	8
134	0	270563	11688	189394	2199	0,05	8
135	0	270563	11678	189394	2198	0,05	8
136	0	270563	11668	189394	2197	0,05	8
137	0	270563	11658	189394	2195	0,05	8
138	0	270563	11649	189394	2194	0,05	8
139	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
140	0	270563	11830	189394	2216	0,05	8
141	0	270563	11776	189394	2210	0,05	8
142	0	270563	11721	189394	2203	0,05	8
143	0	270563	11667	189394	2197	0,05	8
144	0	270563	11613	189394	2190	0,05	8
145	0	270563	11747	189394	2206	0,05	8
146	0	270563	11985	189394	2235	0,05	8
147	0	270563	12223	189394	2263	0,05	8
148	0	270563	12461	189394	2291	0,05	8
149	0	270563	12699	189394	2319	0,05	8
150	0	270563	12934	189394	2346	0,05	8
151	0	270563	13108	189394	2366	0,05	8
152	0	270563	12949	189394	2348	0,05	8
153	0	270563	12566	189394	2303	0,05	8
154	0	270563	12096	189394	2248	0,05	8
155	0	270563	11537	189394	2181	0,05	8
156	0	270563	9365	189394	1908	0,05	8
157	0	270563	10148	189394	2009	0,05	8
158	0	270563	8087	189394	1736	0,05	8
159	0	270563	8382	189394	1777	0,05	8
160	0	270563	7400	189394	1639	0,05	8
161	0	270563	6417	189394	1495	0,05	8
162	0	270563	5545	189394	1359	0,05	8
163	0	270563	4678	189394	1215	0,05	8
164	0	270563	3812	189394	1061	0,05	8
165	0	270563	2302	189394	746	0,05	8
166	0	270563	2525	189394	796	0,05	8
167	0	2708	351	1896	114	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
168	0	18582	273	13007	94	0,05	8
169	0	1921	231	1345	82	0,05	8
170	0	1107	127	775	51	0,05	8
171	0	1374	108	962	40	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 321 kN/m²
Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 24 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 270563 kN/m³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 554260 kN/m³

3.4 Grondmechanische Parameters 4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
Merk op: veiligheidsfactoren niet toegepast

Pv;p	Passieve grondbelasting	kN/m²
Pv;n	Neutrale grondbelasting	kN/m²
Ph;n	Neutrale horizontale grondbelasting	kN/m²
Pv,r;n	Gereduceerde neutrale grondbelasting	kN/m²
kv,top1	Verticaal beddingsgetal (bilineair) omhoog	kN/m³
kv,top2	Verticaal beddingsgetal omhoog	kN/m³
dv	Verticale verplaatsing	mm
kv	Verticaal beddingsgetal omlaag	kN/m³
Pv;e	Verticaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
kh	Horizontaal beddinggetal	kN/m³
Ph;e	Horizontaal evenwichtsdraagvermogen	kN/m²
tmax	Maximale wrijving leiding-boorvloeistof	kN/m²
dmax	Corresponderende verplaatsing bij mobilisatie maximale wrijving	mm

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
1	53	24	18	24	144758
2	51	27	14	19	708
3	99	15	8	10	5263
4	38	18	8	11	2764
5	87	23	10	14	2974
6	78	32	13	18	3286
7	779	51	17	22	60736
8	1082	83	17	23	270563
9	1234	101	11	15	270563
10	1374	119	9	13	270563
11	1507	138	9	12	270563
12	1632	156	9	12	270563
13	1752	174	9	12	270563
14	1866	192	9	12	270563
15	2024	218	9	12	270563
16	2048	222	9	12	270563
17	2119	234	9	12	270563
18	2177	244	9	12	270563
19	2224	253	9	12	270563
20	2396	284	9	12	270563
21	2421	289	9	12	270563
22	2300	267	9	12	270563
23	2306	268	9	12	270563
24	2308	268	9	12	270563
25	2313	269	9	12	270563
26	2171	243	9	12	270563
27	2133	237	9	12	270563
28	2338	273	9	12	270563
29	2400	285	9	12	270563
30	2354	276	9	12	270563
31	2362	278	9	12	270563
32	2424	290	9	12	270563
33	2379	281	9	12	270563
34	2387	283	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
35	2152	240	9	12	270563
36	2135	237	9	12	270563
37	2135	237	9	12	270563
38	2333	273	9	12	270563
39	2370	279	9	12	270563
40	2375	280	9	12	270563
41	2379	281	9	12	270563
42	2384	282	9	12	270563
43	2389	283	9	12	270563
44	2393	284	9	12	270563
45	2398	285	9	12	270563
46	2402	285	9	12	270563
47	2407	286	9	12	270563
48	2412	287	9	12	270563
49	2416	288	9	12	270563
50	2421	289	9	12	270563
51	2556	315	9	12	270563
52	2430	291	9	12	270563
53	2435	291	9	12	270563
54	2439	292	9	12	270563
55	2444	293	9	12	270563
56	2579	319	9	12	270563
57	2583	320	9	12	270563
58	2458	296	9	12	270563
59	2462	297	9	12	270563
60	2467	298	9	12	270563
61	2471	298	9	12	270563
62	2466	297	9	12	270563
63	2589	321	9	12	270563
64	2452	295	9	12	270563
65	2445	293	9	12	270563
66	2438	292	9	12	270563
67	2159	241	9	12	270563
68	2423	289	9	12	270563
69	2417	288	9	12	270563
70	2410	287	9	12	270563
71	2403	285	9	12	270563
72	2396	284	9	12	270563
73	2388	283	9	12	270563
74	2380	281	9	12	270563
75	2372	280	9	12	270563
76	2364	278	9	12	270563
77	2356	277	9	12	270563
78	2348	275	9	12	270563
79	2340	274	9	12	270563
80	2332	272	9	12	270563
81	2324	271	9	12	270563
82	2315	269	9	12	270563
83	2307	268	9	12	270563
84	2298	266	9	12	270563
85	2269	261	9	12	270563
86	2144	239	9	12	270563
87	2537	311	9	12	270563
88	2521	308	9	12	270563
89	2517	307	9	12	270563
90	2516	307	9	12	270563
91	2514	307	9	12	270563
92	2142	238	9	12	270563
93	2231	254	9	12	270563
94	2223	253	9	12	270563
95	2215	251	9	12	270563
96	2220	252	9	12	270563
97	2226	253	9	12	270563
98	2232	254	9	12	270563
99	2215	251	9	12	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
100	2193	247	9	12	270563
101	2250	257	9	12	270563
102	2256	259	9	12	270563
103	2262	260	9	12	270563
104	2268	261	9	12	270563
105	2409	287	9	12	270563
106	2279	263	9	12	270563
107	2283	263	9	12	270563
108	2423	289	9	12	270563
109	2292	265	9	12	270563
110	2296	266	9	12	270563
111	2435	292	9	12	270563
112	2439	292	9	12	270563
113	2309	268	9	12	270563
114	2313	269	9	12	270563
115	2125	235	9	12	270563
116	2322	271	9	12	270563
117	2326	271	9	12	270563
118	2331	272	9	12	270563
119	2197	248	9	12	270563
120	2108	232	9	12	270563
121	2106	232	9	12	270563
122	2105	232	9	12	270563
123	2302	267	9	12	270563
124	2347	275	9	12	270563
125	2343	274	9	12	270563
126	2338	274	9	12	270563
127	2334	273	9	12	270563
128	2329	272	9	12	270563
129	2325	271	9	12	270563
130	2320	270	9	12	270563
131	2203	249	9	12	270563
132	2201	249	9	12	270563
133	2200	249	9	12	270563
134	2199	248	9	12	270563
135	2198	248	9	12	270563
136	2197	248	9	12	270563
137	2195	248	9	12	270563
138	2194	248	9	12	270563
139	2223	253	9	12	270563
140	2216	251	9	12	270563
141	2210	250	9	12	270563
142	2203	249	9	12	270563
143	2197	248	9	12	270563
144	2190	247	9	12	270563
145	2206	250	9	12	270563
146	2235	255	9	12	270563
147	2263	260	9	12	270563
148	2291	265	9	12	270563
149	2319	270	9	12	270563
150	2346	275	9	12	270563
151	2366	279	9	12	270563
152	2348	275	9	12	270563
153	2303	267	9	12	270563
154	2248	257	9	12	270563
155	2181	245	9	12	270563
156	1908	199	9	12	270563
157	2009	215	9	12	270563
158	1736	171	9	12	270563
159	1777	178	9	12	270563
160	1639	157	9	12	270563
161	1495	136	9	12	270563
162	1359	117	9	12	270563
163	1215	99	9	12	270563
164	1061	80	10	14	270563

Verticaal nr.	Pv;p [kN/m²]	Pv;n [kN/m²]	Ph;n [kN/m²]	Pv,r;n [kN/m²]	kv,top [kN/m³]
165	746	48	13	17	270563
166	796	53	17	23	2089
167	114	45	17	23	19894
168	94	35	15	20	1332
169	82	29	14	18	1698
170	51	23	11	15	1139
171	40	19	10	13	539

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
1	0	1062	134	744	53	0,05	8
2	0	2088	149	1461	51	0,05	8
3	0	3939	239	2757	113	0,05	8
4	0	2513	129	1759	38	0,05	8
5	0	3848	288	2693	87	0,05	8
6	0	2013	180	1409	78	0,05	8
7	0	270563	2453	189394	779	0,05	8
8	0	270563	3946	189394	1082	0,05	8
9	0	270563	4798	189394	1234	0,05	8
10	0	270563	5650	189394	1374	0,05	8
11	0	270563	6502	189394	1507	0,05	8
12	0	270563	7355	189394	1632	0,05	8
13	0	270563	8207	189394	1752	0,05	8
14	0	270563	9046	189394	1866	0,05	8
15	0	270563	10270	189394	2024	0,05	8
16	0	270563	10461	189394	2048	0,05	8
17	0	270563	11028	189394	2119	0,05	8
18	0	270563	11504	189394	2177	0,05	8
19	0	270563	11893	189394	2224	0,05	8
20	0	270563	13366	189394	2396	0,05	8
21	0	270563	13582	189394	2421	0,05	8
22	0	270563	12543	189394	2300	0,05	8
23	0	270563	12588	189394	2306	0,05	8
24	0	270563	12606	189394	2308	0,05	8
25	0	270563	12647	189394	2313	0,05	8
26	0	270563	11458	189394	2171	0,05	8
27	0	270563	11148	189394	2133	0,05	8
28	0	270563	12863	189394	2338	0,05	8
29	0	270563	13402	189394	2400	0,05	8
30	0	270563	13005	189394	2354	0,05	8
31	0	270563	13076	189394	2362	0,05	8
32	0	270563	13615	189394	2424	0,05	8
33	0	270563	13218	189394	2379	0,05	8
34	0	270563	13288	189394	2387	0,05	8
35	0	270563	11299	189394	2152	0,05	8
36	0	270563	11158	189394	2135	0,05	8
37	0	270563	11159	189394	2135	0,05	8
38	0	270563	12822	189394	2333	0,05	8
39	0	270563	13140	189394	2370	0,05	8
40	0	270563	13181	189394	2375	0,05	8
41	0	270563	13221	189394	2379	0,05	8
42	0	270563	13261	189394	2384	0,05	8
43	0	270563	13302	189394	2389	0,05	8
44	0	270563	13342	189394	2393	0,05	8
45	0	270563	13382	189394	2398	0,05	8
46	0	270563	13423	189394	2402	0,05	8
47	0	270563	13463	189394	2407	0,05	8
48	0	270563	13504	189394	2412	0,05	8
49	0	270563	13544	189394	2416	0,05	8
50	0	270563	13585	189394	2421	0,05	8
51	0	270563	14795	189394	2556	0,05	8
52	0	270563	13665	189394	2430	0,05	8
53	0	270563	13706	189394	2435	0,05	8
54	0	270563	13746	189394	2439	0,05	8
55	0	270563	13787	189394	2444	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
56	0	270563	14997	189394	2579	0,05	8
57	0	270563	15038	189394	2583	0,05	8
58	0	270563	13908	189394	2458	0,05	8
59	0	270563	13949	189394	2462	0,05	8
60	0	270563	13989	189394	2467	0,05	8
61	0	270563	14030	189394	2471	0,05	8
62	0	270563	13982	189394	2466	0,05	8
63	0	270563	15090	189394	2589	0,05	8
64	0	270563	13858	189394	2452	0,05	8
65	0	270563	13796	189394	2445	0,05	8
66	0	270563	13735	189394	2438	0,05	8
67	0	270563	11356	189394	2159	0,05	8
68	0	270563	13600	189394	2423	0,05	8
69	0	270563	13550	189394	2417	0,05	8
70	0	270563	13488	189394	2410	0,05	8
71	0	270563	13426	189394	2403	0,05	8
72	0	270563	13365	189394	2396	0,05	8
73	0	270563	13298	189394	2388	0,05	8
74	0	270563	13229	189394	2380	0,05	8
75	0	270563	13160	189394	2372	0,05	8
76	0	270563	13091	189394	2364	0,05	8
77	0	270563	13022	189394	2356	0,05	8
78	0	270563	12952	189394	2348	0,05	8
79	0	270563	12883	189394	2340	0,05	8
80	0	270563	12812	189394	2332	0,05	8
81	0	270563	12739	189394	2324	0,05	8
82	0	270563	12666	189394	2315	0,05	8
83	0	270563	12594	189394	2307	0,05	8
84	0	270563	12521	189394	2298	0,05	8
85	0	270563	12271	189394	2269	0,05	8
86	0	270563	11237	189394	2144	0,05	8
87	0	270563	14617	189394	2537	0,05	8
88	0	270563	14474	189394	2521	0,05	8
89	0	270563	14442	189394	2517	0,05	8
90	0	270563	14432	189394	2516	0,05	8
91	0	270563	14411	189394	2514	0,05	8
92	0	270563	11220	189394	2142	0,05	8
93	0	270563	11951	189394	2231	0,05	8
94	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
95	0	270563	11820	189394	2215	0,05	8
96	0	270563	11863	189394	2220	0,05	8
97	0	270563	11914	189394	2226	0,05	8
98	0	270563	11964	189394	2232	0,05	8
99	0	270563	11817	189394	2215	0,05	8
100	0	270563	11640	189394	2193	0,05	8
101	0	270563	12115	189394	2250	0,05	8
102	0	270563	12165	189394	2256	0,05	8
103	0	270563	12215	189394	2262	0,05	8
104	0	270563	12265	189394	2268	0,05	8
105	0	270563	13479	189394	2409	0,05	8
106	0	270563	12358	189394	2279	0,05	8
107	0	270563	12394	189394	2283	0,05	8
108	0	270563	13601	189394	2423	0,05	8
109	0	270563	12468	189394	2292	0,05	8
110	0	270563	12505	189394	2296	0,05	8
111	0	270563	13711	189394	2435	0,05	8
112	0	270563	13748	189394	2439	0,05	8
113	0	270563	12615	189394	2309	0,05	8
114	0	270563	12652	189394	2313	0,05	8
115	0	270563	11075	189394	2125	0,05	8
116	0	270563	12725	189394	2322	0,05	8
117	0	270563	12762	189394	2326	0,05	8
118	0	270563	12799	189394	2331	0,05	8
119	0	270563	11674	189394	2197	0,05	8
120	0	270563	10938	189394	2108	0,05	8

Verticaal nr.	dv [mm]	kv [kN/m³]	Pv;e [kN/m²]	kh [kN/m³]	Ph;e [kN/m²]	tmax [kN/m²]	dmax [mm]
121	0	270563	10928	189394	2106	0,05	8
122	0	270563	10918	189394	2105	0,05	8
123	0	270563	12555	189394	2302	0,05	8
124	0	270563	12945	189394	2347	0,05	8
125	0	270563	12906	189394	2343	0,05	8
126	0	270563	12867	189394	2338	0,05	8
127	0	270563	12829	189394	2334	0,05	8
128	0	270563	12790	189394	2329	0,05	8
129	0	270563	12751	189394	2325	0,05	8
130	0	270563	12712	189394	2320	0,05	8
131	0	270563	11718	189394	2203	0,05	8
132	0	270563	11708	189394	2201	0,05	8
133	0	270563	11698	189394	2200	0,05	8
134	0	270563	11688	189394	2199	0,05	8
135	0	270563	11678	189394	2198	0,05	8
136	0	270563	11668	189394	2197	0,05	8
137	0	270563	11658	189394	2195	0,05	8
138	0	270563	11649	189394	2194	0,05	8
139	0	270563	11885	189394	2223	0,05	8
140	0	270563	11830	189394	2216	0,05	8
141	0	270563	11776	189394	2210	0,05	8
142	0	270563	11721	189394	2203	0,05	8
143	0	270563	11667	189394	2197	0,05	8
144	0	270563	11613	189394	2190	0,05	8
145	0	270563	11747	189394	2206	0,05	8
146	0	270563	11985	189394	2235	0,05	8
147	0	270563	12223	189394	2263	0,05	8
148	0	270563	12461	189394	2291	0,05	8
149	0	270563	12699	189394	2319	0,05	8
150	0	270563	12934	189394	2346	0,05	8
151	0	270563	13108	189394	2366	0,05	8
152	0	270563	12949	189394	2348	0,05	8
153	0	270563	12566	189394	2303	0,05	8
154	0	270563	12096	189394	2248	0,05	8
155	0	270563	11537	189394	2181	0,05	8
156	0	270563	9365	189394	1908	0,05	8
157	0	270563	10148	189394	2009	0,05	8
158	0	270563	8087	189394	1736	0,05	8
159	0	270563	8382	189394	1777	0,05	8
160	0	270563	7400	189394	1639	0,05	8
161	0	270563	6417	189394	1495	0,05	8
162	0	270563	5545	189394	1359	0,05	8
163	0	270563	4678	189394	1215	0,05	8
164	0	270563	3812	189394	1061	0,05	8
165	0	270563	2302	189394	746	0,05	8
166	0	270563	2525	189394	796	0,05	8
167	0	2708	351	1896	114	0,05	8
168	0	18582	273	13007	94	0,05	8
169	0	1921	231	1345	82	0,05	8
170	0	1107	127	775	51	0,05	8
171	0	1374	108	962	40	0,05	8

Maximale grondbelasting : Pv;n, max = 321 kN/m²
Maximale gereduceerde grondbelasting : Pv,r;n, max = 24 kN/m²
Maximale verticale beddingsconstante (zonder veiligheidsfactor) : kv, max = 270563 kN/m³
Maximale verticale beddingsconstante (veiligheidsfactor toegepast) : kv, max = 554260 kN/m³

4 Gegevens voor Spanningsanalyse

4.1 Algemene gegevens

Aantal leidingen in bundel : NPipes= 4 [-]
Diameter leiding : Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte : t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal : gamma_s = 9,54 kN/m³

Diameter leiding : Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte : t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal : gamma_s = 9,54 kN/m³

Diameter leiding : Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte : t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal : gamma_s = 9,54 kN/m³

Diameter leiding : Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte : t = 18,2 mm
Volumegewicht leidingmateriaal : gamma_s = 9,54 kN/m³

Volumegewicht boorvloeistof : gamma_b = 11,10 kN/m³
Minimale kromtestraal : R = 150 m
Wrijvingscoëfficiënt leiding/rollenbaan : f1 = 0,10
Wrijving tussen leiding en boorvloeistof : f2 = 0,000050 N/mm²
Wrijvingscoëfficiënt leiding/grond : f3 = 0,20
Maximale beddingsconstante : kv, max = 280752 kN/m³

4.2 Ballasten Leiding

Het opdrijvend vermogen van de productbuis in de boorvloeistof heeft invloed op de wrijving tussen de grond en de leiding. Door het ballasten van de leiding neemt de opwaartse kracht van de leiding in de boorvloeistof af. Bij een optimaal vullingpercentage is de wrijvingskracht tussen de leiding en de wand van het boorgat minimaal

Bij een vulling percentage van 100% ontstaat het volgende resulterende gewicht.

Opwaartse kracht : 140 [kg/m]
Gewicht productbuis (inclusief vulling) : 124 [kg/m]

Resultaat : 16 [kg/m] (Leiding beweegt opwaarts)

5 Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

5.1 Materiaalgegevens1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:
Rekenfactor aanlegbelasting : sf = 1,00
Rekenfactor qn : sf = 1,00
Leiding materiaal : Polyetheen PE100
Buiten- diameter : Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte : t = 18,2 mm
Ontwerpdruk : pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk : sf = 1,00
Incidenteledruk : pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie : T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteledruk : sf = 1,00
Lengte leiding : L = 871 m
Elasticiteitsmodulus (kort) : E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang) : E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort) : S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang) : S = 8 N/mm²
Importantie factor (S) : S = 1,00
Constante van Poisson : nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal : gamma_s = 9,54 kN/m³
Onzekerheidsfactor qn : sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv : sf = 0,0
Minimale kromtestraal : R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal : sf = 1,1
Opleghoek : beta = 30 graden
Belastingshoek : alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect) : kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect) : kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct) : kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct) : kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect) : ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct) : ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting : Pv,r;n, max = 24 kN/m²
Maximale beddingsconstante : kv, max = 554260 kN/m³

5.2 Resultaten Spanningsanalyse1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

5.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm²

Sigma_px = 0.5·Sigma_py = 0,0 N/mm²

Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm²

5.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rmin·Wb) = 0,3 N/mm²

Maximale axiale spanning Sigma_a,max = 0,2 N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do = 0,4 N/mm²

Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do = 2,2 N/mm²

Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max = 1,7 N/mm²

5.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rrol·Wb) = 0,3 N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm²

Sigma_px = 0.5·Sigma_py = 0,0 N/mm²

Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm²

Sigma_Temp = Dt * gamma_t * alpha g * E = 0,0 N/mm²

Maximale axiale spanning Sigma_a,max = 0,2 N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do = 0,4 N/mm²

Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do = 2,2 N/mm²

Rerounding factor Frr = 1,000
Rerounding factor F'rr = 1,000

Sigma_t,max = Sigma_py + ((F'rr·Sigma_qr) + (Frr·Sigma_qn))

Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max = 1,7 N/mm²

5.3 Controle van de Berekende Spanningen1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

Belasting combinatie 1
- Sigma_AxMax < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < ShortStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 2
- Sigma_ptest < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_py < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 3
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 4
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,8	5,5	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	1,7	1,7

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,2 mm (1,1% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

5.3.4 Toetsing op Implosie1 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 1

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

6 Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

6.1 Materiaalgegevens2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	:	sf = 1,00
Rekenfactor qn	:	sf = 1,00
Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	:	sf = 1,00
Incidenteledruk	:	pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	:	T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteledruk	:	sf = 1,00
Lengte leiding	:	L = 871 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Constante van Poisson	:	nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Onzekerheidsfactor qn	:	sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	:	sf = 0,0
Minimale kromtestraal	:	R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal	:	sf = 1,1
Opleghoek	:	beta = 30 graden
Belastingshoek	:	alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting	:	Pv,r;n, max = 24 kN/m²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 554260 kN/m³

6.2 Resultaten Spanningsanalyse2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

6.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm²

Sigma_px = 0.5·Sigma_py = 0,0 N/mm²

Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm²

6.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rmin·Wb) = 0,3 N/mm²

Maximale axiale spanning Sigma_a,max = 0,2 N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do = 0,4 N/mm²

Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do = 2,2 N/mm²

Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max = 1,7 N/mm²

6.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rrol·Wb) = 0,3 N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm²

Sigma_px = 0.5·Sigma_py = 0,0 N/mm²

Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2)) = 0,0 N/mm²

Sigma_Temp = Dt * gamma_t * alpha g * E = 0,0 N/mm²

Maximale axiale spanning Sigma_a,max = 0,2 N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do = 0,4 N/mm²

Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do = 2,2 N/mm²

Rerounding factor Frr = 1,000
Rerounding factor F'rr = 1,000

Sigma_t,max = Sigma_py + ((F'rr·Sigma_qr) + (Frr·Sigma_qn))

Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max = 1,7 N/mm²

6.3 Controle van de Berekende Spanningen2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

Belasting combinatie 1
- Sigma_AxMax < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < ShortStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 2
- Sigma_ptest < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_py < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 3
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 4
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,8	5,5	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	1,7	1,7

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,2 mm (1,1% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

6.3.4 Toetsing op Implosie2 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 2

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

7 Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

7.1 Materiaalgegevens3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	:	sf = 1,00
Rekenfactor qn	:	sf = 1,00
Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	:	sf = 1,00
Incidenteledruk	:	pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	:	T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteledruk	:	sf = 1,00
Lengte leiding	:	L = 871 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Constante van Poisson	:	nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Onzekerheidsfactor qn	:	sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	:	sf = 0,0
Minimale kromtestraal	:	R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal	:	sf = 1,1
Opleghoek	:	beta = 30 graden
Belastingshoek	:	alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting	:	Pv,r;n, max = 24 kN/m²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 554260 kN/m³

7.2 Resultaten Spanningsanalyse3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

7.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_px = 0.5·Sigma_py	=	0,0	N/mm²
Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²

7.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rmin·Wb)	=	0,3	N/mm²
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	0,2	N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,4	N/mm²
Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,2	N/mm²
Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max	=	1,7	N/mm²

7.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rrol·Wb)	=	0,3	N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_px = 0.5·Sigma_py	=	0,0	N/mm²
Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_Temp = Dt * gamma_t * alpha g * E	=	0,0	N/mm²
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	0,2	N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,4	N/mm²
Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,2	N/mm²
Rerounding factor Frr	=	1,000	
Rerounding factor F'rr	=	1,000	

Sigma_t,max = Sigma_py + ((F'rr·Sigma_qr) + (Frr·Sigma_qn))

Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max	=	1,7	N/mm²

7.3 Controle van de Berekende Spanningen3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

Belasting combinatie 1
- Sigma_AxMax < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < ShortStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 2
- Sigma_ptest < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_py < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 3
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 4
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,8	5,5	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	1,7	1,7

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,2 mm (1,1% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

7.3.4 Toetsing op Implosie3 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 3

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

8 Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

8.1 Materiaalgegevens4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

De volgende gegevens en uitgangspunten zijn gehanteerd voor de sterkteberekening:

Rekenfactor aanlegbelasting	:	sf = 1,00
Rekenfactor qn	:	sf = 1,00
Leiding materiaal	:	Polyetheen PE100
Buiten- diameter	:	Do = 200,00 mm
Nominale wanddikte	:	t = 18,2 mm
Ontwerpdruk	:	pd = 0,00 Bar
Rekenfactor ontwerpdruk	:	sf = 1,00
Incidenteledruk	:	pt = 0,00 Bar
Temperatuur variatie	:	T = 0,00 Degree Celcius
Rekenfactor incidenteledruk	:	sf = 1,00
Lengte leiding	:	L = 871 m
Elasticiteitsmodulus (kort)	:	E = 975 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (lang)	:	E = 350 N/mm²
Toelaatbare spanning (kort)	:	S = 10 N/mm²
Toelaatbare spanning (lang)	:	S = 8 N/mm²
Importantie factor (S)	:	S = 1,00
Constante van Poisson	:	nu = 0,4
Volumegewicht leidingmateriaal	:	gamma_s = 9,54 kN/m³
Onzekerheidsfactor qn	:	sf = 0,0
Onzekerheidsfactor kv	:	sf = 0,0
Minimale kromtestraal	:	R = 150 m
Onzekerheidsfactor straal	:	sf = 1,1
Opleghoek	:	beta = 30 graden
Belastingshoek	:	alfa = 30 graden
Momentcoëfficiënt grond top (indirect)	:	kt' = 0,078
Momentcoëfficiënt grond bodem (indirect)	:	kb' = 0,179
Momentcoëfficiënt grond top (direct)	:	kt = 0,257
Momentcoëfficiënt bodem (direct)	:	kb = 0,257
Deflectiecoëfficiënt (indirect)	:	ky' = 0,071
Deflectiecoëfficiënt (direct)	:	ky = 0,143
Maximale verticale grondbelasting	:	Pv,r;n, max = 24 kN/m²
Maximale beddingsconstante	:	kv, max = 554260 kN/m³

8.2 Resultaten Spanningsanalyse4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

Voor de berekening worden 5 belasting fasen onderscheiden:

- Belasting combinatie 1A: begin trekoperatie
- Belasting combinatie 1B: einde van trekoperatie
- Belasting combinatie 2: intern op druk brengen
- Belasting combinatie 3: bedrijfsfase, niet op druk
- Belasting combinatie 4: bedrijfsfase, op druk

De wanddikte is 18,2 mm. Hierna wordt door middel van een berekening conform NEN 3650 serie aangetoond dat deze wanddikte voldoet

8.2.1 Belasting Combinatie 2: Intern op Druk Brengen

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_px = 0.5·Sigma_py	=	0,0	N/mm²
Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²

8.2.2 Belasting Combinatie 3: Bedrijfstoestand in Drukloze Situatie

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rmin·Wb)	=	0,3	N/mm²
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	0,2	N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,4	N/mm²
Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,2	N/mm²
Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max	=	1,7	N/mm²

8.2.3 Belasting Combinatie 4: Bedrijftoestand met Inwendige Druk

Axiale spanning:

Sigma_b = Mb/Wb = (E·Ib)/(0,91·Rrol·Wb)	=	0,3	N/mm²

Ten gevolge van inwendige druk :

Sigma_py = pd·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_px = 0.5·Sigma_py	=	0,0	N/mm²
Sigma_ptest = pt·((ru^2 + ri^2)/(ru^2 - ri^2))	=	0,0	N/mm²
Sigma_Temp = Dt * gamma_t * alpha g * E	=	0,0	N/mm²
Maximale axiale spanning Sigma_a,max	=	0,2	N/mm²

Tangentiele spanning:

Sigma_qr = k'·qr·(rg/Ww)·Do	=	0,4	N/mm²
Sigma_qn = k·qn·(rg/Ww)·Do	=	2,2	N/mm²

Rerounding factor Frr	=	1,000
Rerounding factor F'rr	=	1,000

Sigma_t,max = Sigma_py + ((F'rr·Sigma_qr) + (Frr·Sigma_qn))

Maximale tangentiele spanning Sigma_t,max	=	1,7	N/mm²

8.3 Controle van de Berekende Spanningen4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

Belasting combinatie 1
- Sigma_AxMax < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < ShortStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 2
- Sigma_ptest < ShortStrength * DamageFactor
- Sigma_py < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 3
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Belasting combinatie 4
- Sigma_AxMax < LongStrength * DamageFactor
- Sigma_TanMax < LongStrength * DamageFactor

Voor alle spanningssituaties zijn de spanningen toelaatbaar.

	Max toelaatbare spanning [N/mm²]	Spannings combinatie1A	Spannings combinatie1B	Spannings combinatie2	Spannings combinatie3	Spannings combinatie4
Sigma_ptest	10,00 (kort)	-	-	0,0	-	-
Sigma_py	8,00 (lang)	-	-	0,0	-	-
Sigma_axiaal	10,00 (kort)	1,8	5,5	-	-	-
Sigma_axiaal	8,00 (lang)	-	-	-	0,2	0,2
Sigma_tang...	10,00 (kort)	-	0,7	-	-	-
Sigma_tang...	8,00 (lang)	-	-	-	1,7	1,7

Spanningen in de leiding [N/mm²]

De deflectie van de leiding is 2,2 mm (1,1% x Do). De maximaal toelaatbare deflectie van de leiding is 16,0 mm (8,0% x S x Do). De deflectie is toelaatbaar.
De maximaal toelaatbare deflectie voor piggability is 20,0 mm (5,0% x Do). De deflectie is toelaatbaar..

8.3.4 Toetsing op Implosie4 HDPE200 PE100 SDR11: leiding no. 4

Tijdens het intrekken wordt de leiding belast door de heersende bentonietdruk. De hoogste minimaal benodigde druk tijdens het intrekken is gelijk aan 391 kN/m², dit is kleiner dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 1553 kN/m².

Indien de leiding tijdens dit intrekken geheel gevuld is met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 1859 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Tijdens de bedrijfstoestand wordt de leiding belast door de heersende waterdruk. De uitwendige waterdruk op de leiding is gelijk aan 281 kN/m², dit is groter dan de toelaatbare alzijdige uitwendige druk van 279 kN/m².

Indien de leiding tijdens de gebruiksfase geheel gevuld blijft met vloeistof geeft dit een tegendruk van 306 kN/m². De total toelaatbare druk wordt dan 585 kN/m². Hiermee rekening houden voldoet de leiding wel.

Einde Rapport

BIJLAGE 4 PRODUCTBLAD MAXI-RIG

De Ruiter Boringen en Bemalingen bv

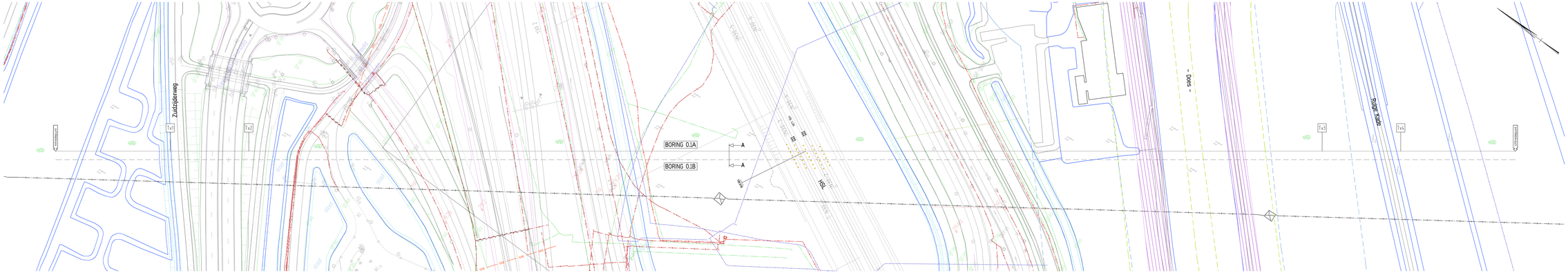
Haarlemmerstraatweg 79, 1165 MK Halfweg / Postbus 14, 1160 AA Zwanenburg
Telefoon (020) 407 21 00 / Fax (020) 407 21 14 / www.bam-deruiter.nl

Specificatie 80-tonner

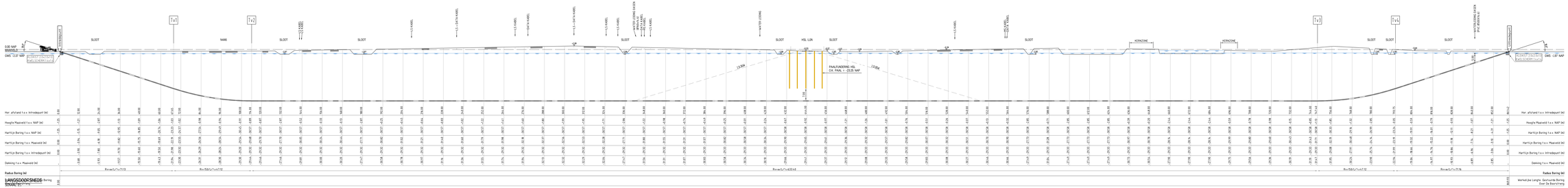
Aandrijving	6-cilinder turbodiesel Motornummer	181 kW / 2.300 O/min. 10837380
Onderstel	Kracht achteruit Kracht vooruit Lengte vooruit	Max. 800 kN Max. 800 kN 6.000 mm
Boorkop	Draaimoment / Toerental Versnelling 1 Versnelling 2 Spoelas Uitlaatflens	 33 kNm / 40 O/min. 16 kNm / 80 O/min. ID = 70 mm 4.1/2'' IF
Breekunit	Breekmoment Klemgebied	45 kNm 95 – 254 mm
Besturing	Joystickbediening Klimaatinstallatie Indicaties	Elektro-hydraulisch 4 kW Analoog / digitaal
Onderstel	Rupsonderstel Breedte onderstel Helling van boor	 2.450 mm 8° – 22°
Afmetingen	Lengte Breedte Hoogte	9.500 mm 2.450 mm 2.950 mm
Gewicht		22.500 kg
Emissie-geluidsdrukniveau aan arbeidsplaats Lpa		**78 [dB(A)]**

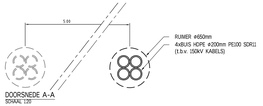
Bijlage 13a

Boortekening HDD0.1



BOVENAANZICHT
SCHAAL 1:1





DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1:20

VERKLARING:

- WATERLEIDING
- MANTELBUIS
- DATA
- HOOGSPANNING
- MIDDENSPANNING
- LAAGSPANNING
- PROFIAIL OVERIG
- KERNZONE
- BESCHERMINGSZONE
- BUITEN BESCHERMINGSZONE
- ASFALTVERHARDING
- GRAS
- WATER

Meetpunt	X	Y
Intredepunt	99226.733	464384.179
Tv1	99306.035	464329.773
Tv2	99354.400	464293.404
Tv3	99410.686	464253.429
Tv4	99499.443	464191.004
Uittredepunt	99530.904	464169.304

TOPOGRAFISCH FRAGMENT:

Schaal 1:10.000

OPMERKINGEN:

01 - Waterleiding Dasen (PVC Ø500/A4) toegevoegd nabij uittredepunt
02 - HSL funderingspalen toegevoegd; HSD 7m onder funderingspalen
03- HSD langer ivm afstand waterleiding - HSD: 5m / Waterleiding Dasen Ø500/A:43 toegevoegd

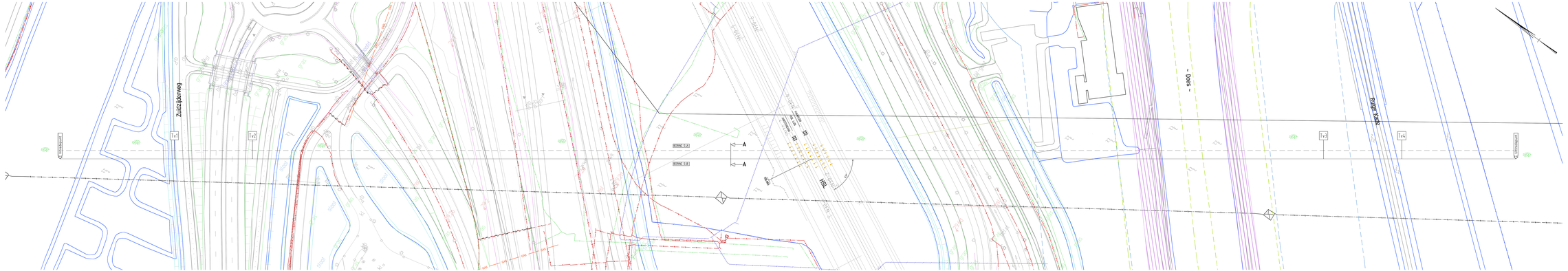
BLADVERWIJZINGEN:

001

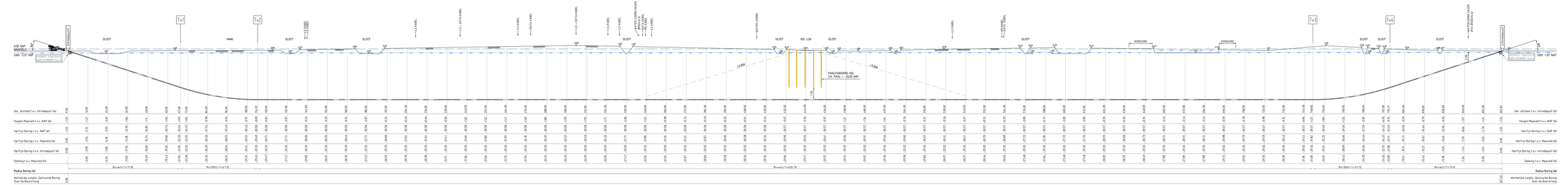
bam	Combining Knowledge and Experience CORELY FABRICOM			P. de Jager	K. Vogelzang
	Randstad 380kV Noordring			Ontwerper	Tekenaar
Werktitel:	Definitief Ontwerp Kabeltrace ondergronds HSD-0.1A - Locatie: Ba/HSL/Does	01	Ze-sporingen	24-08-2021	WFT
		02	Ze-sporingen	15-06-2021	WFT
		03	Ze-sporingen	06-08-2021	WFT
		Rev.	Details	Datum	Naam
Project:	Randstad 380kV Noordring	Schaal:	1:500 / 1:500 / 1:20	Datum:	30.11.18
		Opdr.	K. Vogelzang	Datum:	30.01.2019
tennet Taking power further		Contractnummer:	R3N-TEK-0047_001		
		Arch/CI Nummer:		Typ/ver:	

Bijlage 13b

Boortekening HDD0.1



BOVENAANZICHT
SCHAAL 1:1



LANGSDOORSNEDE
SCHAAL 1:1

DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1:20

VERKLARING:

- WATERLEIDING
- MANTELBUIS
- DATA
- HOOGSPANNING
- MIDDENSPANNING
- LAAGSPANNING
- PROFIAL OVERG
- KERNZONE
- BESCHERMINGSZONE
- BUITEN BESCHERMINGSZONE
- ASFALTVERHARDING
- GRAS
- WATER

Westpunt	X	Y
Intredepunt	99022.713	464301.208
Tv1	99062.920	464326.777
Tv2	99090.477	464339.133
Tv3	99460.731	463778.989
Tv4	99485.398	463741.850
Uittredepunt	99535.489	463607.286

TOPOGRAFISCH FRAGMENT:

Schaal 1:10.000

OPMERKINGEN:

01 - Waterleiding Dasen (PVC Ø500/A) toegevoegd nabij uittredepunt
02 - HSL funderingspalen toegevoegd; HSD 7m onder funderingspalen
03 - HSD langer ivm afstand waterleiding - HSD: 5m / Waterleiding Dasen (Ø500/A) 02 toegevoegd

BLADVERWIJZINGEN:

001

bam — Confirming Knowledge and Experience — CORELY FABRICOM — Rondstad 380kV Noordring

Definitief Ontwerp	03	Zie opmerkingen	24-08-2021	WFT
Kabeltrace ondergronds	02	Zie opmerkingen	23-06-2021	WFT
HSD-0-B - Locatie: A4/HSL/Does	01	Zie opmerkingen	04-06-2021	WFT

Werktitel: Definitief Ontwerp Kabeltrace ondergronds HSD-0-B - Locatie: A4/HSL/Does

Project: Rondstad 380kV Noordring

Opdrachtnr: 1500E / 1500E / 1.1.0

Opdr. Nr. Klant: 4500 / 4500 / 4500

Opdr. Nr. Bam: 1.1.0

Opdr. Nr. Corely: 1.1.0

Opdr. Nr. Tennet: 1.1.0

Opdrachtgever: Rondstad Noordrand

Tekening nr.: R3N-TEK-0074 001

Tekening: 1

F. de Jager — Ontwerper

E. Vogelzang — Tekenaar

Tennet — Taking power further

Bijlage 14

EMC rapportage

PETERSBURG CONSULTANTS B.V.

Elektrische beïnvloedingen op objecten van Rijkswaterstaat door Randstad 380kV Noordring

In opdracht van TenneT

Doorwerth, 13 februari 2014
Referentie: TE121000-R23 AM
Auteur: A. Mobder
Status: definitief
Versie: 1.0

Auteur	datum 13-02-2014	gecontroleerd	datum 13-02-2014

© PETERSBURG CONSULTANTS B.V. - POSTBUS 11 - 6865 ZG DOORWERTH - TEL. +31(0)26 339 73 60 - FAX +31(0)26 334 24 09

Copyright © Petersburg Consultants B.V., Doorwerth, the Netherlands. All rights reserved.

Dit document bevat vertrouwelijke informatie. Overdracht van de informatie aan derden zonder schriftelijke toestemming van of namens Petersburg Consultants B.V. is verboden. Hetzelfde geldt voor het kopiëren van het document of een gedeelte daarvan.

Petersburg Consultants B.V. en/of de met haar gelieerde maatschappijen zijn niet aansprakelijk voor enige directe, indirecte, bijkomstige of gevolgschade ontstaan door of bij het gebruik van de informatie of gegevens uit dit document, of door de onmogelijkheid die informatie of gegevens te gebruiken.

INHOUD

1 INLEIDING 6

2 BEÏNVLOEDINGSMECHANISMEN 7
2.1 Magnetische velden 7
2.1.1 Het fenomeen 7
2.1.2 De gevolgen 7
2.2 Elektrische velden 8
2.2.1 Het fenomeen 8
2.2.2 De gevolgen 8
2.3 Inductieve beïnvloeding 9
2.3.1 Het fenomeen 9
2.3.2 De gevolgen 9
2.4 Weerstandsbeïnvloeding 10
2.4.1 Het fenomeen 10
2.4.2 De gevolgen 10
2.5 Capacitieve beïnvloeding 11
2.5.1 Het fenomeen 11
2.5.2 De gevolgen 11

3 EISEN EN BENODIGDE CONTROLES 12
3.1 Algemeen 12
3.2 Aanraakveiligheid 12
3.3 Risico’s volksgezondheid 13
3.4 Blootstelling aan niet-ioniserende straling 14
3.5 Functioneren van apparatuur 14
3.6 Verstoring van signalen in signaalkabels 14

4 UITGANGSPUNTEN 16
4.1 Gebied en tracés 16
4.2 Gegevens hoogspanningsverbindingen 17
4.3 Bodemweerstand 17

5 BEINVLOEDINGSGEBIEDEN 18
5.1 Weerstandsbeïnvloeding 18
5.2 Capacitieve beïnvloeding en elektrische veld 18
5.3 Inductieve beïnvloedingen 19
5.4 Magnetische velden 19

6 BESCHOUWINGEN 20
6.1 Rijkswaterstaat objecten uit fase 1 20
6.2 Buisleidingen 21
6.3 Geleiderails 21
6.4 Kunstwerken 22
6.4.1 Object K_0010 22
6.4.2 Object K_0012 23
6.4.3 Object K_0013 23
6.4.4 Object K_0023 24

6.4.5 Object K_0031 25
6.4.6 Object K_0033 26
6.4.7 Object K_0035 27
6.4.8 Object K_0039 27
6.4.9 Object K_0045 28
6.4.10 Object K_0051 28
6.4.11 Object K_0054 29
6.4.12 Object K_0062 30
6.5 Signaalkabel 31
6.6 Laagspanningskabels 32

7 MATRIXBORDEN EN VRACHTAUTO'S 33
7.1 Matrixborden 33
7.2 Vrachtauto's 35

8 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN 36

BRONVERMELDING 37

Bijlage A: Stromen
Bijlage B: Klokgetallen configuratie
Bijlage C: Mastbeelden en kabelbed
Bijlage D: Bodemweerstanden
Bijlage E: Beinvloedingsgebieden
Bijlage F: Geleiderails
Bijlage G: Signaalkabels
Bijlage H: Laagspanningskabels
Bijlage I: Capacitieve beïnvloeding van vrachtauto's

Revisie overzicht

Datum	Nummer	Opmerkingen	Auteur
11-02-2014	0.1	Concept	A. Mobder
12-02-2014	0.2	Mastnummering is aangepast, TenneT opgave 12 februari 2014	A. Mobder
13-02-2014	1.0	Email van TenneT, d.d. 13 februari 2014	A. Mobder

1 INLEIDING

TenneT is voornemens een nieuwe 380kV hoogspanningsverbinding te realiseren van station Beverwijk via station Vijfhuizen naar station Bleiswijk. Voor het tracé wordt gebruik gemaakt van Wintrack hoogspanningsmasten. Diverse nabijgelegen 150 kV hoogspanningsverbindingen worden gecombineerd met de nieuwe 380kV verbinding. Delen van deze bestaande verbindingen worden in de toekomst geamoveerd. Deze aanpassingen vormen samen het project Randstad 380kV Noordring.

In het gedeelte Beverwijk-Vijfhuizen, tussen mast 1 en mast 5, wordt de verbinding bovengronds gerealiseerd. Tussen mast 5 en 6 is het kabeltracé ondergronds, waarna de verbinding verder bovengronds loopt tot en met station Vijfhuizen.
Van station Vijfhuizen tot mast 213 van het tracédeel Vijfhuizen-Bleiswijk ligt de kabel ondergronds. De lijn vervolgt bovengronds in zuidwestelijke richting in combinatie met een 150kV hoogspanningsverbinding. Tussen masten 200 en 199 ligt de kabel weer onder de grond en tussen mast 199 en 181 is de lijn opnieuw gecombineerd met een 150kV hoogspanningsverbinding. Vanaf mast 181 is de 380kV lijn weer solo tot aan mast 154. Tussen mast 154 en 153 ligt de lijn ondergronds. Daarna is de lijn tot mast 123 bovengronds en wordt van mast 123 tot mast 109 gecombineerd met een 150kV hoogspanningsverbinding. Het laatste deel van het tracé, van mast 109 tot mast 101, is de lijn tot slot weer solo en eindigt in station Bleiswijk.

Binnen het projectdeel elektromagnetische compatibiliteit (EMC) wordt de elektromagnetische invloed van de hoogspanningsverbinding onderzocht. De doelstelling hiervan is het in kaart brengen van eventuele overschrijdingen en het onderzoeken van maatregelen waarmee overschrijdingen kunnen worden voorkomen.

Door het realiseren van de nieuwe 380kV verbinding tussen Beverwijk en Bleiswijk en de aanpassingen in het bestaande hoogspanningsnet verandert de situatie met betrekking tot de elektrische beïnvloeding op nabijgelegen objecten. Onder omstandigheden kan door elektrische beïnvloeding onder andere sprake zijn van:

- Overschrijding van toelaatbare aanraakspanningen;
- Beschadiging van objecten;
- Verstoring van de werking van elektronische apparatuur;
- Onacceptabel risico op wisselstroomcorrosie bij buisleidingen;
- Ontoelaatbare ontladingen bij aanraking capacitief geladen objecten;
- Beperkingen in verband met het overschrijden van grenswaarden voor blootstelling EM-velden.

Rijkswaterstaat is eigenaar/beheerder van verschillende objecten binnen het projectgebied. Dit rapport geeft de resultaten van de berekeningen en toetsingen van elektrische beïnvloeding op objecten van Rijkswaterstaat, in verband met de realisatie van de Randstad 380kV Noordring.

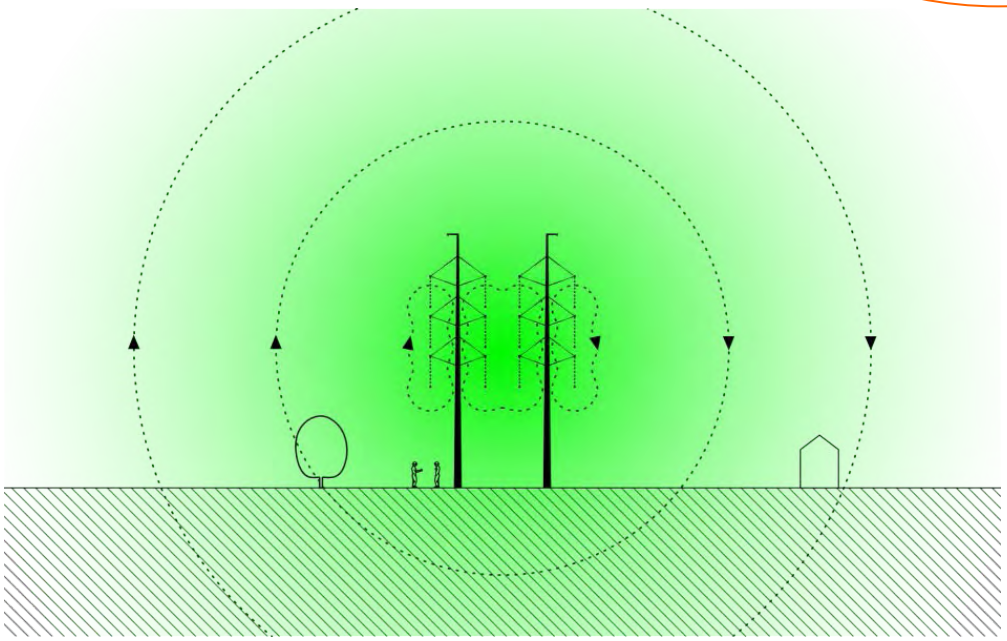
2 BEÏNVLOEDINGSMECHANISMEN

In dit hoofdstuk worden de algemene principes van elektrische beïnvloedingen toegelicht. Er zijn vijf mechanismen waarmee in principe rekening moet worden gehouden, te weten magnetische velden, elektrische velden, inductieve beïnvloeding, weerstandsbeïnvloeding en capacitieve beïnvloeding.

2.1 Magnetische velden

2.1.1 Het fenomeen

Een elektrische stroom door een hoogspanningslijn veroorzaakt een magneetveld. Dit magneetveld is in afbeelding 1 schematisch weergegeven. Magnetische velden worden niet afgeschermd en de veldsterkte neemt af naarmate de afstand tot de geleiders toeneemt. In de schematische voorstelling in afbeelding 1 is te zien dat het magneetveld ook in de bebouwing en onder de grond aanwezig is.



Afbeelding 1, Schematische voorstelling magnetische velden

2.1.2 De gevolgen

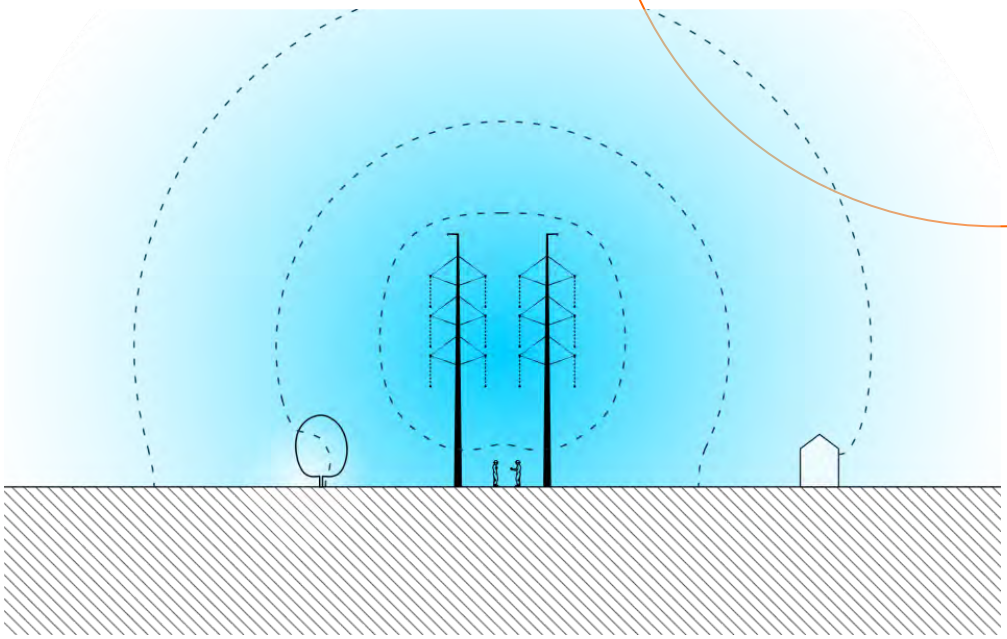
Magnetische velden kunnen mogelijk de werking van elektronische apparatuur verstoren of leiden tot effecten op mensen en dieren. In verband hiermee worden eisen gesteld aan blootstelling van mensen aan magnetische velden en kunnen eisen ten aanzien van magnetische velden nabij elektronische apparatuur worden gesteld.

Daarnaast kunnen door magnetische velden stromen worden geïnduceerd in parallel aan de hoogspanningsverbinding liggende geleidende objecten. Dergelijke verschijnselen worden in de paragraaf “inductieve beïnvloeding” behandeld.

2.2 Elektrische velden

2.2.1 Het fenomeen

Zodra er een verschil in spanning is tussen de geleiders van een hoogspanningslijn en de omgeving, ontstaat een elektrisch veld. De elektrische veldsterkte neemt af naarmate de afstand tot de geleiders toeneemt. Elektrische velden zijn alleen bovengronds van belang, omdat geleidende materialen elektrische velden afschermen (kooi van Faraday). In de schematische voorstelling in afbeelding 2 is te zien dat de sterkte van het elektrisch veld binnen de bebouwing en onder de grond zeer beperkt is. De velden vervormen door deze objecten.



Afbeelding 2, Schematische voorstelling elektrische velden

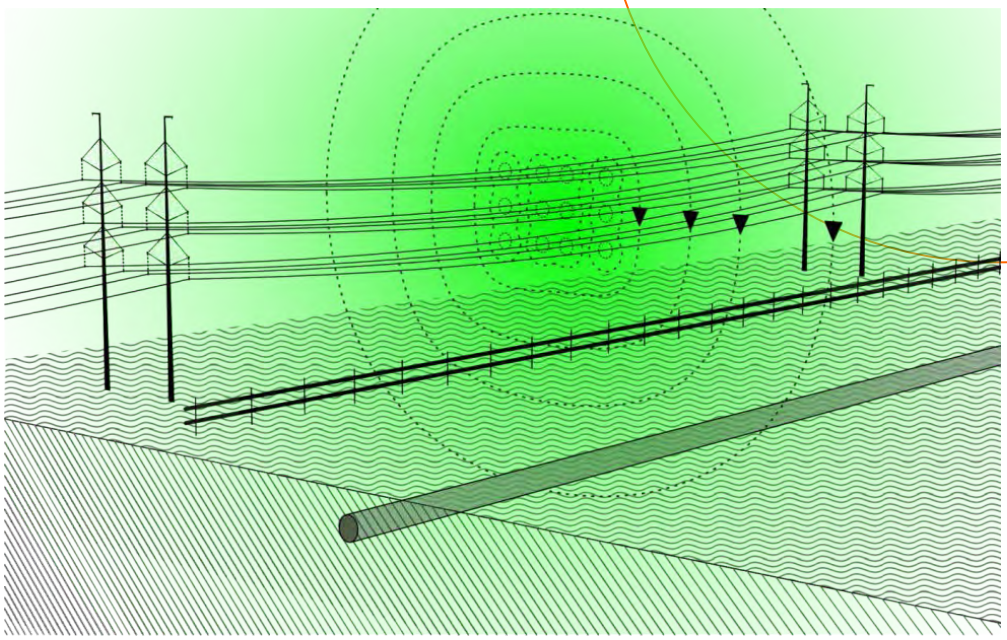
2.2.2 De gevolgen

Mensen kunnen zeer sterke elektrische velden voelen. Het gevoel is te vergelijken met een lichte kriebeling en wordt veroorzaakt door een trilling van hoofd- of lichaamshaar.
Verder kunnen elektrische velden leiden tot capacitieve oplading van geïsoleerd onder de hoogspanningslijn opgestelde objecten. Het fenomeen capacitieve beïnvloeding wordt in de volgende paragraaf behandeld.

2.3 Inductieve beïnvloeding

2.3.1 Het fenomeen

Inductieve beïnvloeding ontstaat door de wisselende magnetische velden rondom stroomvoerende geleiders. Deze wisselende magnetische velden induceren een stroom en spanning in lange geleidende objecten parallel aan de hoogspanningslijn. De mate van beïnvloeding is ondermeer afhankelijk van de lengte van de parallelloop en de hart op hart afstand tussen het object en de hoogspanningslijn. In afbeelding 3 is een schematisch voorbeeld van inductieve beïnvloeding gegeven.



Afbeelding 3, Schematische voorstelling inductieve beïnvloeding

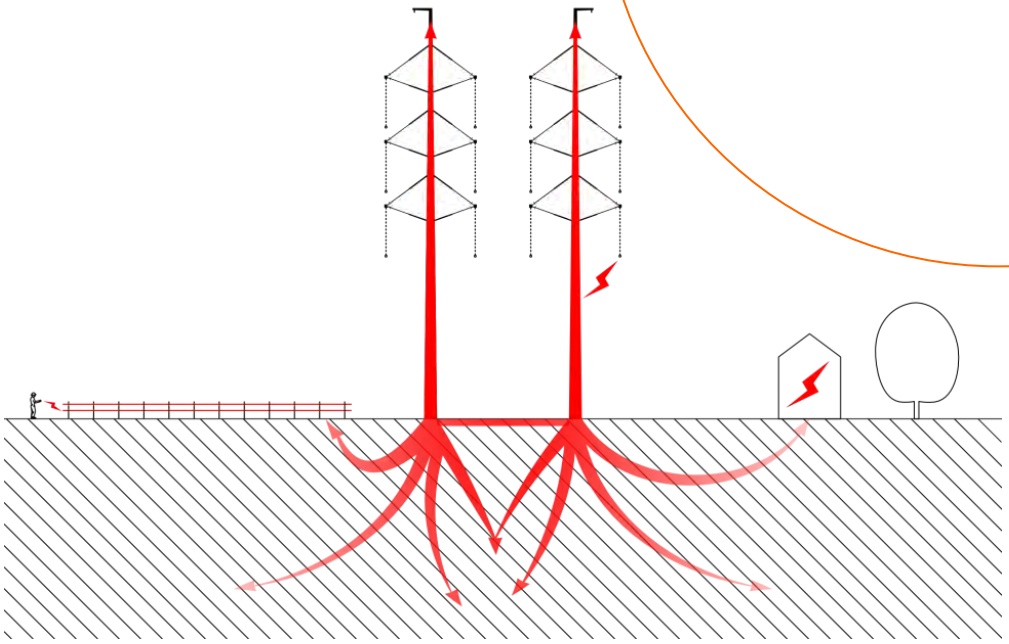
2.3.2 De gevolgen

Inductieve beïnvloeding kan leiden tot ontoelaatbare aanraakspanningen op parallel gelegen objecten. Zodra een mens of dier het object aanraakt, zal er door het spanningsverschil tussen het object en de bodem een stroom gaan lopen via het lichaam. Daarnaast kan deze vorm van beïnvloeding, afhankelijk van het object, stoorspanningen en een risico op wisselstroomcorrosie veroorzaken.

2.4 Weerstandsbeïnvloeding

2.4.1 Het fenomeen

Tijdens een kortsluiting tussen een fase en een mast vloeit een deel van de kortsluitstroom via de bliksemdraden terug naar de invoedende stations. Een ander deel van de stroom zal via de mastaardingen en de grond terug naar de stations vloeien. Bij elke mast waar de stroom via de grond terugvloeit, ontstaan potentiaaltrechters. De bodempotentiaal is het grootst bij de fundering en neemt af naarmate de afstand tot de fundering toeneemt.



Afbeelding 4, Schematische weergave weerstandsbeïnvloeding

2.4.2 De gevolgen

In afbeelding 4 is het fenomeen weerstandsbeïnvloeding schematisch weergegeven voor een Wintrack hoogspanningsmast met gekoppelde fundering.

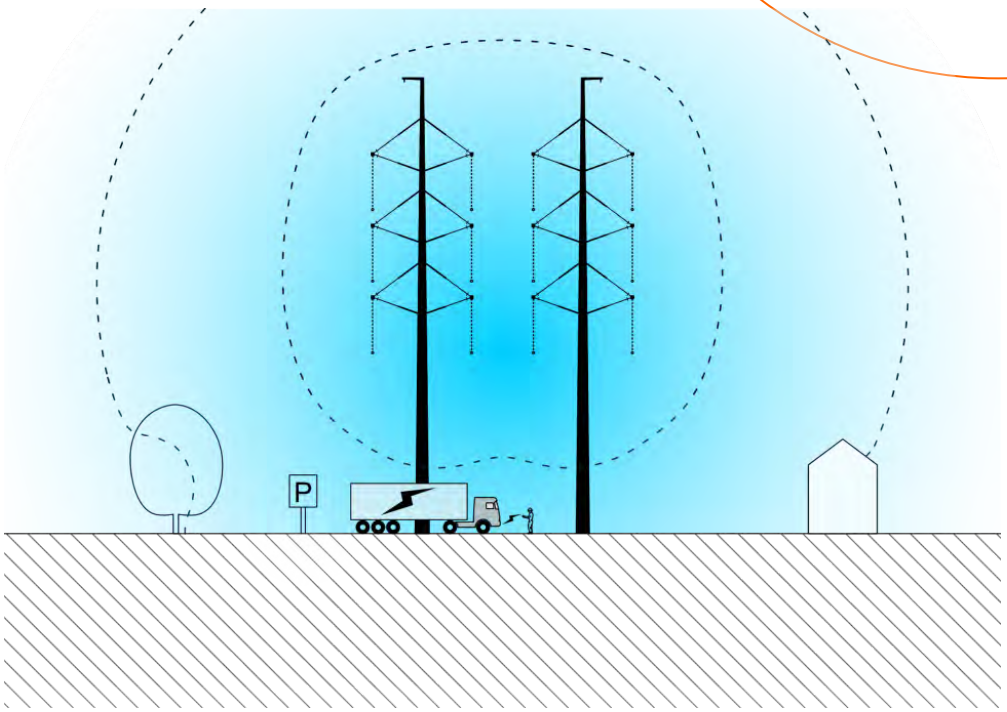
Bij objecten binnen de potentiaaltrechter kunnen door weerstandsbeïnvloeding ontoelaatbare overbruggingsspanningen ontstaan. Via geleidende objecten kunnen spanningen versleept worden naar een locatie met een andere bodemspanning. Daarnaast kan de objectisolatie van bijvoorbeeld buisleidingen of signaalkabels ontoelaatbaar worden belast.

2.5 Capacitieve beïnvloeding

2.5.1 Het fenomeen

Capacitieve beïnvloeding is een gevolg van het elektrische veld rondom de hoogspanningsverbinding. Vanwege de afschermende werking van grond speelt dit alleen bij bovengrondse, niet afgeschermde, hoogspanningsinstallaties nabij bovengrondse ongeaarde geleidende objecten. Een schematische voorstelling van het fenomeen capacitieve beïnvloeding is weergegeven in afbeelding 5.

Capacitieve beïnvloeding berust op het principe dat de capaciteit tussen de geleiders van de hoogspanningslijn en het object enerzijds en de capaciteit tussen het object en de aarde anderzijds een spanningsdeler vormen. Hierdoor kan op het object een spanning komen, die afhankelijk is van de verhouding van deze capaciteiten en de bedrijfsspanning van de hoogspanningsverbinding.



Afbeelding 5, Schematische voorstelling van capacitieve beïnvloeding

2.5.2 De gevolgen

Zodra een mens of dier het geladen object aanraakt zal deze via het lichaam ontladen. Men voelt lichte schokken. Dit kan als pijnlijk worden ervaren. Het probleem kan worden opgelost door het object te aarden.

3 EISEN EN BENODIGDE CONTROLES

3.1 Algemeen

Bij een hoogspanningsverbinding moet rekening worden gehouden met invloeden van de hoogspanningsinfrastructuren op haar omgeving. Enkele invloeden zijn gebonden aan de bedrijfsvoering van de hoogspanningsverbindingen, overige invloeden zijn ingegeven door veiligheid of integriteit van installaties. Indien toelaatbare grenzen worden overschreden moeten er maatregelen worden getroffen.

Maatregelen worden getroffen door de initiatiefnemer. In het geval dat een hoogspanningslijn wordt aangelegd, wordt als onderdeel van de aanleg, de invloed van de hoogspanningslijn op de omgeving onderzocht en worden eventuele benodigde maatregelen getroffen. Andersom moet bij de realisatie van een object (installatie of bouwwerk) nabij een hoogspanningslijn rekening worden gehouden met de effecten van de hoogspanningslijn op het te realiseren object.

In de volgende paragrafen is per onderwerp aangegeven met welke belemmeringen en invloeden rekening gehouden moet worden nabij een hoogspanningsinstallatie.

3.2 Aanraakveiligheid

Een hoogspanningsverbinding kan elektrische stromen en spanningen in vreemde objecten veroorzaken. Onder omstandigheden kunnen dergelijke stromen en spanningen leiden tot gevaarlijke situaties. Daarbij moet worden gedacht aan elektrocutie of schrikreacties.

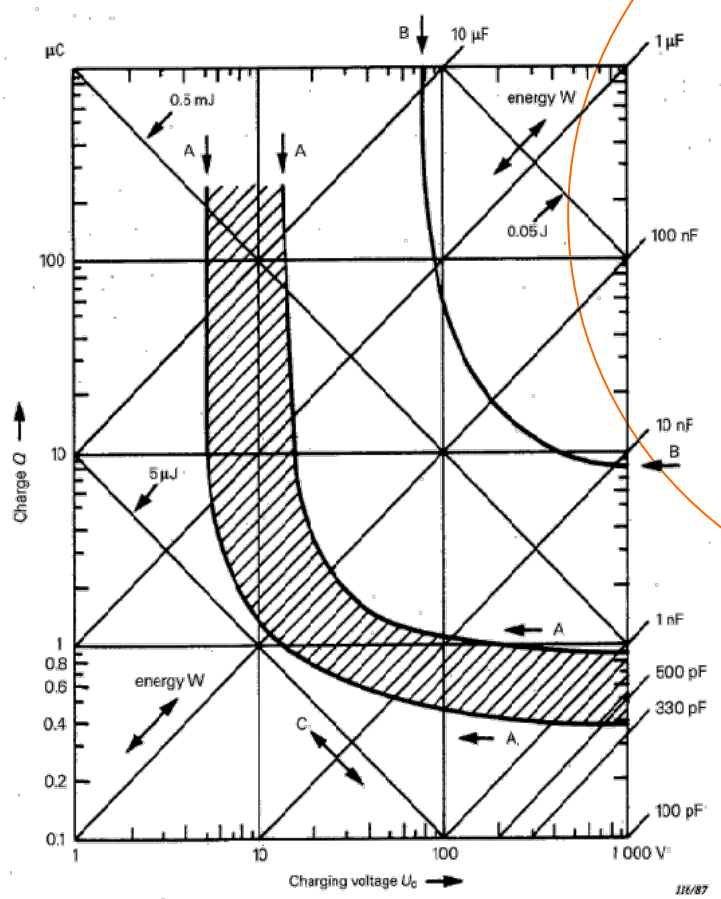
In het geval dat sprake is van overbruggingsspanningen door inductieve beïnvloeding of weerstandsbeïnvloeding, moeten deze voldoen aan de eisen volgens NEN-EN 50341-3-15 [1]. Deze eisen zijn erop gericht het risico van elektrocutie te beperken. Tabel 1 geeft een samenvatting van de toelaatbare overbruggingsspanningen voor tijdsduren langer dan 1 seconde (normaal bedrijf) en 0,1 seconde (kortsluitsituaties).

Tabel 1, Toelaatbare overbruggingsspanningen volgens NEN-EN 50341

Afschakeltijd [s]	Maximaal toelaatbare overbruggingsspanning [V]
0,1	1500
≥ 1	50

Voor een laagspanningsinstallatie geeft de NEN 1010-4 een maximale toelaatbare overbruggingsspanning van 660 V bij een afschakeltijd van 0,1 sec.

Bij capacitieve beïnvloeding waarbij grote geleidende delen worden “opgeladen”, moet worden voorkomen dat deze oplading kan leiden tot pijnlijke of schrikreacties bij aanraking. Het verschijnsel is goed te vergelijken met de ontlading bij het aanraken van een auto bij droog winterweer. Afhankelijk van het soort object kan een kleine of relatief grote ontlading toelaatbaar zijn. Concreet vereist de norm NEN-EN 50341-3 dat de oplading van geïsoleerde objecten door elektrische velden nabij de hoogspanningslijn beperkt moet zijn tot zone A in IEC 60479-2 [9], zie afbeelding 6.



Afbeelding 6, Criterium voor ontlading volgens IEC 60479-2

3.3 Risico's volksgezondheid

Bij langdurig verblijf nabij een hoogspanningslijn is er sprake van een verhoogd risico op leukemie bij kinderen tot 15 jaar. Hoewel er al veel onderzoek naar dit statistische verband is gedaan, is er nog geen oorzakelijk verband gevonden. Onderzoeken suggereren een mogelijk verband tussen het verblijf van kinderen tot 15 jaar in een langdurig gemiddeld "magneetveld" van de hoogspanningslijn groter dan circa 0,4 µT. In Nederland is om deze reden het voorzorgsbeginsel toegepast. Nieuwe "gevoelige" bestemmingen binnen de zogeheten magneetveldzone moeten daarbij zoveel mogelijk worden voorkomen.

Volgens een hypothese [8] zou door een hoogspanningslijn opgeladen fijn stof leiden tot extra decompositie van fijn stof in de longen en op de huid. Deze hypothese is door het National Radiation Protection Board onderzocht en RIVM heeft naar aanleiding hiervan een literatuuronderzoek uitgevoerd. Door deze instituten is ondermeer geconcludeerd:
"Voor zover nu bekend beïnvloeden bovengrondse hoogspanningslijnen de schadelijke effecten van fijn stof niet." [6].

3.4 Blootstelling aan niet-ioniserende straling

In richtlijn 2004/40EG [10] zijn actiewaarden gedefinieerd betreffende de beperking van de blootstelling aan niet-ioniserende straling. Invoering van deze richtlijn is in Nederland tot op heden steeds uitgesteld, maar verwacht mag worden dat deze richtlijn ook in Nederland van kracht wordt.

De richtlijn geeft actiewaarden (waarden waarboven maatregelen moeten worden getroffen) voor zowel elektrische velden als magnetische velden. Voor 50 Hz (frequentie van de stromen in de hoogspanningslijnen in Nederland) zijn de actiewaarden voor beroepsbevolking:

- Elektrisch veld: 10.000 V/m
- Magnetisch veld (H-veld): 400 A/m
- Magnetische fluxdichtheid (B-veld): 500 µT

In principe zijn de genoemde actiewaarden van toepassing op iedere plek waar personen werkzaamheden verrichten. Getoetst moet worden of aan deze waarden wordt voldaan.

De norm NEN-EN 50341-3 adviseert om voor elektrische velden een maximaal toelaatbare waarde (1 m boven maaiveld) van 5.000 V/m en voor de magnetische fluxdichtheid een maximale waarde van 100 µT (1 m boven maaiveld) aan te houden.

3.5 Functioneren van apparatuur

Magneetvelden en/of verstoring van signalen in aangesloten kabels (zie volgende paragraaf) kunnen de werking van (elektronische) apparatuur aantasten. Voor magneetvelden wordt onderscheid gemaakt tussen apparatuur voor toepassing in industriële omgevingen en apparatuur voor toepassing in huishoudelijke en licht industriële omgevingen. Normen NEN-EN –IEC 61000-6-1 [11] en NEN-EN –IEC 61000-6-2 [12] geven de immuniteit voor deze groepen apparatuur:
1 A/m voor apparatuur voor toepassing in huishoudelijke of licht industriële omgevingen;
30 A/m voor apparatuur voor toepassing in industriële omgevingen.
Voor een CRT (Cathode Ray Tube) is onder ongunstige omstandigheden de minimaal vereiste immuniteit 1 A/m. Algemeen is de immuniteit voor huishoudelijke en licht industriële toepassingen 3 A/m. Omdat in dit rapport gezocht wordt naar het gebied waarbinnen magneetvelden hoger zijn dan de laagste immuniteit van apparatuur, is van de worst-case immuniteit van 1 A/m uitgegaan.

3.6 Verstoring van signalen in signaalkabels

Onder omstandigheden moet rekening worden gehouden met het verstoren van signalen in signaalkabels. Signalen tussen verschillende apparaten kunnen hierdoor vervormen waardoor een installatie mogelijk onjuist functioneert. De mate waarin signalen kunnen vervormen is sterk afhankelijk van het toegepaste type bekabeling en de gevoeligheid van de signalen voor verstoring door voornamelijk 50 Hz signalen.

Voor het beoordelen van stoorspanningen op signaalkabels is de gevoeligheid van het systeem waarvan de kabels deel uitmaken van belang. De optredende signaalverstoring is laagfrequent (voornamelijk 50 Hz en hogere harmonischen). Digitale transmissiekanalen zijn hierdoor vrijwel ongevoelig voor dergelijke verstoringen. Analoge signaaloverdracht kan hiervoor

onder omstandigheden echter veel gevoeliger voor zijn. Bij digitale transmissiekanalen zal dus niet zozeer de stoorspanning van belang zijn, maar de veiligheid van mensen die aan de kabel werken of eventueel de mate waarin de aangesloten apparatuur bestand is tegen (kortstondige) stoorspanningen. Normaliter is de apparatuur minder kwetsbaar dan mensen, zodat hier rekening moet worden gehouden met de in tabel 1 gegeven spanningen als maximaal toelaatbare common mode spanning op de kabel.

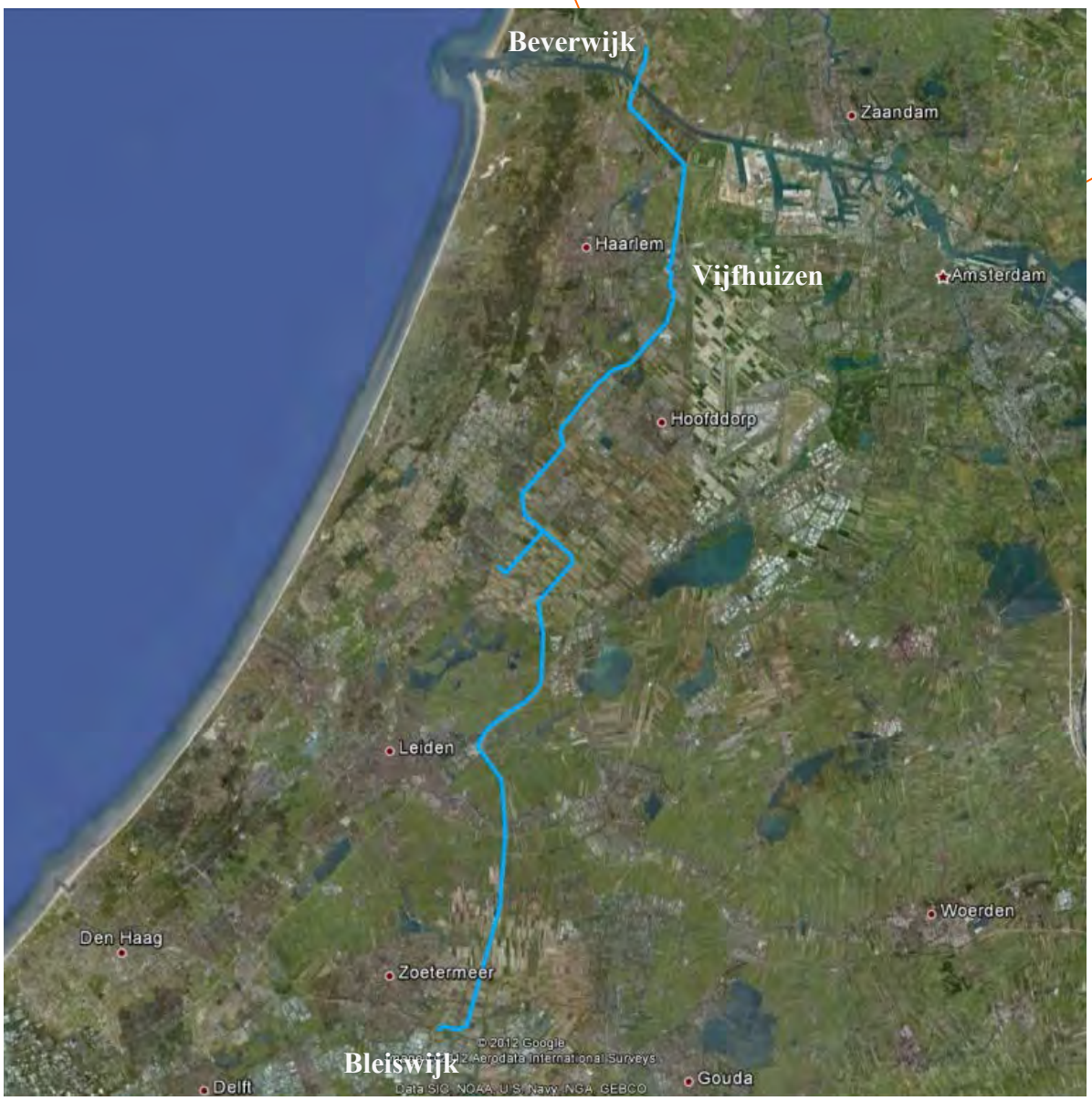
Analoge systemen kunnen echter in sommige gevallen gevoelig zijn voor laagfrequente stoorspanningen. Voor dergelijke systemen is de optredende stoorspanning voor wat betreft het al dan niet moeten nemen van maatregelen maatgevend. Hier moet dus de optredende differential mode spanning (spanning tussen de twee aders van een aderpaar) worden bepaald en vergeleken met de toelaatbare spanning. De gehanteerde toelaatbare stoorspanning voor een systeem dat zeer gevoelig is voor 50 Hz verstoringen, bedraagt in analogie aan ProRail RLN000134 [13] 9,3 mV voor 50 Hz differential mode spanningen.

Voor overige systemen en kortsluitsituaties wordt uitgegaan van de maximale overbruggingsspanningen volgens NEN1010 [14] (50 V > 1 seconde en 685 V gedurende maximaal 0,1 seconde en 1200 V over isolatie).

4 UITGANGSPUNTEN

4.1 Gebied en tracés

In afbeelding 7 is het voorgenomen tracé van de Randstad 380kV Noordring (R-380kV Noordring) weergegeven. Deze gegevens zijn conform de opgave van TenneT [15]. De 380kV verbinding wordt gerealiseerd tussen de hoogspanningsstations Beverwijk, Vijfhuizen en Bleiswijk. Daarnaast worden diverse bestaande verbindingen gecombineerd met de nieuwe verbinding. Door de bestaande verbindingen met de nieuwe verbinding te combineren kunnen delen van deze bestaande verbindingen worden geamoveerd.



Afbeelding 7, Overzicht tracé Randstad 380 kV Noordring

4.2 Gegevens hoogspanningsverbindingen

In tabel 2 zijn de hoogspanningsverbindingen weergegeven die behoren bij het project Randstad 380kV Noordring. De stroombelastingen zijn weergegeven in bijlage A en de klokgetallen in bijlage B. In bijlage C zijn de mastbeelden en kabelbedconfiguraties opgenomen. De specifieke gegevens van deze verbindingen zijn in het uitganspuntendocument opgenomen [15].

Tabel 2, Hoogspanningsverbindingen

Hoogspanningsverbinding	Spanning [kV]	Aantal circuits	Nummer bijlage
380kV Beverwijk – Vijfhuizen (mast 1 t/m 5 en mast 6 t/m 38)	380	2	C1
380kV Beverwijk – Vijfhuizen (kabeldeel)	380	2	C3
380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (kabeldeel)	380	2	C3
150kV Haarlemmermeer-Vijfhuizen (kabeldeel)	150	2	C3
380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 213 t/m 200) 150kV Haarlemmermeer-Vijfhuizen (mast 213 t/m 200)	380 / 150	2 / 2	C2
380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 199 t/m 181) 150kV Sassenheim-Haarlemmermeer (mast 199 t/m 181)	380 / 150	2 / 2	C2
150kVSassenheim-Haarlemmermeer (kabeldeel)	150	2	C3
380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 181 t/m 154 en mast 153 t/m 123)	380	2	C1
150kV Zoetermeer-Leiden (kabeldeel)	380	2	C3
380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 123 t/m 109) 150kV Zoetermeer-Leiden (mast 92 t/m 106)	380 / 150	2 / 2	C2
380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 109 t/m 101)	380	2	C1

4.3 Bodemweerstand

De gehanteerde bodemweerstanden zijn opgenomen in bijlage D. Deze bodemweerstandwaarden zijn de gemeten bodemweerstanden bij het tracé, conform de opgave van TenneT [15].

5 BEINVLOEDINGSGEBIEDEN

Om de relevante installaties te kunnen inventariseren, zijn de afstanden vastgelegd waarbinnen mogelijk sprake kan zijn van ontoelaatbare beïnvloeding. Hiervoor is in eerste aanzet gebruik gemaakt van generieke gegevens voor de hoogspanningslijn. De generieke zones waarbinnen met de diverse vormen van elektrische beïnvloeding rekening moet worden gehouden, zijn opgenomen in bijlage E.

5.1 Weerstandsbeïnvloeding

Voor een eerste beoordeling van de risico's op weerstandsbeïnvloeding zijn per mast de te verwachten potentiaaltrechters berekend. Uit de berekende potentiaaltrechters zijn de equipotentiaallijnen voor 1500V, 1200V, 750V en 660V bepaald. Afhankelijk van het soort object kan binnen één of meer van deze equipotentiaallijnen sprake zijn van ontoelaatbare weerstandsbeïnvloeding. Voor de inventarisatie is gebruik gemaakt van het ruimste gebied, omsloten door de equipotentiaallijn van 660 V. De maximale berekende beïnvloedingsgebieden voor weerstandsbeïnvloeding rondom de masten, zijn in tabel 1 en tabel 2 in bijlage E opgenomen.

5.2 Capacitieve beïnvloeding en elektrische veld

Alleen bij bovengrondse objecten of bij bestemmingen waar mag worden verwacht dat zich mensen op enige hoogte boven maaiveld onder de hoogspanningslijn kunnen ophouden (bijvoorbeeld bij het uitvoeren van werkzaamheden), zijn de optredende capacitieve beïnvloeding en de elektrische velden van belang.

Voor elektrische velden wordt uitgegaan van limieten voor blootstelling aan mensen. Voor het ontwerp van de hoogspanningslijn geldt de eis, dat de maximale elektrische veldsterkte op 1 m boven het maaiveld altijd kleiner is dan 5 kV/m. Deze veldsterkte moet worden berekend voor de hoogste systeemspanning (nominale spanning + 10%). Alleen in de directe nabijheid van de hoogspanningslijn kunnen elektrische velden mogelijk maatgevend zijn.

Bij de eerste toetsing wordt ervan uitgegaan dat elektrische velden alleen onder specifieke omstandigheden onder de hoogspanningslijn tot ontoelaatbare situaties kunnen leiden. Dit geldt voor objecten met een (aanmerkelijk) grotere hoogte dan 1 m boven het maaiveld, waar mensen zich in het geval van werkzaamheden in de nabijheid van de hoogspanningslijn kunnen bevinden of waarbij mensen op het object kunnen verblijven.

Veel objecten hebben een dusdanig geringe hoogte dat zij zich niet in het gebied bevinden waarbinnen elektrische velden direct ontoelaatbaar zijn. Ondergrondse objecten zijn per definitie veilig.

Capacitieve beïnvloeding kan alleen bij bovengrondse ongeaarde geleidende objecten in de directe nabijheid van de hoogspanningslijn ontoelaatbaar zijn. De objecten moeten dan bovendien een voldoende groot oppervlak hebben.
De maximale berekende beïnvloedingsgebieden voor capacitieve beïnvloedingen en elektrische velden zijn in tabel 3 in bijlage E opgenomen.

5.3 Inductieve beïnvloedingen

Inductieve beïnvloeding van geleidende objecten parallel aan de hoogspanningsverbinding kan alleen optreden binnen een bepaalde beïnvloedingszone. Voor het bepalen van de beïnvloedingszone wordt in eerste instantie uitgegaan van de grootste afstand waarbij een onbekend object mogelijk ontoelaatbaar beïnvloed zou kunnen worden door de nieuwe verbinding. De breedte van deze zone is onder andere afhankelijk van de kenmerken van de hoogspanningsverbinding en de lokale bodemweerstand. In tabel 4 van bijlage E zijn de maximale berekende beïnvloedingsgebieden per configuratie aangegeven.

5.4 Magnetische velden

Een elektrische stroom door een hoogspanningslijn veroorzaakt een magneetveld. Magnetische velden kunnen mogelijk de werking van elektronische apparatuur verstoren of leiden tot effecten op mensen en dieren. In verband hiermee worden eisen gesteld aan blootstelling van mensen aan magnetische velden. Ook kunnen eisen worden gesteld ten aanzien van magnetische velden nabij elektronische apparatuur. Bij alle objecten waar mogelijk (elektronische) apparatuur aanwezig is moet rekening worden gehouden met magnetische velden. Apparatuur kan bijvoorbeeld op grote hoogte in of op een gebouw zijn opgesteld. Eisen aan magnetische velden nabij elektronische apparatuur worden afgeleid uit de immuniteit (gevoeligheid) van deze apparatuur voor magnetische velden.

De afstanden uit het hart van het tracé van de R-380kV Noordring waarbinnen magnetische velden grenswaarden kunnen overschrijden, worden voor drie grenswaarden berekend op een hoogte van 10 m boven het maaiveld, uitgaande van de minst gunstige bedrijfsvoering in de hoogspanningsverbinding. Om de zonebreedtes te bepalen is uitgegaan van de volgende grenswaarden:

- Afstand waarbij de magnetische veldsterkte groter is dan 1A/m;
- Afstand waarbij de magnetische veldsterkte groter is dan 3A/m;
- Afstand waarbij de magnetische veldsterkte groter is dan 30A/m.

De maximale berekende afstanden voor deze grenswaarden zijn in tabel 5 van bijlage E opgenomen.

6 BESCHOUWINGEN

6.1 Rijkswaterstaat objecten uit fase 1

In dit onderzoek wordt rekening gehouden met de door TenneT [15] en de door Rijkswaterstaat verstrekte gegevens [16]. Alleen objecten binnen de beïnvloedingsgebieden van de R-380kV Noordring kunnen beïnvloed worden. Deze objecten zijn in kaart gebracht en op hoofdlijnen getoetst in fase 1 van dit project. De resultaten zijn opgenomen in het rapport ”Inventarisatie van objecten en eerste beoordeling elektromagnetische beïnvloeding, Randstad 380kV Noordring” van Petersburg [17].
Uit de inventarisatie en de eerste toetsing in fase 1 is gebleken dat Rijkswaterstaat beheerder/eigenaar van verschillende objecten in het projectgebied is en dat ontoelaatbare beïnvloeding voor deze objecten nog niet kan worden uitgesloten. Tabel 3 geeft een overzicht van deze objecten. In de volgende paragrafen worden de objecten nader beschouwd en getoetst op mogelijke ontoelaatbare beïnvloedingen.

Tabel 3, Objecten met mogelijke ontoelaatbare beïnvloedingen

Inventarisatie nr.	Object ID	omschrijving	Relevante vorm van beïnvloeding
270	RVR_rwsalkmaar_DT2_001	buisleiding	Inductief
274	RVR_rwsamsterdam_DT10_001	buisleiding	Inductief
276	RVR_rwswaternh_DT2_001	buisleiding	Inductief
15	G_0015	geleiderails	Inductief
57	G_0058	geleiderails	Inductief
58	G_0059	geleiderails	Inductief
77	G_0078	geleiderails	Inductief
96	G_0097	geleiderails	Inductief
98	G_0099	geleiderails	Inductief
101	G_0102	geleiderails	Inductief
104	G_0105	geleiderails	Inductief
105	G_0106	geleiderails	Inductief
150	G_VERLICHTINGSKABEL_0001	draagkabel	Inductief
10	K_0010	kunstwerk	M-veld
11	K_0011	kunstwerk	M-veld
12	K_0012	kunstwerk	M-veld
13	K_0013	kunstwerk	M-veld
23	K_0023	kunstwerk	M-veld
31	K_0031	kunstwerk	M-veld, E-veld en capacitief
33	K_0033	kunstwerk	M-veld
35	K_0035	kunstwerk	M-veld
39	K_0039	kunstwerk	M-veld, E-veld en capacitief
45	K_0045	kunstwerk	Inductief
51	K_0051	kunstwerk	M-veld
54	K_0054	kunstwerk	M-veld, E-veld en capacitief
62	K_0062	kunstwerk	Inductief
298	Data_RWS_001_DT1	data kabel	Inductief
308	Data_rwsweghaaglanden_DT11_001	data kabel	Inductief
309	Data_rwsweghaaglanden_DT12_001	data kabel	Inductief
310	Data_rwsweghaaglanden_DT12_002	data kabel	Inductief
319	Data_rwsweghaaglanden_DT14_001	data kabel	Inductief
320	Data_rwsweghaaglanden_DT14_002	data kabel	Inductief
444	overig_rwsalkmaar_DT2_001	overige	Inductief
456	overig_rwswaternh_DT2_001	overige	Inductief
480	overig_rwsweghaaglanden_DT14_001	overige	Inductief
146	LSP_rwsalkmaar_DT3_001	laagspanningskabel	Inductief
157	LSP_rwswaternh_DT2_002	laagspanningskabel	Inductief
158	LSP_rwswaternh_DT3_001	laagspanningskabel	Inductief
162	LSP_rwsweghaaglanden_DT11_001	laagspanningskabel	Inductief
163	LSP_rwsweghaaglanden_DT12_001	laagspanningskabel	Inductief
164	LSP_rwsweghaaglanden_DT12_002	laagspanningskabel	Inductief
171	LSP_rwsweghaaglanden_DT14_001	laagspanningskabel	Inductief
172	LSP_rwsweghaaglanden_DT14_002	laagspanningskabel	Inductief

6.2 Buisleidingen

Uit de inventarisatie van fase 1 (zie tabel 3), blijkt dat voor drie buisleidingen van Rijkswaterstaat, het optreden van ontoelaatbare beïnvloeding op grond van de liggingsgegevens niet kan worden uitgesloten. Van deze buisleidingen zijn nadere gegevens aangevraagd bij Rijkswaterstaat. Uit de ontvangen gegevens [16] blijkt dat deze leidingen niet van staal en/of gietijzer zijn, zodat ontoelaatbare beïnvloeding door de nieuwe hoogspanningslijn kan worden uitgesloten voor deze buisleidingen.

6.3 Geleiderails

Uit de inventarisatie van fase 1 blijkt dat voor negen geleiderails en een draagkabel voor verlichting van Rijkswaterstaat, het optreden van ontoelaatbare beïnvloeding op grond van de liggingsgegevens niet kan worden uitgesloten (zie tabel 3). In de bijlage F zijn de geleiderails en de draagkabel voor verlichting weergegeven. Van deze objecten zijn nadere gegevens aangevraagd bij Rijkswaterstaat. Uit de door Rijkswaterstaat verstrekte gegevens [16] blijkt dat de draagkabel voor verlichting is geaard door de koppeling met de lichtmasten.

Om de optredende inductieve beïnvloeding te toetsen zijn gedetailleerde berekeningen uitgevoerd. Hierbij zijn de objecten gemodelleerd, waarbij rekening is gehouden met specifieke gegevens van deze objecten en de hoogspanningverbindingen.
De maximaal optredende beïnvloedingsspanningen tijdens nominale bedrijfsvoering en kortsluiting zijn berekend met het programma ATP/EMTP. De resultaten van deze berekeningen zijn samengevat en aan de eisen conform NEN-EN 50341-3 getoetst in tabel 4.

Tabel 4, Maximaal optredende aanraakspanningen

Belastingsituatie	**Maximaal toelaatbare spanning [V]**	**Maximaal optredende spanning [V]**	**Voldoet aan NEN-EN 50341 [J/N]**
Nominaal bedrijf	50	5	J
Onderhoud in 380kV Beverwijk - Vijfhuizen	50	6	J
Onderhoud in 380kV Vijfhuizen - Bleiswijk	50	5	J
Eén fase kortsluiting in 380kV Beverwijk - Vijfhuizen	1500	574	J
Eén fase kortsluiting in 380kV – Vijfhuizen - Bleiswijk	1500	650	J

Uit de resultaten in tabel 4 blijkt dat de aanraakspanningen op de geleiderails en de verlichtingsdraagkabel voldoen aan de gestelde eisen conform NEN-EN 50341-3.
In bijlage F zijn de locaties weergegeven van de maatgevende geleiderails uit tabel 4. De overzichtskaarten zijn verdeeld in een noordelijke- en zuidelijke gedeelte.

6.4 Kunstwerken

Uit de inventarisatie van fase 1 blijkt dat twaalf kunstwerken van Rijkswaterstaat nader beschouwd moeten worden. Deze kunstwerken zijn in tabel 5 opgenomen.

Tabel 5, Kunstwerken met mogelijke ontoelaatbare beïnvloedingen

Inventarisatie nr.	Object ID	omschrijving	Relevante vorm van beïnvloeding
10	K_0010	kunstwerk	M-veld
11	K_0011	kunstwerk	M-veld
12	K_0012	kunstwerk	M-veld
13	K_0013	kunstwerk	M-veld
23	K_0023	kunstwerk	M-veld
31	K_0031	kunstwerk	M-veld, E-veld en capacitief
33	K_0033	kunstwerk	M-veld
35	K_0035	kunstwerk	M-veld
39	K_0039	kunstwerk	M-veld, E-veld en capacitief
45	K_0045	kunstwerk	Inductief
51	K_0051	kunstwerk	M-veld
54	K_0054	kunstwerk	M-veld, E-veld en capacitief
62	K_0062	kunstwerk	Inductief

In de volgende paragrafen zijn de kunstwerken nader beschouwd. Belangrijk bij deze beschouwing is of er apparatuur aanwezig is, die beïnvloedt kan worden door het magnetisch veld van de hoogspanningsverbindingen. Ook zijn deze objecten beoordeeld op overige vormen van beïnvloedingen.

6.4.1 Object K_0010

Object K_0010 ligt binnen het gebied waar mogelijk magnetische velden tussen 3 en 30A/m kunnen optreden. De goede werking van apparatuur voor licht-industriële of huishoudelijke toepassingen kan bij blootstelling aan dergelijke magneetvelden mogelijk worden verstoord. Object K_0010 is een viaduct en bij de kruising van de Spaarnwouderweg met de N205, ter hoogte van De Liede (zie afbeelding 8). Dit viaduct bestaat voornamelijk uit beton en heeft stalen relingen. Bij dit object wordt verwacht dat er geen apparatuur aanwezig is die ontoelaatbaar beïnvloed kan worden door magnetische velden van de hoogspanningslijn.

Afbeelding 8, Object K_0010

6.4.2 Object K_0012

Object K_0012 ligt binnen het gebied waar mogelijk magnetische velden tussen 3 en 30A/m kunnen optreden. De goede werking van apparatuur voor licht-industriële of huishoudelijke toepassingen kan bij blootstelling aan dergelijke magneetvelden mogelijk worden verstoord. Object K_0012 is een viaduct over de N205 van de Zuidtangent richting Expo Haarlemmermeer (zie afbeelding 9). Het viaduct bestaat voornamelijk uit beton en heeft stalen relingen. Bij dit object wordt verwacht dat er geen apparatuur aanwezig is die ontoelaatbaar beïnvloed kan worden door magnetische velden van de hoogspanningslijn.

Afbeelding 9, Object K_0012

6.4.3 Object K_0013

Object K_0013 ligt binnen het gebied waar mogelijk magnetische velden tussen 3 en 30A/m kunnen optreden. De goede werking van apparatuur voor licht-industriële of huishoudelijke toepassingen kan bij blootstelling aan dergelijke magneetvelden mogelijk worden verstoord. Object K_0013 is een tuibrug bij de kruising van de Drie Merenweg met het Lindepad, zie afbeelding 10. De brug bestaat voornamelijk uit beton en heeft stalen relingen. Bij dit object wordt verwacht dat er geen apparatuur aanwezig is die ontoelaatbaar beïnvloed kan worden door magnetische velden van de hoogspanningslijn.

Afbeelding 10, Object K_0013

6.4.4 Object K_0023

Object K_0023 ligt binnen het gebied waar mogelijk magnetische velden tussen 3 en 30A/m kunnen optreden. De goede werking van apparatuur voor licht-industriële of huishoudelijke toepassingen kan bij blootstelling aan dergelijke magneetvelden mogelijk worden verstoord.

Object K_0023 is een onderdoorgang ter hoogte van de Drie Merenweg, die onder de N205 doorloopt (zie afbeelding 11). Deze onderdoorgang bestaat voornamelijk uit beton en heeft stalen relingen.

Bij dit object is elektrische apparatuur aanwezig in de vorm van een pomp en schakelkast. Deze apparatuur is op het maaiveld geplaatst. Algemeen moet voor dergelijke apparatuur rekening worden gehouden met een mogelijke gevoeligheid voor magnetische velden.

Er wordt verwacht dat de elektrische apparatuur bij de onderdoorgang een immuniteit heeft van 30 A/m, conform de NEN-EN 61000-6-2. De maximale berekende magnetische veldsterkte op maaiveld hoogte onder de hoogspanningslijn bedraagt circa 5 A/m. De optredende veldsterkte (5 A/m) is lager dan de te verwachten immuniteit (30 A/m).

Op basis van bovenstaande wordt verwacht dat de werking van de elektrische apparatuur bij de duiker niet wordt verstoord door magnetische velden van de hoogspanningsverbinding.

In de praktijk zijn incidenteel niveaumeters toegepast met een lagere immuniteit voor magnetische velden. Aanbevolen wordt om voor deze situatie nader te controleren of hier dergelijke voor magneetvelden gevoelige niveaumeters zijn toegepast. Indien dit het geval is zou een dergelijke meter uitgewisseld kunnen worden voor een ander type niveaumeter.

Afbeelding 11, Object K_0023

6.4.5 Object K_0031

Object K_0031 ligt binnen het gebied waar mogelijk magnetische velden tussen 3 en 30A/m kunnen optreden en waar rekening gehouden moet worden met mogelijke capacitieve beïnvloeding. De goede werking van apparatuur voor licht-industriële of huishoudelijke toepassingen kan bij blootstelling aan dergelijke magneetvelden mogelijk worden verstoord en onder omstandigheden moet rekening worden gehouden met ontladingen bij aanraking van het object.

Object K_0031 is een duiker ten noorden van de Noordelijke Randweg en loopt onder de N205 door (zie afbeelding 12). Deze duiker bestaat voornamelijk uit beton en heeft stalen relingen.

Bij dit object is elektrische apparatuur aanwezig in de vorm van een pomp en schakelkast. Deze apparatuur is op het maaiveld geplaatst. Algemeen moet voor dergelijke apparatuur rekening worden gehouden met een mogelijke gevoeligheid voor magnetische velden.

Er wordt verwacht dat de elektrische apparatuur bij de onderdoorgang een immuniteit heeft van 30 A/m, conform de NEN-EN 61000-6-2. De maximale berekende magnetische veldsterkte op maaiveld hoogte onder de hoogspanningslijn bedraagt circa 6 A/m. De optredende veldsterkte (6 A/m) is lager dan de te verwachten immuniteit (30 A/m).

Op basis van bovenstaande wordt verwacht dat de werking van de elektrische apparatuur bij de duiker niet wordt verstoord door magnetische velden van de hoogspanningsverbinding.

In de praktijk zijn incidenteel niveaumeters toegepast met een lagere immuniteit voor magnetische velden. Aanbevolen wordt om voor deze situatie nader te controleren of hier dergelijke voor magneetvelden gevoelige niveaumeters zijn toegepast. Indien dit het geval is zou een dergelijke meter uitgewisseld kunnen worden voor een ander type niveaumeter.

Duiker K_0031 ligt binnen het gebied waar met capacitieve beïnvloeding rekening moet worden gehouden. Uit de inventarisatie blijkt dat het object niet ongeaard is opgesteld, waardoor er geen sprake is van ontoelaatbare ontladingen bij aanraking van het object.

Afbeelding 12, Object K_0031

6.4.6 Object K_0033

Object K_0033 ligt binnen het gebied waar mogelijk magnetische velden tussen 3 en 30A/m kunnen optreden. De goede werking van apparatuur voor licht-industriële of huishoudelijke toepassingen kan bij blootstelling aan dergelijke magneetvelden mogelijk worden verstoord.

Object K_0033 is een duiker ten zuiden van de Noordelijke Randweg en loopt onder de N205 door (zie afbeelding 13). Deze duiker bestaat voornamelijk uit beton.

Bij dit object is elektrische apparatuur aanwezig in de vorm van een pomp en schakelkast. Deze apparatuur is op het maaiveld geplaatst. Algemeen moet voor dergelijke apparatuur rekening worden gehouden met een mogelijke gevoeligheid voor magnetische velden.

Er wordt verwacht dat de elektrische apparatuur bij de onderdoorgang een immuniteit heeft van 30 A/m, conform de NEN-EN 61000-6-2. De maximale berekende magnetische veldsterkte op maaiveld hoogte onder de hoogspanningslijn bedraagt circa 3 A/m. De optredende veldsterkte (3 A/m) is lager dan de te verwachten immuniteit (30 A/m).

Op basis van bovenstaande wordt verwacht dat de werking van de elektrische apparatuur bij de duiker niet wordt verstoord door magnetische velden van de hoogspanningsverbinding.

In de praktijk zijn incidenteel niveaumeters toegepast met een lagere immuniteit voor magnetische velden. Aanbevolen wordt om voor deze situatie nader te controleren of hier dergelijke voor magneetvelden gevoelige niveaumeters zijn toegepast. Indien dit het geval is zou een dergelijke meter uitgewisseld kunnen worden voor een ander type niveaumeter.

Afbeelding 13, Object K_0033

6.4.7 Object K_0035

Object K_0035 ligt binnen het gebied waar mogelijk magnetische velden tussen 3 en 30A/m kunnen optreden. De goede werking van apparatuur voor licht-industriële of huishoudelijke toepassingen kan bij blootstelling aan dergelijke magneetvelden mogelijk worden verstoord.

Object K_0035 is een viaduct bij de kruising van de Venneperweg met de N205 (zie afbeelding 14). Het viaduct bestaat voornamelijk uit beton en heeft stalen relingen. Bij dit object wordt verwacht dat er geen apparatuur aanwezig is die ontoelaatbaar beïnvloed kan worden door magnetische velden van de hoogspanningslijn.

Afbeelding 14, Object K_0035

6.4.8 Object K_0039

Object K_0039 ligt binnen het gebied waar mogelijk magnetische velden tussen 3 en 30A/m kunnen optreden en waar rekening gehouden moet worden met mogelijke capacitieve beïnvloeding. De goede werking van apparatuur voor licht-industriële of huishoudelijke toepassingen kan bij blootstelling aan dergelijke magneetvelden mogelijk worden verstoord en onder omstandigheden moet rekening worden gehouden met ontladingen bij aanraking van het object.

Object K_0039 is een brug op de N205 vanaf de kruising met de N207 (zie afbeelding 15). Deze brug bestaat voornamelijk uit beton en heeft stalen relingen. Bij dit object wordt verwacht dat er geen apparatuur aanwezig is die ontoelaatbaar beïnvloed kan worden door magnetische velden van de hoogspanningslijn.

Afbeelding 15, Object K_0039

De brug K_0039 ligt binnen het gebied waar met capacitieve beïnvloeding rekening moet worden gehouden. Uit de inventarisatie blijkt dat het object niet ongeaard is opgesteld, waardoor er geen sprake is van ontoelaatbare ontladingen bij aanraking van het object.

6.4.9 Object K_0045

Voor object K_0045 moet op grond van de ligging rekening worden gehouden met inductieve beïnvloeding. Door inductieve beïnvloeding ontstaan spanningen op lange geleidende objecten parallel aan de hoogspanningsverbinding.

Object K_0045 is een viaduct ter hoogte van de kruising van de A4 met de Zuidweg (zie afbeelding 16). Het viaduct bestaat voornamelijk uit beton en er staan geluidschermen op.

De inductieve beïnvloeding op het geluidscherm is getoetst door de maximaal optredende spanning te berekenen voor een aan één zijde geaarde, goed van de grond geïsoleerde metalen geleider te modelleren. Deze geleider ligt op een afstand van 22 m over een lengte van 185 m parallel aan de hoogspanningsverbinding. De op deze wijze berekende spanning voor de niet-geaarde zijde is de hoogst mogelijke spanning onder worst case omstandigheden.

De op bovenstaande wijze berekende spanning tijdens een éénfase kortsluiting in de hoogspanningsverbinding bedraagt 165V. Hiermee wordt voldaan aan de gestelde eisen voor aanraakspanningen (1500V).

Afbeelding 16, Object K_0045

6.4.10 Object K_0051

Object K_0051 ligt binnen het gebied waar mogelijk magnetische velden tussen 3 en 30A/m kunnen optreden. De goede werking van apparatuur voor licht-industriële of huishoudelijke toepassingen kan bij blootstelling aan dergelijke magneetvelden mogelijk worden verstoord.

Object K_0051 is een brug ter hoogte van de kruising van de A4 met de Zuidzijderkade (zie afbeelding 17). Deze brug bestaat voornamelijk uit beton en heeft stalen relingen.

Bij dit object is elektrische apparatuur aanwezig in de vorm van een op afstand bestuurbare CADO. Deze apparatuur is op de brug geplaatst. Algemeen moet voor dergelijke apparatuur rekening worden gehouden met een mogelijke gevoeligheid voor magnetische velden.

Er wordt verwacht dat de elektrische apparatuur o de brug een immuniteit heeft van 30 A/m, conform de NEN-EN 61000-6-2. De maximale berekende magnetische veldsterkte op de brug bedraagt circa 3 A/m. De optredende veldsterkte (3 A/m) is lager dan de gebruikelijke immuniteit (30 A/m) van dergelijke apparatuur.

Op basis van bovenstaande wordt verwacht dat de werking van de elektrische apparatuur op de brug niet wordt verstoord door magnetische velden van de hoogspanningsverbinding.

Afbeelding 17, Object K_0051

6.4.11 Object K_0054

Object K_0054 ligt binnen het gebied waar mogelijk magnetische velden groter dan 30A/m kunnen optreden en waar rekening gehouden moet worden met mogelijke capacitieve beïnvloeding. De goede werking van apparatuur voor licht-industriële of huishoudelijke en voor industriële toepassingen kan bij blootstelling aan dergelijke magneetvelden mogelijk worden verstoord en onder omstandigheden moet rekening worden gehouden met ontladingen bij aanraking van het object.

Afbeelding 18, Object K_0054

Object K_0054 is een viaduct ter hoogte van de kruising van de N446 met de A4 (zie afbeelding 18). Deze brug bestaat voornamelijk uit beton en heeft stalen relingen. Bij dit object wordt verwacht dat er geen apparatuur aanwezig is die ontoelaatbaar beïnvloed kan worden door magnetische velden van de hoogspanningslijn.

Het viaduct K_0054 ligt binnen het gebied waar met capacitieve beïnvloeding rekening moet worden gehouden. Uit de inventarisatie blijkt dat het object niet ongeaard is opgesteld, waardoor er geen sprake is van ontoelaatbare ontladingen bij aanraking van het object.

6.4.12 Object K_0062

Voor object K_0062 moet op grond van de ligging rekening worden gehouden met inductieve beïnvloeding tijdens een éénfase kortsluiting in de hoogspanningsverbinding. Door inductieve beïnvloeding ontstaan spanningen op lange geleidende objecten parallel aan de hoogspanningsverbinding.

Object K_0062 is een tunnel waarmee de A9 het Noordzeekanaal kruist (zie afbeelding 19). De tunnel bestaat voornamelijk uit beton en er zijn relingen aanwezig.

De inductieve beïnvloeding op het tunnel is getoetst door de maximaal optredende spanning te berekenen voor een aan één zijde geaarde, goed van de grond geïsoleerde metalen geleider te modelleren. Deze geleider ligt op een afstand van 170 m over een lengte van 750 m parallel aan de hoogspanningsverbinding. De op deze wijze berekende spanning voor de niet-geaarde zijde is de hoogst mogelijke spanning onder worst case omstandigheden.
De op bovenstaande wijze berekende spanning tijdens een éénfase kortsluiting in de hoogspanningsverbinding bedraagt 254V. Hiermee wordt voldaan aan de gestelde eisen voor aanraakspanningen (1500V).

Afbeelding 19, Object K_0062

6.5 Signaalkabel

Uit de inventarisatie in fase 1 blijkt dat ontoelaatbare beïnvloeding op grond van de ligging parallel aan de hoogspanningsverbinding niet kan worden uitgesloten voor negen signaalkabels en een draagkabel van Rijkswaterstaat. De signaalkabels zijn in tabel 6 en bijlage G opgenomen.

Tabel 6, Signaalkabels met mogelijke ontoelaatbare beïnvloedingen

Inventarisatie nr.	Object ID	Relevante vorm van beïnvloeding
298	Data_RWS_001_DT1	Inductief
308	Data_rwsweghaaglanden_DT11_001	Inductief
309	Data_rwsweghaaglanden_DT12_001	Inductief
310	Data_rwsweghaaglanden_DT12_002	Inductief
319	Data_rwsweghaaglanden_DT14_001	Inductief
320	Data_rwsweghaaglanden_DT14_002	Inductief
444	overig_rwsalkmaar_DT2_001	Inductief
456	overig_rwswaternh_DT2_001	Inductief
480	overig_rwsweghaaglanden_DT14_001	Inductief

Uit de verstrekte gegevens door Rijkswaterstaat [16] over de signaalkabel, blijkt dat de maximale lengte (de afstand tussen twee kasten) van een signaalkabel 400m bedraagt. Gezien de opbouw van de signaalkabels, conform de door Rijkswaterstaat verstrekte specificatie, zijn de differential mode beïnvloeding niet aan de orde. Bij het toetsen van de optredende spanningen op signaalkabels wordt gecontroleerd of de optredende common mode spanningen voldoen aan de eisen voor overbruggingsspanningen volgens NEN 1010.

Voor de gedetailleerde berekening van de inductieve beïnvloedingen zijn de signaalkabels specifiek gemodelleerd. De optredende beïnvloedingsspanningen zijn berekend met het programma ATP/EMTP. De maximaal optredende aanraakspanningen tijdens nominale bedrijfsvoering en kortsluiting zijn berekend. De resultaten van deze berekeningen zijn samengevat en aan de eisen conform NEN 1010 [14] getoetst in tabel 7.

Tabel 7, Maximaal optredende aanraakspanningen

Belastingsituatie	Maximaal toelaatbare spanning [V]	Maximaal optredende spanning [V]	Voldoet aan NEN 1010 [J/N]
Nominaal bedrijf	50	1,5	J
Onderhoud in 380kV Beverwijk - Vijfhuizen	50	1,5	J
Onderhoud in 380kV Vijfhuizen - Bleiswijk	50	10	J
Eén fase kortsluiting in 380kV Beverwijk - Vijfhuizen	685	170	J
Eén fase kortsluiting in 380kV Vijfhuizen - Bleiswijk	685	310	J

Uit de resultaten in tabel 7 blijkt dat de aanraakspanningen op de signaalkabels voldoen aan de gestelde eisen conform NEN 1010.

6.6 Laagspanningskabels

Uit de inventarisatie in fase 1 blijkt dat ontoelaatbare beïnvloeding op grond van de ligging parallel aan de hoogspanningsverbinding niet kan worden uitgesloten voor acht laagspanningskabels van Rijkswaterstaat. De kabels zijn in tabel 8 opgenomen en de locaties zijn in bijlage H weergegeven.

Tabel 8 Laagspanningskabels met mogelijke ontoelaatbare beïnvloeding

Inventarisatie nr.	Object ID	Relevante vorm van beïnvloeding
146	LSP_rwsalkmaar_DT3_001	Inductief
157	LSP_rwswaternh_DT2_002	Inductief
158	LSP_rwswaternh_DT3_001	Inductief
162	LSP_rwsweghaaglanden_DT11_001	Inductief
163	LSP_rwsweghaaglanden_DT12_001	Inductief
164	LSP_rwsweghaaglanden_DT12_002	Inductief
171	LSP_rwsweghaaglanden_DT14_001	Inductief
172	LSP_rwsweghaaglanden_DT14_002	Inductief

Uit door Rijkswaterstaat verstrekte gegevens [16], blijkt dat de laagspanningskabels van de openbare verlichting in meerdere trajecten gesegmenteerd zijn en op verschillende locaties geaard worden. Voor de gedetailleerde berekening van de inductieve beïnvloedingen zijn de laagspanningskabel specifiek gemodelleerd. De optredende beïnvloedingsspanningen zijn berekend met het programma ATP/EMTP. De maximaal optredende aanraakspanningen tijdens nominale bedrijfsvoering en kortsluiting zijn berekend. De resultaten van deze berekeningen zijn samengevat en aan de eisen conform NEN 1010 [14] getoetst in tabel 9.

Tabel 9, Maximaal optredende aanraakspanningen

Belastingsituatie	Maximaal toelaatbare spanning [V]	Maximaal optredende spanning [V]	Voldoet aan NEN 1010 [J/N]
Nominaal bedrijf	50	3	J
Onderhoud in 380kV Beverwijk - Vijfhuizen	50	10	J
Onderhoud in 380kV Vijfhuizen - Bleiswijk	50	3	J
Eén fase kortsluiting in 380kV Beverwijk - Vijfhuizen	685	480	J
Eén fase kortsluiting in 380kV Vijfhuizen - Bleiswijk	685	536	J

Uit de resultaten in tabel 9 blijkt dat de aanraakspanningen op de kabels voldoen aan de gestelde eisen conform NEN 1010.

7 MATRIXBORDEN EN VRACHTAUTO'S

7.1 Matrixborden

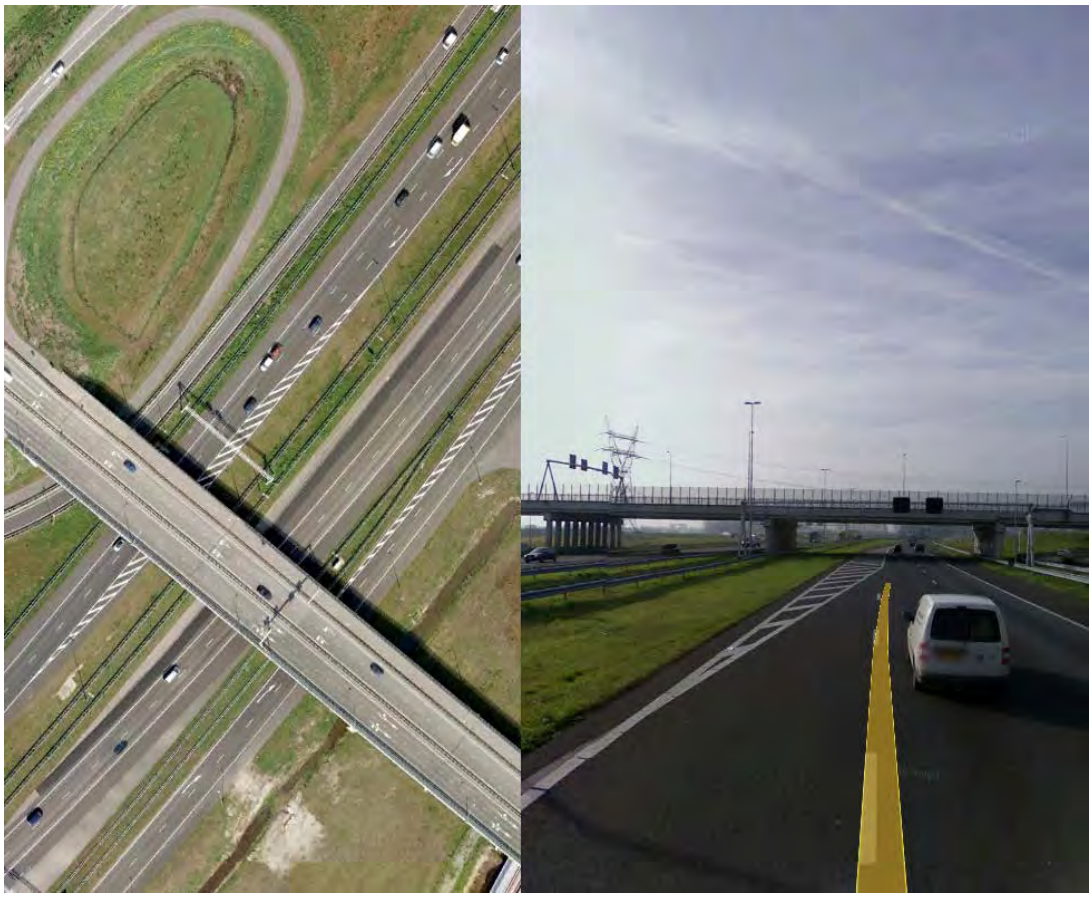
Matrixborden binnen de beïnvloedingszone van 30A/m kunnen ontoelaatbaar beïnvloed worden. In tabel 10 en afbeeldingen 20 en 21 zijn de locaties weergegeven van de matrixborden binnen deze beïnvloedingszone. Er wordt verwacht dat de matrixborden voldoen aan conform de NEN-EN 61000-6-2 (industriële omgeving) en daarmee een immuniteit van tenminste 30 A/m hebben.

De maximale berekende magnetische veldsterkte ter hoogte van de matrixborden onder de hoogspanningslijn is opgenomen in tabel 10.

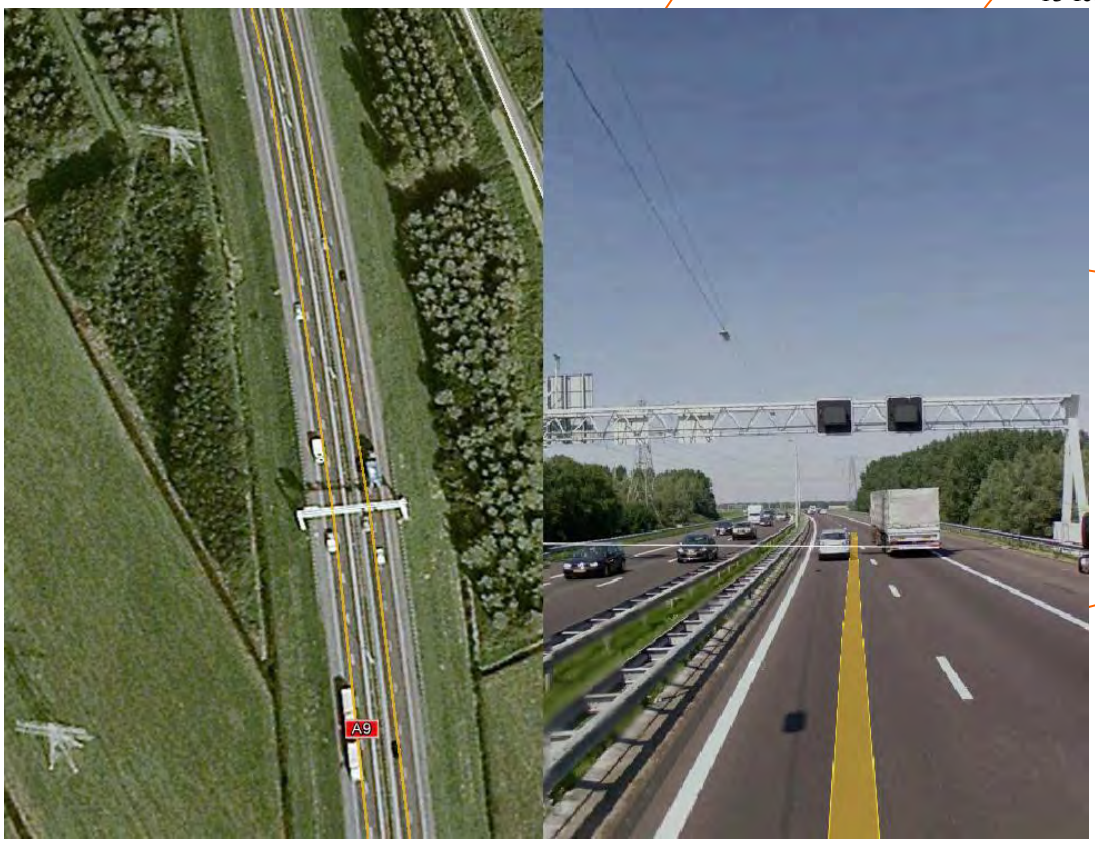
Tabel 10, Matrixborden binnen 30A/m-zone

ID	Locatie	Coördinaten [X;Y]	Hoogte [m]	Magnetische veldsterkte [A/m]
M_001	A4	98297;464280	6	9
M_002	A9	108561;490690	6	15

De optredende veldsterkte overschrijdt de immuniteit van de matrixborden (30 A/m) niet. De werking van de matrixborden wordt niet verstoord door magnetische velden van de hoogspanningsverbinding.



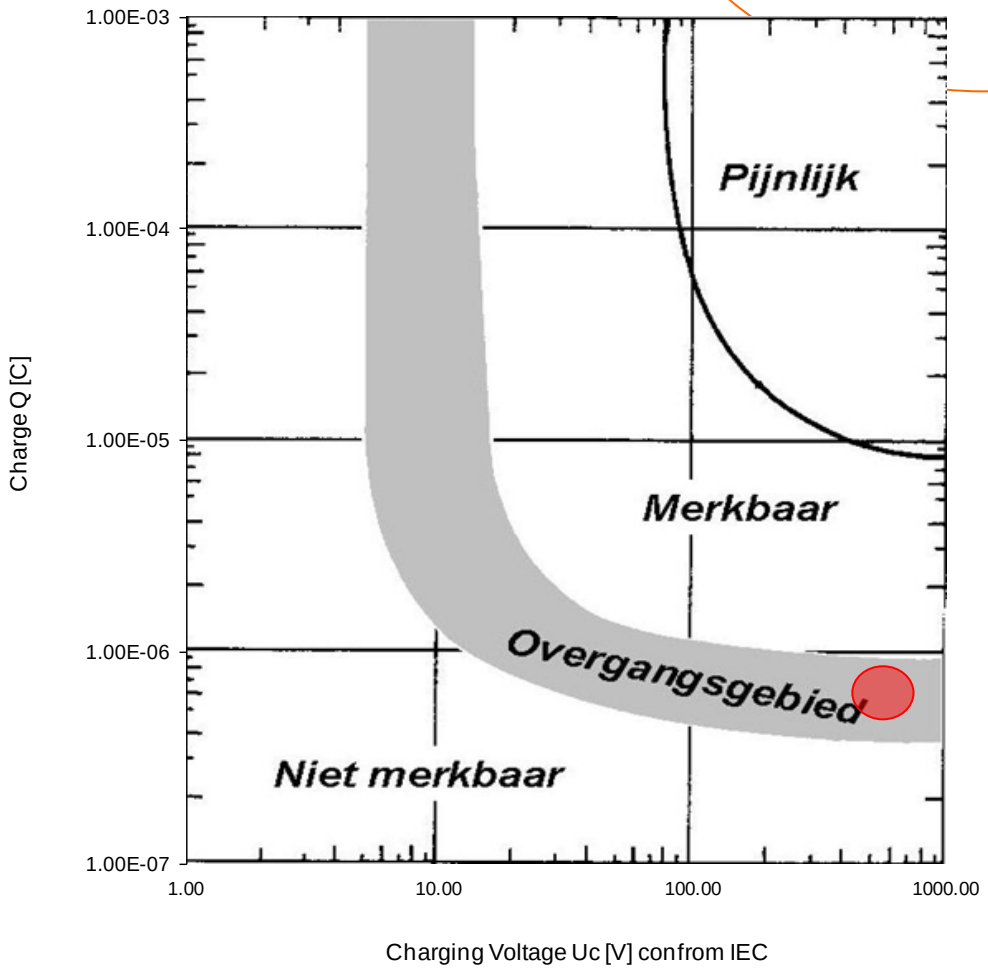
Afbeelding 20, Matrixborden M_001



Afbeelding 21, Matrixborden M_002

7.2 Vrachtauto's

Vrachtwagens kenmerken zich doordat zij overwegend zijn opgebouwd uit geleidende materialen en geïsoleerd ten opzichte van de ondergrond zijn opgesteld. De maximale ontlading bij aanraking moet zijn beperkt, volgens de norm NEN-EN 50341-3, tot zone A in afbeelding 6.
De locaties waar de R-380kV Noordring de wegen van Rijkswaterstaat kruist, zijn opgenomen in bijlage I. Voor deze locaties is de capacitieve beinvloeding berekend. Er wordt uitgegaan van de situatie dat het voertuig, met een opervlakte van 40m^2 of groter, onder één van de circuits staat en de overige circuits spanningsloos zijn geschakeld.
De maximale berekende ontlading is aangegeven met het rode gebied in afbeelding 22. De optredende capacitieve beïnvloedingen zijn toelaatbaar, conform NEN-EN 50341-3.



Afbeelding 22, Ontlading bij aanraking vrachtauto's

8 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

TenneT is voornemens een nieuwe 380kV hoogspanningsverbinding te realiseren van station Beverwijk via station Vijfhuizen naar station Bleiswijk. Voor het tracé wordt gebruik gemaakt van Wintrack hoogspanningsmasten. Diverse nabijgelegen hoogspanningsverbindingen worden gecombineerd met de nieuwe 380kV verbinding. Delen van deze bestaande verbindingen worden in de toekomst geamoveerd. Deze aanpassingen vormen samen het project Randstad 380kV Noordring (R-380kV Noordring).

Magnetische en elektrische velden rondom een hoogspanningsverbinding kunnen stromen en spanningen op nabije objecten veroorzaken. Onder omstandigheden kunnen deze stromen en spanningen de toelaatbare grenzen overschrijden. Conform de norm voor bovengrondse hoogspanningslijnen, NEN-EN 50341, moet met deze effecten rekening worden gehouden en moeten er maatregelen worden getroffen, als er sprake is van overschrijding van eisen in verband met elektrische beïnvloeding.

TenneT bouwt de hoogspanningslijn volgens de norm NEN-EN 50341 en heeft Petersburg Consultants opgedragen de elektrische beïnvloeding op objecten van derden nader te onderzoeken en eventuele te treffen maatregelen vast te stellen.

De beïnvloedingsgebieden van de hoogspanningsverbinding waarbinnen mogelijk sprake kan zijn van ontoelaatbare beïnvloeding zijn vastgelegd. Alleen objecten binnen de beïnvloedingsgebieden van de R-380kV Noordring kunnen beïnvloed worden. Deze objecten zijn in kaart gebracht en op hoofdlijnen getoetst in fase 1 van dit project. De resultaten zijn opgenomen in het rapport ”Inventarisatie van objecten en eerste beoordeling elektromagnetische beïnvloeding, Randstad 380kV Noordring” van Petersburg [17].

Uit de inventarisatie en de eerste toetsing blijkt dat Rijkswaterstaat beheerder/eigenaar van verschillende objecten in het projectgebied is en dat op grond van de eerste toetsing op basis van de liggingsgegevens, ontoelaatbare beïnvloeding niet kon worden uitgesloten.
Om de elektrische beïnvloeding op deze objecten nader te kunnen onderzoeken zijn aanvullende gegevens van deze objecten door Rijkswaterstaat beschikbaar gesteld.

Uit de berekeningen en toetsing van de objecten van Rijkswaterstaat blijkt dat geen van de objecten binnen de beïnvloedingsgebieden van de R-380kV Noordring ontoelaatbaar worden beïnvloed. Voor een drietal objecten wordt wel aanbevolen om nader te controleren of hier voor magneetvelden gevoelige niveaumeters zijn toegepast en indien dit het geval is, deze te vervangen door niveaumeters die een betere immuniteit voor magneetvelden bezitten. Het betreft apparatuur op de volgende locaties:

- Object K_0023 is een onderdoorgang ter hoogte van de Drie Merenweg, die onder de N205 doorloopt
- Object K_0031 is een duiker ten noorden van de Noordelijke Randweg en loopt onder de N205 door
- Object K_0033 is een duiker ten zuiden van de Noordelijke Randweg en loopt onder de N205 door

BRONVERMELDING

[1] NEN-EN 50341-3-15, “Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning”, november 2001.
[2] Hermann W. Dommel e.a.: “Electromagnetic Transients Program – Reference Manual (EMTP Theory Book)”, ref. DE-AC79-81BP31364, August 1986.
[3] Ir. L. Verbeek: “Een methode voor het berekenen van door bovengrondse hoogspanningsverbindingen geïnduceerde spanningen op een stalen pijpleiding”, Electrotechniek 57 (1979) nr. 11 (november) p. 769 t/m 776.
[4] Cigré Working Group 36.02: "Guide on the influence of high voltage AC power systems on metallic pipelines", 1995.
[5] Technical specification, NPR CEN/TS 15280 "Evaluation of a.c. corrosion likelihood of buried pipelines- Application to cathodically protected pipelines", 2005.
[6] G. Kelfkens en MJM Pruppers: “Hoogspanningslijnen en fijn stof - Een literatuuronderzoek, referentie RIVM Rapport 610790001/2007, 2007.
[7] Nibra: “Woningen binnen de gevarenzone van hoogspanningslijnen: blusrisico’s – Eindrapport”, Projectnummer: 431N5005, Datum: 27 juni 2005)
[8] Diverse publicaties van o.a. A.P. Fews en D.L. Henshaw
[9] IEC 60479-2, “Effects of current on human beings and livestock, Special aspects”, 3e editie mei 2007.
[10] Richtlijn 2004/40/EG, "De minimumvoorschriften inzake gezondheid en veiligheid met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van fysische agentia (elektromagnetische velden)", 29 april 2004.
[11] NEN-EN-IEC 61000-6-1:2007 en;fr, “Elektromagnetische compatibiliteit (EMC) - Deel 6-1: Generieke normen - Immuniteit voor huishoudelijke, handels- en lichtindustriële omgevingen”
[12] NEN-EN-IEC 61000-6-2:2001/IS 01:2006 en;fr, “Elektromagnetische compatibiliteit (EMC) - Deel 6-2: Algemene normen - Immuniteit voor industriële omgevingen”
[13] Richtlijn 00134 “Beoordeling EMC tussen 25 kV /50 Hz TEV en installaties van derden”, documentnummer: RLN00134, versie: 1.0, datum:29-11-2004.
[14] Nederlandse Norm NEN-1010, “Veiligheidsbepalingen voor laagspanningsinstallaties, Beschermingsmaatregelen”, 2011
[15] Gegevens TenneT:
a. Gegevens hoogspanningsverbindingen: Petersburg rapport: *“Utgangspuntendocument EMC Studie Randstad 380kV Noordring”*, referentie: TE121000-R01 AM, d.d. 8-5-2013.
b. Email van dhr. J. Verduijn met informatie over masten omnummeren van VKT 4.0 naar VKT 5.0, d.d. 12-02-2014.
c. Email van dhr. R. van der Woude met tracé gegevens VKT 5.0, d.d. 12-02-2014.
[16] Gegevens Rijkswaterstaat:
a. Email van dhr. A. A. Schoenmaker met gegevens over objecten van Rijkswaterstaat, d.d. 24-07-2013, 30-09-2013 en 4-11-2013.
b. Ontvangen CD’s van dhr. A. A. Schoenmaker met gegevens over objecten van Rijkswaterstaat, d.d. 06-11-2013 en 12-11-2013.
c. Email van dhr. Peter C. Heemskerk met gegevens over objecten van Rijkswaterstaat, d.d. 20-11-2013.
[17] Petersburg, rapport ”Inventarisatie van objecten en eerste beoordeling elektromagnetische beïnvloeding, Randstad 380kV Noordring” referentie: TE121000-R02 AM versie 1.2; d.d. 1 augustus 2013.

Bijlage A: Stromen

Tabel: Stroombelastingen

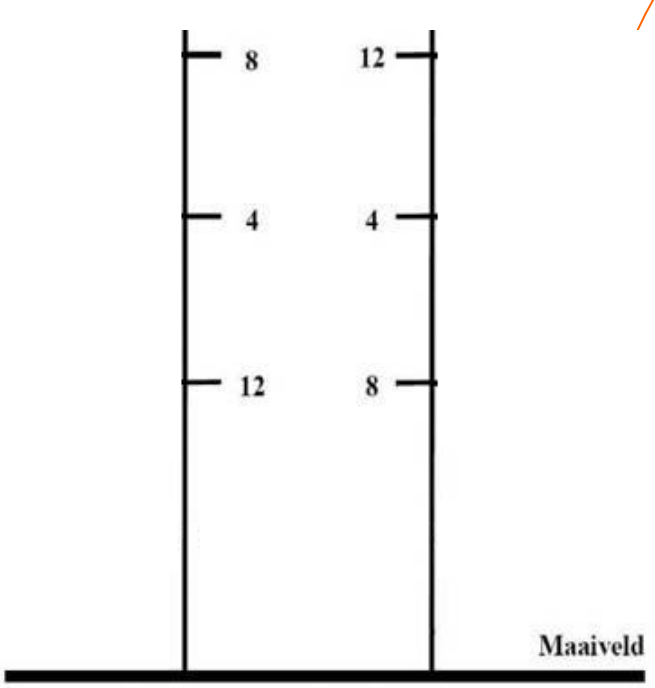
Verbinding		Spanning	Aantal circuits	Inom	kortsluitstroom station 1 (kA)					kortsluitstroom station 2 (kA)				
					kortsluitstroom station 1 (kA)		R / X (Ω)	bijdrage vanuit station 2 per circuit (kA)		kortsluitstroom station 2 (kA)		R / X (Ω)	bijdrage vanuit station 1 per circuit (kA)	
Station 1	Station 2	[kV]		[A]	3-fasig	1-fasig		3-fasig	1-fasig	3-fasig	1-fasig		3-fasig	1-fasig
Velsen	Vijfhuizen	150	2	850	52.19	30.3	0.07	3.487	1.8	39.41	26.09	0.12	8.926	4.73
Zoetermeer	Leiden	150	3	1155	37.76	22.57	0.06	4.317	2.61	36.1	10.21	0.1	4.84	1.02
Sassenheim	Haarlemmermeer	150	2 (1)	800	28.88	18.4	0.14	11.213	7.57	30.01	20.64	0.14	10.568	6.96
Leiden	Sassenheim	150	2	770	36.1	10.21	0.1	4.495	2.95	28.88	18.4	0.14	8.837	5.45
Haarlemmermeer	Vijfhuizen	150	2	925	30.1	20.64	0.14	9.805	6.38	39.41	26.09	0.12	4.303	3.09
Zoetermeer	Alphen a/d Rijn	150	2	1155	37.76	22.57	0.06	1.862	2.27	24.56	18.49	0.08	10.145	6.88

(1) Dit is een samengeslagen verbinding

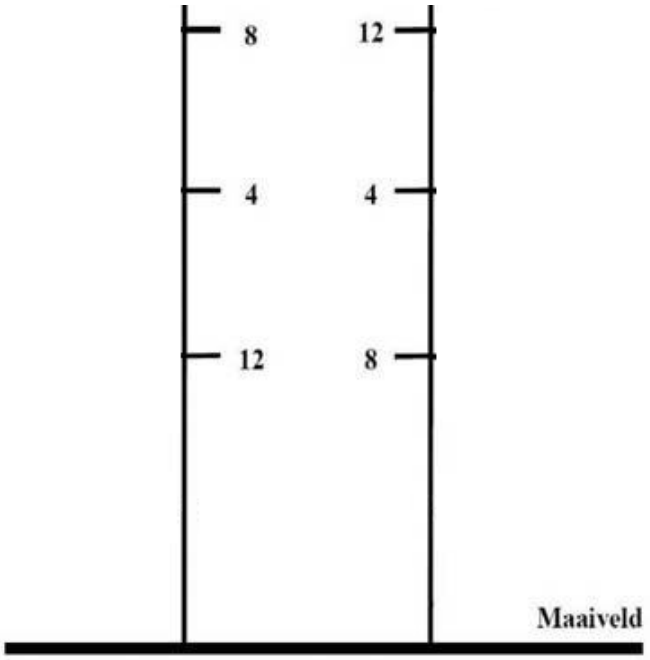
Verbinding		Spanning	Aantal circuits	Inom	kortsluitstroom station 1 (kA)				kortsluitstroom station 2 (kA)				kortsluitduur (ms)	
					kortsluitstroom station 1 (kA)		bijdrage vanuit station 2 per circuit (kA)		kortsluitstroom station 2 (kA)		bijdrage vanuit station 1 per circuit (kA)			
Station 1	Station 2	[kV]		[A]	3-fasig	1-fasig	3-fasig	1-fasig	3-fasig	1-fasig	3-fasig	1-fasig	1-fasig	3-fasig
Velsen	Waarderpolder	150	1	770	35.2	19.4	0	0	17.15	13.3	17.15	13.3	100	100

Verbinding		Spanning	Aantal circuits	Inom	kortsluitstroom station 1 (kA)					kortsluitstroom station 2 (kA)				
					kortsluitstroom station 1 (kA)		R / X (Ω)	bijdrage vanuit station 2 per circuit (kA)		kortsluitstroom station 2 (kA)		R / X (Ω)	bijdrage vanuit station 1 per circuit (kA)	
Station 1	Station 2	[kV]		[A]	3-fasig	1-fasig		3-fasig	1-fasig	3-fasig	1-fasig		3-fasig	1-fasig
Beverwijk	Vijfhuizen	380	2	2900	38.11	50	0.06	7.48	8.73	36.9	50	0.06	9.49	8.97
Vijfhuizen	Bleiswijk	380	2	2900	39.9	50	0.06	8.49	9.04	47.05	49.84	0.05	5.12	5.64

Bijlage B: Klokgetallen configuratie

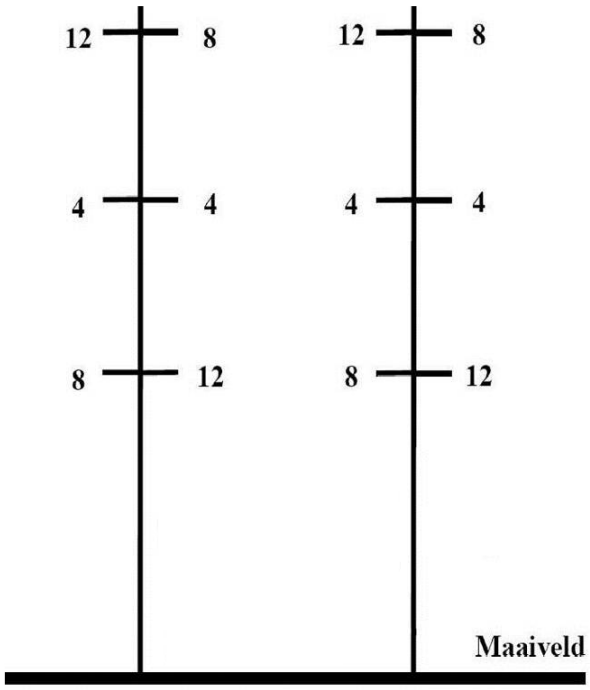


Afbeelding B 1, Klokgetallenconfiguratie 380kV verbinding Beverwijk – Vijfhuizen circuitaanduiding Zwart-Wit



Afbeelding B 2, Klokgetallenconfiguratie 380kV verbinding Vijfhuizen - Bleiswijk circuitaanduiding Paars-Oranje

Bijlage B: Klokgetallen configuratie



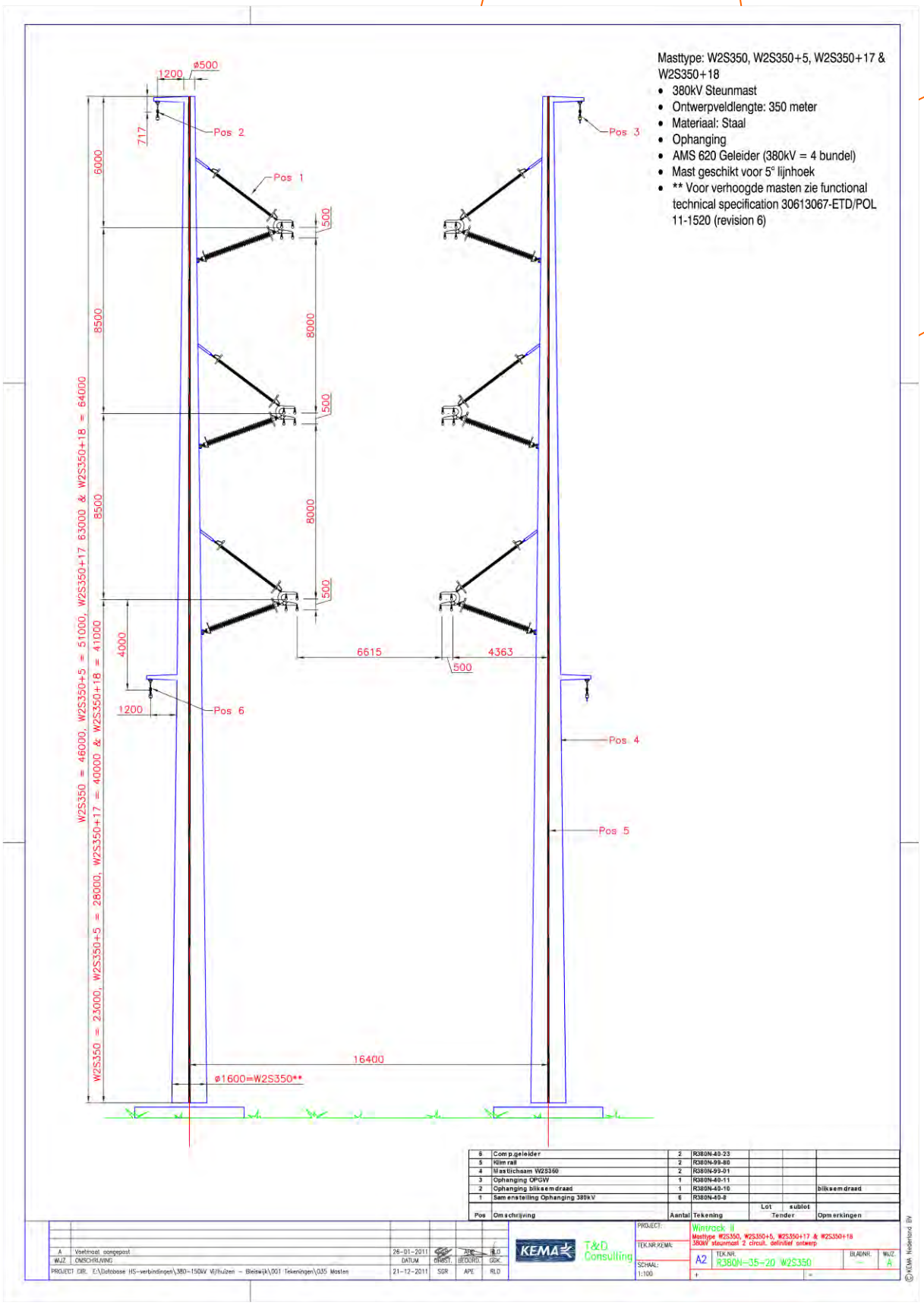
Afbeelding B 3, Klokgetallen configuratie bovengrondse lijn Vijfhuizen – Bleiswijk (380kV binnen en 150kV buiten)

380kV verbinding:	12 – 4 – 8 – 8 – 4 – 12 || 8 – 4 – 12 – 12 – 4 – 8
150kV verbinding:	12 – 4 – 8 || 8 – 4 – 12

Afbeelding B 4, Klokgetallen kabelverbindingen

Bijlage C: Mastbeelden en kabelbed

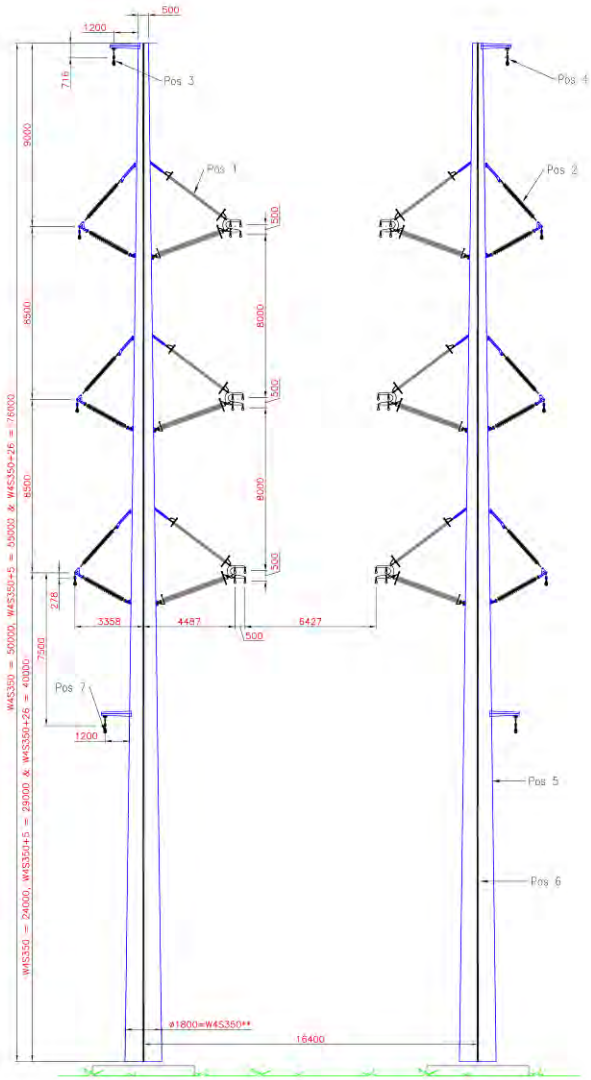
Bijlage C1: 380 kV mastbeeld



Bijlage C: Mastbeelden en kabelbed

Bijlage C2: 380/150 kV combi mastbeeld

Masttype: W4S350 & W4S350+5
- 380/150kV Steunmast
- Ontwerpveldlengte: 350 meter
- Materiaal: Staal
- Ophanging
- AMS 620 geleider (380kV =4-bundelgeleiders en 150kV = 1 geleider)
- Mast geschikt voor 5° lijnhoek
- ** Voor verhoogde masten zie functional technical specification 30613067-ETD/POL 11-1520 (revision 6)



Pos	Omschrijving	Aantal	Tekening	Lef Tender	aantal Opmerkingen
7	Compgeleider	2	R3B0N-46-23		
6	Kile rail	2	R3B0N-88-80		
5	Mastkiezen W4S350	2	R3B0N-69-03		
4	Ophanging OPGW	1	R3B0N-46-11		
3	Ophanging blikseminstraal	1	R3B0N-46-16		blikseminstraal
2	Samenstelling Ophanging 150kV	6	R3B0N-45-0		
1	Samenstelling Ophanging 380kV	6	R3B0N-45-0		

A	Voorlopig eerstgepast. Opg.tnwd. W4S350 beproevingst	26-01-2012	APE	RLD	
WLIT	DATUM/HERVIME	DATUM	GECONTR.	GEN.	
PROJECT DIR:	E:\database HS-verbindingen\380-150kV Ultrazwar - Bheerwijk\001 Uitwerkingen\030 Masten	21-12-2011	SLP	AFT	RLD

KEMA T&D Consulting

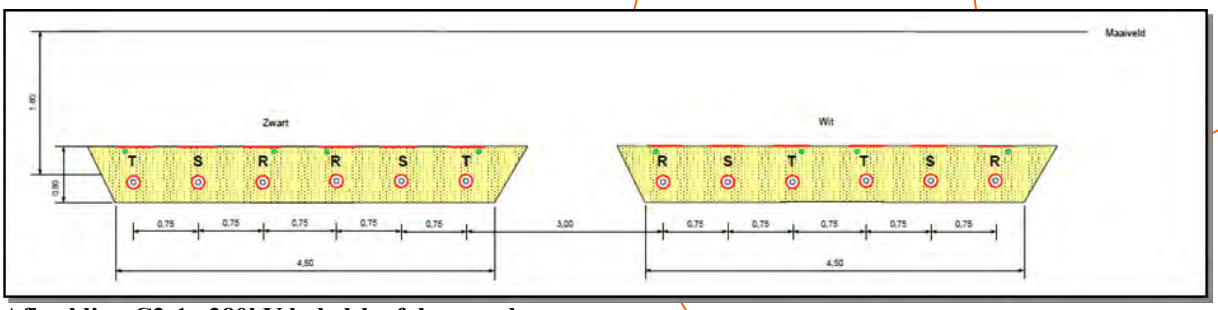
PROJECT: Bijlmerpoc 8
W4S350, W4S350+5 & W4S350+26
380/150kV stuurmast 4 circuit, definitief ontwerp

TEK.NR.KEMA:
SCHAAL: 1:100
A2
TEK.NR.: R3B0N-[illegible]-40 W4S350
SCANNR: –
WLIT: A

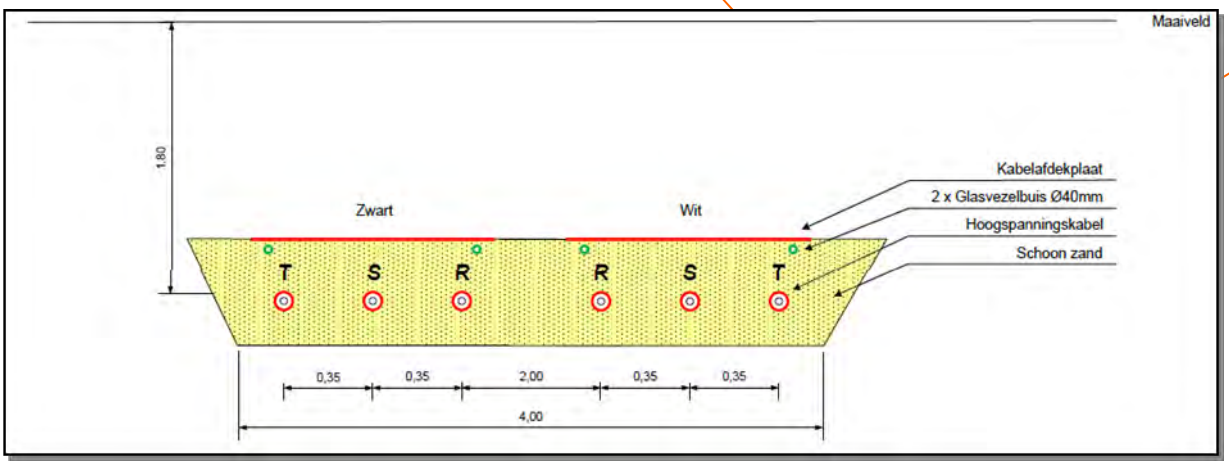
© 2012 KEMA Nederland B.V.

Bijlage C: Mastbeelden en kabelbed

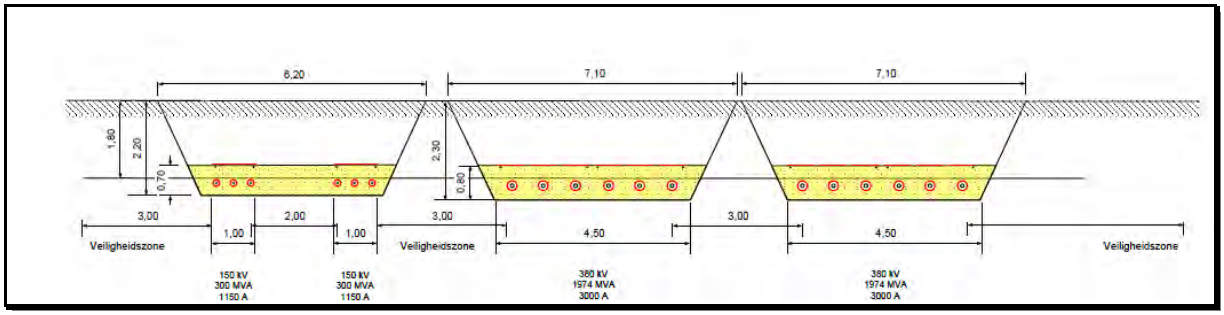
Bijlage C3: kabelbed/boring



Afbeelding C3-1, 380kV kabelsleuf doorsnede



Afbeelding C3-2, 150kV kabelsleuf doorsnede



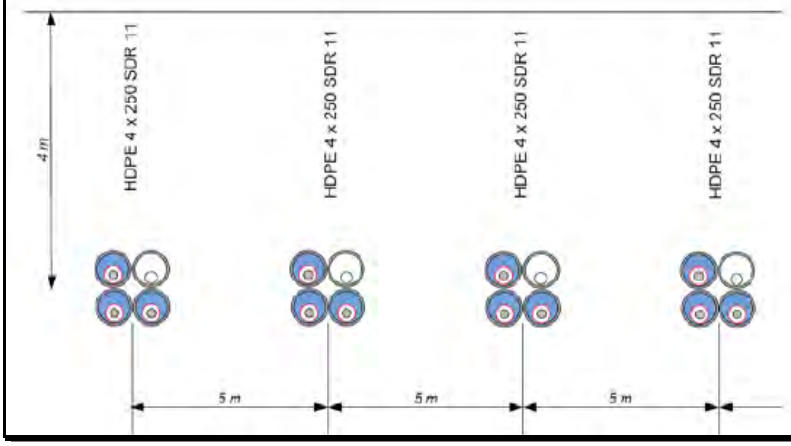
Afbeelding C3-3, Gecombineerde kabelsleuf 150/380kV doorsnede

Bijlage C: Mastbeelden en kabelbed

Bijlage C3: kabelbed/boring

380kV-verbindingen:

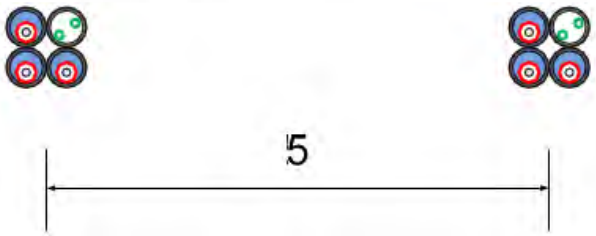
Liggingsdiepte (dek)	:	afhankelijk van het te kruisen object
Beschikbare ruimte per boring	:	afhankelijk van de situatie
Aantal boringen	:	4 stuks
Aantal buizen HS kabel	:	12 x Ø250mm
Aantal buizen secundaire kabel	:	2 x Ø200mm
Ruimte tussen boringen	:	5m
Veiligheidsafstand	:	5m buiten hartlijn buitenste boringen



Afbeelding C3-4, HDD 380kV verbinding kabeldoorsnede

150kV-verbindingen (standaard):

Liggingsdiepte (dek)	:	afhankelijk van het te kruisen object
Beschikbare ruimte per boring	:	afhankelijk van de situatie
Aantal boringen	:	2 stuks
Aantal buizen HS kabel	:	6 x Ø200mm
Aantal buizen secundaire kabel	:	2 x Ø200mm
Ruimte tussen boringen	:	5m
Veiligheidsafstand	:	5m buiten hartlijn buitenste boringen



Afbeelding C3-5, HDD 150kV verbinding kabeldoorsnede

Bijlage D: Bodemweerstanden

De gehanteerde bodemweerstanden zijn opgenomen in tabel D1 en D2 van deze bijlage. Deze bodemweerstandwaarden zijn de gemeten bodemweerstanden bij het tracé conform de opgave van TenneT [15].

Tabel D1 : Bodemweerstanden bij het traject Beverwijk-Vijfhuizen

Mast	Locatie		Bodemweerstand in [Ωm] voor verschillende dieptes									
	X	Y	-0,5m	-1m	-2m	-3m	-4m	-5m	-7m	-10m	-15m	-30m
Mast 1	106948	498499	16	21	22	19	12	9	7	8	5	10
Mast 3	106892	497851	321	274	107	62	22	23	20	23	26	35
Mast 5	106582	497168	186	221	215	167	112	63	24	12	27	24
Mast 7	106139	495975	16	18	20	20	19	17	16	16	16	18
Mast 8	106093	495580	61	30	25	26	28	27	25	24	23	25
Mast 9	106317	495343	18	30	17	19	20	21	22	23	24	28
Mast 10	106556	495089	15	16	13	11	9	9	9	11	14	18
Mast 11	106798	494832	11	8	9	9	9	9	9	11	13	16
Mast 13	107261	494341	27	27	24	25	17	17	17	17	18	14
Mast 14	107501	494087	24	26	25	24	23	23	23	23	23	21
Mast 15	107741	493832	39	30	33	35	36	37	37	38	36	33
Mast 16	107974	493586	69	56	47	49	33	22	14	9	8	11
Mast 17	108217	493327	31	26	28	25	15	9	8	14	10	16
Mast 19	108585	492928	47	28	27	24	14	8	20	12	135	17
Mast 20	108787	492710	39	40	22	11	5	3	3	3	3	4
Mast 21	108751	492431	17	12	7	5	3	3	3	3	3	3
Mast 27	108572	490821	17	13	12	13	14	14	14	11	9	7
Mast 30	108431	489989	28	26	19	16	14	14	14	11	11	10
Mast 33	108312	489129	17	17	20	21	21	23	23	23	20	16
Mast 34	108233	488893	178	179	79	40	25	22	21	18	17	16
Mast 38	107956	487732	11	12	14	15	16	16	15	13	13	8

Tabel D2 : Bodemweerstanden bij het traject Vijfhuizen-Bleiswijk

Mast	Locatie		Bodemweerstand in [Ωm] voor verschillende dieptes									
	X	Y	-0,5m	-1m	-2m	-3m	-4m	-5m	-7m	-10m	-15m	-30m
Mast 212	107553	484669	38	41	42	38	36	34	28	18	12	8
Mast 210	107213	484298	16	15	19	18	16	15	13	12	11	7
Mast 209	107033	484102	124	151	156	131	102	71	37	21	8	5
Mast 208	106856	483909	115	119	103	86	66	54	42	30	18	9
Mast 207	106674	483710	50	40	42	45	48	48	45	38	25	10
Mast 206	106476	483495	40	40	40	35	31	28	26	24	21	
Mast 205	106314	483318	72	61	50	43	38	35	31	37	19	
Mast 204	106154	483146	183	160	88	50	34	28	24	20	17	
Mast 203	105931	482939	27	31	37	38	39	38	37	34	28	15
Mast 202	105656	482834	48	52	53	40	37	35	32	26	20	12
Mast 201	105388	482732	42	43	40	40	39	38	35	26	21	14
Mast 200	105134	482635	29	28	26	28	30	31	29	28	23	
Mast 199	102677	479952	31	34	31	29	28	30	32	34	34	33
Mast 198	102499	479704	34	27	26	28	30	31	33	35	37	33
Mast 197	102571	479313	15	18	24	28	30	32	37	41	45	46
Mast 196	102643	478919	27	22	23	22	24	23	22	21	22	
Mast 195	102390	478605	19	19	20	17	15	14	14	16	18	21
Mast 194	102125	478306	22	17	15	13	12	11	12	13	16	20
Mast 193	101904	478057	25	21	16	14	13	13	14	17	21	38
Mast 192	101684	477807	29	26	22	18	16	14	15	17	22	27
Mast 191	101465	477560	17	11	10	11	11	12	14	18	21	25
Mast 190	101237	477305	20	14	9	8	9	10	11	14	19	28

Bijlage D: Bodemweerstanden

Mast	Locatie		Bodemweerstand in [Ωm] voor verschillende dieptes									
	X	Y	-0,5m	-1m	-2m	-3m	-4m	-5m	-7m	-10m	-15m	-30m
Mast 189	100993	477041	21	16	11	10	10	10	12	15	19	28
Mast 188	100756	476784	26	17	11	10	10	11	12	14	18	27
Mast 187	100563	476575	27	20	13	11	11	12	13	14	19	29
Mast 186	100602	476249	16	15	13	11	10	10	11	13	17	24
Mast 185	100641	475916	15	15	13	12	12	12	13	16	20	29
Mast 184	100685	475546	14	13	13	12	12	12	13	16	20	29
Mast 183	100928	475329	16	18	17	17	16	15	16	20	25	32
Mast 182	101218	475071	23	21	16	15	14	14	16	19	24	36
Mast 181	101511	474810	24	24	17	15	14	15	17	20	26	35
Mast 180	101799	474554	16	20	23	24	26	27	30	32	37	40
Mast 179	102097	474289	21	21	22	23	25	26	28	29	31	31
Mast 178	102394	474025	29	27	24	21	18	17	15	15	17	17
Mast 177	102693	473759	31	32	26	21	17	15	14	14	16	17
Mast 176	102990	473495	30	23	21	18	17	14	13	13	14	14
Mast 175	103035	473160	18	22	19	16	13	12	12	13	18	13
Mast 174	102856	472961	25	19	15	12	11	11	11	11	12	11
Mast 173	102654	472736	18	20	15	12	11	11	10	12	13	10
Mast 172	102421	472475	15	15	13	12	11	10	10	11	12	10
Mast 171	102190	472218	15	16	15	12	10	9	9	10	10	7
Mast 170	101963	471965	12	12	9	9	9	9	9	10	11	8
Mast 169	101778	471759	14	11	9	9	9	9	10	11	11	7
Mast 168	101659	471625	56	57	26	14	11	10	9	10	10	
Mast 167	101497	471445	13	13	11	9	8	9	9	9	9	7
Mast 166	101313	471233	18	14	12	9	8	8	8	8	9	7
Mast 165	101365	470870	31	19	9	7	7	7	7	8	9	8
Mast 164	101421	470486	11	9	7	7	7	7	7	8	9	8
Mast 163	101477	470098	10	10	8	7	7	7	7	9	10	13
Mast 162	101513	469854	65	39	22	18	22	16	17	18	19	23
Mast 161	101535	469699	37	24	18	15	16	14	14	14	13	12
Mast 160	101522	469409	21	19	18	16	14	12	11	11	11	9
Mast 159	101509	469112	32	28	26	24	22	20	16	12	10	9
Mast 158	101496	468812	32	46	25	23	23	21	18	14	11	8
Mast 157	101478	468412	18	19	21	21	20	19	17	14	12	9
Mast 156	101461	468028	42	26	11	9	8	8	8	9		
Mast 155	101445	467679	21	10	6	6	6	6	7	8		
Mast 154	101430	467342	37	27	12	9	9	9	10	10	9	7
Mast 153	100100	466000	29	24	12	9	7	7	6	6	6	5
Mast 152	99774	465775	27	19	10	8	7	7	7	6	6	4
Mast 151	99447	465550	18	12	9	7	7	7	6	6	5	4
Mast 150	99125	465330	23	15	11	9	7	6	6	5	5	
Mast 149	98820	465080	37	24	12	8	6	5	5	5	5	4
Mast 148	98576	464788	17	13	13	12	11	11	11	11	10	10
Mast 147	98354	464450	11	11	13	13	13	12	11	9	6	4
Mast 146	98255	464111	30	30	20	12	8	6	5	4	4	5
Mast 145	98470	463815	23	18	9	7	5	4	3	3	3	4
Mast 144	98706	463487	22	19	12	7	5	4	4	4	5	
Mast 143	98939	463165	28	20	13	9	6	6	5	4	5	6
Mast 142	99176	462837	23	21	13	9	6	5	4	5	6	
Mast 141	99408	462516	19	15	13	11	10	9	10	10	10	13
Mast 140	99433	462167	23	19	15	11	8	8	8	9	11	15
Mast 139	99457	461842	29	31	34	36	35	34	31	28	27	30
Mast 138	99482	461468	26	25	31	32	38	38	39	35	33	33
Mast 134	99556	460204	22	16	13	11	10	9	8	8	9	12
Mast 133	99575	459846	26	21	13	9	7	6	6	6	7	10
Mast 132	99542	459473	21	18	17	17	17	17	18	20	21	21
Mast 131	99511	459122	30	22	16	12	10	10	9	10	11	17

Bijlage D: Bodemweerstanden

Mast	Locatie		Bodemweerstand in [Ωm] voor verschillende dieptes									
	X	Y	-0,5m	-1m	-2m	-3m	-4m	-5m	-7m	-10m	-15m	-30m
Mast 130	99479	458754	39	30	19	14	12	11	11	11	12	16
Mast 129	99449	458405	42	33	23	19	16	17	16	16	16	17
Mast 128	99419	458066	23	23	22	20	18	17	16	15	16	14
Mast 127	99388	457720	28	28	26	22	19	17	15	14	13	13
Mast 126	99354	457322	29	24	22	20	17	15	12	12	13	13
Mast 125	99324	456985	44	36	25	21	20	18	17	16	16	16
Mast 124	99306	456661	56	48	25	19	20	17	18	17	17	16
Mast 123	99288	456320	17	23	24	22	21	19	17	17	17	13
Mast 122	99180	455947	27	28	28	26	23	21	17	14	13	9
Mast 121	99083	455611	30	34	31	26	21	17	14	12	11	9
Mast 120	98986	455277	27	29	27	23	20	18	16	14	13	10
Mast 119	98886	454931	21	24	24	22	20	18	15	13	13	12
Mast 118	98775	454550	19	17	16	17	17	17	16	15	16	16
Mast 117	98674	454200	27	28	27	25	23	22	18		17	
Mast 116	98594	453922	20	23	26	25	22	20	18	17	17	17
Mast 115	98522	453676	22	24	26	23	20	18	17	13	14	15
Mast 114	98434	453372	26	31	29	25	23	19	16	14	15	15
Mast 113	98340	453047	26	23	18	15	14	13	12	13	14	15
Mast 112	98229	452663	22	27	27	23	21	19	17	16	17	19
Mast 111	98118	452278	23	28	28	23	21	19	17	17	18	19
Mast 110	98007	451895	25	30	30	29	28	26	22	20		
Mast 109	97896	451512	36	40	36	32	29	27	24	22	23	22
Mast 108	97786	451132	22	27	30	29	29	26	24	22	23	25
Mast 107	97674	450744	28	26	22	21	21	22	21	21	22	23
Mast 106	97571	450390	23	26	27	27	25	26	24	22	22	23
Mast 105	97210	450228	49	67	68	59	50	42	34	29	27	26
Mast 104	96892	450231	21	18	18	15	14	13	10	10		
Mast 103	96672	450299	19	20	21	21	21	19	17	17	17	20
Mast 102	96452	450367	14	15	17	17	17	16	15	14	16	19

Bijlage E: Beinvloedingsgebieden

In deze bijlage zijn de beïnvloedingsgebieden van de verschillende vormen van beïnvloedingen van de R-380kV Noordring aangegeven.

1. Weerstandsbeïnvloeding

De maximale beïnvloedingsgebied (660V zone) voor weerstandsbeïnvloeding rondom de masten zijn in tabel 1 en tabel 2 opgenomen.

Tabel 1, Weerstandsbeïnvloeding (660Vzone) voor het traject Beverwijk-Vijfhuizen

Mast	Maximale afstand [m]		Mast	Maximale afstand [m]		Mast	Maximale afstand [m]
1	-		14	16		28	9
2	15		15	12		29	14
3	17		16	15		30	15
4	16		17	14		31	15
5	-		18	14		32	14
6	-		19	14		33	9
7	-		20	10		34	8
8	12		21	14		35	8
9	16		22	15		36	13
10	17		23	15		37	14
11	17		24	14		38	10
12	16		26	10			
13	16		27	9			

Tabel 2, Weerstandsbeïnvloeding (660V zone) voor het traject Vijfhuizen-Bleiswijk

Mast	Maximale afstand [m]		Mast	Maximale afstand [m]		Mast	Maximale afstand [m]
213	-		175	-		137	31
212	-		174	-		136	22
211	11		173	-		135	24
210	14		172	-		134	21
209	15		171	-		133	26
208	15		170	-		132	36
207	15		169	-		131	38
206	15		168	-		130	39
205	14		167	-		129	39
204	14		166	-		128	37
203	10		165	11		127	34
202	12		164	12		126	22
201	-		163	-		125	22
200	-		162	-		124	16
199	-		161	-		123	13
198	-		160	-		122	14
197	14		159	-		121	14
196	12		158	11		120	14
195	15		157	12		119	15
194	15		156	-		118	15
193	14		155	-		117	14
192	14		154	-		116	13
191	14		153	-		115	13
190	13		152	-		114	14
189	12		151	12		113	12
188	11		150	13		112	16
187	7		149	7		111	17
186	12		148	6		110	17
185	13		147	-		109	15
184	9		146	-		108	17

Bijlage E: Beinvloedingsgebieden

Mast	Maximale afstand [m]		Mast	Maximale afstand [m]		Mast	Maximale afstand [m]
183	13		145	12		107	17
182	14		144	14		106	12
181	12		143	16		105	11
180	15		142	19		104	12
179	14		141	24		103	18
178	14		140	32		102	23
177	13		139	35		101	37
176	6		138	35			

2. Capacitieve beïnvloeding en elektrische veld

De beïnvloedingsgebieden voor capacitieve beïnvloedingen en elektrische velden zijn in tabel 3 opgenomen.

Tabel 3, Maximale beïnvloedingsgebied voor capacitieve beïnvloedingen

Configuratie	Hoogspanningsverbinding deel	Beïnvloedingsgebied [m]
Solo	380kV Beverwijk – Vijfhuizen (mast 1 t/m 5) 380kV Beverwijk – Vijfhuizen (mast 6 t/m 38) 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 181 t/m 154) 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 153 t/m 141) 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 136 t/m 133) 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 126 t/m 123) 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 109 t/m 101)	20
Solo zonder retourstroomgeleiders	380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 141 t/m 136) 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 133 t/m 126)	20
kabeldeel	380kV Beverwijk – Vijfhuizen (kabeldeel) 150kV Haarlemmermeer-Vijfhuizen (kabeldeel) 150kV Sassenheim-Haarlemmermeer (kabeldeel) 150kV Zoetermeer-Leiden (kabeldeel) 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (kabeldeel)	0
Combi	380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 213 t/m 200) 150kV Haarlemmermeer-Vijfhuizen 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 199 t/m 181) 150kV Sassenheim-Haarlemmermeer 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 123 t/m 109) 150kV Zoetermeer-Leiden	20

Bijlage E: Beinvloedingsgebieden

3. Inductieve beïnvloedingen

De maximale berekende beïnvloedingsgebied voor inductieve beïnvloedingen zijn per configuratie opgenomen in tabel 4.

Tabel 4, Maximale beïnvloedingsgebied voor inductieve beïnvloedingen

Configuratie	**Hoogspanningsverbinding deel**	**Beïnvloedingsgebied [m]**
Solo	380kV Beverwijk – Vijfhuizen (mast 1 t/m 5) 380kV Beverwijk – Vijfhuizen (mast 6 t/m 38) 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 181 t/m 154) 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 153 t/m 141) 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 136 t/m 133) 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 126 t/m 123) 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 109 t/m 101)	676
Solo zonder retourstroomgeleiders	380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 141 t/m 136) 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 133 t/m 126)	621
kabeldeel	380kV Beverwijk – Vijfhuizen (kabeldeel) 150kV Haarlemmermeer-Vijfhuizen (kabeldeel) 150kV Sassenheim-Haarlemmermeer (kabeldeel) 150kV Zoetermeer-Leiden (kabeldeel) 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (kabeldeel)	484
Combi	380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 213 t/m 200) 150kV Haarlemmermeer-Vijfhuizen 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 199 t/m 181) 150kV Sassenheim-Haarlemmermeer 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 123 t/m 109) 150kV Zoetermeer-Leiden	594

Bijlage E: Beinvloedingsgebieden

4. Magnetische veld zones

De berekende beïnvloedingsgebieden van de magnetische velden zijn per configuratie in tabel 5 opgenomen.

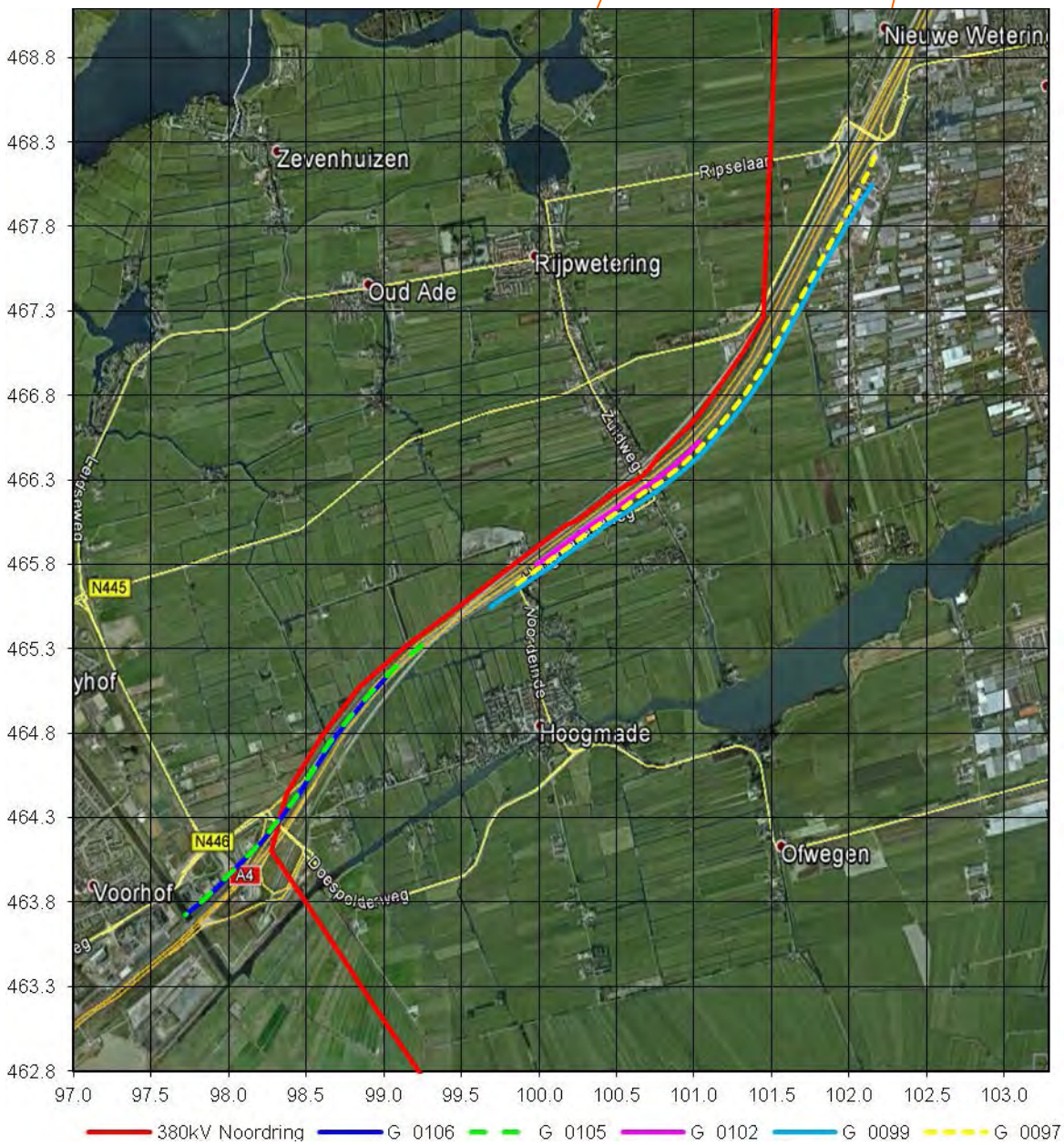
Tabel 5, Magnetische veld zones

Configuratie	Hoogspanningsverbinding deel	Magnetische veld zone [m]		
		Zone 1 A/m	Zone 3 A/m	Zone 30 A/m
Solo	380kV Beverwijk – Vijfhuizen (mast 1 t/m 5) 380kV Beverwijk – Vijfhuizen (mast 6 t/m 38) 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 181 t/m 154) 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 153 t/m 141) 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 136 t/m 133) 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 126 t/m 123) 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 109 t/m 101)	83	48	12
Solo zonder retourstroomgeleiders	380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 141 t/m 136) 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 133 t/m 126)	90	52	9
kabeldeel	380kV Beverwijk – Vijfhuizen (kabeldeel) 150kV Haarlemmermeer-Vijfhuizen (kabeldeel) 150kV Sassenheim-Haarlemmermeer (kabeldeel) 150kV Zoetermeer-Leiden (kabeldeel) 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (kabeldeel)	17	13	9
Combi	380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 213 t/m 200) 150kV Haarlemmermeer-Vijfhuizen 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 199 t/m 181) 150kV Sassenheim-Haarlemmermeer 380kV Vijfhuizen – Bleiswijk (mast 123 t/m 109) 150kV Zoetermeer-Leiden	92	52	9

Bijlage F: Geleiderails

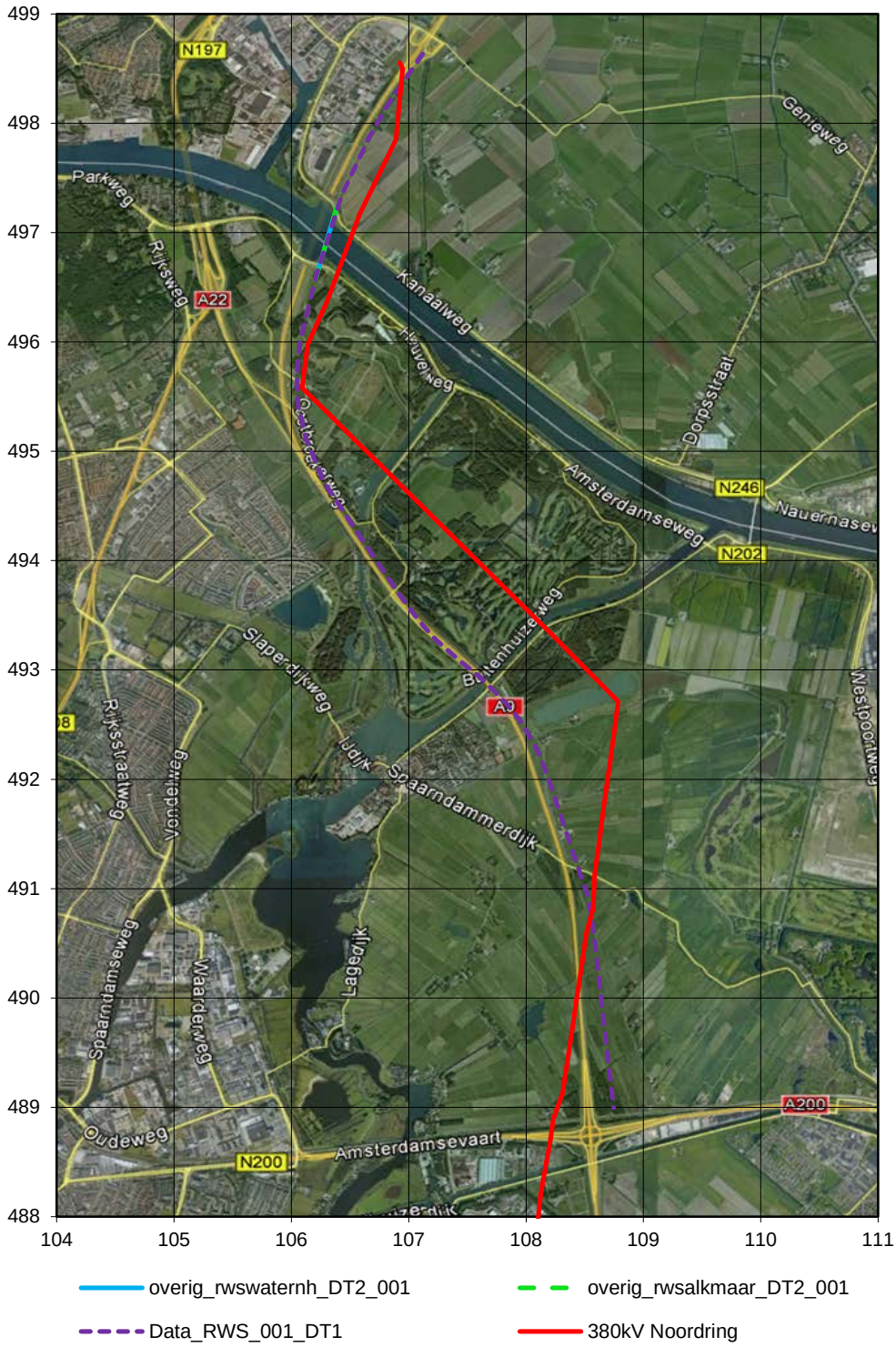
Afbeelding F1, Geleiderails langs A9

Bijlage F: Geleiderails



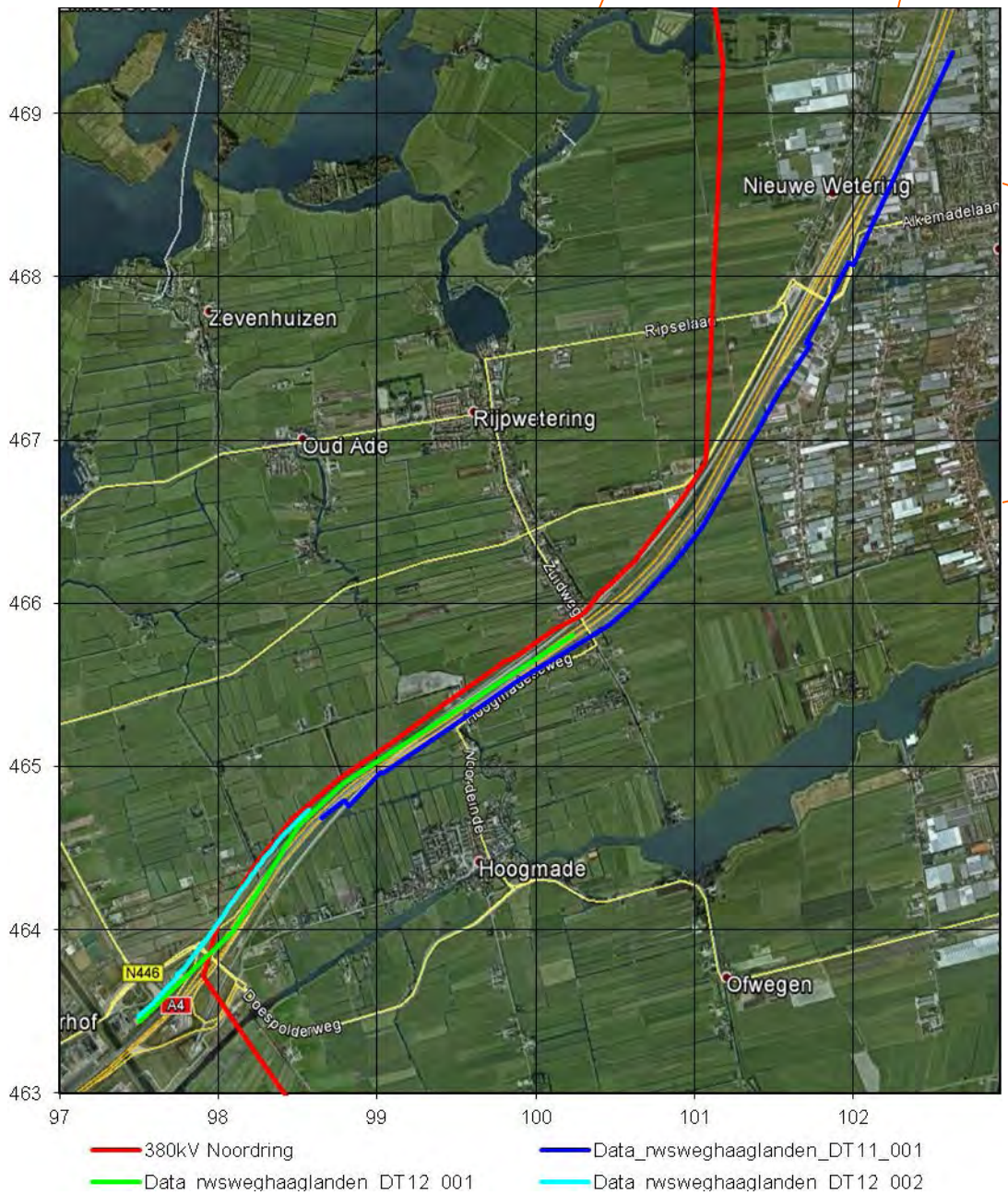
Afbeelding F2, Geleiderails langs A4

Bijlage G: Signaalkabels



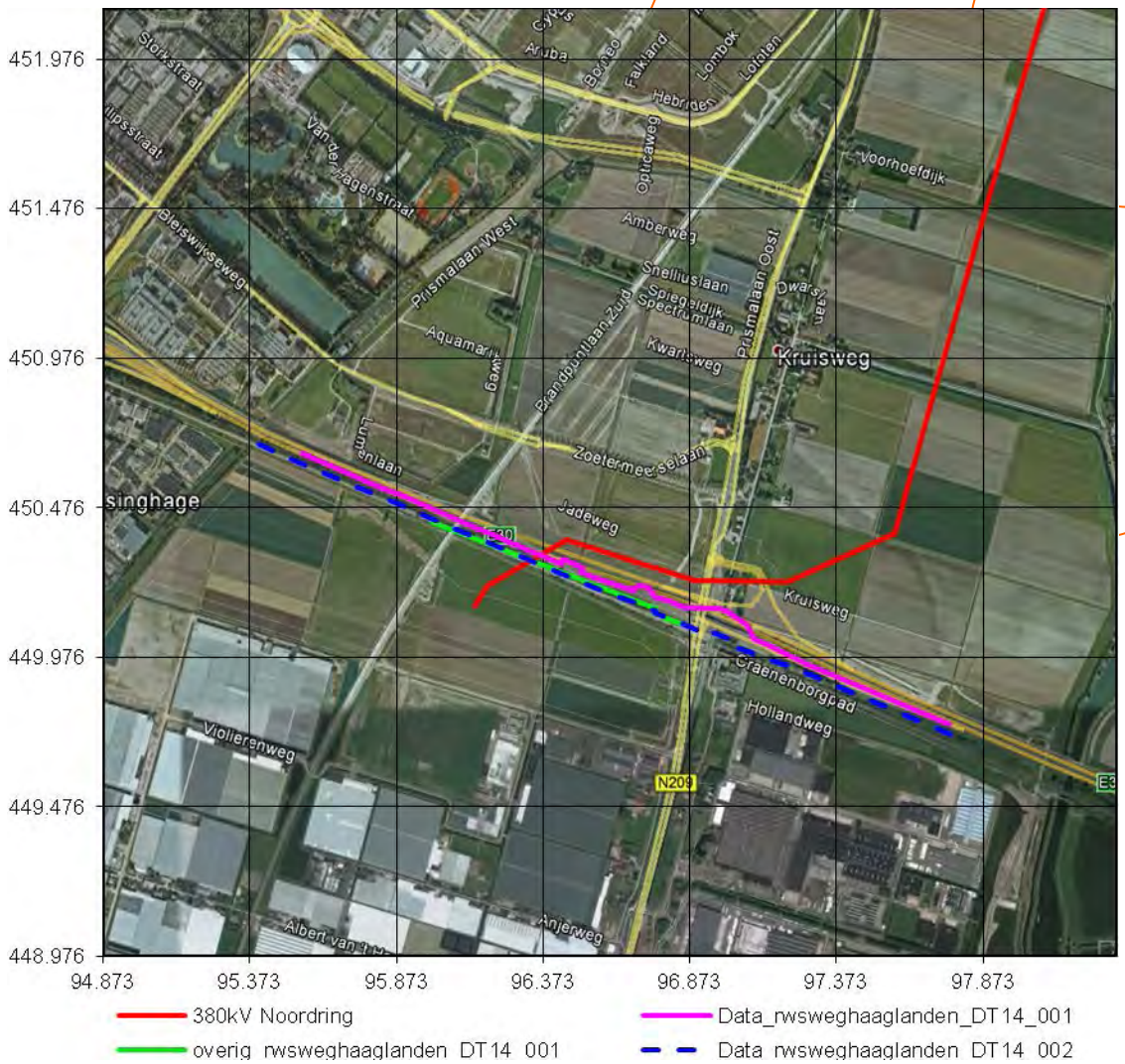
Afbeelding G1, Signaalkabels langs A9

Bijlage G: Signaalkabels



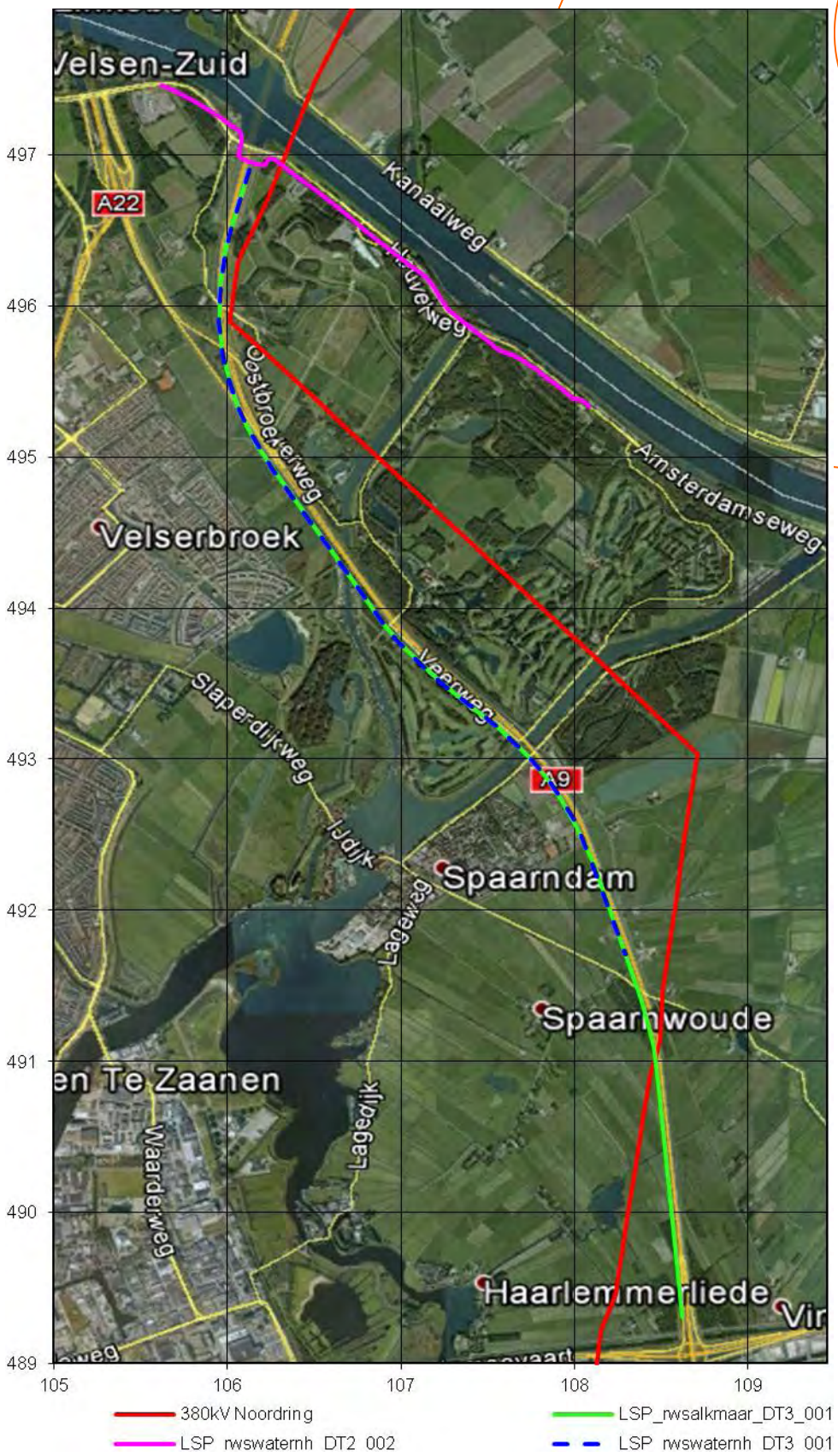
Afbeelding G2, Signaalkabels langs A4

Bijlage G: Signaalkabels



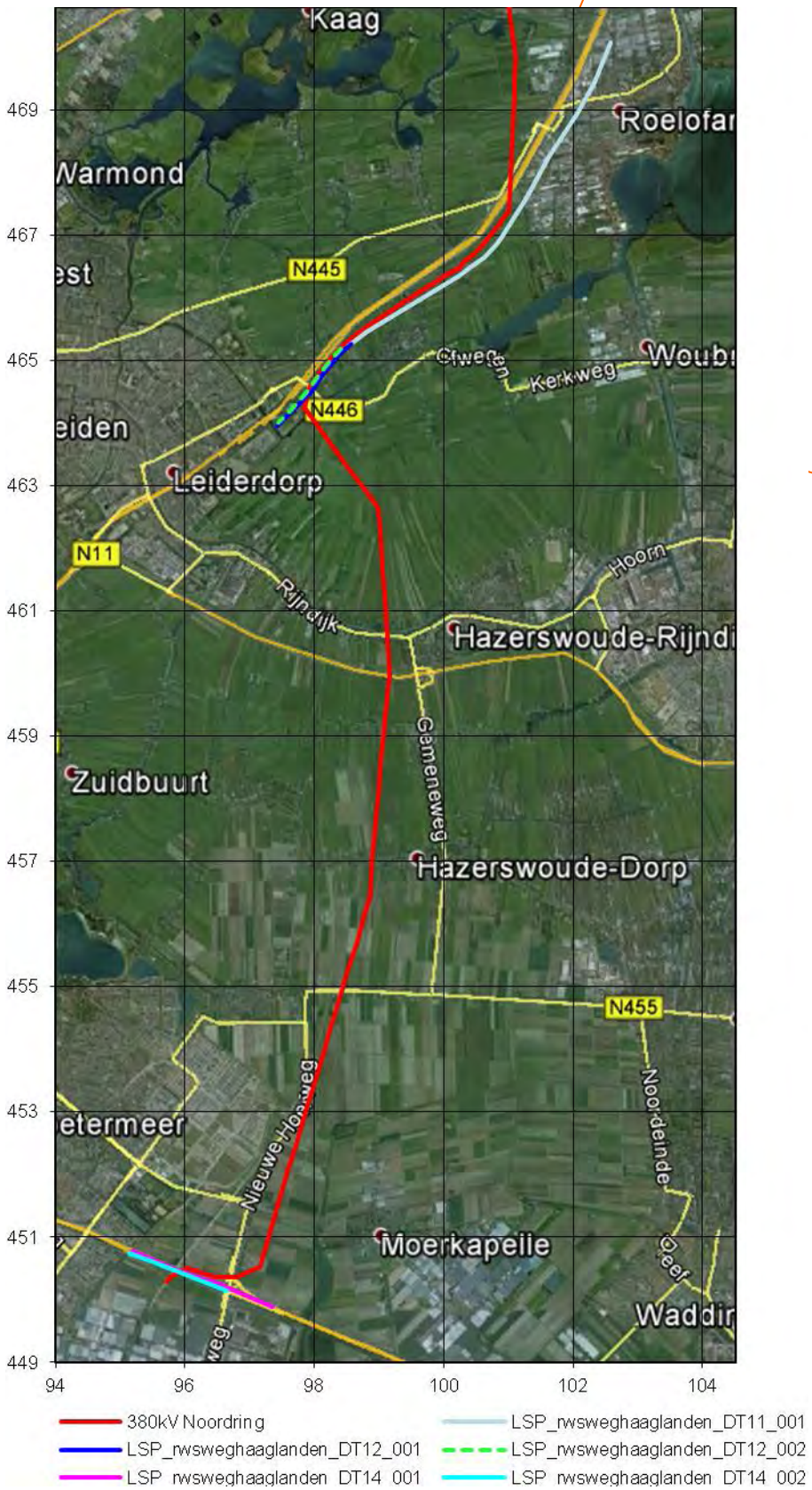
Afbeelding G3, Signaalkabels langs A12

Bijlage H: Laagspanningskabels



Afbeelding H1, Laagspanningskabels langs A9

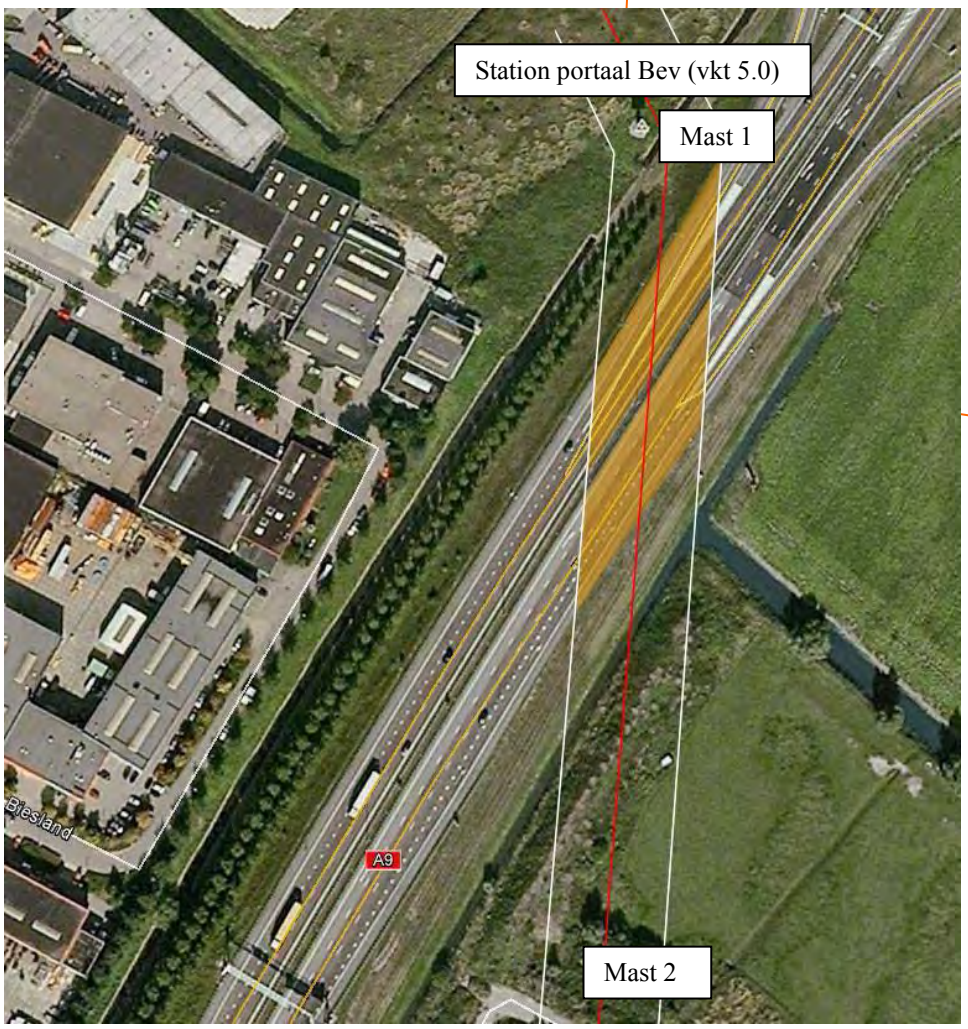
Bijlage H: Laagspanningskabels



Afbeelding H2, Laagspanningskabels langs A4 en A12

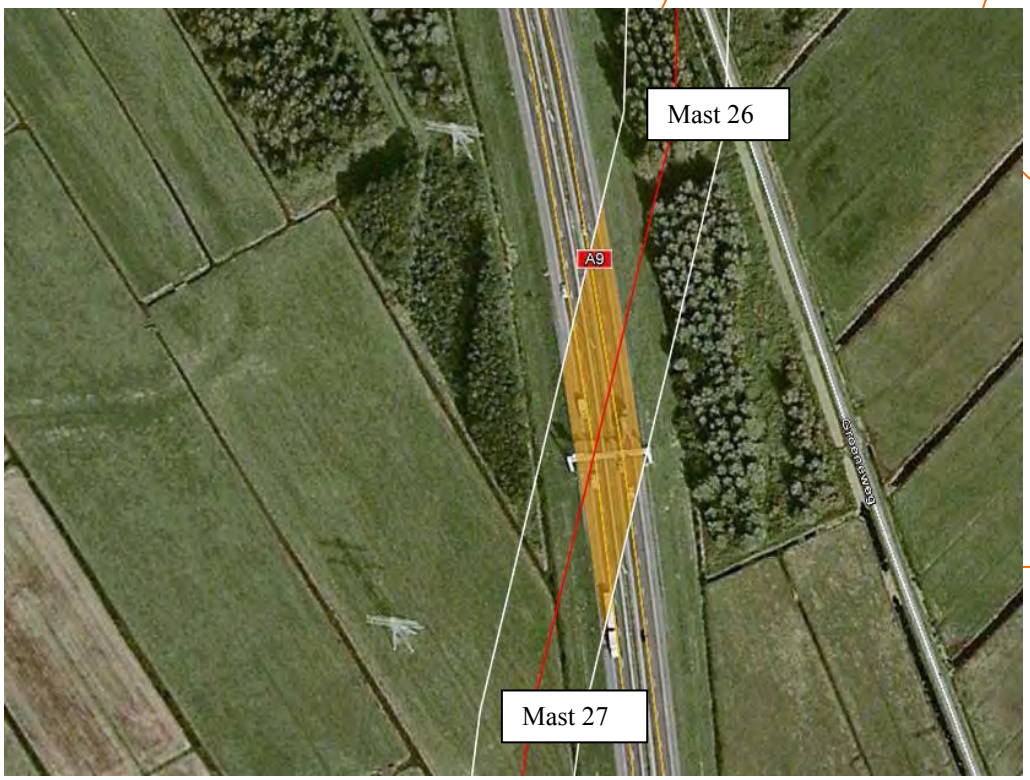
Bijlage I: Capacitieve beïnvloeding van vrachtauto's

In deze bijlage zijn de locaties waar de R-380kV Noorsring kruist de wegen van Rijkswaterstaat opgenomen.

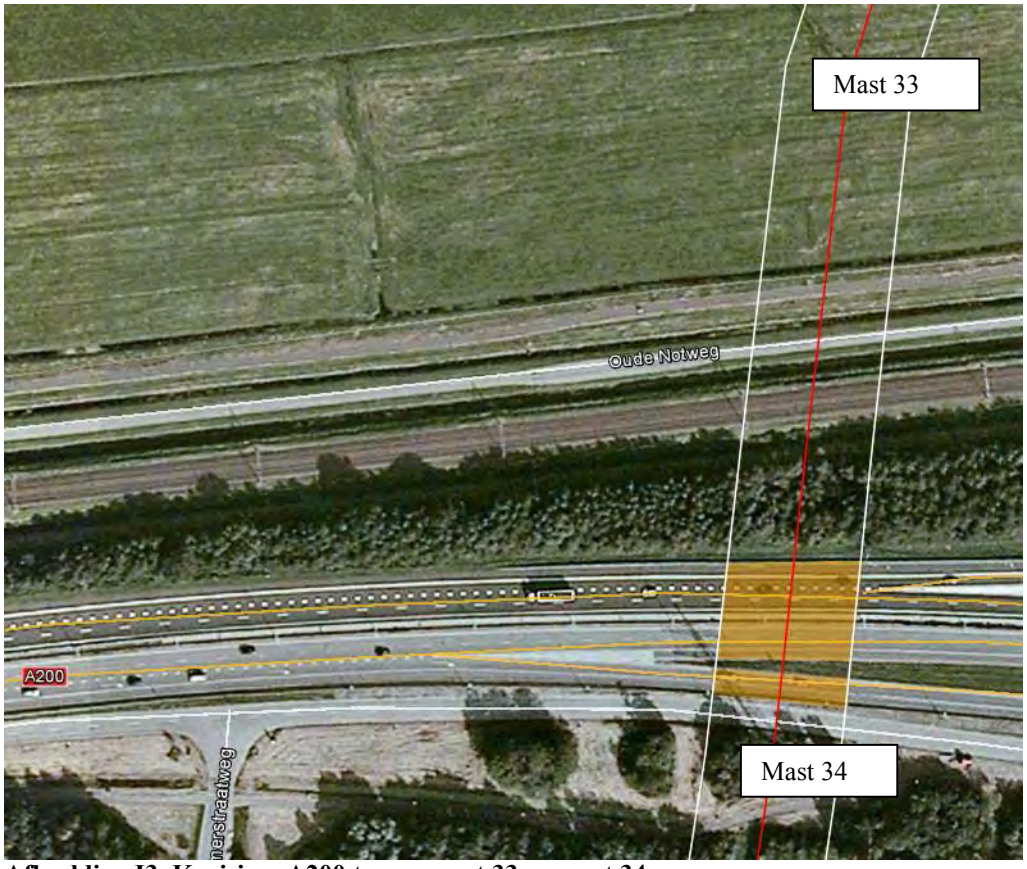


Afbeelding I1, Kruising A9 tussen mast 1 en mast 2

Bijlage I: Capacitieve beïnvloeding van vrachtauto's

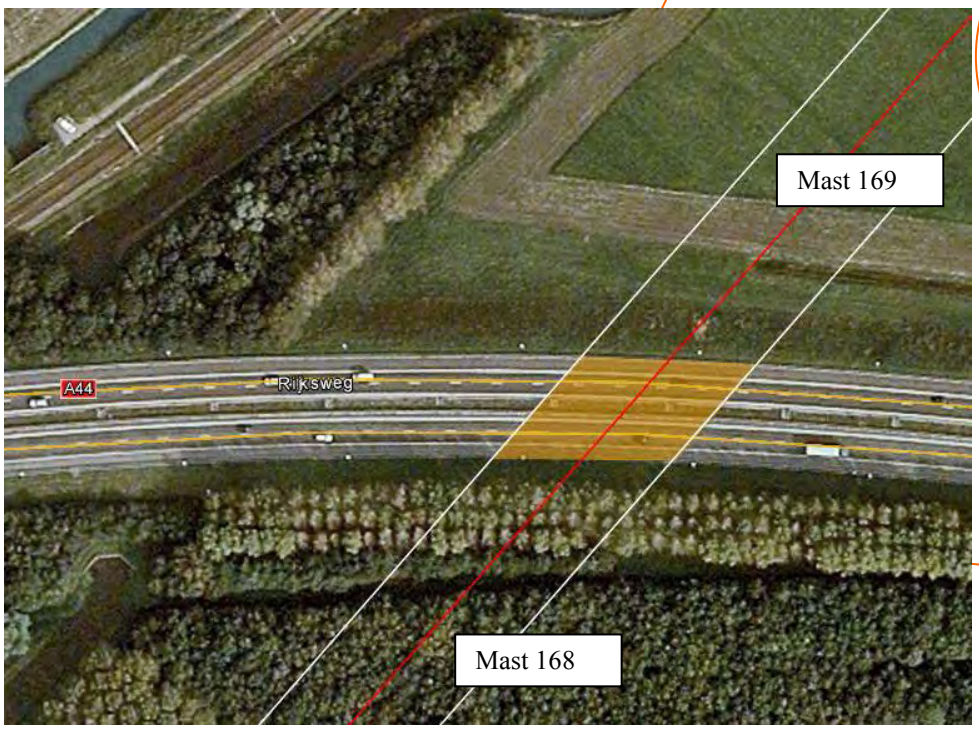


Afbeelding I2, Kruising A9 tussen mast 26 en mast 27

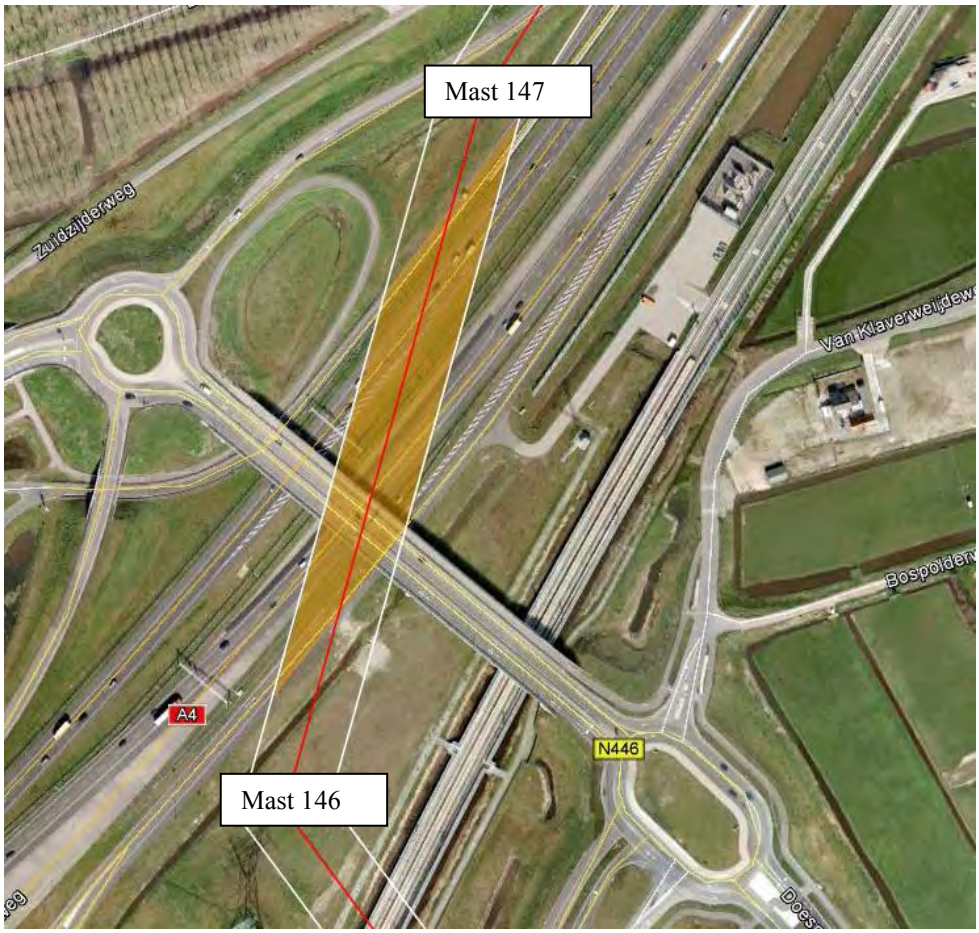


Afbeelding I3, Kruising A200 tussen mast 33 en mast 34

Bijlage I: Capacitieve beïnvloeding van vrachtauto's

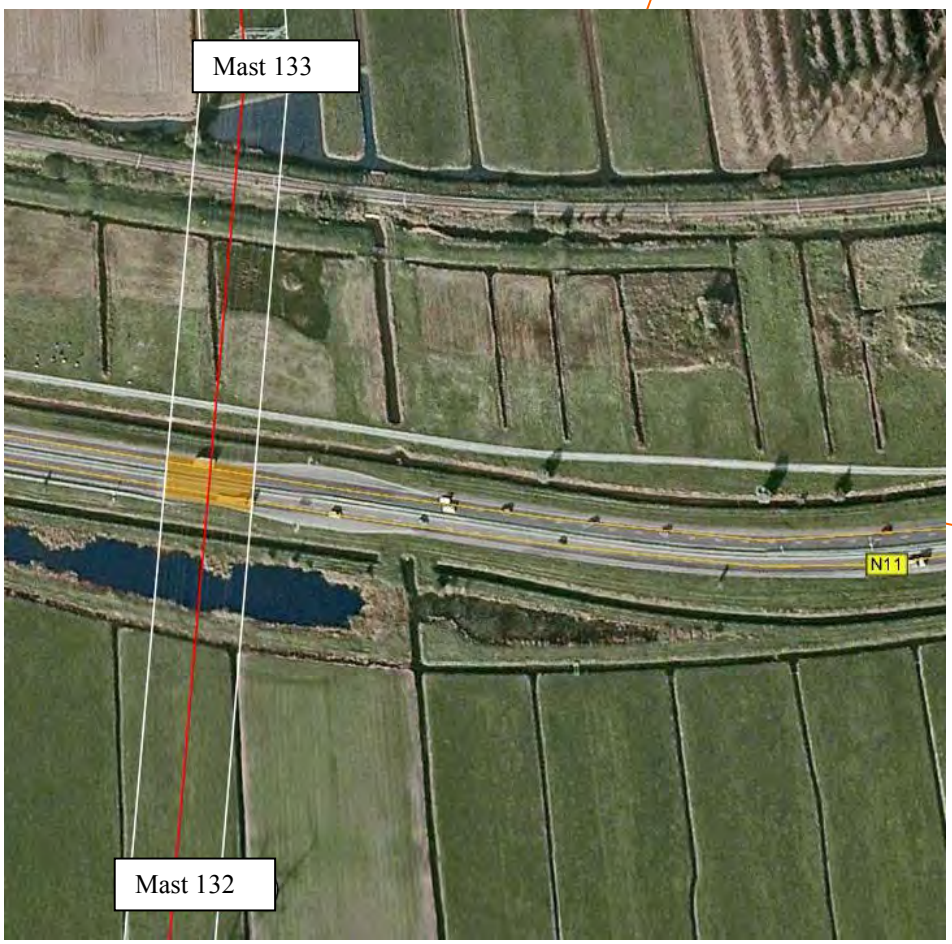


Afbeelding I4, Kruising A44 tussen mast 168 en mast 169

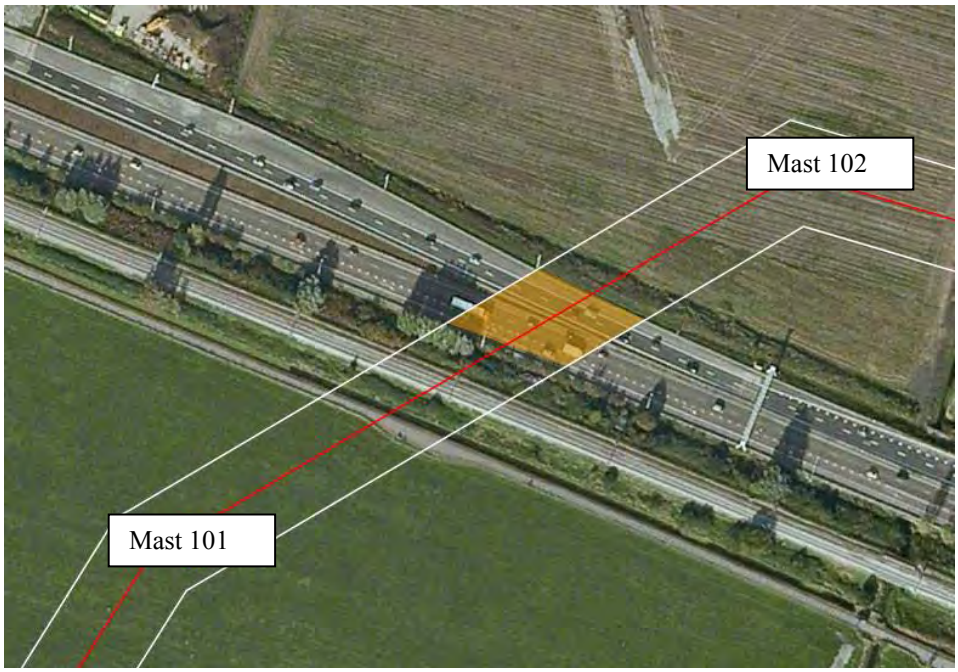


Afbeelding I5, Kruising A4 tussen mast 146 en mast 147

Bijlage I: Capacitieve beïnvloeding van vrachtauto's



Afbeelding I6, Kruising N11 tussen mast 132 en mast 133



Afbeelding I6, Kruising A12 tussen mast 101 en mast 102