

Aanvraagstukken – 6 Watervergunning RWS Zuid-Nederland

Inhoudsopgave

002.678.20 1085557 Aanvraagbrief watervergunning

A.0 Bijlagenoverzicht

A.1 Overzichtskaart vergunningen ZW380kV Oost

A.2 Situatietekening vaarwegkruising

B.1 Lengteprofielen en geleiderbreukrapportage

B.2 Mastrapportage steunmasten solo

B.3 Mastrapportage hoekmasten solo

B.4 Fundatierapport steunmast

B.5 Fundatierapport hoekmast combi en solo

C.1 Mastbeeldtekening steunmast

C.2 Mastbeeldtekening hoekmast

C.3 Fundatietekening tweepaals steunmast

C.4 Fundatietekening driepaals hoekmast

D.1 Vergunningenrapportage boring Amertak

E.1 Rapportage onderzoek radarhinder

002.678.20 1085557 Aanvraagbrief watervergunning

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland

Rijkswaterstaat Zuid Nederland

Afd. vergunningverlening t.a.v. [REDACTED]

Postbus 2232

3500 GE Utrecht

CLASSIFICATIE

DATUM

ONZE REFERENTIE

BEHANDELD DOOR

TELEFOON DIRECT

E-MAIL

C1 - Publieke Informatie

24 november 2022

6

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

BETREFT Aanvraag watervergunning - realisatie en instandhouding 380 kV hoogspanningsverbinding Rilland - Tilburg (Zuid-West 380 kV Oost)

Geachte [REDACTED]

Hierbij vraagt TenneT voor ingevolge de Waterwet art 6.5. lid c een watervergunning aan voor de realisatie en instandhouding van de 380kV hoogspanningsverbinding Rilland – Tilburg (Zuid-West 380kV Oost).

Achtergrond

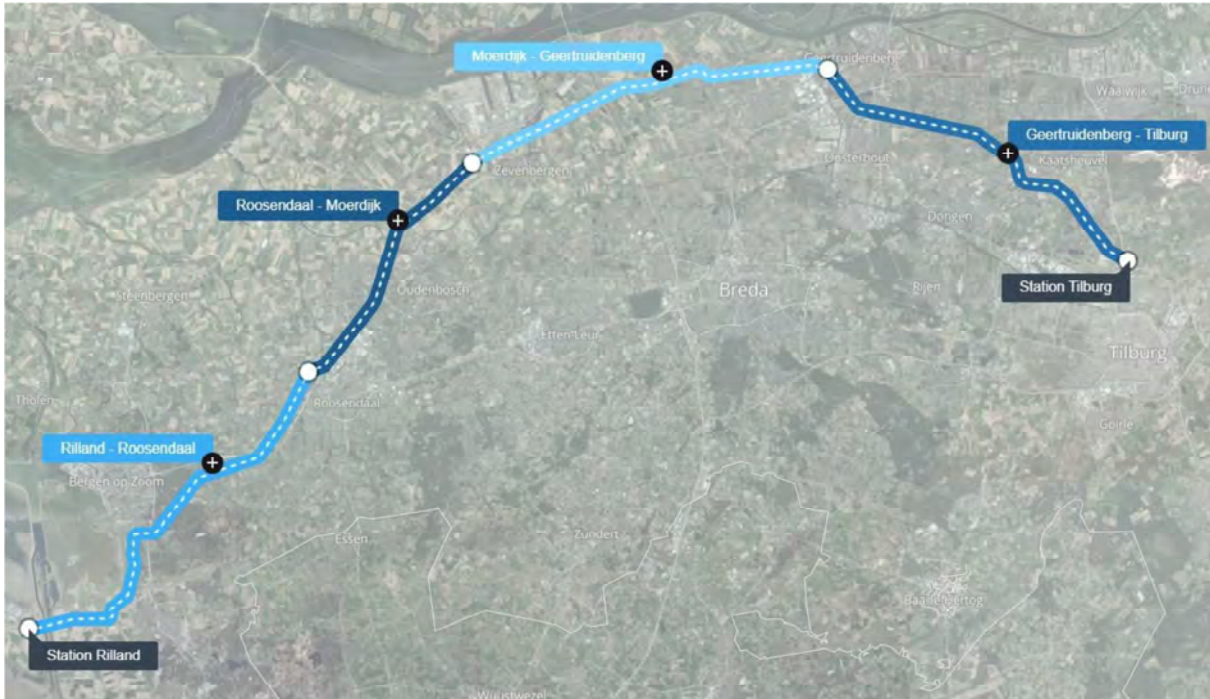
Om de levering van stroom in de toekomst te kunnen garanderen, is er behoefte aan uitbreiding van het bestaande elektriciteitsnet. Een van de projecten die hier aan bij moet dragen is de realisatie van een nieuwe 380 kV-verbinding tussen Borssele en de landelijke ring bij Tilburg: Zuid-West 380 kV (ZW380). Deze verbinding transporteert elektriciteit van de productielocaties in Zeeland en op zee naar Tilburg, waar verder transport via de landelijke 380 kV-ring plaatsvindt. De aanleg van de nieuwe hoogspanningsverbinding is nodig om nu en in de toekomst te kunnen voldoen aan de wettelijke eisen voor leveringszekerheid van elektriciteit.

De nieuwe verbinding loopt van Borssele via Rilland naar Tilburg. In eerste instantie was dit één groot project. De bouw van het nieuwe 380 kV-hoogspanningsstation bij Rilland bracht hier verandering in. Over het westelijke deel van de verbinding, tussen Borssele en Rilland, heeft al besluitvorming plaatsgevonden. Dit gedeelte van de verbinding (Zuid-West 380 kV West of ZW380 West) wordt momenteel gebouwd. Ook de besluitvorming over het nieuwe 380 kV-hoogspanningsstation ten noorden van Tilburg en de realisatie hiervan wordt momenteel afzonderlijk voorbereid.

Om de hoogspanningsverbinding tussen het nieuwe 380 kV-hoogspanningsstation bij Rilland en het nieuwe 380 kV-hoogspanningsstation bij Tilburg mogelijk te maken, is een Rijksinpassingsplan vastgesteld door de minister voor Klimaat en Energie en de minister voor Volkshuisvesting en Ruimtelijke ordening voor het oostelijk gedeelte van de verbinding (Zuid-West 380 kV-Oost of ZW380 Oost).

Tracé Zuid-West 380 kV Oost

De aanvraag voor deze watervergunning heeft betrekking op het nieuwe 380 kV-hoogspanningstracé tussen Rilland en Tilburg. Dit tracé loopt in hoofdlijnen van Rilland via Bergen op Zoom, Roosendaal, Oud Gastel, Standdaarbuiten, Zevenbergen, Zevenbergschen Hoek, Hooge Zwaluwe, Geertruidenberg, Oosterhout en 's Gravenmoer naar Tilburg. In figuur 1 is de ligging van het nieuwe 380 kV-hoogspanningstracé weergegeven.



Figuur 1 Ligging tracé (bron: TenneT)

Het tracé loopt over het grondgebied van twee provincies, dertien gemeenten, beheersgebied van twee waterschappen en twee districten van Rijkswaterstaat.

Naast het tracé van de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding omvat het project:

- de reconstructie van de bestaande 380 kV-hoogspanningsverbinding Geertruidenberg-Rilland nabij Oud Gastel en Standdaarbuiten, alsmede nabij Hooge Zwaluwe;
- de reconstructie van de bestaande 380 kV-hoogspanningsverbinding Geertruidenberg-Eindhoven in de gemeente Loon op Zand;
- de aansluiting van de 150 kV-hoogspanningsverbindingen op de 150 kV-stations;
- de aanpassing van de bestaande 150 kV-stations Zevenbergschen Hoek, Oosteind en 380 kV-station Rilland;
- amoveren van delen van de bestaande tracés van de 150 kV- en 380 kV-verbindingen, voor zover deze het nieuwe tracé hinderen;
- de aanleg van tijdelijke hoogspanningsverbindingen.

Nadere toelichting op aanvraag

Deze aanvraag richt zich op de kruising van de nieuwe hoogspanningsverbinding met de Amertak. Tussen de nieuw te plaatsen masten 1148 en 1149 wordt de Amertak ten noorden van de Amertakbrug gekruist. De nieuwe masten 1148 en 1149 staan buiten de zones van de waterkeringen langs de Amertak. Naast de bovengrondse kruising vindt op ongeveer dezelfde locatie ook een ondergrondse kruising plaats door middel van een dubbele boring voor de 150 kV verbinding naar het station Geertruidenberg. De activiteiten hebben zowel betrekking op een tijdelijke situatie als een permanente.

Definitieve situatie

Doorvaarthoogte

Uitgangspunt is dat de geleiders geen belemmering vormen voor de doorvaarthoogte. Om dit te waarborgen wordt bij de kruising van de Amertak een vrije doorvaarthoogte aangehouden van 32,47 meter +NAP. Deze doorvaarthoogte is gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

- Meest hoge waterstand: 1,87 meter +NAP;
- Klimaatmarge: + 0,60 meter;
- Vrije doorvaarthoogte van 30 meter.

Afstandhouders

Om het zwiepen (en lijndansen) tegen te gaan worden afstandhouders gebruikt. Deze voorkomen ook dat de kabels langs elkaar gaan schuren. De definitieve afstand tussen de (dempende) afstandhouders moet worden berekend. Ook de exacte positie moet nog berekend worden. Dit wordt gedaan door de leverancier van de afstandhouders.

Ondergronds – twee boringen

De 150kV-verbinding Geertruidenberg-Zevenbergschenhoek-Moerdijk wordt met twee boringen op dezelfde locatie onder de Amertak door geboord. De boringen komen op ca. 15 meter onder de bodemhoogte van de vaarweg te liggen. Voor deze boringen is een rapportage als bijlage bijgevoegd bij deze aanvraag.

Tijdelijke situatie

Er moet een voordraad worden overgebracht voor de geleidermontage / het intrekken van de draden. Voor het overbrengen van deze voordraad is een tijdelijke stremming van de vaarweg noodzakelijk (inschatting 5 à 15 minuten). Voor het verdere verloop van de geleidermontage zal de uitvoerend aannemer een plan van aanpak opstellen en ter goedkeuring aan u voorleggen.

Radarreflectie

TenneT heeft onderzoek uit laten voeren naar de eventuele versturende werking van afstandhouders op een scheepsradar. De belangrijkste bevinding is dat vanuit radartechnisch oogpunt de versturende bijdrage van de afstandhouders op het radarbeeld minimaal is.

TenneT verwacht derhalve geen problemen met de afstandhouders. Ook bij de kruising van de bestaande 380kV-verbinding Geertruidenberg-Rilland met de Amertak hangen de afstandhouders boven de vaarweg. Bij TenneT is niet bekend dat dit tot problemen heeft geleid. Het TNO-rapport bevestigt in die zin dat er geen problemen te verwachten zijn, zowel voor afstandhouders aan de beide zijanten van de vaarweg of met afstandhouders in het midden boven de vaarweg. Het onderzoek is als bijlage bij deze aanvraag gevoegd.

Planning

Onderhavige vergunning wordt aangevraagd voor zowel de aanlegfase als de gebruiksfase van de hoogspanningsverbinding. De aanlegfase is voorzien voor de periode vanaf het derde kwartaal van 2024 tot eind 2030. Vooralnog betreft het een planning op hoofdlijnen. De planning wordt in detail uitgewerkt door de aannemer en door TenneT gecommuniceerd.

Nalevering na het verlenen van de vergunning

De tekeningen bij deze vergunningaanvraag zijn op schetsniveau uitgewerkt. De verschillende detailontwerpen (bijv. definitieve rapportage van de boringen of de wijze van uitvoering van de geleidermontage) volgen in een latere fase.

In uw besluit kunnen hiervoor bijvoorbeeld de volgende voorschriften worden opgenomen:

- “Uiterlijk ..x.. weken vóór aanvang van de realisatie van de nieuwe verbinding moeten de volgende definitieve stukken ...b.v. definitieve situering van de 380 kV-hoogspanningsverbinding / ligging van boring ... (ter goedkeuring) zijn ingediend bij het bevoegd gezag.
- “Er mag met de desbetreffende werkzaamheden pas worden gestart nadat deze stukken zijn goedgekeurd”.

Bijlagen

Bij deze aanvraag zijn de volgende (soorten) bijlagen bijgevoegd:

- Kaarten en tekeningen
- Informatie over masten
- Rapportages (boringen en radarreflectie)

In bijlage A.0 “Overzicht bijlagen” is een uitgebreide toelichting gegeven op de bijlagen.

Rijkscoördinatieregeling procedure

Ten aanzien van uw besluit op deze aanvraag ingevolge artikel 6.4 van de Waterwet, is op grond van artikel 20c Elektriciteitswet juncto, artikel 2 lid 1 onder c Uitvoeringsbesluit rijkscoördinatieregeling energie-infrastructuurprojecten de rijkscoördinatieregeling uit de Wet ruimtelijke ordening van toepassing (artikel 3.35).

De rijkscoördinatieregeling voorziet in een gecoördineerde en parallelle besluitvorming over alle voor de uitvoering van de activiteit vereiste besluiten. Dit betekent dat de ontwerp-uitvoeringsbesluiten (vergunningen) gelijktijdig ter inzage worden gelegd. Ditzelfde geldt voor de definitieve uitvoeringsbesluiten (vergunningen). Hierbij is de minister voor Klimaat en Energie de aangewezen minister voor de coördinatie.

In verband daarmee heeft de minister voor Klimaat en Energie ons 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 voor Klimaat en Energie. TenneT zal er echter voor zorgen dat de minister voor Klimaat en Energie 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. Het ontwerp-besluit, en later ook het besluit, stuurt u niet aan TenneT, maar aan de minister voor Klimaat en Energie, t.a.v. Bureau Energieprojecten, Postbus 93144, 2509 AC Den Haag. De minister stuurt de besluiten gebundeld door aan de initiatiefnemer; dit is juridisch gezien de bekendmaking.

Deze watervergunning valt onder de rijkscoördinatieregeling voor energieprojecten (artikel 3.35 Wro). Daarom wordt op grond van art. 3.35 lid 4 van de Wet ruimtelijke ordening de uitgebreide voorbereidingsprocedure gevolgd. U bent hierover reeds geïnformeerd door de projectleider voor de rijkscoördinatieregeling bij EZK en/of Bureau Energieprojecten. U kunt bij hem of haar nadere informatie over de voorbereidingsprocedure verkrijgen.

Correspondentie

Wij verzoeken u alle correspondentie met betrekking tot deze aanvraag te richten aan:

TenneT TSO B.V.

████████████████████
Postbus 718
6800 AS Arnhem

Wij verzoeken u het ontwerpbesluit en het besluit te richten aan:

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat / Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
Bureau Energieprojecten
Postbus 93144
2509 AC Den Haag

Een volledig overzicht van de bij de aanvraag behorende bijlagen vindt u op het bij de aanvraag gevoegde bijlagenoverzicht.

Voor procedure vragen verzoeken wij u contact op te nemen met Bureau Energieprojecten, telefoon 070 379 8979.

Graag ontvangen wij een ontvangstbevestiging van deze aanvraag.

Uw nader bericht zien wij met belangstelling tegemoet.

████████████████████
████████████████████
████████████████████
████████████████████
████████████████████

A.0 Bijlagenoverzicht

Bijlagenoverzicht Rijkswaterstaat Zuid-Nederland
6 Watervergunning

Activiteit watervergunning: kruisen Amertak		Mastnummer	Soort mast	x-coördinaat	y-coördinaat	Documentnaam	Datum	Versie / revisie	Meridiannummer
A Bijlagen algemeen									
A.0	Bijlagenoverzicht		Allen			Bijlagenoverzicht Rijkswaterstaad Zuid-Nederland	21/11/2022	n.v.t.	002.678.20.1084953
A.1	Overzichtskaart vergunningen ZW380kV Oost		Allen			Overzichtskaart VKA 2.0	22/04/2022	1.1	002.678.20.1030658
A.2	Situatietekening vaarwegkruising		Allen			Kruising Amertak	26/04/2022	VKA 2.0	002.678.20.1030631
B Rapportages lijnverbinding Rilland-Tilburg 150 / 380kV									
380 kV solomasten en fundaties									
Kruisen masten 1148 en 1149									
B.1	Lengteprofielen en geleiderbreukrapportage	RLL-TB380 1149 RLL-TB380 1148	S+24/s HB+19/s	116609.30 116287.868	412059.09 412184.128	Kruising Amertak 1148-1149 doorvaarthoogte 30m (Klasse Va)	28/04/2022	Definitief	002.678.22.1017224
B.2	Mastrapportage steunmasten solo	RLL-TB380 1149	S+24/s	116609.30	412059.09	Mastrapport solo-steunmasten (5/s Hoog)	17/09/2021	1.0	002.678.00.0946389
B.3	Mastrapportage hoekmasten solo	RLL-TB380 1148	HB+19/s	116287.868	412184.128	Mastrapport solo-hoekmasten HB/s	30/07/2021	1	002.678.00.0928554
B.4	Fundatierapport steunmast	RLL-TB380 1149	S+24/s	116609.30	412059.09	Definitief ontwerp fundaties steunmasten hoogspanningslijn RLL-TLB	11/07/2022	1.0	002.678.00.0950630
B.5	Fundatierapport hoekmast combi en solo	RLL-TB380 1148	HB+19/s	116287.87	412184.13	Definitief ontwerp fundaties hoekmasten hoogspanningslijn RLL-TLB	13/07/2022	1.0	002.678.00.0950632
C Constructietekeningen masten, fundaties en opstijppunten									
380 kV solomasten en fundaties									
Kruisen masten 1148 en 1149									
C.1	Mastbeeldtekening steunmast	RLL-TB380 1149	S+24/s	116609.30	412059.09	Mastbeeld S+24/s	17/09/2021	1.0	002.678.00.0946392
C.2	Mastbeeldtekening hoekmast	RLL-TB380 1148	HB+19/s	116287.868	412184.128	HB+19_s	13/09/2021	2	002.678.00.0927488
C.3	Fundatietekening tweepaals steunmast	RLL-TB380 1149	S+24/s	116609.301	412059.094	Fundatietekening tweepaalsfundering steunmast Moldaumasten	24/06/2022	1.0	002.678.00.0928596
C.4	Fundatietekening driepaals hoemast	RLL-TB380 1148	HB+19/s	116287.868	412184.128	Fundatietekening driepaalsfundering hoekmast Moldaumaster	24/06/2022	1.0	002.678.00.0928597
D Kabelverbinding									
150 kV boring									
D.1	Vergunningenrapportage boring Amertak					Kruising 2 HDD's met een spoor, primaire waterkeringen en de Amertak	26/04/2022	D.1	002.678.20.1030752
E Radarhinder									
E.1	Rapportage onderzoek radarhinder					Rapportage onderzoek radarhinder hoogspanningsleiding over de Amertak op scheepsradar	28/07/2022	v1.0	002.678.20.1084954

A.1 Overzichtskaart vergunningen ZW380kV Oost



Legenda

VKA 2.0

- Combi 380 kV / 150 kV
- Solo 380 kV
- - - 380kV kabel
- Reconstructie bestaande 380 kV
- × × Te amoveren verbinding

150kV ondergronds

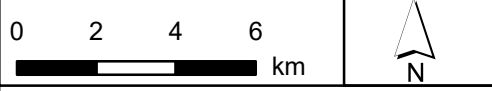
- - - boring
- - - open ontgraving

Bestaande bovengrondse verbinding

- 380 Kv
- 150 Kv
- Gemeentegrenzen
- Provinciegrenzen



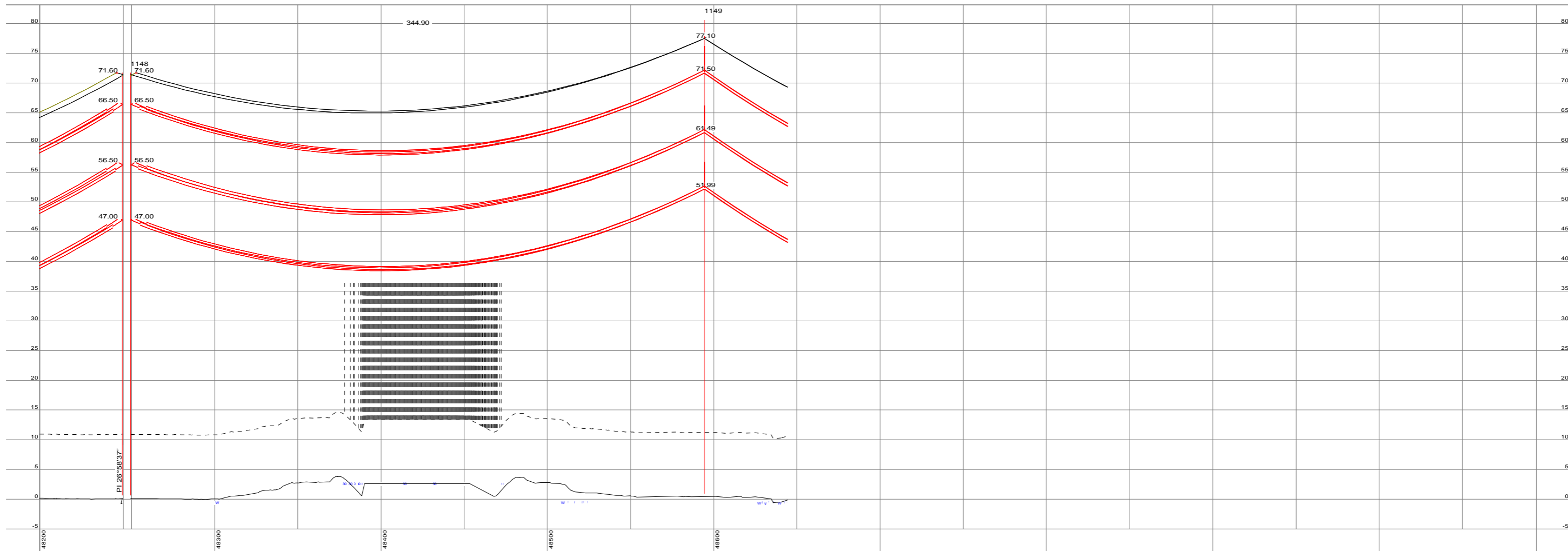
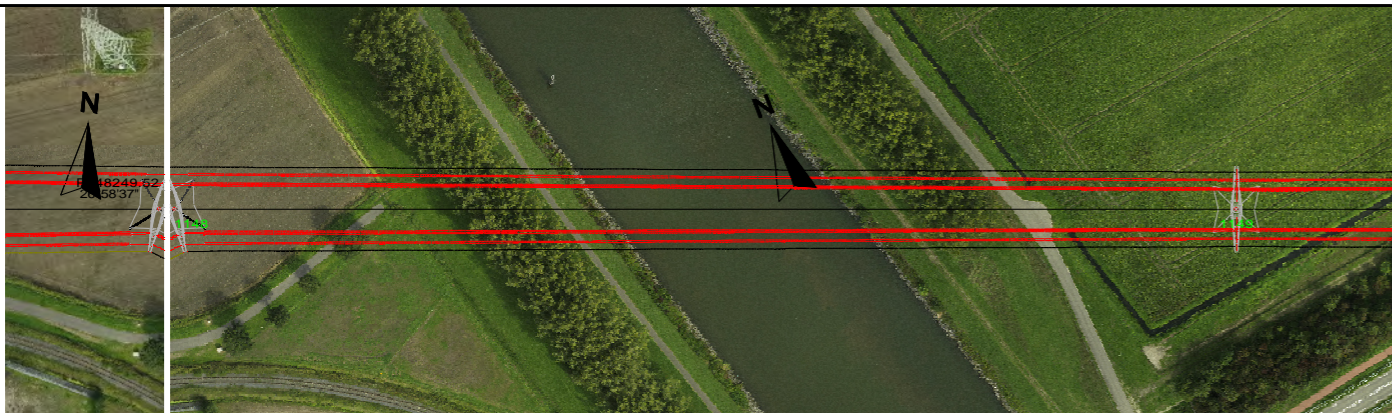
Versie	1.1	Datum	22-4-2022
Status	Definitief	Schaal	1:190.000
Auteur	EM	Formaat	A3
Kenmerk	201021_zw380_Overzichtskaart_vergunning.mxd		



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

A.2 Situatietekening vaarwegkruising

B.1 Lengteprofielen en geleiderbreukrapportage



1148 X=116287.87
Y=71.60
ht=71.60 elev=0.13
ht adjust=-0.50
HB=19/s

1149 X=116609.30
Y=77.10
ht=80.20 elev=0.44
ht adjust=-0.50
S=24/s

Type	Symb	150kV	380kV RLL-TLB (getoond)	380kV GT-RLL GT-TLB
Grond	○	9.3 m	10.8 m*	11.8 m*
Industrieel gebied	○	9.7 m	11.2 m*	12.2 m
Wegen	○	9.3 m	10.8 m*	11.8 m*
Land/agrarische wegen	○	10.3 m	11.8 m*	12.8 m
Snel/autowegen	○	11.2 m	12.7 m*	13.7 m
Spoorlijn met tractie	+	12.5 m	14.0 m*	15.0 m
Daken <15 graden	△	6.7 m	8.2 m*	9.2 m*
Daken >15 graden	△	4.7 m	6.2 m	7.2 m
Buisleidingstraat/Evides	○	10.8 m	12.3 m*	13.3 m
Tractie	+	7.3 m	8.8 m	9.8 m
Water	W	7.9 m	9.4 m*	10.4 m*
Vaarwegen 15m VDH	15	17.3 m	18.8 m	19.8 m
Vaarwegen 20m VDH	20	22.3 m	23.8 m	24.8 m
Vaarwegen 25m VDH	25	27.3 m	28.8 m	29.8 m
Vaarwegen 30m VDH	30	32.3 m	33.8 m	34.8 m

* onderstaande afstanden minimaal te hanteren vanwege dominantie e-velden (5kV/m 1m boven maaiveld) conform AM-Req-0939

Verbinding	Afstand	Aanduiding afstand
RLL-TLB Combi	14.9m	—
RLL-TLB Solo	13.8m	—
GT-TLB	12.0m	—
GT-RLL	Niet dominant	—

Type	Geleider	Kleur	Temp.	Parameter
380 kV	4xAMS620	—	70 graden	1800 m
380 kV	3xACCC Warsaw	—	90 graden	1375 m
150 kV	2xAMS620	—	70 graden	1800 m
Bliksem/OPGW	HAWK/AFL226	—	35 graden	1800 m

25.0 m Horiz. Scale

7.0 m Vert. Scale

Naam: 380-kV verbindingen Riland-Tilburg				Tekeningstatus: Definitief				
Relatie:	Rev.	Dat. Rev.	Omschrijving revisie	Getekend: TenneT	Dat. AB: 28-04-2022	Schaal: Zie tek.	Formaat: A3	Object ID: VKA 2.0.1
Oud tekeningnummer:				Thema: Lijnen	Omschrijving: Kruising Amertak 1148-1149 Doorvaarhoogte 30m (Klasse Va)			
				Categorie: Lijn	Documentnummer: 1017224 blad 1			
				Documentcode: Lengteprofiel				



B.2 Mastrapportage steunmasten solo

ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN

Mastrapport solo-steunmasten (S/s Hoog)

TenneT TSO B.V.

Meridian doc.nr.: 002.678.00. 0946389

Rapport nr.: 21-1172, Rev. 1

Datum: 03-09-2021

DATUM:	17-09-2021
STATUS TENNET:	DEFINITIEF
REVISIE TENNET:	1.0





Projectnaam:	Zuid-West 380 kV Oost Verbindingen	Energy Systems
Rapport titel:	Mastrapport solo-steenmasten (S/s Hoog)	DNV Netherlands B.V.
Klant:	TenneT TSO B.V.	Utrechtseweg 310-B50
Contactpersoon klant:	██████████	6812 AR Arnhem
Datum uitgave:	03-09-2021	
Project nr.:	10124719	
Organisatie unit:	TDT	Tel: 026 356 9111
Meridian doc.nr.:	002.678.00. 0946389	Handelsregister Arnhem 09006404
Rapport nr.:	21-1172, Rev. 1	

Copyright © DNV 2021. All rights reserved. Unless otherwise agreed in writing: (i) This publication or parts thereof may not be copied, reproduced or transmitted in any form, or by any means, whether digitally or otherwise; (ii) The content of this publication shall be kept confidential by the customer; (iii) No third party may rely on its contents; and (iv) DNV undertakes no duty of care toward any third party. Reference to part of this publication which may lead to misinterpretation is prohibited.

DNV Distributie:

- Open
- Intern
- Commercieel vertrouwelijk
- Vertrouwelijk
- Geheim

*Specificatie distributie: --

Inhoudsopgave

1	INLEIDING	1
2	UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN	2
2.1	Normen	2
2.2	TenneT-specificaties	2
2.3	Eisenverificatie	2
2.4	Ontwerprapporten	2
2.5	Materialen	2
2.6	Software	3
3	MASTONTWERP	4
3.1	Mastbeelden	4
3.2	Uitgangspunten berekening	7
3.3	Mastenlijst	7
3.4	Geleiderbelastingen	7
3.5	Reacties op de fundering	7
3.6	Modellering	8
3.7	Overige controles	8
3.8	Mastgewicht	8
4	TOETSING	9
4.1	Resultaat PLS-TOWER	9
4.2	Toetsing overige onderdelen	12
Appendix A	Geleiderbelastingen	
Appendix B	Resultaten PLS-TOWER	
Appendix C	Knikverkorters	
Appendix D	Blokdeuvels	
Appendix E	Liggers	
Appendix F	Sterkte-coördinatie	

1 INLEIDING

In het basisontwerp van de vakwerkmasten voor de verbinding RLL-TLB380 in het project Zuid-West 380 kV-Oost zijn voor het vaststellen van de haalbaarheid constructieve berekeningen uitgevoerd aan de masten en fundaties. In de Definitief Ontwerpfase, moeten berekeningen verder worden uitgewerkt om te kunnen dienen voor de benodigde vergunningsdocumentatie, voor de aanbesteding en als voorbereiding voor de uitvoeringsfase. Het DO omvat het ontwerp van de mastconstructies, de fundaties en de opstijpunten in de verbinding.

Deze rapportage bevat de resultaten van de toetsing van alle masttypen binnen de groep van de solo-steunmasten (hoog), een masttype geschikt voor twee circuits 380 kV. Het ontwerp van de solo-steunmasten S+18/s en S+24/s is zodanig dat de “mastkop” gedeeld wordt binnen de groep van de solo-steunmasten (hoog), alleen de hoogte van het onderstuk verschilt.

In deze rapportage is de toetsing van de mastkop van de solo-steunmasten (hoog) en de toetsing van alle onderstukken van de verschillende typen opgenomen. De toetsing bestaat uit controle van:

- De profielen en boutverbindingen onderdeel van de hoofd draagconstructie
- De knikverkorters
- De liggers voor de isolator kettingen
- De verbinding met de fundatie via blokdeuvels
- Aanvullende controle op sterkte-coördinatie.

Buiten de scope van dit DO-rapport valt de controle van de schetsplaten en overige verbinding details in de constructie. Dit moet in de UO-fase worden uitgewerkt. Ook de voorzieningen voor de high-step rail en bordessen vallen onder uitwerking in UO-fase.

In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten en randvoorwaarden vanuit de van toepassing zijnde normen en TenneT-specificaties opgenomen. Hoofdstuk 3 beschrijft de gevolgde aanpak van de berekening. In hoofdstuk 4 is de toetsing opgenomen.

2 UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

2.1 Normen

Er is gebruik gemaakt van de normen volgens Tabel 1.

Tabel 1 Gebruikgemaakte normen, voorschriften en richtlijnen

Norm	Titel
NEN-EN 50341-1:2013	“Overhead electrical lines exceeding AC 1 kV - Part 1: General requirements – Common”
NEN-EN 50341-2-15:2019	“Overhead electrical lines exceeding AC 1 kV Part 2 National Normative Aspects (NNA) for THE NETHERLANDS”
NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2019/NB:2019nl	“Grondslagen van het ontwerp”
NEN-EN 1991-1-4+A1+C2:2011/NB:2019+C1:2020	“Deel 1-4: Windbelasting op constructies”
NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2016+A1:2020	“Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies, deel 1-1: algemene regels en regels voor gebouwen”
NEN-EN 1993-1-1+C2+A1:2016 nl	“Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies, deel 1-1: algemene regels en regels voor gebouwen”
NEN-EN 1993-3-1:2007/NB:2011 nl	“Deel 3-1: Torens, masten en schoorstenen - Torens en masten”
NEN-EN 1993-1-8+C2:2011/NB:2011 nl	“Ontwerp en berekening van staalconstructies, deel 1-8: ontwerp en berekening van verbindingen”

2.2 TenneT-specificaties

In Tabel 2 zijn de documenten opgenomen die relevant zijn voor de berekeningen en toetsingen die binnen dit project in de mastrapportage uitgevoerd zullen worden.

Tabel 2 Relevante documenten t.b.v. mechanische rapportages

Nummer	Onderwerp
PVE.05.000 v3.2	PvE Lijnen
sPVE.05.001	sPvE Lijnen
SPE.05.346 v1.3	Algemene specificatie stalen masten

2.3 Eisenverificatie

Voor de eisenverificatie wordt verwezen naar het rapport “Verificatierapport eisen DO Moldau”, DNV GL rapport 21-0451, Meridiannummer 002.678.00 0910757.

2.4 Ontwerppapporten

Voor de achtergrond van het ontwerp wordt verwezen naar het uitgangspuntenrapport “Uitgangspunten definitief ontwerp Moldaumast”, DNV GL rapport 21-0036, Meridiannummer 002.678.00 0876917.

2.5 Materialen

Voor het ontwerp van de mastconstructies en fundaties wordt uitgegaan van de eigenschappen volgens Tabel 3.

Tabel 3 Materialen aangepaste constructie

Staalsoort	S355J0 (t≤16 mm) S355J2 (16<t≤40 mm)
Boutkwaliteit	8.8 gerolde draad
Betonkwaliteit	C30/37
Wapeningsstaal	B500



Voor de constructie geldt conform TenneT-specificatie:

- Toe te passen bouten: M16/M20/M24
- Voor hoekstaal is de minimale afmeting L50x5 mm
- Minimale plaatdikte 6 mm.

Mocht het noodzakelijk zijn M30 toe te passen, bij grote plaatdiktes is dit als afwijking door TenneT toegestaan.

2.6 Software

De gebruikte software wordt benoemd in Tabel 4.

Tabel 4 Toegepaste software

Software		Versie
Mastontwerp	PLS-CADD	16.65
Mastberekeningen	PLS-TOWER	16.65
Constructieve analyse	AxisVM	X5 R4h



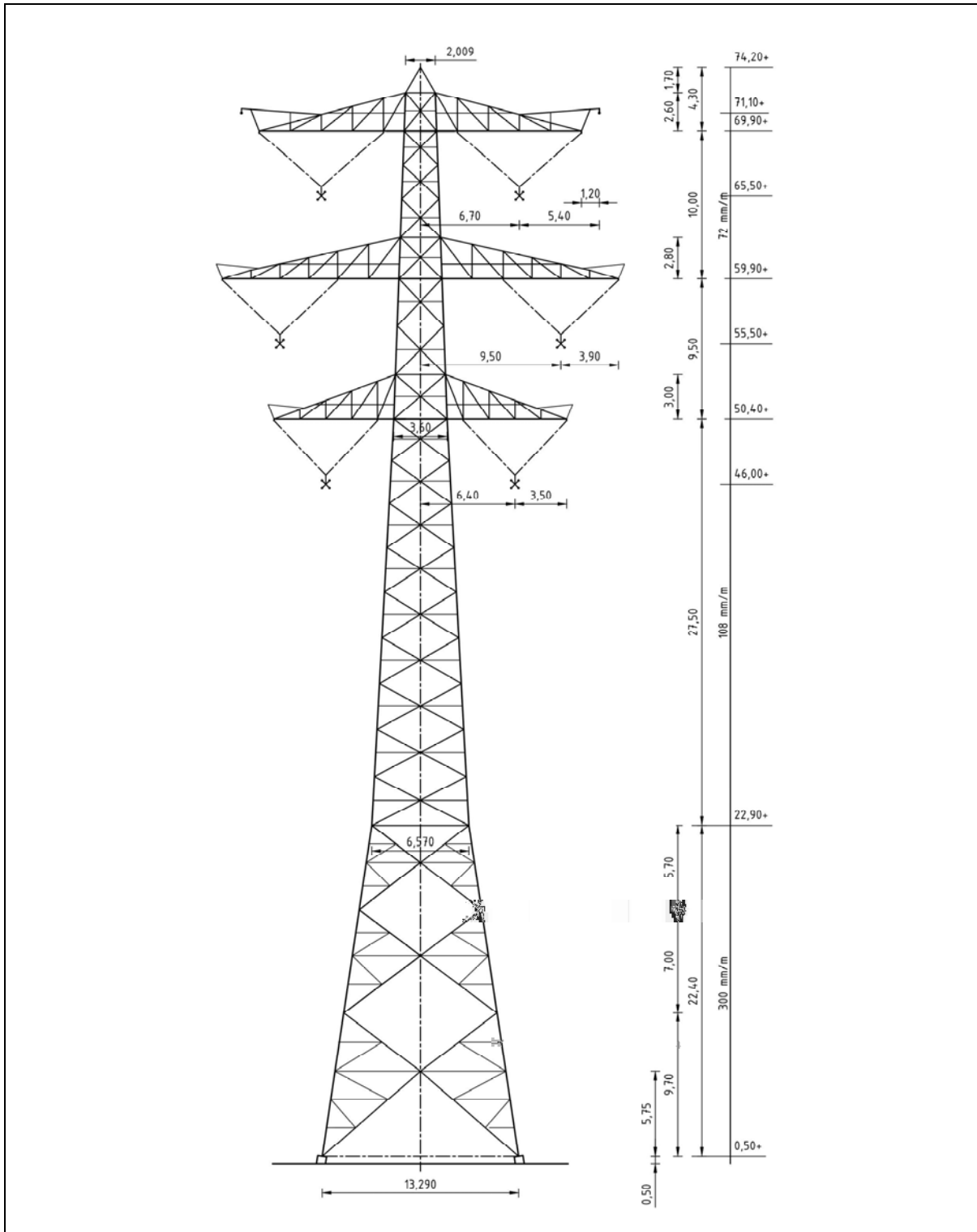
3 MASTONTWERP

3.1 Mastbeelden

In dit hoofdstuk worden de mastbeelden weergegeven met de belangrijkste maatvoering, voor volledige tekeningen van de masttypen wordt verwezen naar onderstaande tekeningen:

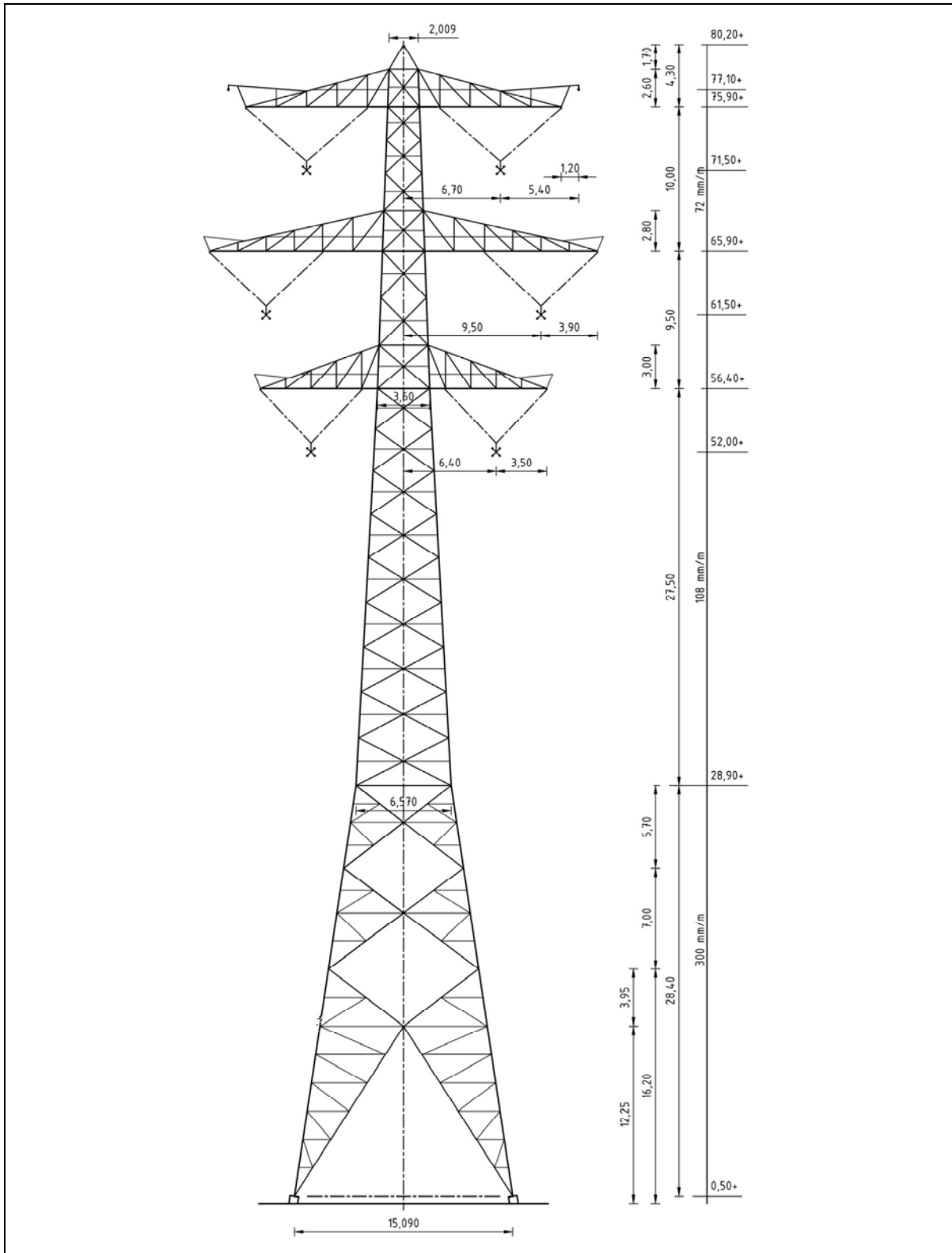
- Mastbeeldtekening Steunmasten, Meridiannummer 002.678.00 0890100
- Mastbeeldtekening S+18/s, Meridiannummer 002.678.00 0920286
- Mastbeeldtekening S+24/s, Meridiannummer 002.678.00 0946392.

Masttype S+18/s is een steunmast voor twee circuits 380 kV.



Figuur 1 Mastbeeld masttype S+18/s

Masttype S+24/s is een steunmast voor twee circuits 380 kV.



Figuur 2 Mastbeeld masttype S+24/s

3.2 Uitgangspunten berekening

De uitgangspunten volgens Tabel 5 zijn van toepassing.

Tabel 5 Uitgangspunten

Norm	NEN-EN50341-2-15:2019
Gevolgklasse initieel	CC2
Betrouwbaarheidsniveau	Nieuwbouw
Referentieperiode	50 jaar
Windgebied	Masttype S+18 – II Masttype s+24 – III
Windsnelheid (m/s)	27,0 (II) 24,5 (III)
Terreincategorie	II
Reductiefactor c_{dir}	1,00
IJsgebied fasegeleider	B
IJsgebied bliksemgeleider	A

3.3 Mastenlijst

In Tabel 6 tot en met Tabel 7 zijn alle masten in het tracé binnen de groep van solo-steunmasten (hoog) opgenomen. De mast met grootste wind span is vetgedrukt aangegeven. Het masttype zal niet met deze wind en weight span worden berekend maar met generieke wind en weight span, zie uitgangspuntenrapport.

Tabel 6 Mastenlijst S+18/s

Mast-nummer	Masttype	Lijnhoek (°)	Wind span (m)	Weight span (m)	Hoogteverschil ba+ah (m)	Hoogteverschil back (m)	Hoogteverschil ahead (m)
1003	S+18_s	180.0	365.8	446.5	18.0	18.1	-0.2
1004	S+18_s	180.0	340.6	432.3	17.8	0.2	17.6

Tabel 7 Mastenlijst S+24/s

Mast-nummer	Masttype	Lijnhoek (°)	Wind span (m)	Weight span (m)	Hoogteverschil ba+ah (m)	Hoogteverschil back (m)	Hoogteverschil ahead (m)
1149	S+24_s	180.0	348.0	495.1	28.6	5.3	23.3

3.4 Geleiderbelastingen

De berekening is uitgevoerd met het geleiderbelastingprogramma van DNV GL. De belastingen op de mastconstructie zijn bepaald op basis van de modellering in PLS-TOWER (staafoppervlaktes). Voor de toeslagen op eigen gewicht en windoppervlakte wordt verwezen naar het uitgangspuntenrapport. In Appendix A zijn de resultaten van de geleiderbelastingen samengevat.

3.5 Reacties op de fundering

De oplegreacties op de fundering worden ontleend aan de uitvoer van het geleiderbelastingenprogramma. Zie Appendix A.

3.6 Modelling

Op basis van de ontwerptekeningen is de mast in PLS-TOWER ingevoerd. De toetsing wordt per staafgroep uitgevoerd. De hoofdelementen zijn gemodelleerd, niet-dragende profielen als knikverkorters zijn weggelaten, deze worden separaat getoetst. De profielen zijn in PLS-TOWER inclusief de boutverbindingen ingevoerd en getoetst, de controle van de schetsplaten en andere detailverbindingen valt buiten de scope.

De geleiderbelastingen vanuit het geleiderbelastingenprogramma zijn als invoer voor de belastingen gebruikt.

De gewichts- en windbelasting op de mastconstructie wordt door PLS-TOWER automatisch bepaald. Via toeslagfactoren wordt de invloed van niet gemodelleerde elementen als knikverkorters, bordesconstructies en klimvoorzieningen meegenomen. Voor schetsplaten, zinklaag en bouten is een aanvullende toeslag op het gewicht van 15% toeslag gerekend.

Diagonalen in voor- en achtervlak respectievelijk de twee zijvlakken zijn samengenomen in een groep.

3.7 Overige controles

In PLS-TOWER zijn niet alle elementen getoetst. Knikverkortersprofielen en overige profielen voor beloopbaarheid worden separaat getoetst. In Appendix C is dit opgenomen. De verbinding met de fundatie bestaat uit ingestorte profielen voorzien van blokdeuvels. Dit is in Appendix D opgenomen. De liggers van isolatorkettingen vereisen een aanvullende controle op buiging. De toetsing is uitgevoerd met de software AxisVM en is beschreven in Appendix E. Appendix F omvat de toetsing op sterkte-coördinatie.

3.8 Mastgewicht

Het totale mastgewicht per masttype is met de uitgangspunten van paragraaf 3.6 bepaald op:

- Masttype S+18/s 56,6 ton
- Masttype S+24/s 62,2 ton.

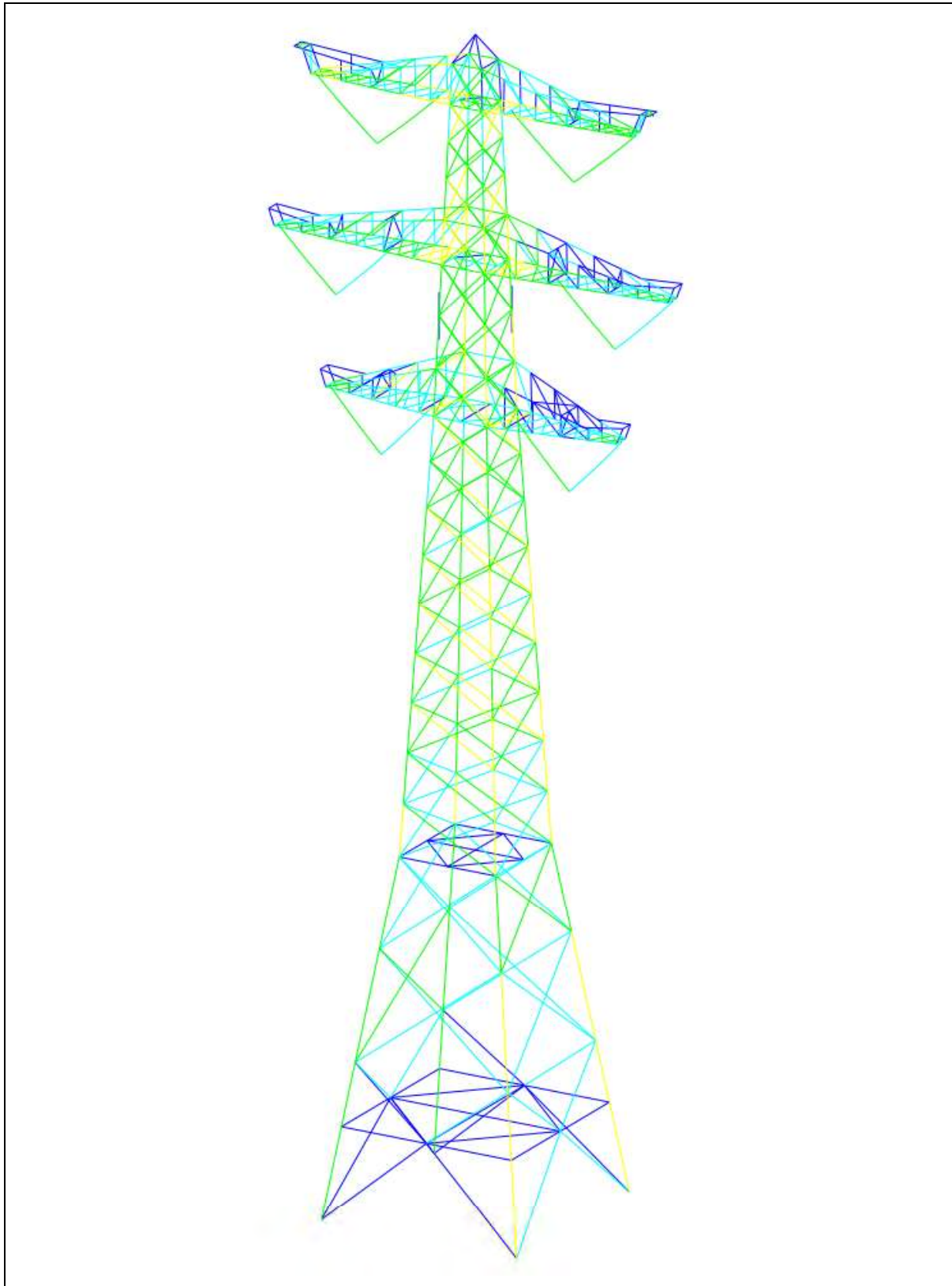


4 TOETSING

4.1 Resultaat PLS-TOWER

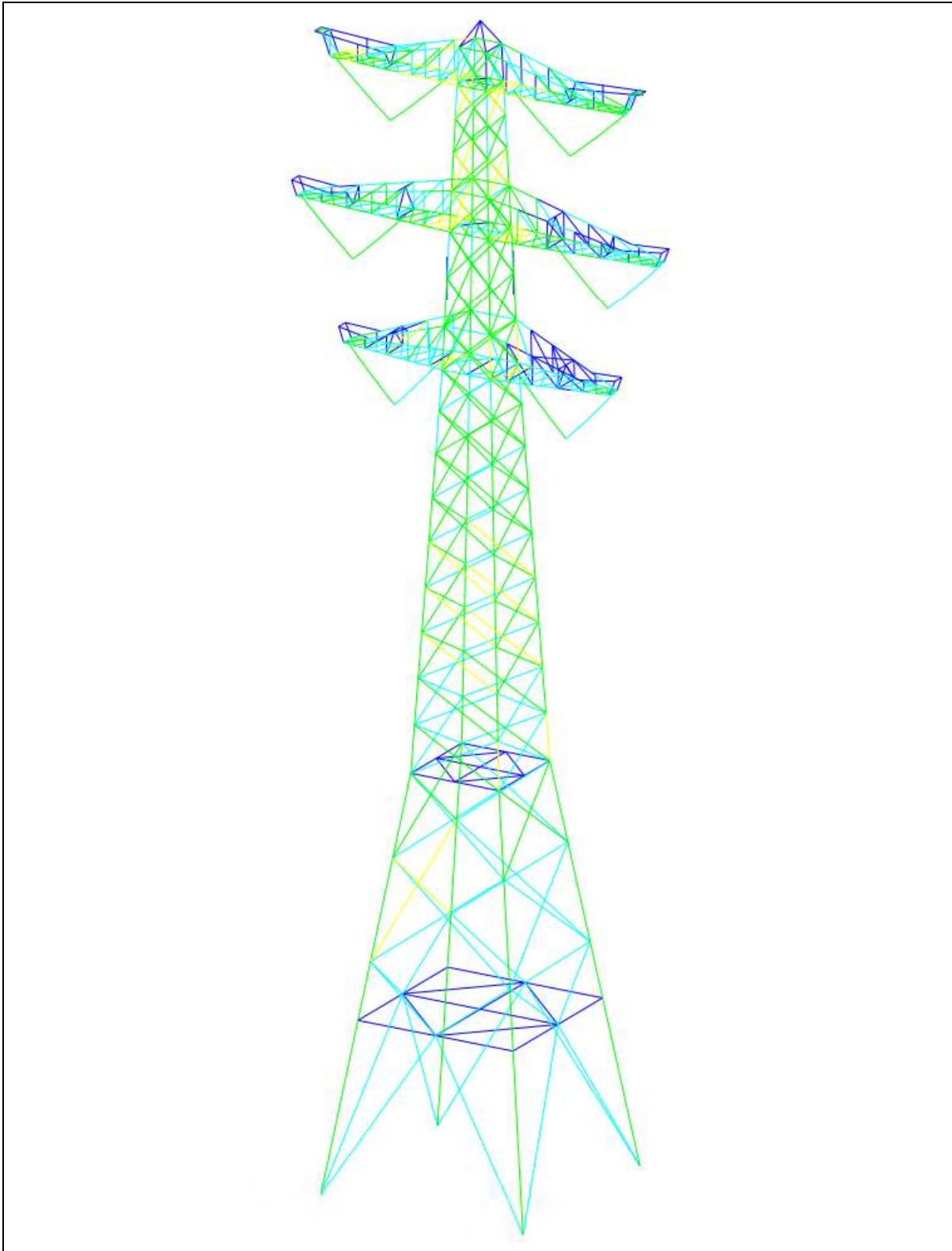
Het resultaat van de toetsing met PLS-TOWER is per masttype weergegeven in Figuur 3 tot en met Figuur 4. Voor elk masttype zijn de belastingen apart bepaald, inclusief bouwphase en hijslasten.

De uitnutting van de constructie loopt op van blauw (0-25%) tot geel (75-100%). Uit de figuur wordt geconcludeerd dat alle profielen en boutverbindingen voldoen.



Figuur 3 Resultaat PLS-TOWER voor masttype S+18/s

In Figuur 4 zijn de resultaten van masttype S+24 weergegeven. Hieruit blijkt dat de mast voldoet.



Figuur 4 Resultaat PLS-TOWER voor masttype S+24/s

4.2 Toetsing overige onderdelen

In Tabel 8 zijn de resultaten van de uitgevoerde toetsingen weergegeven.

Tabel 8 Samenvatting uitgevoerde controles

Controle van	Beoordeling	Referentie
Profielen	Voldoen	Figuur 3 Figuur 4 Appendix B
Knikverkorters	Voldoen	Appendix C
Blokdeuvels randstijl	Voldoen	Appendix D
Liggers	Voldoen	Appendix E
Sterkte-coördinatie	Voldoet	Appendix F

APPENDIX A

Geleiderbelastingen

Geleiderbelastingen opgenomen:

- Masttype S+18
- Masttype S+18 – Bouwfase
- Masttype S+18 – Hijslast
- Masttype S+18 – onderbouwing bouwwerkfactor $c_s c_d$
- Masttype S+24
- Masttype S+24 – Bouwfase
- Masttype S+24 – Hijslast
- Masttype S+24 – onderbouwing bouwwerkfactor $c_s c_d$.

Project: RLL-TLB380
 Tower: S+18_s
 Number: 1003

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

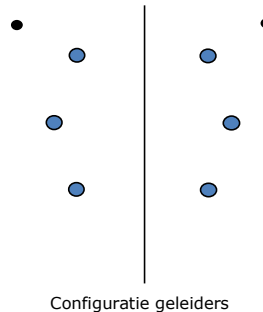
Geleiderbelastingen

Algemeen

Benaming S+18_s
 Masttype Steunmast
 Aantal circuits 2
 Configuratie 2-circuit-verticaal
 Aantal bliksemgeleiders 2

Uitgangspunten

Norm NEN-EN50341-2-15:2019
 Gevolgklasse initieel CC2
 Betrouwbaarheidsniveau initieel Nieuwbouw
 Referentieperiode initieel 50 jaar
 CC2
 Betrouwbaarheidsniveau na aanpassing n.v.t.
 50 jaar
 Windgebied II
 Windsnelheid (m/s) 27,0
 Terreincategorie II
 Reductiefactor C_{dir} 1,00
 IJsg gebied fasegeleider B
 IJsg gebied bliksemgeleider A



Geleiders Back

Omschrijving	Spanning	Geleider Back	Bundel Ba	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden P_{back}
Circuit 1	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Circuit 2	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	3 %	3 %	1800

Geleiders Ahead

Omschrijving	Spanning	Geleider Ahead	Bundel Ah	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden P_{ahead}
Circuit 1	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Circuit 2	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	3 %	3 %	1800

Isolatoren (1)

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m ²]
Circuit 1	V-ketting	4,50	4,00	2,00
Circuit 2	V-ketting	4,50	4,00	2,00
Bliksemdraad 1	Vast (Bliksemdraad)	0,10	0,30	0,10
Bliksemdraad 2	Vast (Bliksemdraad)	0,10	0,30	0,10

1. Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset

Ophanghoogte en positie in mast

Circuits	Aanduiding	Nummer	Ophanghoogte	Aangrijppunt	Positie in mast Horizontale afstand
Circuit 1	10	380ct1f1	65,4 m	69,4 m	-6,7 m
Circuit 1	11	380ct1f2	55,4 m	59,4 m	-9,5 m
Circuit 1	12	380ct1f3	45,9 m	49,9 m	-6,4 m
Circuit 2	20	380ct2f1	65,4 m	69,4 m	6,7 m
Circuit 2	21	380ct2f2	55,4 m	59,4 m	9,5 m
Circuit 2	22	380ct2f3	45,9 m	49,9 m	6,4 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	70,3 m	70,6 m	12,1 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	70,3 m	70,6 m	-12,1 m

Project: RLL-TLB380
 Tower: S+18_s
 Number: 1003

Hoogteaanpassing naastgelegen masten (aanpassing wind- en weicht span)

	Back	Ahead	
Verhoging voor windbelasting	0,0 m	0,0 m	(positief: omhoog)
Verlaging voor verticale belasting	-18,0 m	-6,0 m	(negatief: omlaag, grotere weicht span)
Verlaging:	Niet in 0,9EG-combinaties		

Hoogteafwijking mastbeeld naastgelegen masten en richtingsverandering t.o.v. Lijnrichting

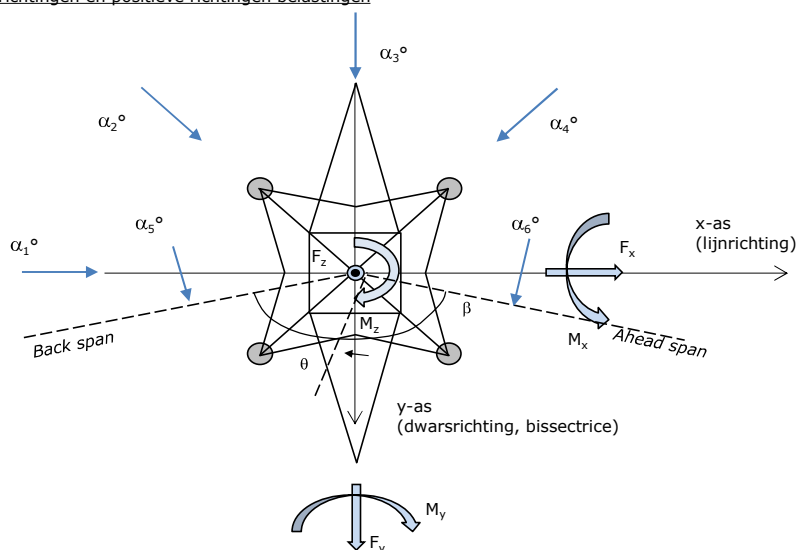
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			Δh back	Δh ahead	Δy back	Δy ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	21	380ct2f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m

Lijn- en mastgegevens

	Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3)/\Sigma L}$	400,0	400,0 m
Lijnhoek β	180 °	
Rotatie mast t.o.v. bissectrice θ	0 °	
Vaklengte	800	800 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Beschouwde windrichtingen	α_1	0 °
Windrichtingen volgens: Geleiderbelastingen	α_2	45 °
	α_3	90 °
	α_4	135 °
	α_5	- °
	α_6	- °

Windrichtingen gelden t.o.v. hoofdrichting mastconstructie, niet t.o.v. bissectrice.

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



Beschouwd aantal windrichtingen

1a	4
3	4
4	1
6	1
Overig	1

Project: RLL-TLB380
 Tower: S+18_s
 Number: 1003

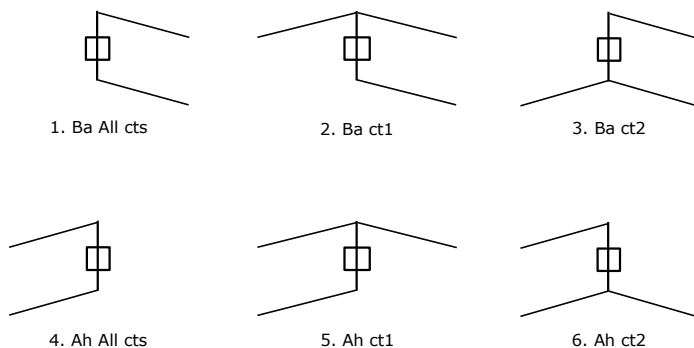
Geleiderafval

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	380ct1f1	1	0	1	0	0,8	0
Circuit 1	380ct1f2	1	0	1	0	0,8	0
Circuit 1	380ct1f3	1	0	1	0	0,8	0
Circuit 2	380ct2f1	0	1	1	0	0,8	0
Circuit 2	380ct2f2	0	1	1	0	0,8	0
Circuit 2	380ct2f3	0	1	1	0	0,8	0
Bliksemdraad 1	b1	1	0	1	0	1	0
Bliksemdraad 2	b2	0	1	1	0	1	0

Belastingsituaties SPLS

Beschouwde situaties SPLS: SPLS voor steunmast niet van toepassing

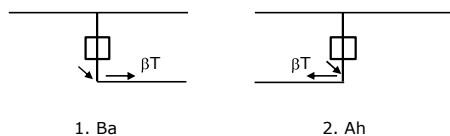
Principe belastingssituaties:



Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

Beschouwde situaties geleiderbreuk 5a: 1 en 2, alle mogelijke situaties.

Principe belastingssituaties:



Project: RLL-TLB380
 Tower: S+18_s
 Number: 1003

Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

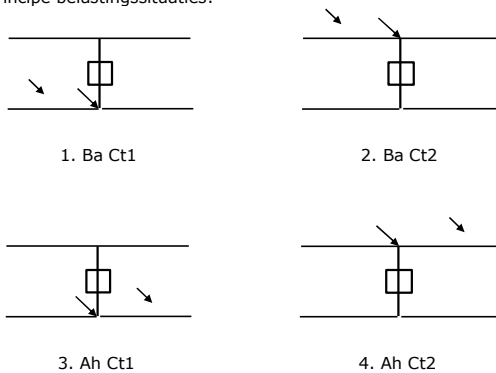
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden in ULS en in iedere SPLS-situatie (in geval van hoekmast) toegepast.

	Fase	Bliksem
Lijnwagen	4,0 kN	2,0 kN
Puntlast op traverse	1,0 kN	1,0 kN

Beschouwde situaties bouw- en onderhoud 6a: 1 t/m 4, alle mogelijke situaties.

Aanwezigheid lijnwagen: Circuit, belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders per circuit.

Principe belastingssituaties:



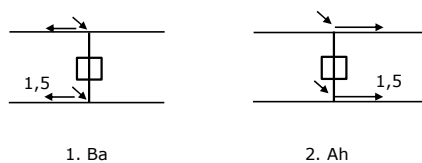
Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

Geleider		
Steunmast fase	0,866 W	1,5 W
Steunmast bliksem	1,5 EDS	1,5 W
Hoekmast fase en bliksem	1,5 EDS	1,5 W

Beschouwde situaties lijndansen 8: 1 en 2, alle mogelijke situaties.

Belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders van het circuit.

Principe belastingssituaties:



Belastingcombinatie 8. Lijndansen als dynamische belasting

Alleen van toepassing op hoek- en eindmasten
 Belasting bestaat uit EDS-trekbelasting in één van de geleiders aan één zijde van de mast
 Door gebruiker via het belastingsspectrum van tabel 4.11/NL.1 om te zetten naar spanningspectrum

Project: RLL-TLB380
 Tower: S+18_s
 Number: 1003

Mastconstructie

Eigenschappen

Masttype	Steunmast	
Mastbenaming	S+18_s	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	73,7 m	
Gewicht mast	555,2 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	13,29	13,29 m
Helling van de randstijl	0,150	0,150 -
Factor spatkracht	1,1	1,1 -

Berekening windbelasting

Dynamische invloed G_T	1,07
Windbelasting overhoeks op mastlichaam evenredig met:	$(A1C1\sin^2(\phi)+A2C2\cos^2(\phi))$
Windbelasting overhoeks op traverse evenredig met:	$(A1C1\sin^2(\phi)+A2C2\cos^2(\phi))$
Vergroting wind overhoeks mastlichaam	$(1+0,2\sin^2(2\phi))$
Vergroting wind overhoeks traverse	$(1+0,2\sin^2(2\phi))$
Factor wind evenwijdig t.o.v. haaks op traverse	0,4

Eigenschappen mastsecties langsrichting (vooraanzicht, yz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b ₁ [m]	b ₂ [m]	Δh [m]	Δ _x [m]	A ₀ [m ²]	A ₁ [m ²]	χ = A ₁ /A ₀ [-]	C _t
Broekstuk	22,40	13,29	6,57	22,40	0,150	222,43	34,29	0,15	3,14
Eerste tussenstuk	38,20	6,57	4,86	15,80	0,054	90,30	20,27	0,22	2,83
Tweede tussenstuk	49,90	4,86	3,60	11,70	0,054	49,49	11,54	0,23	2,79
Bovenstuk 1	59,40	3,60	2,92	9,50	0,036	30,97	8,66	0,28	2,61
Bovenstuk 2	72,00	2,92	2,01	12,60	0,036	31,06	8,18	0,26	2,67
Topstuk	73,70	2,01		1,70		1,71	0,32	0,18	3,00
Ondertraverse	49,90	8,10		3,00		12,15	2,98	0,25	2,74
Middentraverse	59,40	11,95		2,80		16,73	4,07	0,24	2,75
Boventraverse	69,40	10,60		2,60		13,78	3,86	0,28	2,61

Eigenschappen mastsecties dwarsrichting (zijaanzicht, xz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b ₁ [m]	b ₂ [m]	Δh [m]	Δ _x [m]	A ₀ [m ²]	A ₁ [m ²]	χ = A ₁ /A ₀ [-]	C _t
Broekstuk	22,40	13,29	6,57	22,40	0,150	222,43	34,29	0,15	3,14
Eerste tussenstuk	38,20	6,57	4,86	15,80	0,054	90,30	20,27	0,22	2,83
Tweede tussenstuk	49,90	4,86	3,60	11,70	0,054	49,49	11,54	0,23	2,79
Bovenstuk 1	59,40	3,60	2,92	9,50	0,036	30,97	8,66	0,28	2,61
Bovenstuk 2	72,00	2,92	2,01	12,60	0,036	31,06	8,18	0,26	2,67
Topstuk	73,70	2,01		1,70		1,71	0,32	0,18	3,00
Ondertraverse	49,90	8,10		3,00		12,15	2,98	0,25	2,74
Middentraverse	59,40	11,95		2,80		16,73	4,07	0,24	2,75
Boventraverse	69,40	10,60		2,60		13,78	3,86	0,28	2,61

NB: oppervlakte traverse dwarsrichting van de tabel wordt in berekening gereduceerd.
 NB: oppervlakte traverse per zijde, dus helft van totaal van twee traveres.

Project: RLL-TLB380
 Tower: S+18_s
 Number: 1003

Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m ² /m)	Factor	Δh	A ₁
Broekstuk	0,14	0,71	22,4	2,2
Eerste tussenstuk	0,14	0,71	15,8	1,6
Tweede tussenstuk	0,14	0,71	11,7	1,2
Bovenstuk 1	0,14	0,71	9,5	0,9
Bovenstuk 2				

Invoer antennes

Omschrijving	A (m ²)	h (m)	C _i (m)
Antenne top			
Antenne o.t.	4,7	56,2	1,5

Belastingen mastsectie langsrichting (x-richting) per windrichting

Omschrijving	P _w [kN/m ²]	F _{x1} [kN]	F _{x2} [kN]	F _{x3} [kN]	F _{x4} [kN]	h _{ef} [m]	M _{y1} [kNm]	M _{y2} [kNm]	M _{y3} [kNm]	M _{y4} [kNm]
Broekstuk	0,89	95,3	80,8	0,0	-80,8	11,2	1067,0	905,4	0,0	-905,4
Eerste tussenstuk	1,20	69,0	58,5	0,0	-58,5	30,3	2089,8	1773,2	0,0	-1773,2
Tweede tussenstuk	1,33	42,9	36,4	0,0	-36,4	44,1	1891,6	1605,0	0,0	-1605,0
Bovenstuk 1	1,41	31,9	27,1	0,0	-27,1	54,7	1746,0	1481,6	0,0	-1481,6
Bovenstuk 2	1,48	32,3	27,4	0,0	-27,4	65,7	2123,0	1801,4	0,0	-1801,4
Topstuk	1,52	1,4	1,2	0,0	-1,2	72,9	104,7	88,8	0,0	-88,8
Ondertraverse	1,39	22,6	13,4	0,0	-13,4	50,9	1152,5	684,6	0,0	-684,6
Middentraverse	1,45	32,4	19,2	0,0	-19,2	60,3	1955,2	1161,3	0,0	-1161,3
Boventraverse	1,50	30,3	18,0	0,0	-18,0	70,3	2128,1	1264,1	0,0	-1264,1
Totaal		358,2	282,2	0,0	-282,2		14257,9	10765,4	0,0	-10765,4

Belastingen mastsectie dwarsrichting (y-richting) per windrichting

Omschrijving	P _w [kN/m ²]	F _{y1} [kN]	F _{y2} [kN]	F _{y3} [kN]	F _{y4} [kN]	h _{ef} [m]	M _{x1} [kNm]	M _{x2} [kNm]	M _{x3} [kNm]	M _{x4} [kNm]
Broekstuk	0,89	0,0	80,8	95,3	80,8	11,2	0,0	905,4	1067,0	905,4
Eerste tussenstuk	1,20	0,0	58,5	69,0	58,5	30,3	0,0	1773,2	2089,8	1773,2
Tweede tussenstuk	1,33	0,0	36,4	42,9	36,4	44,1	0,0	1605,0	1891,6	1605,0
Bovenstuk 1	1,41	0,0	27,1	31,9	27,1	54,7	0,0	1481,6	1746,0	1481,6
Bovenstuk 2	1,48	0,0	27,4	32,3	27,4	65,7	0,0	1801,4	2123,0	1801,4
Topstuk	1,52	0,0	1,2	1,4	1,2	72,9	0,0	88,8	104,7	88,8
Ondertraverse	1,39	0,0	13,4	9,1	13,4	50,9	0,0	684,6	461,0	684,6
Middentraverse	1,45	0,0	19,2	13,0	19,2	60,3	0,0	1161,3	782,1	1161,3
Boventraverse	1,50	0,0	18,0	12,1	18,0	70,3	0,0	1264,1	851,3	1264,1
Totaal		0,0	282,2	307,0	282,2		0,0	10765,4	11116,4	10765,4

Resulterende belastingen vanuit mastconstructie incl. antenne zonder geleiders niveau fundatie (kar. waarde)

Belasting / windrichting	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Permanente belasting	0	0	555	0	0	0
Windrichting 0°	368	0	0	0	15859	0
Windrichting 45°	289	289	0	11945	11945	0
Windrichting 90°	0	317	0	12497	0	0
Windrichting 135°	-289	289	0	11945	-11945	0

Project: RLL-TLB380
 Tower: S+18_s
 Number: 1003

Tussenresultaten geleiderbelastingen

Geleiders back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm ²]	G [N/m]	E [N/mm ²]	αT [-]
Circuit 1	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Circuit 2	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Bliksemdraad 1	AACSR 241-AL3-39-A20SA	21,8	281,0	9,38	70165	1,97E-05
Bliksemdraad 2	OPGW AFL-226/38	21,7	264,0	9,13	72000	1,98E-05

Geleiders ahead

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm ²]	G [N/m]	E [N/mm ²]	αT [-]
Circuit 1	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Circuit 2	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Bliksemdraad 1	AACSR 241-AL3-39-A20SA	21,8	281,0	9,38	70165	1,97E-05
Bliksemdraad 2	OPGW AFL-226/38	21,7	264,0	9,13	72000	1,98E-05

Verticale belasting back

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$w_{z,G}$ [N/m]	IJsgebied	Formule	$w_{z,ijs}$ [N/m]	$w_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Circuit 2	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Bliksemdraad 1	1	3	9,7	A	15+0,4d	23,7	23,7
Bliksemdraad 2	1	3	9,4	A	15+0,4d	23,7	23,7

Verticale belasting ahead

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$w_{z,G}$ [N/m]	IJsgebied	Formule	$w_{z,ijs}$ [N/m]	$w_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Circuit 2	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Bliksemdraad 1	1	3	9,7	A	15+0,4d	23,7	23,7
Bliksemdraad 2	1	3	9,4	A	15+0,4d	23,7	23,7

Isolatoren

Geleider	$G_{isolator}$ [kN]	Aantal	$F_{v,iso}$ [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m ²]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m ²]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	4,50	1	4,5	4,0	2,0	67,90	1,49	1,2	3,58
380ct1f2	4,50	1	4,5	4,0	2,0	57,90	1,43	1,2	3,44
380ct1f3	4,50	1	4,5	4,0	2,0	48,40	1,37	1,2	3,28
380ct2f1	4,50	1	4,5	4,0	2,0	67,90	1,49	1,2	3,58
380ct2f2	4,50	1	4,5	4,0	2,0	57,90	1,43	1,2	3,44
380ct2f3	4,50	1	4,5	4,0	2,0	48,40	1,37	1,2	3,28
bl1	0,10	1	0,1	0,3	0,1	70,95	1,51	1,2	0,18
bl2	0,10	1	0,1	0,3	0,1	70,95	1,51	1,2	0,18

Project: RLL-TLB380
 Tower: S+18_s
 Number: 1003

Windbelasting back

Geleider	hoogte		G_{c_dwars}	G_{c_trek}	C_c	$d_{toeslag}$	w_y	$w_{y,vak}$	$D_{ijs,toeslag}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,vak}$
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	58,5	1,44	0,63	0,63	0,90	33,37	108,6	108,6	51,8	224,9	224,9
380ct1f2	48,5	1,37	0,61	0,61	0,90	33,37	101,1	101,1	51,8	209,3	209,3
380ct1f3	39,0	1,29	0,60	0,60	0,91	33,37	94,1	94,1	51,8	192,0	192,0
380ct2f1	58,5	1,44	0,63	0,63	0,90	33,37	108,6	108,6	51,8	224,9	224,9
380ct2f2	48,5	1,37	0,61	0,61	0,90	33,37	101,1	101,1	51,8	209,3	209,3
380ct2f3	39,0	1,29	0,60	0,60	0,91	33,37	94,1	94,1	51,8	192,0	192,0
bl1	63,4	1,47	0,64	0,64	1,12	22,45	23,5	23,5	63,8	71,3	71,3
bl2	63,4	1,47	0,64	0,64	1,12	22,35	23,4	23,4	63,7	71,2	71,2

Windbelasting ahead

Geleider	hoogte		G_{c_dwars}	G_{c_trek}	C_c	$d_{toeslag}$	w_y	$w_{y,vak}$	$D_{ijs,toeslag}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,vak}$
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	58,5	1,44	0,63	0,63	0,90	33,37	108,6	108,6	51,8	224,9	224,9
380ct1f2	48,5	1,37	0,61	0,61	0,90	33,37	101,1	101,1	51,8	209,3	209,3
380ct1f3	39,0	1,29	0,60	0,60	0,91	33,37	94,1	94,1	51,8	192,0	192,0
380ct2f1	58,5	1,44	0,63	0,63	0,90	33,37	108,6	108,6	51,8	224,9	224,9
380ct2f2	48,5	1,37	0,61	0,61	0,90	33,37	101,1	101,1	51,8	209,3	209,3
380ct2f3	39,0	1,29	0,60	0,60	0,91	33,37	94,1	94,1	51,8	192,0	192,0
bl1	63,4	1,47	0,64	0,64	1,12	22,45	23,5	23,5	63,8	71,3	71,3
bl2	63,4	1,47	0,64	0,64	1,12	22,35	23,4	23,4	63,7	71,2	71,2

NB: belastingen w_v gelden voor bundel

Project: RLL-TLB380
 Masttype: S+18_s
 Mast: 1003

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

Geleiderbelastingen

Uitgangspunten

Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2
 Referentieperiode 50 jaar

ULS (bezwijksterkte)		NEN-EN50341-2-15:2019							γ_a
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	γ_G		γ_Q			A_k	
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	Q_{pk}	Q_{wk}	Q_{ik}		
ULS 1a	Wind	10°	1,20	1,20	0,00	1,50	0,00	0,0	
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk alleen mast	10°	0,90	1,20	0,00	1,50	0,00	0,0	
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk ook geleider	10°	0,90	0,90	0,00	1,50	0,00	0,0	
ULS 3	Wind+ijs	-5°	1,20	1,20	0,00	0,45	1,50	0,0	
ULS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,20	0,00	0,45	1,50	0,0	
ULS 4	Koude+wind	-20°	1,20	1,20	0,00	0,30	0,00	0,0	
ULS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,20	0,00	0,30	0,00	0,0	
ULS 5a	Torsiebelastingen	10°	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,0	
ULS 5b	Longitudinale belastingen	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0	
ULS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	1,50	0,30	0,00	0,0	
ULS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	0,00	0,30	0,00	0,0	
ULS 7	Permanent	10°	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00	0,0	
ULS 8	Special	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0	
SPLS (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)				γ_G	γ_Q			A_k	
				G_k	Q_{pk}	Q_{wk}	Q_{ik}		
SPLS 1a	Wind	10°	1,20	1,20	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	1,20	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	0,90	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 3	Wind+ijs	-5°	1,20	1,20	0,0	0,36	0,34	0,0	
SPLS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,20	0,0	0,36	0,34	0,0	
SPLS 4	Koude+wind	-20°	1,20	1,20	0,0	0,24	0,00	0,0	
SPLS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,20	0,0	0,24	0,00	0,0	
SPLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	1,2	0,24	0,0	0,0	
SPLS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	0,0	0,24	0,0	0,0	
SLS (controle van de vervormingen, vermoeiing, EDS)				G_k	Q_{pk}	Q_{wk}	Q_{ik}	A_k	
SLS 1a	Wind	10°	1,00	1,00	0,0	1,00	0,0	0,0	
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,30	1,00	0,0	
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0	
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0	
SLS 7	PB (EDS, geen wind)	10°	1,00	1,00	0,0	0,00	0,0	0,0	

Aantal windrichtingen 4
 Aantal belastingcombinaties ULS 46
 Aantal belastingcombinaties SPLS 0
 Aantal belastingcombinaties SLS 11
 Aantal knooplasten 456

Project: RLL-TLB380
 Masttype: S+18_s
 Mast: 1003

Samenvattingstabellen geleiderbelastingen

In de onderstaande vier tabellen is weergegeven:

- De maximale geleiderbelasting in het globale assenstelsel, gesplitst in aandeel van back en ahead span
- De gecombineerde geleiderbelasting (Ba+Ah) in het globale assenstelsel met in het lokale assenstelsel de maximaal optredende trekkracht. Componenten Fx en Fy als absolute waarde
- De alledaagse (EDS) waarden van de gecombineerde geleiderbelastingen (Ba+Ah) met bijbehorende trekkrachten
- Controle op uplift, waar een negatieve waarde duidt op uplift

Maximale waarden voor back en ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-70,0	70,0	7,2	7,2	12,6	10,5
380ct1f1	-280,5	280,5	35,3	35,3	45,4	37,0
380ct1f2	-276,2	276,2	32,9	32,9	45,2	36,9
380ct1f3	-271,6	271,6	30,7	30,7	45,0	36,9
380ct2f1	-280,5	280,5	35,3	35,3	45,4	37,0
380ct2f2	-276,2	276,2	32,9	32,9	45,2	36,9
380ct2f3	-271,6	271,6	30,7	30,7	45,0	36,9
bl2	-69,0	69,0	7,2	7,2	12,5	10,5

Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	508,0	533,2	508,0
380ct1f1	508,0	529,6	508,0
380ct1f2	508,0	529,1	508,0
380ct1f3	508,0	528,6	508,0
380ct2f1	508,0	529,6	508,0
380ct2f2	508,0	529,1	508,0
380ct2f3	508,0	528,6	508,0
bl2	508,0	533,7	508,0

Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	657,6	489,0
380ct1f1	586,7	511,9
380ct1f2	579,1	510,1
380ct1f3	572,1	508,3
380ct2f1	586,7	511,9
380ct2f2	579,1	510,1
380ct2f3	572,1	508,3
bl2	661,5	488,5

Omhullende weight span over alle combinaties (incl. 0,9 combinaties)

Voor alle geleiders

		Wind / Weight span verhouding
Max. weight span	661,5 m	1,654 -
Min. weight span	400,0 m	1,000 -

Project: RLL-TLB380
 Masttype: S+18_s
 Mast: 1003

Maximale waarden back+ahead span Maximale waarden trekkracht geleider

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	26,1	14,4	23,2	-70,0	70,0
380ct1f1	105,1	70,5	82,4	-280,5	280,5
380ct1f2	105,1	65,8	82,1	-276,2	276,2
380ct1f3	105,1	61,4	81,9	-271,6	271,6
380ct2f1	105,1	70,5	82,4	-280,5	280,5
380ct2f2	105,1	65,8	82,1	-276,2	276,2
380ct2f3	105,1	61,4	81,9	-271,6	271,6
bl2	25,4	14,3	23,0	-69,0	69,0

EDS-belastingen geleiders

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	0,0	0,0	5,0	-17,4	17,4
380ct1f1	0,0	0,0	41,6	-131,3	131,3
380ct1f2	0,0	0,0	41,6	-131,3	131,3
380ct1f3	0,0	0,0	41,6	-131,3	131,3
380ct2f1	0,0	0,0	41,6	-131,3	131,3
380ct2f2	0,0	0,0	41,6	-131,3	131,3
380ct2f3	0,0	0,0	41,6	-131,3	131,3
bl2	0,0	0,0	4,9	-16,9	16,9

Controle uplift SLS-wind

Combinatie: Geleider	Fz_ba	Fz_ah
	[kN]	[kN]
SLS 4 bl1	2,9	2,3
380ct1f1	23,9	19,2
380ct1f2	23,9	19,2
380ct1f3	23,9	19,2
380ct2f1	23,9	19,2
380ct2f2	23,9	19,2
380ct2f3	23,9	19,2
bl2	2,9	2,2

Project: RLL-TLB380
 Masttype: S+18_s
 Mast: 1003

ULS-fundatiebelasting combinatie 1 en 3 wind haaks op de lijn of bissectrice en EDS, vanuit geleiders

Combinatie	Combination	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90		0	424	352	25759	0	0
ULS 1a_0,9_90		0	424	252	25759	0	0
ULS 3_90		0	260	539	15922	0	0
ULS 3_0,9_90		0	260	431	15921	0	0
SLS 7		0	0	259	2	0	0

ULS-fundatiebelasting combinatie 1 en 3 wind haaks op de lijn of bissectrice en EDS, totaal geleiders en mast

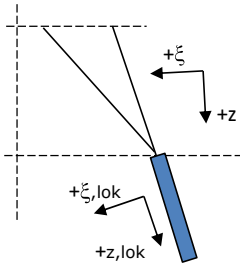
Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90	0	900	1018	44505	0	0
ULS 3_90	0	403	1205	21545	0	0
SLS 7	0	0	814	2	0	0

Fundatiebelastingen, selectie belastingcombinaties op basis grootste waarde

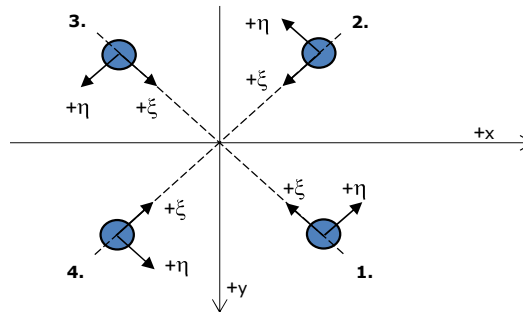
Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90	0	900	1018	44505	0	0
ULS 1a_0	568	0	975	2	24751	0
ULS 5a Ba 11	105	0	802	196	6241	-998
ULS 1a_45	445	653	990	31189	18598	0

Noot: grootste waarden kunnen in meerdere combinaties voorkomen, een combinatie is weergegeven.

Oplegreacties op fundering per randstijl



Assenstelsels



Maximale drukbelasting

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_45	346	319	2121	19	-470	-21	2168
2	ULS 1a_0	182	-194	1175	8	-266	-17	1201
3	ULS 8 Ba	-99	-132	801	-23	-164	6	819
4	ULS 1a_135	-346	319	2121	-19	-470	-21	2168

Maximale trekbelasting

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 8 Ba	-23	-55	-336	23	55	-16	-343
2	ULS 1a_0,9_0,9_135	-277	250	-1701	19	372	12	-1739
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	277	250	-1701	-19	372	12	-1739
4	ULS 1a_0,9_0,9_0	114	-125	-759	-8	169	8	-776

Maximale torsiebelasting (positief)

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_90	318	267	1929	36	-414	-5	1972
2	ULS 1a_90	-234	183	-1420	36	295	-6	-1451
3	ULS 5a Ba 21	-27	24	-27	36	-2	-7	-28
4	ULS 5a Ah 11	-42	91	442	35	-94	0	452

Maximale torsiebelasting (negatief)

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 5a Ba 11	42	91	443	-35	-94	0	453
2	ULS 5a Ah 21	27	24	-27	-36	-2	-8	-28
3	ULS 1a_90	234	183	-1420	-36	295	-6	-1451
4	ULS 1a_90	-318	267	1929	-36	-414	-5	1972

Project: RLL-TLB380
 Masttype: S+18_s
 Mast: 1003

Combinatie Ftrek+Fhor

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	ULS 8 Ba	-23	-55	-336	23	55	-16	-343
2	ULS 1a_0,9_0,9_135	-277	250	-1701	19	372	12	-1739
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	277	250	-1701	-19	372	12	-1739
4	ULS 1a_0,9_0,9_0	114	-125	-759	-8	169	8	-776

Permanente belasting

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SLS 7	34	34	204	0	-48	-4	208
2	SLS 7	34	-34	204	0	-48	-4	208
3	SLS 7	-34	-34	204	0	-48	-4	208
4	SLS 7	-34	34	204	0	-48	-4	208

Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
Max. druk	ULS 1a_45	346	319	2121	19	-470	-21	2168
Max. trek	ULS 1a_0,9_0,9_45	277	250	-1701	-19	372	12	-1739
Max. pos. torsie	ULS 1a_90	-234	183	-1420	36	295	-6	-1451
Max. neg. torsie	ULS 1a_90	234	183	-1420	-36	295	-6	-1451
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0,9_0,9_45	277	250	-1701	-19	372	12	-1739

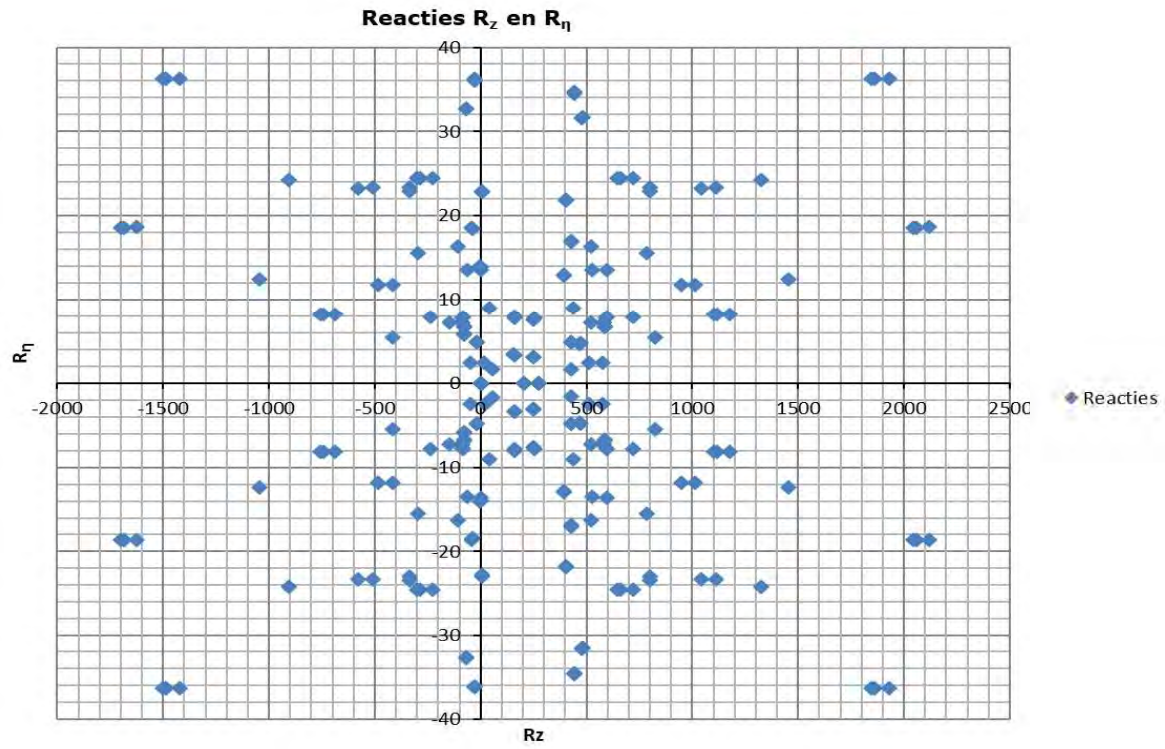
Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SLS 7	34	34	204	0	-48	-4	208
2	SLS 1a_135	-169	152	-1043	12	227	6	-1066
3	SLS 1a_45	169	152	-1043	-12	227	6	-1066
4	SLS 1a_0	61	-69	-417	-5	92	3	-426

Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SLS 1a_45	237	220	1455	12	-323	-15	1487
2	SLS 1a_0	128	-136	824	5	-187	-12	843
3	SLS 7	-34	-34	204	0	-48	-4	208
4	SLS 1a_135	-237	220	1455	-12	-323	-15	1487

Project: RLL-TLB380
Masttype: S+18_s
Mast: 1003



Project: RLL-TLB380
 Tower: S+18_s - bouwfase
 Number: 1003

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

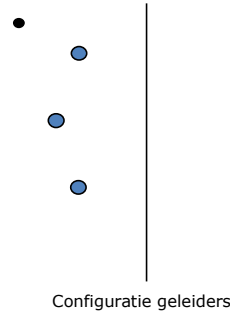
Geleiderbelastingen

Algemeen

Benaming S+18_s - bouwfase
 Masttype Steunmast
 Aantal circuits 1
 Configuratie 2-circuit-verticaal
 Aantal bliksemgeleiders 1

Uitgangspunten

Norm NEN-EN50341-2-15:2019
 Gevolgklasse initieel CC2
 Betrouwbaarheidsniveau initieel Nieuwbouw
 Referentieperiode initieel 15 jaar
 Betrouwbaarheidsniveau na aanpassing n.v.t.
 15 jaar
 Windgebied II
 Windsnelheid (m/s) 27,0
 Terreincategorie II
 Reductiefactor C_{dir} 1,00
 IJsg gebied fasegeleider B
 IJsg gebied bliksemgeleider A



Geleiders Back

Omschrijving	Spanning	Geleider Back	Bundel Ba	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden P_{back}
Circuit 1	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	3 %	3 %	1800

Geleiders Ahead

Omschrijving	Spanning	Geleider Ahead	Bundel Ah	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden P_{ahead}
Circuit 1	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	3 %	3 %	1800

Isolatoren (1)

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m ²]
Circuit 1	V-ketting	4,50	4,00	2,00
Bliksemdraad 1	Vast (Bliksemdraad)	0,10	0,30	0,10

1. Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset

Ophanghoogte en positie in mast

Circuits	Aanduiding	Nummer	Ophanghoogte	Aangrijppunt	Positie in mast Horizontale afstand
Circuit 1	10	380ct1f1	65,4 m	69,4 m	-6,7 m
Circuit 1	11	380ct1f2	55,4 m	59,4 m	-9,5 m
Circuit 1	12	380ct1f3	45,9 m	49,9 m	-6,4 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	70,3 m	70,6 m	-12,1 m

Project: RLL-TLB380
 Tower: S+18_s - bouwfase
 Number: 1003

Hoogteaanpassing naastgelegen masten (aanpassing wind- en weight span)

	Back	Ahead	
Verhoging voor windbelasting	0,0 m	0,0 m	(positief: omhoog)
Verlaging voor verticale belasting	-18,0 m	-6,0 m	(negatief: omlaag, grotere weight span)
Verlaging:	Niet in 0,9EG-combinaties		

Hoogteafwijking mastbeeld naastgelegen masten en richtingsverandering t.o.v. Lijnrichting

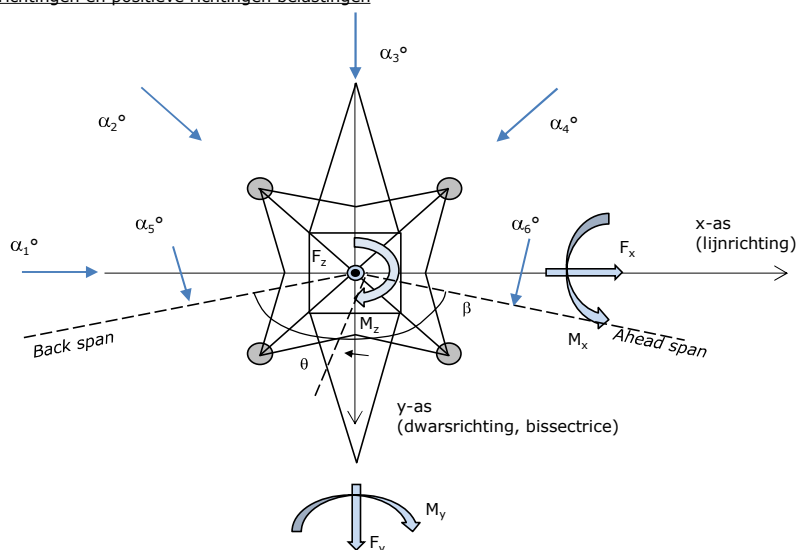
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			Δh back	Δh ahead	Δy back	Δy ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m

Lijn- en mastgegevens

	Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3)/\Sigma L}$	400,0	400,0 m
Lijnhoek	β	180 °
Rotatie mast t.o.v. bissectrice	θ	0 °
Vaklengte	800	800 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Beschouwde windrichtingen	α_1	0 °
Windrichtingen volgens:	α_2	45 °
Geleiderbelastingen	α_3	90 °
	α_4	135 °
	α_5	225 °
	α_6	270 °

Windrichtingen gelden t.o.v. hoofdrichting mastconstructie, niet t.o.v. bissectrice.

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



Beschouwd aantal windrichtingen

1a	6
3	6
4	1
6	1
Overig	1

Project: RLL-TLB380
 Tower: S+18_s - bouwfase
 Number: 1003

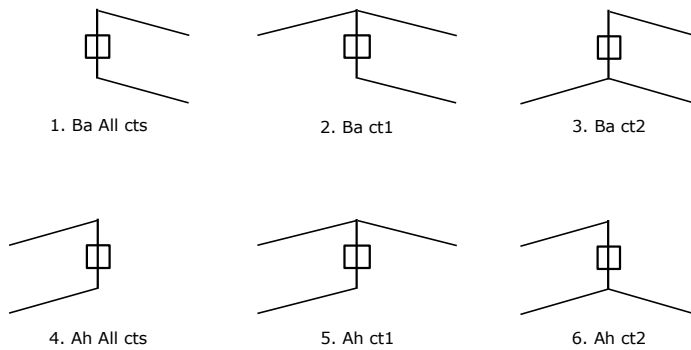
Geleiderafval

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	380ct1f1	1	0	1	0	0,8	0
Circuit 1	380ct1f2	1	0	1	0	0,8	0
Circuit 1	380ct1f3	1	0	1	0	0,8	0
Bliksemdraad 1	b1	1	0	1	0	1	0

Belastingsituaties SPLS

Beschouwde situaties SPLS: SPLS voor steunmast niet van toepassing

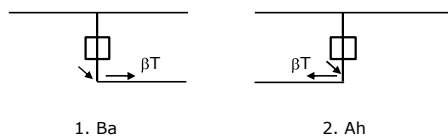
Principe belastingssituaties:



Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

Beschouwde situaties geleiderbreuk 5a: 1 en 2, alle mogelijke situaties.

Principe belastingssituaties:



Project: RLL-TLB380
 Tower: S+18_s - bouwfase
 Number: 1003

Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

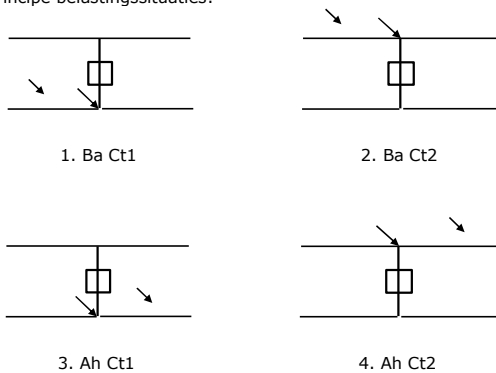
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden in ULS en in iedere SPLS-situatie (in geval van hoekmast) toegepast.

	Fase	Bliksem
Lijnwagen	4,0 kN	2,0 kN
Puntlast op traverse	1,0 kN	1,0 kN

Beschouwde situaties bouw- en onderhoud 6a: 1 t/m 4, alle mogelijke situaties.

Aanwezigheid lijnwagen: Circuit, belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders per circuit.

Principe belastingssituaties:



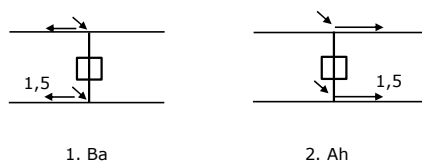
Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

Geleider		
Steunmast fase	0,866 W	1,5 W
Steunmast bliksem	1,5 EDS	1,5 W
Hoekmast fase en bliksem	1,5 EDS	1,5 W

Beschouwde situaties lijndansen 8: 1 en 2, alle mogelijke situaties.

Belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders van het circuit.

Principe belastingssituaties:



Belastingcombinatie 8. Lijndansen als dynamische belasting

Alleen van toepassing op hoek- en eindmasten
 Belasting bestaat uit EDS-trekbelasting in één van de geleiders aan één zijde van de mast
 Door gebruiker via het belastingsspectrum van tabel 4.11/NL.1 om te zetten naar spanningspectrum

Project: RLL-TLB380
 Tower: S+18_s - bouwfase
 Number: 1003

Mastconstructie

Eigenschappen

Masttype	Steunmast	
Mastbenaming	S+18_s - bouwfase	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	73,7 m	
Gewicht mast	555,2 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	13,29	13,29 m
Helling van de randstijl	0,150	0,150 -
Factor spatkracht	1,1	1,1 -

Berekening windbelasting

Dynamische invloed G_T	1,07
Windbelasting overhoeks op mastlichaam evenredig met:	$(A1C1\sin^2(\phi)+A2C2\cos^2(\phi))$
Windbelasting overhoeks op traverse evenredig met:	$(A1C1\sin^2(\phi)+A2C2\cos^2(\phi))$
Vergroting wind overhoeks mastlichaam	$(1+0,2\sin^2(2\phi))$
Vergroting wind overhoeks traverse	$(1+0,2\sin^2(2\phi))$
Factor wind evenwijdig t.o.v. haaks op traverse	0,4

Eigenschappen mastsecties langsrichting (vooraanzicht, yz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b ₁ [m]	b ₂ [m]	Δh [m]	Δ _x [m]	A ₀ [m ²]	A ₁ [m ²]	χ = A ₁ /A ₀ [-]	C _t
Broekstuk	22,40	13,29	6,57	22,40	0,150	222,43	34,29	0,15	3,14
Eerste tussenstuk	38,20	6,57	4,86	15,80	0,054	90,30	20,27	0,22	2,83
Tweede tussenstuk	49,90	4,86	3,60	11,70	0,054	49,49	11,54	0,23	2,79
Bovenstuk 1	59,40	3,60	2,92	9,50	0,036	30,97	8,66	0,28	2,61
Bovenstuk 2	72,00	2,92	2,01	12,60	0,036	31,06	8,18	0,26	2,67
Topstuk	73,70	2,01		1,70		1,71	0,32	0,18	3,00
Ondertraverse	49,90	8,10		3,00		12,15	2,98	0,25	2,74
Middentraverse	59,40	11,95		2,80		16,73	4,07	0,24	2,75
Boventraverse	69,40	10,60		2,60		13,78	3,86	0,28	2,61

Eigenschappen mastsecties dwarsrichting (zijaanzicht, xz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b ₁ [m]	b ₂ [m]	Δh [m]	Δ _x [m]	A ₀ [m ²]	A ₁ [m ²]	χ = A ₁ /A ₀ [-]	C _t
Broekstuk	22,40	13,29	6,57	22,40	0,150	222,43	34,29	0,15	3,14
Eerste tussenstuk	38,20	6,57	4,86	15,80	0,054	90,30	20,27	0,22	2,83
Tweede tussenstuk	49,90	4,86	3,60	11,70	0,054	49,49	11,54	0,23	2,79
Bovenstuk 1	59,40	3,60	2,92	9,50	0,036	30,97	8,66	0,28	2,61
Bovenstuk 2	72,00	2,92	2,01	12,60	0,036	31,06	8,18	0,26	2,67
Topstuk	73,70	2,01		1,70		1,71	0,32	0,18	3,00
Ondertraverse	49,90	8,10		3,00		12,15	2,98	0,25	2,74
Middentraverse	59,40	11,95		2,80		16,73	4,07	0,24	2,75
Boventraverse	69,40	10,60		2,60		13,78	3,86	0,28	2,61

NB: oppervlakte traverse dwarsrichting van de tabel wordt in berekening gereduceerd.
 NB: oppervlakte traverse per zijde, dus helft van totaal van twee traverses.

Project: RLL-TLB380
 Tower: S+18_s - bouwfase
 Number: 1003

Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m ² /m)	Factor	Δh	A ₁
Broekstuk	0,14	0,71	22,4	2,2
Eerste tussenstuk	0,14	0,71	15,8	1,6
Tweede tussenstuk	0,14	0,71	11,7	1,2
Bovenstuk 1	0,14	0,71	9,5	0,9
Bovenstuk 2				

Invoer antennes

Omschrijving	A (m ²)	h (m)	C _i (m)
Antenne top			
Antenne o.t.	4,7	56,2	1,5

Belastingen mastsectie langsrichting (x-richting) per windrichting

Omschrijving	P _w [kN/m ²]	F _{x1} [kN]	F _{x2} [kN]	F _{x3} [kN]	F _{x4} [kN]	h _{ef} [m]	M _{y1} [kNm]	M _{y2} [kNm]	M _{y3} [kNm]	M _{y4} [kNm]
Broekstuk	0,89	95,3	80,8	0,0	-80,8	11,2	1067,0	905,4	0,0	-905,4
Eerste tussenstuk	1,20	69,0	58,5	0,0	-58,5	30,3	2089,8	1773,2	0,0	-1773,2
Tweede tussenstuk	1,33	42,9	36,4	0,0	-36,4	44,1	1891,6	1605,0	0,0	-1605,0
Bovenstuk 1	1,41	31,9	27,1	0,0	-27,1	54,7	1746,0	1481,6	0,0	-1481,6
Bovenstuk 2	1,48	32,3	27,4	0,0	-27,4	65,7	2123,0	1801,4	0,0	-1801,4
Topstuk	1,52	1,4	1,2	0,0	-1,2	72,9	104,7	88,8	0,0	-88,8
Ondertraverse	1,39	22,6	13,4	0,0	-13,4	50,9	1152,5	684,6	0,0	-684,6
Middentraverse	1,45	32,4	19,2	0,0	-19,2	60,3	1955,2	1161,3	0,0	-1161,3
Boventraverse	1,50	30,3	18,0	0,0	-18,0	70,3	2128,1	1264,1	0,0	-1264,1
Totaal		358,2	282,2	0,0	-282,2		14257,9	10765,4	0,0	-10765,4

Belastingen mastsectie dwarsrichting (y-richting) per windrichting

Omschrijving	P _w [kN/m ²]	F _{y1} [kN]	F _{y2} [kN]	F _{y3} [kN]	F _{y4} [kN]	h _{ef} [m]	M _{x1} [kNm]	M _{x2} [kNm]	M _{x3} [kNm]	M _{x4} [kNm]
Broekstuk	0,89	0,0	80,8	95,3	80,8	11,2	0,0	905,4	1067,0	905,4
Eerste tussenstuk	1,20	0,0	58,5	69,0	58,5	30,3	0,0	1773,2	2089,8	1773,2
Tweede tussenstuk	1,33	0,0	36,4	42,9	36,4	44,1	0,0	1605,0	1891,6	1605,0
Bovenstuk 1	1,41	0,0	27,1	31,9	27,1	54,7	0,0	1481,6	1746,0	1481,6
Bovenstuk 2	1,48	0,0	27,4	32,3	27,4	65,7	0,0	1801,4	2123,0	1801,4
Topstuk	1,52	0,0	1,2	1,4	1,2	72,9	0,0	88,8	104,7	88,8
Ondertraverse	1,39	0,0	13,4	9,1	13,4	50,9	0,0	684,6	461,0	684,6
Middentraverse	1,45	0,0	19,2	13,0	19,2	60,3	0,0	1161,3	782,1	1161,3
Boventraverse	1,50	0,0	18,0	12,1	18,0	70,3	0,0	1264,1	851,3	1264,1
Totaal		0,0	282,2	307,0	282,2		0,0	10765,4	11116,4	10765,4

Resulterende belastingen vanuit mastconstructie incl. antenne zonder geleiders niveau fundatie (kar. waarde)

Belasting / windrichting	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Permanente belasting	0	0	555	0	0	0
Windrichting 0°	368	0	0	0	15859	0
Windrichting 45°	289	289	0	11945	11945	0
Windrichting 90°	0	317	0	12497	0	0
Windrichting 135°	-289	289	0	11945	-11945	0

Project: RLL-TLB380
 Tower: S+18_s - bouwfase
 Number: 1003

Tussenresultaten geleiderbelastingen

Geleiders back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm ²]	G [N/m]	E [N/mm ²]	αT [-]
Circuit 1	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Bliksemdraad 1	AACSR 241-AL3-39-A20SA	21,8	281,0	9,38	70165	1,97E-05

Geleiders ahead

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm ²]	G [N/m]	E [N/mm ²]	αT [-]
Circuit 1	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Bliksemdraad 1	AACSR 241-AL3-39-A20SA	21,8	281,0	9,38	70165	1,97E-05

Verticale belasting back

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsgebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Bliksemdraad 1	1	3	9,7	A	15+0,4d	23,7	23,7

Verticale belasting ahead

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsgebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Bliksemdraad 1	1	3	9,7	A	15+0,4d	23,7	23,7

Isolatoren

Geleider	$G_{isolator}$ [kN]	Aantal	$F_{v,iso}$ [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m ²]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m ²]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	4,50	1	4,5	4,0	2,0	67,90	1,49	1,2	3,58
380ct1f2	4,50	1	4,5	4,0	2,0	57,90	1,43	1,2	3,44
380ct1f3	4,50	1	4,5	4,0	2,0	48,40	1,37	1,2	3,28
bl1	0,10	1	0,1	0,3	0,1	70,95	1,51	1,2	0,18

Project: RLL-TLB380
 Tower: S+18_s - bouwfase
 Number: 1003

Windbelasting back

Geleider	hoogte		G_{c_dwars}	G_{c_trek}	C_c	$d_{toeslag}$	w_y	$w_{y,vak}$	$D_{ijs,toeslag}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,vak}$
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	58,5	1,44	0,63	0,63	0,90	33,37	108,6	108,6	51,8	224,9	224,9
380ct1f2	48,5	1,37	0,61	0,61	0,90	33,37	101,1	101,1	51,8	209,3	209,3
380ct1f3	39,0	1,29	0,60	0,60	0,91	33,37	94,1	94,1	51,8	192,0	192,0
bl1	63,4	1,47	0,64	0,64	1,12	22,45	23,5	23,5	63,8	71,3	71,3

Windbelasting ahead

Geleider	hoogte		G_{c_dwars}	G_{c_trek}	C_c	$d_{toeslag}$	w_y	$w_{y,vak}$	$D_{ijs,toeslag}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,vak}$
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	58,5	1,44	0,63	0,63	0,90	33,37	108,6	108,6	51,8	224,9	224,9
380ct1f2	48,5	1,37	0,61	0,61	0,90	33,37	101,1	101,1	51,8	209,3	209,3
380ct1f3	39,0	1,29	0,60	0,60	0,91	33,37	94,1	94,1	51,8	192,0	192,0
bl1	63,4	1,47	0,64	0,64	1,12	22,45	23,5	23,5	63,8	71,3	71,3

NB: belastingen w_v gelden voor bundel

Project: RLL-TLB380
 Masttype: S+18_s - bouwfase
 Mast: 1003

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

Geleiderbelastingen

Uitgangspunten

Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2
 Referentieperiode 15 jaar

ULS (bezwijksterkte)		NEN-EN50341-2-15:2019							
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	γ_G		γ_Q			γ_a A_k	
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	Q_{pk}	Q_{wk}	Q_{ik}		
ULS 1a	Wind	10°	1,20	1,20	0,00	1,27	0,00	0,0	
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk alleen mast	10°	0,90	1,20	0,00	1,27	0,00	0,0	
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk ook geleider	10°	0,90	0,90	0,00	1,27	0,00	0,0	
ULS 3	Wind+ijs	-5°	1,20	1,20	0,00	0,38	1,07	0,0	
ULS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,20	0,00	0,38	1,07	0,0	
ULS 4	Koude+wind	-20°	1,20	1,20	0,00	0,25	0,00	0,0	
ULS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,20	0,00	0,25	0,00	0,0	
ULS 5a	Torsiebelastingen	10°	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,0	
ULS 5b	Longitudinale belastingen	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0	
ULS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	1,50	0,25	0,00	0,0	
ULS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	0,00	0,25	0,00	0,0	
ULS 7	Permanent	10°	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00	0,0	
ULS 8	Special	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0	
SPLS (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)				γ_G G_k	γ_Q Q_{pk} Q_{wk} Q_{ik}			A_k	
SPLS 1a	Wind	10°	1,20	1,20	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	1,20	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	0,90	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 3	Wind+ijs	-5°	1,20	1,20	0,0	0,36	0,34	0,0	
SPLS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,20	0,0	0,36	0,34	0,0	
SPLS 4	Koude+wind	-20°	1,20	1,20	0,0	0,24	0,00	0,0	
SPLS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,20	0,0	0,24	0,00	0,0	
SPLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	1,2	0,24	0,0	0,0	
SPLS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	0,0	0,24	0,0	0,0	
SLS (controle van de vervormingen, vermoeiing, EDS)				G_k	Q_{pk}	Q_{wk}	Q_{ik}	A_k	
SLS 1a	Wind	10°	1,00	1,00	0,0	0,87	0,0	0,0	
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,26	0,71	0,0	
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,17	0,0	0,0	
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,17	0,0	0,0	
SLS 7	PB (EDS, geen wind)	10°	1,00	1,00	0,0	0,00	0,0	0,0	

Aantal windrichtingen 6
 Aantal belastingcombinaties ULS 46
 Aantal belastingcombinaties SPLS 0
 Aantal belastingcombinaties SLS 15
 Aantal knooplasten 244

Project: RLL-TLB380
 Masttype: S+18_s - bouwfase
 Mast: 1003

Samenvattingstabellen geleiderbelastingen

In de onderstaande vier tabellen is weergegeven:

- De maximale geleiderbelasting in het globale assenstelsel, gesplitst in aandeel van back en ahead span
- De gecombineerde geleiderbelasting (Ba+Ah) in het globale assenstelsel met in het lokale assenstelsel de maximaal optredende trekkracht. Componenten Fx en Fy als absolute waarde
- De alledaagse (EDS) waarden van de gecombineerde geleiderbelastingen (Ba+Ah) met bijbehorende trekkrachten
- Controle op uplift, waar een negatieve waarde duidt op uplift

Maximale waarden voor back en ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-58,0	58,0	6,1	6,1	9,6	7,8
380ct1f1	-253,4	253,4	30,0	30,0	40,6	33,0
380ct1f2	-249,6	249,6	28,0	28,0	40,4	32,9
380ct1f3	-245,6	245,6	26,1	26,1	40,2	32,9

Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	508,0	530,8	508,0
380ct1f1	508,0	528,6	508,0
380ct1f2	508,0	528,2	508,0
380ct1f3	508,0	527,9	508,0

Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	631,2	501,0
380ct1f1	570,2	514,8
380ct1f2	563,8	513,1
380ct1f3	557,9	511,3

Omhullende weight span over alle combinaties (incl. 0,9 combinaties)

Voor alle geleiders

	Wind / Weight span verhouding
Max. weight span	631,2 m 1,578 -
Min. weight span	400,0 m 1,000 -

Project: RLL-TLB380
 Masttype: S+18_s - bouwfase
 Mast: 1003

Geleider	Maximale waarden back+ahead span			Maximale waarden trekkracht geleider	
	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	26,1	12,2	17,4	-58,0	58,0
380ct1f1	105,1	59,9	73,6	-253,4	253,4
380ct1f2	105,1	55,9	73,4	-249,6	249,6
380ct1f3	105,1	52,2	73,1	-245,6	245,6

EDS-belastingen geleiders					
Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	0,0	0,0	5,0	-17,4	17,4
380ct1f1	0,0	0,0	41,6	-131,3	131,3
380ct1f2	0,0	0,0	41,6	-131,3	131,3
380ct1f3	0,0	0,0	41,6	-131,3	131,3

Controle uplift SLS-wind			
Combinatie: Geleider		Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4	bl1	2,9	2,3
	380ct1f1	23,9	19,2
	380ct1f2	23,9	19,2
	380ct1f3	23,8	19,2

Project: RLL-TLB380
 Masttype: S+18_s - bouwfase
 Mast: 1003

ULS-fundatiebelasting combinatie 1 en 3 wind haaks op de lijn of bissectrice en EDS, vanuit geleiders

Combinatie	Combination	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90		0	180	172	9617	0	0
ULS 1a_0,9_0		7	0	126	-971	409	-52
ULS 1a_0,9_0,9_90		0	180	95	10217	0	0
ULS 3_0		2	0	232	-1824	123	-16
SLS 7		0	0	130	-1000	0	0

ULS-fundatiebelasting combinatie 1 en 3 wind haaks op de lijn of bissectrice en EDS, totaal geleiders en mast

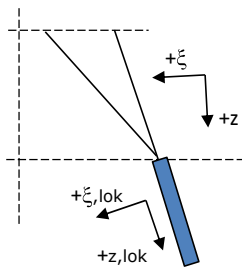
Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90	0	584	838	25546	0	0
ULS 1a_0,9_0,9_90	0	584	594	26146	0	0
SLS 7	0	0	685	-1000	0	0

Fundatiebelastingen, selectie belastingcombinaties op basis grootste waarde

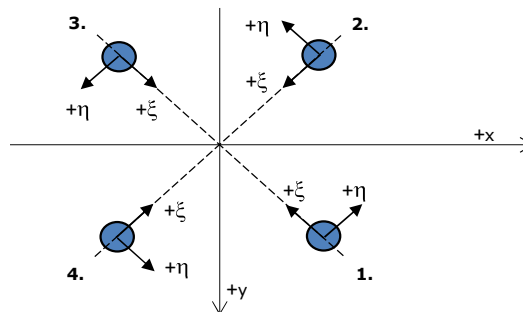
Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_270	0	-584	838	-28203	0	0
ULS 1a_0	476	0	821	-1192	20623	-52
ULS 8 Ah	122	0	743	-1448	7577	-1041
ULS 1a_225	-374	-462	827	-22102	-15515	37

Noot: grootste waarden kunnen in meerdere combinaties voorkomen, een combinatie is weergegeven.

Oplegreacties op fundering per randstijl



Assenstelsels



Maximale drukbelasting

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_η [kN]	R_ξ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_45	249	247	1529	1	-350	-26	1563
2	ULS 1a_270	210	-181	1271	-20	-276	-6	1299
3	ULS 1a_225	-265	-245	1622	14	-361	-17	1658
4	ULS 1a_135	-249	247	1529	-1	-350	-26	1563

Maximale trekbelasting

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_η [kN]	R_ξ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_0,9_225	-202	-187	-1249	-11	275	10	-1277
2	ULS 1a_0,9_0,9_135	-195	187	-1193	6	269	16	-1219
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	195	187	-1193	-6	269	16	-1219
4	ULS 1a_0,9_270	147	-120	-891	19	189	0	-911

Maximale torsiebelasting (positief)

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_η [kN]	R_ξ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 8 Ba	11	-36	-154	33	18	-15	-157
2	ULS 5a Ah 11	-12	-8	-34	14	3	-4	-34
3	ULS 8 Ba	-90	-58	525	22	-105	7	537
4	ULS 8 Ba	-33	97	416	46	-92	-4	426

Maximale torsiebelasting (negatief)

Index	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_η [kN]	R_ξ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 8 Ah	33	97	416	-46	-92	-4	426
2	ULS 8 Ah	90	-58	525	-22	-105	7	537
3	ULS 5a Ba 11	12	-8	-36	-14	3	-4	-37
4	ULS 8 Ah	-11	-36	-154	-33	18	-15	-157

Project: RLL-TLB380
 Masttype: S+18_s - bouwfase
 Mast: 1003

Combinatie Ftrek+Fhor

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	ULS 1a_0,9_225	-202	-187	-1249	-11	275	10	-1277
2	ULS 1a_0,9_0,9_135	-195	187	-1193	6	269	16	-1219
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	195	187	-1193	-6	269	16	-1219
4	ULS 1a_0,9_270	147	-120	-891	19	189	0	-911

Permanente belasting

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SLS 7	22	28	134	-4	-36	-7	137
2	SLS 7	34	-28	209	-4	-44	0	213
3	SLS 7	-34	-28	209	4	-44	0	213
4	SLS 7	-22	28	134	4	-36	-7	137

Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
Max. druk	ULS 1a_225	-265	-245	1622	14	-361	-17	1658
Max. trek	ULS 1a_0,9_225	-202	-187	-1249	-11	275	10	-1277
Max. pos. torsie	ULS 8 Ba	-33	97	416	46	-92	-4	426
Max. neg. torsie	ULS 8 Ah	33	97	416	-46	-92	-4	426
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0,9_225	-202	-187	-1249	-11	275	10	-1277

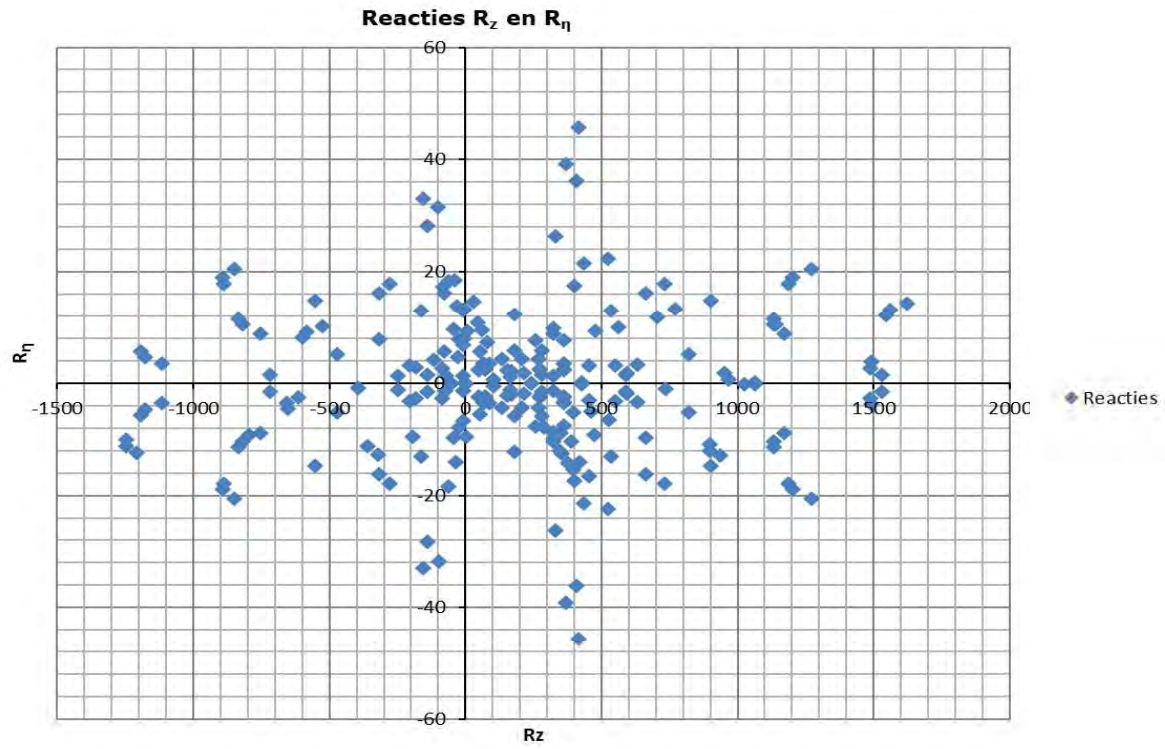
Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SLS 7	22	28	134	-4	-36	-7	137
2	SLS 1a_135	-117	115	-719	2	164	12	-735
3	SLS 1a_45	117	115	-719	-2	164	12	-735
4	SLS 1a_0	58	-59	-394	-1	83	0	-402

Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SLS 1a_45	173	173	1064	0	-245	-19	1087
2	SLS 1a_0	116	-115	736	-1	-163	-7	753
3	SLS 7	-34	-28	209	4	-44	0	213
4	SLS 1a_135	-173	173	1064	0	-245	-19	1087

Project: RLL-TLB380
Masttype: S+18_s - bouwfase
Mast: 1003



Hoisting load

RLL-TLB
S+18_s

Date: 2021-08-02
Author: TBR
Version: 1.1

Uitvoer geleiderbelastingen

Belastingcombi	nummer	Fxtotaal	Fytotaal	Fztotaal	Ftrekahead	Ftrekback
ULS 6b_90	10	0.0	12.0	50.1	161.4	-161.4
	11	0.0	11.2	50.1	160.6	-160.6
	12	0.0	10.4	50.0	159.9	-159.9
	1	0.0	2.4	6.1	22.6	-22.6

Extra belastingfactor voor hijsen: $\gamma_{f,dyn} = 1.2$ kN
 Extra belasting voor hijsmiddelen: $F_{kar} = 1$ kN
 Rekenwaarde: $F_{Ed} = 1.2$ kN

Invoer in PLS-TOWER

Load Case	Joint Label	Vertical Load (N)	Transverse Load (N)	Longitudinal Load (N)	Load Comment
Hoisting Load(18_10P_12XF0.50S		61567	11985	0	
Hoisting Load(18_7P_39XF0.50S		61512	11182	0	
Hoisting Load(18_4P_63XF0.50S		61463	10437	0	

Dynamische factor CsCd

Masttype S+18 is hoger dan 60 m en daardoor moet de dynamische factor berekend worden.

De procedure van NEN-EN 50341-2-15 artikel 4.4.3.1 is gevolgd.

Gemiddelde breedte is genomen op het niveau van de ondertraverse: 3,6 m.

Hoogte van de mast voor de turbulentie-intensiteit is genomen op 60% van de hoogte volgens NEN-EN 1991-1-4 clause 6.3.1.

Voor de resonantiefactor R^2 zijn de volgende uitgangspunten gebruikt:

Logaritmische demping volgens NEN-EN 1991-1-4 Appendix F: "stalen Bruggen en vakwerktorens, bouten met hoge kwaliteit": $\delta_s = 0,030$.

Equivalentente massa m_e is genomen als de massa per eenheid van lengte. Deze is berekend door het mastgewicht te delen door de totale hoogte.

Factoren K_y and K_z op basis van parabolische vervormingslijn.

$$G_y = 1/2$$

$$G_z = 5/18$$

De drag coefficient is genomen als het product van het product of χ (solidity ratio) en C_t (drag factor voor een open vakwerk). $C_t = 0,24 \times 2,8 = 0,67$.

Peak factor is gezet op 3,5 volgens NEN-EN 50341-2-15.

Zie verder uitvoer.

De berekende waarde voor c_{scd} bedraagt 1,07.

Bouwwerfactor $c_s c_d$

$$c_s c_d = 1 + 2 k_p I_v(z_s) \sqrt{(B^2 + R^2)} / (1 + 7 I_v(z)) \quad 1,07 -$$

k_p piekfactor

I_v turbulentieintensiteit 0,169221

B^2 achtergrondresponsiefactor, brengt het volleige gebrek aan correlatie in rekening

R^2 resonantieresponsfactor

z_s referentiehoogte, temnminste gelijk aan z_{min}

Piekfactor k_p

$$k_p = \sqrt{2 \ln(vT)} + 0,6 / \sqrt{2 \ln(vT)} \geq 3,0 \quad 3,50 -$$

$T = 600$ s

$$v = n_1 \sqrt{R^2 / (B^2 + R^2)} \geq 0,08 \quad 0,63 -$$

Achtergrondresponsiefactor B^2

$b = 3,60$ m

$d = 3,60$ m

$h = 73,7$ m

$z_s = h = 44,2$ m

$L(z_s) = L_t (z_s / z_t)^\alpha \quad 123,2$ m

$L_t = 300$ m (referentielengteschaal)

$z_t = 200$ m (referentiehoogte z_{max})

$\alpha = 0,67 + 0,05 \ln(z_0) = 0,59$

$B^2 = 0,53$

Resonantieresponsfactor R^2

$$R^2 = \pi^2 / 2 \delta \times S_L K_s = 0,7992$$

$$\delta = \delta_s + \delta_a + \delta_d = 0,06$$

Type constructie **Stalen toren, bout met hoge weerstand**

$\delta_s = 0,03$

$$\delta_a = c_f r b v_m(z_s) / 2 n_1 m_e = 0,02529$$

$c_f = 0,67$ (krachtcoefficient windrichting)

$n_1 = 0,81$ (eigenfrequentie, benaderd met $f_e = 60 / h$)

$m_e = 671,6$ (equivalente massa)

$\delta_d = 0,0$

$S_L = 0,0639692$ (dimensieloze spectrale dichtheidsfunctie)

$f_L = 3,0$

$K_s = 0,1400$ (afmetingsreductiefunctie)

$\Psi_y = 1,0$

$\Psi_z = 21,0$

$c_y = c_z = 11,5$

$G_y = 0,50$

$G_z = 0,28$

$K_y = 1$

$K_z = 1,67$

Project: RLL-TLB380
 Tower: S+24_s
 Number: 1149

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

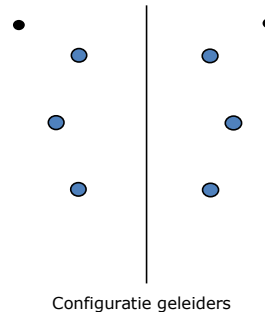
Geleiderbelastingen

Algemeen

Benaming S+24_s
 Masttype Steunmast
 Aantal circuits 2
 Configuratie 2-circuit-verticaal
 Aantal bliksemgeleiders 2

Uitgangspunten

Norm NEN-EN50341-2-15:2019
 Gevolgklasse initieel CC2
 Betrouwbaarheidsniveau initieel Nieuwbouw
 Referentieperiode initieel 50 jaar
 CC2
 Betrouwbaarheidsniveau na aanpassing n.v.t.
 50 jaar
 Windgebied III
 Windsnelheid (m/s) 24,5
 Terreincategorie II
 Reductiefactor C_{dir} 1,00
 IJsg gebied fasegeleider B
 IJsg gebied bliksemgeleider A



Geleiders Back

Omschrijving	Spanning	Geleider Back	Bundel Ba	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden P_{back}
Circuit 1	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Circuit 2	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	3 %	3 %	1800

Geleiders Ahead

Omschrijving	Spanning	Geleider Ahead	Bundel Ah	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden P_{ahead}
Circuit 1	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Circuit 2	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	3 %	3 %	1800

Isolatoren (1)

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m ²]
Circuit 1	V-ketting	4,50	4,00	2,00
Circuit 2	V-ketting	4,50	4,00	2,00
Bliksemdraad 1	Vast (Bliksemdraad)	0,10	0,30	0,10
Bliksemdraad 2	Vast (Bliksemdraad)	0,10	0,30	0,10

1. Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset

Ophanghoogte en positie in mast

Circuits	Aanduiding	Nummer	Ophanghoogte	Aangrijppunt	Positie in mast Horizontale afstand
Circuit 1	10	380ct1f1	71,4 m	75,4 m	-6,7 m
Circuit 1	11	380ct1f2	61,4 m	65,4 m	-9,5 m
Circuit 1	12	380ct1f3	51,9 m	55,9 m	-6,4 m
Circuit 2	20	380ct2f1	71,4 m	75,4 m	6,7 m
Circuit 2	21	380ct2f2	61,4 m	65,4 m	9,5 m
Circuit 2	22	380ct2f3	51,9 m	55,9 m	6,4 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	76,3 m	76,6 m	12,1 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	76,3 m	76,6 m	-12,1 m

Project: RLL-TLB380
 Tower: S+24_s
 Number: 1149

Hoogteaanpassing naastgelegen masten (aanpassing wind- en weight span)

	Back	Ahead	
Verhoging voor windbelasting	0,0 m	0,0 m	(positief: omhoog)
Verlaging voor verticale belasting	-24,0 m	-6,0 m	(negatief: omlaag, grotere weight span)
Verlaging:	Niet in 0,9EG-combinaties		

Hoogteafwijking mastbeeld naastgelegen masten en richtingsverandering t.o.v. Lijnrichting

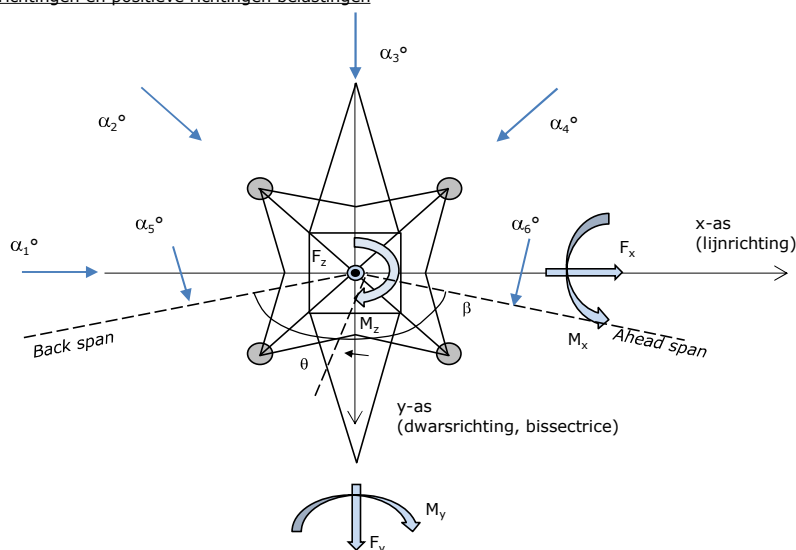
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			Δh back	Δh ahead	Δy back	Δy ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	21	380ct2f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m

Lijn- en mastgegevens

	Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3)/\Sigma L}$	400,0	400,0 m
Lijnhoek β	180 °	
Rotatie mast t.o.v. bissectrice θ	0 °	
Vaklengte	800	800 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Beschouwde windrichtingen	α_1	0 °
Windrichtingen volgens: Geleiderbelastingen	α_2	45 °
	α_3	90 °
	α_4	135 °
	α_5	- °
	α_6	- °

Windrichtingen gelden t.o.v. hoofdrichting mastconstructie, niet t.o.v. bissectrice.

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



Beschouwd aantal windrichtingen

1a	4
3	4
4	1
6	1
Overig	1

Project: RLL-TLB380
 Tower: S+24_s
 Number: 1149

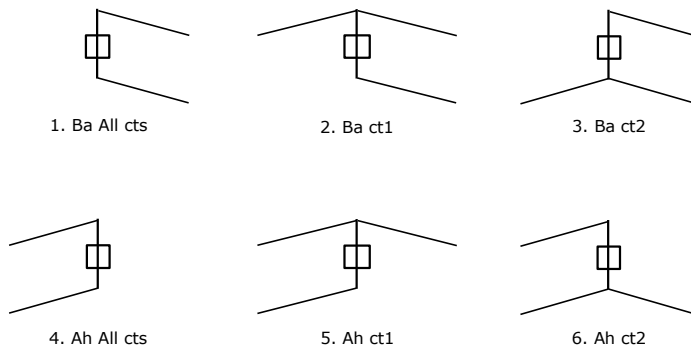
Geleiderafval

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	380ct1f1	1	0	1	0	0,8	0
Circuit 1	380ct1f2	1	0	1	0	0,8	0
Circuit 1	380ct1f3	1	0	1	0	0,8	0
Circuit 2	380ct2f1	0	1	1	0	0,8	0
Circuit 2	380ct2f2	0	1	1	0	0,8	0
Circuit 2	380ct2f3	0	1	1	0	0,8	0
Bliksemdraad 1	b1	1	0	1	0	1	0
Bliksemdraad 2	b2	0	1	1	0	1	0

Belastingsituaties SPLS

Beschouwde situaties SPLS: SPLS voor steunmast niet van toepassing

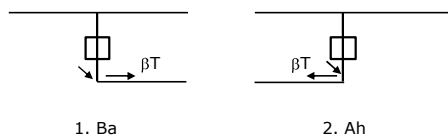
Principe belastingssituaties:



Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

Beschouwde situaties geleiderbreuk 5a: 1 en 2, alle mogelijke situaties.

Principe belastingssituaties:



Project: RLL-TLB380
 Tower: S+24_s
 Number: 1149

Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

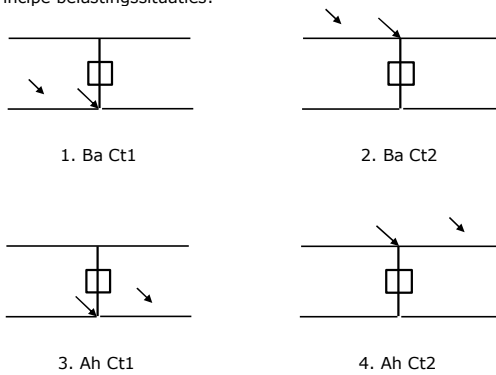
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden in ULS en in iedere SPLS-situatie (in geval van hoekmast) toegepast.

	Fase	Bliksem
Lijnwagen	4,0 kN	2,0 kN
Puntlast op traverse	1,0 kN	1,0 kN

Beschouwde situaties bouw- en onderhoud 6a: 1 t/m 4, alle mogelijke situaties.

Aanwezigheid lijnwagen: Circuit, belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders per circuit.

Principe belastingssituaties:



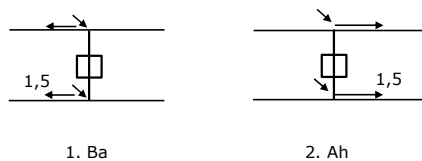
Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

Geleider		
Steunmast fase	0,866 W	1,5 W
Steunmast bliksem	1,5 EDS	1,5 W
Hoekmast fase en bliksem	1,5 EDS	1,5 W

Beschouwde situaties lijndansen 8: 1 en 2, alle mogelijke situaties.

Belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders van het circuit.

Principe belastingssituaties:



Belastingcombinatie 8. Lijndansen als dynamische belasting

Alleen van toepassing op hoek- en eindmasten
 Belasting bestaat uit EDS-trekbelasting in één van de geleiders aan één zijde van de mast
 Door gebruiker via het belastingsspectrum van tabel 4.11/NL.1 om te zetten naar spanningspectrum

Project: RLL-TLB380
 Tower: S+24_s
 Number: 1149

Mastconstructie

Eigenschappen

Masttype	Steunmast	
Mastbenaming	S+24_s	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	79,7 m	
Gewicht mast	610,6 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	15,09	15,09 m
Helling van de randstijl	0,150	0,150 -
Factor spatkracht	1,1	1,1 -

Berekening windbelasting

Dynamische invloed G_T	1,06
Windbelasting overhoeks op mastlichaam evenredig met:	$(A1C1\sin^2(\phi)+A2C2\cos^2(\phi))$
Windbelasting overhoeks op traverse evenredig met:	$(A1C1\sin^2(\phi)+A2C2\cos^2(\phi))$
Vergroting wind overhoeks mastlichaam	$(1+0,2\sin^2(2\phi))$
Vergroting wind overhoeks traverse	$(1+0,2\sin^2(2\phi))$
Factor wind evenwijdig t.o.v. haaks op traverse	0,4

Eigenschappen mastsecties langsrichting (vooraanzicht, yz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b ₁ [m]	b ₂ [m]	Δh [m]	Δ _x [m]	A ₀ [m ²]	A ₁ [m ²]	χ = A ₁ /A ₀ [-]	C _t
Broekstuk	28,40	15,09	6,57	28,40	0,150	307,57	49,02	0,16	3,11
Eerste tussenstuk	44,20	6,57	4,86	15,80	0,054	90,30	20,27	0,22	2,83
Tweede tussenstuk	55,90	4,86	3,60	11,70	0,054	49,49	11,54	0,23	2,79
Bovenstuk 1	65,40	3,60	2,92	9,50	0,036	30,97	8,66	0,28	2,61
Bovenstuk 2	78,00	2,92	2,01	12,60	0,036	31,06	8,18	0,26	2,67
Topstuk	79,70	2,01		1,70		1,71	0,32	0,18	3,00
Ondertraverse	55,90	8,10		3,00		12,15	2,98	0,25	2,74
Middentraverse	65,40	11,95		2,80		16,73	4,07	0,24	2,75
Boventraverse	75,40	10,60		2,60		13,78	3,86	0,28	2,61

Eigenschappen mastsecties dwarsrichting (zijaanzicht, xz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b ₁ [m]	b ₂ [m]	Δh [m]	Δ _x [m]	A ₀ [m ²]	A ₁ [m ²]	χ = A ₁ /A ₀ [-]	C _t
Broekstuk	28,40	15,09	6,57	28,40	0,150	307,57	49,02	0,16	3,11
Eerste tussenstuk	44,20	6,57	4,86	15,80	0,054	90,30	20,27	0,22	2,83
Tweede tussenstuk	55,90	4,86	3,60	11,70	0,054	49,49	11,54	0,23	2,79
Bovenstuk 1	65,40	3,60	2,92	9,50	0,036	30,97	8,66	0,28	2,61
Bovenstuk 2	78,00	2,92	2,01	12,60	0,036	31,06	8,18	0,26	2,67
Topstuk	79,70	2,01		1,70		1,71	0,32	0,18	3,00
Ondertraverse	55,90	8,10		3,00		12,15	2,98	0,25	2,74
Middentraverse	65,40	11,95		2,80		16,73	4,07	0,24	2,75
Boventraverse	75,40	10,60		2,60		13,78	3,86	0,28	2,61

NB: oppervlakte traverse dwarsrichting van de tabel wordt in berekening gereduceerd.
 NB: oppervlakte traverse per zijde, dus helft van totaal van twee traverses.

Project: RLL-TLB380
 Tower: S+24_s
 Number: 1149

Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m ² /m)	Factor	Δh	A ₁
Broekstuk	0,14	0,71	28,4	2,8
Eerste tussenstuk	0,14	0,71	15,8	1,6
Tweede tussenstuk	0,14	0,71	11,7	1,2
Bovenstuk 1	0,14	0,71	9,5	0,9
Bovenstuk 2				

Invoer antennes

Omschrijving	A (m ²)	h (m)	C _i (m)
Antenne top			
Antenne o.t.	4,7	62,2	1,5

Belastingen mastsectie langsrichting (x-richting) per windrichting

Omschrijving	P _w [kN/m ²]	F _{x1} [kN]	F _{x2} [kN]	F _{x3} [kN]	F _{x4} [kN]	h _{ef} [m]	M _{y1} [kNm]	M _{y2} [kNm]	M _{y3} [kNm]	M _{y4} [kNm]
Broekstuk	0,79	120,4	102,1	0,0	-102,1	14,2	1709,1	1450,2	0,0	-1450,2
Eerste tussenstuk	1,04	59,7	50,7	0,0	-50,7	36,3	2167,7	1839,4	0,0	-1839,4
Tweede tussenstuk	1,14	36,6	31,0	0,0	-31,0	50,1	1830,2	1553,0	0,0	-1553,0
Bovenstuk 1	1,20	27,0	22,9	0,0	-22,9	60,7	1638,1	1390,0	0,0	-1390,0
Bovenstuk 2	1,24	27,2	23,1	0,0	-23,1	71,7	1949,7	1654,3	0,0	-1654,3
Topstuk	1,27	1,2	1,0	0,0	-1,0	78,9	95,1	80,7	0,0	-80,7
Ondertraverse	1,17	19,2	11,4	0,0	-11,4	56,9	1091,8	648,5	0,0	-648,5
Middentraverse	1,22	27,3	16,2	0,0	-16,2	66,3	1812,8	1076,8	0,0	-1076,8
Boventraverse	1,26	25,4	15,1	0,0	-15,1	76,3	1940,8	1152,8	0,0	-1152,8
Totaal		344,0	273,6	0,0	-273,6		14235,4	10845,7	0,0	-10845,7

Belastingen mastsectie dwarsrichting (y-richting) per windrichting

Omschrijving	P _w [kN/m ²]	F _{y1} [kN]	F _{y2} [kN]	F _{y3} [kN]	F _{y4} [kN]	h _{ef} [m]	M _{x1} [kNm]	M _{x2} [kNm]	M _{x3} [kNm]	M _{x4} [kNm]
Broekstuk	0,79	0,0	102,1	120,4	102,1	14,2	0,0	1450,2	1709,1	1450,2
Eerste tussenstuk	1,04	0,0	50,7	59,7	50,7	36,3	0,0	1839,4	2167,7	1839,4
Tweede tussenstuk	1,14	0,0	31,0	36,6	31,0	50,1	0,0	1553,0	1830,2	1553,0
Bovenstuk 1	1,20	0,0	22,9	27,0	22,9	60,7	0,0	1390,0	1638,1	1390,0
Bovenstuk 2	1,24	0,0	23,1	27,2	23,1	71,7	0,0	1654,3	1949,7	1654,3
Topstuk	1,27	0,0	1,0	1,2	1,0	78,9	0,0	80,7	95,1	80,7
Ondertraverse	1,17	0,0	11,4	7,7	11,4	56,9	0,0	648,5	436,7	648,5
Middentraverse	1,22	0,0	16,2	10,9	16,2	66,3	0,0	1076,8	725,1	1076,8
Boventraverse	1,26	0,0	15,1	10,2	15,1	76,3	0,0	1152,8	776,3	1152,8
Totaal		0,0	273,6	300,8	273,6		0,0	10845,7	11328,1	10845,7

Resulterende belastingen vanuit mastconstructie incl. antenne zonder geleiders niveau fundatie (kar. waarde)

Belasting / windrichting	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Permanente belasting	0	0	611	0	0	0
Windrichting 0°	352	0	0	0	15648	0
Windrichting 45°	280	280	0	11891	11891	0
Windrichting 90°	0	309	0	12566	0	0
Windrichting 135°	-280	280	0	11891	-11891	0

Project: RLL-TLB380
 Tower: S+24_s
 Number: 1149

Tussenresultaten geleiderbelastingen

Geleiders back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm ²]	G [N/m]	E [N/mm ²]	αT [-]
Circuit 1	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Circuit 2	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Bliksemdraad 1	AACSR 241-AL3-39-A20SA	21,8	281,0	9,38	70165	1,97E-05
Bliksemdraad 2	OPGW AFL-226/38	21,7	264,0	9,13	72000	1,98E-05

Geleiders ahead

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm ²]	G [N/m]	E [N/mm ²]	αT [-]
Circuit 1	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Circuit 2	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Bliksemdraad 1	AACSR 241-AL3-39-A20SA	21,8	281,0	9,38	70165	1,97E-05
Bliksemdraad 2	OPGW AFL-226/38	21,7	264,0	9,13	72000	1,98E-05

Verticale belasting back

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$w_{z,G}$ [N/m]	IJsgebied	Formule	$w_{z,ijs}$ [N/m]	$w_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Circuit 2	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Bliksemdraad 1	1	3	9,7	A	15+0,4d	23,7	23,7
Bliksemdraad 2	1	3	9,4	A	15+0,4d	23,7	23,7

Verticale belasting ahead

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$w_{z,G}$ [N/m]	IJsgebied	Formule	$w_{z,ijs}$ [N/m]	$w_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Circuit 2	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Bliksemdraad 1	1	3	9,7	A	15+0,4d	23,7	23,7
Bliksemdraad 2	1	3	9,4	A	15+0,4d	23,7	23,7

Isolatoren

Geleider	$G_{isolator}$ [kN]	Aantal	$F_{v,iso}$ [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m ²]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m ²]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	4,50	1	4,5	4,0	2,0	73,90	1,25	1,2	3,01
380ct1f2	4,50	1	4,5	4,0	2,0	63,90	1,21	1,2	2,90
380ct1f3	4,50	1	4,5	4,0	2,0	54,40	1,16	1,2	2,79
380ct2f1	4,50	1	4,5	4,0	2,0	73,90	1,25	1,2	3,01
380ct2f2	4,50	1	4,5	4,0	2,0	63,90	1,21	1,2	2,90
380ct2f3	4,50	1	4,5	4,0	2,0	54,40	1,16	1,2	2,79
bl1	0,10	1	0,1	0,3	0,1	76,95	1,27	1,2	0,15
bl2	0,10	1	0,1	0,3	0,1	76,95	1,27	1,2	0,15

Project: RLL-TLB380
 Tower: S+24_s
 Number: 1149

Windbelasting back

Geleider	hoogte		G_{c_dwars}	G_{c_trek}	C_c	$d_{toeslag}$	w_y	$w_{y,vak}$	$D_{ijs,toeslag}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,vak}$
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	64,5	1,21	0,64	0,64	0,94	33,37	96,5	96,5	51,8	192,0	192,0
380ct1f2	54,5	1,16	0,62	0,62	0,95	33,37	92,0	92,0	51,8	180,2	180,2
380ct1f3	45,0	1,10	0,61	0,61	0,97	33,37	87,0	87,0	51,8	167,4	167,4
380ct2f1	64,5	1,21	0,64	0,64	0,94	33,37	96,5	96,5	51,8	192,0	192,0
380ct2f2	54,5	1,16	0,62	0,62	0,95	33,37	92,0	92,0	51,8	180,2	180,2
380ct2f3	45,0	1,10	0,61	0,61	0,97	33,37	87,0	87,0	51,8	167,4	167,4
bl1	69,4	1,23	0,64	0,64	1,17	22,45	20,8	20,8	63,8	60,7	60,7
bl2	69,4	1,23	0,64	0,64	1,17	22,35	20,7	20,7	63,7	60,6	60,6

Windbelasting ahead

Geleider	hoogte		G_{c_dwars}	G_{c_trek}	C_c	$d_{toeslag}$	w_y	$w_{y,vak}$	$D_{ijs,toeslag}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,vak}$
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	64,5	1,21	0,64	0,64	0,94	33,37	96,5	96,5	51,8	192,0	192,0
380ct1f2	54,5	1,16	0,62	0,62	0,95	33,37	92,0	92,0	51,8	180,2	180,2
380ct1f3	45,0	1,10	0,61	0,61	0,97	33,37	87,0	87,0	51,8	167,4	167,4
380ct2f1	64,5	1,21	0,64	0,64	0,94	33,37	96,5	96,5	51,8	192,0	192,0
380ct2f2	54,5	1,16	0,62	0,62	0,95	33,37	92,0	92,0	51,8	180,2	180,2
380ct2f3	45,0	1,10	0,61	0,61	0,97	33,37	87,0	87,0	51,8	167,4	167,4
bl1	69,4	1,23	0,64	0,64	1,17	22,45	20,8	20,8	63,8	60,7	60,7
bl2	69,4	1,23	0,64	0,64	1,17	22,35	20,7	20,7	63,7	60,6	60,6

NB: belastingen w_v gelden voor bundel

Project: RLL-TLB380
 Masttype: S+24_s
 Mast: 1149

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

Geleiderbelastingen

Uitgangspunten

Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2
 Referentieperiode 50 jaar

ULS (bezwijksterkte)		NEN-EN50341-2-15:2019							
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	γ_G		γ_Q			γ_a A_k	
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	Q_{pk}	Q_{wk}	Q_{ik}		
ULS 1a	Wind	10°	1,20	1,20	0,00	1,50	0,00	0,0	
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk alleen mast	10°	0,90	1,20	0,00	1,50	0,00	0,0	
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk ook geleider	10°	0,90	0,90	0,00	1,50	0,00	0,0	
ULS 3	Wind+ijs	-5°	1,20	1,20	0,00	0,45	1,50	0,0	
ULS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,20	0,00	0,45	1,50	0,0	
ULS 4	Koude+wind	-20°	1,20	1,20	0,00	0,30	0,00	0,0	
ULS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,20	0,00	0,30	0,00	0,0	
ULS 5a	Torsiebelastingen	10°	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,0	
ULS 5b	Longitudinale belastingen	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0	
ULS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	1,50	0,30	0,00	0,0	
ULS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	0,00	0,30	0,00	0,0	
ULS 7	Permanent	10°	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00	0,0	
ULS 8	Special	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0	
SPLS (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)				γ_G G_k	γ_Q Q_{pk} Q_{wk} Q_{ik}			A_k	
SPLS 1a	Wind	10°	1,20	1,20	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	1,20	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	0,90	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 3	Wind+ijs	-5°	1,20	1,20	0,0	0,36	0,34	0,0	
SPLS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,20	0,0	0,36	0,34	0,0	
SPLS 4	Koude+wind	-20°	1,20	1,20	0,0	0,24	0,00	0,0	
SPLS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,20	0,0	0,24	0,00	0,0	
SPLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	1,2	0,24	0,0	0,0	
SPLS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	0,0	0,24	0,0	0,0	
SLS (controle van de vervormingen, vermoeiing, EDS)				G_k	Q_{pk}	Q_{wk}	Q_{ik}	A_k	
SLS 1a	Wind	10°	1,00	1,00	0,0	1,00	0,0	0,0	
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,30	1,00	0,0	
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0	
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0	
SLS 7	PB (EDS, geen wind)	10°	1,00	1,00	0,0	0,00	0,0	0,0	

Aantal windrichtingen 4
 Aantal belastingcombinaties ULS 46
 Aantal belastingcombinaties SPLS 0
 Aantal belastingcombinaties SLS 11
 Aantal knooplasten 456

Project: RLL-TLB380
 Masttype: S+24_s
 Mast: 1149

Samenvattingstabellen geleiderbelastingen

In de onderstaande vier tabellen is weergegeven:

- De maximale geleiderbelasting in het globale assenstelsel, gesplitst in aandeel van back en ahead span
- De gecombineerde geleiderbelasting (Ba+Ah) in het globale assenstelsel met in het lokale assenstelsel de maximaal optredende trekkracht. Componenten Fx en Fy als absolute waarde
- De alledaagse (EDS) waarden van de gecombineerde geleiderbelastingen (Ba+Ah) met bijbehorende trekkrachten
- Controle op uplift, waar een negatieve waarde duidt op uplift

Maximale waarden voor back en ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-67,7	67,7	6,3	6,3	13,6	10,5
380ct1f1	-271,6	271,6	31,2	31,2	49,1	36,9
380ct1f2	-268,6	268,6	29,8	29,8	48,9	36,8
380ct1f3	-265,5	265,5	28,2	28,2	48,7	36,8
380ct2f1	-271,6	271,6	31,2	31,2	49,1	36,9
380ct2f2	-268,6	268,6	29,8	29,8	48,9	36,8
380ct2f3	-265,5	265,5	28,2	28,2	48,7	36,8
bl2	-66,8	66,8	6,3	6,3	13,4	10,4

Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	535,0	563,8	535,0
380ct1f1	535,0	560,9	535,0
380ct1f2	535,0	560,6	535,0
380ct1f3	535,0	560,2	535,0
380ct2f1	535,0	560,9	535,0
380ct2f2	535,0	560,6	535,0
380ct2f3	535,0	560,2	535,0
bl2	535,0	564,4	535,0

Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	696,7	507,7
380ct1f1	618,1	535,4
380ct1f2	612,4	533,9
380ct1f3	606,1	532,4
380ct2f1	618,1	535,4
380ct2f2	612,4	533,9
380ct2f3	606,1	532,4
bl2	701,0	507,0

Omhullende weight span over alle combinaties (incl. 0,9 combinaties)

Voor alle geleiders

	Wind / Weight span verhouding
Max. weight span	701,0 m
Min. weight span	400,0 m

Project: RLL-TLB380
 Masttype: S+24_s
 Mast: 1149

Maximale waarden back+ahead span Maximale waarden trekkracht geleider

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	26,1	12,7	24,1	-67,7	67,7
380ct1f1	105,1	62,4	85,9	-271,6	271,6
380ct1f2	105,1	59,6	85,7	-268,6	268,6
380ct1f3	105,1	56,4	85,5	-265,5	265,5
380ct2f1	105,1	62,4	85,9	-271,6	271,6
380ct2f2	105,1	59,6	85,7	-268,6	268,6
380ct2f3	105,1	56,4	85,5	-265,5	265,5
bl2	25,4	12,6	23,8	-66,8	66,8

EDS-belastingen geleiders

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	0,0	0,0	5,3	-17,4	17,4
380ct1f1	0,0	0,0	43,5	-131,3	131,3
380ct1f2	0,0	0,0	43,5	-131,3	131,3
380ct1f3	0,0	0,0	43,5	-131,3	131,3
380ct2f1	0,0	0,0	43,5	-131,3	131,3
380ct2f2	0,0	0,0	43,5	-131,3	131,3
380ct2f3	0,0	0,0	43,5	-131,3	131,3
bl2	0,0	0,0	5,1	-16,9	16,9

Controle uplift SLS-wind

Combinatie: Geleider	Fz_ba	Fz_ah
	[kN]	[kN]
SLS 4 bl1	3,2	2,3
380ct1f1	26,2	19,2
380ct1f2	26,2	19,2
380ct1f3	26,2	19,2
380ct2f1	26,2	19,2
380ct2f2	26,2	19,2
380ct2f3	26,2	19,2
bl2	3,2	2,2

Project: RLL-TLB380
 Masttype: S+24_s
 Mast: 1149

ULS-fundatiebelasting combinatie 1 en 3 wind haaks op de lijn of bissectrice en EDS, vanuit geleiders

Combinatie	Combination	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90		0	382	370	25451	0	0
ULS 1a_0,9_90		0	382	252	25451	0	0
ULS 3_90		0	224	562	15025	0	0
ULS 3_0,9_90		0	224	431	15024	0	0
SLS 7		0	0	272	2	0	0

ULS-fundatiebelasting combinatie 1 en 3 wind haaks op de lijn of bissectrice en EDS, totaal geleiders en mast

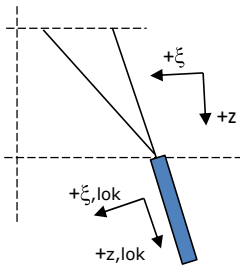
Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90	0	846	1103	44300	0	0
ULS 3_90	0	363	1295	20679	0	0
SLS 7	0	0	882	2	0	0

Fundatiebelastingen, selectie belastingcombinaties op basis grootste waarde

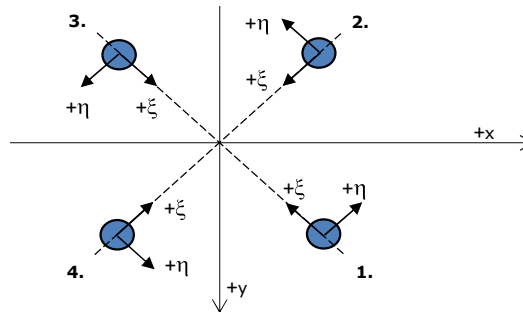
Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90	0	846	1103	44300	0	0
ULS 1a_0	542	0	1056	2	24365	0
ULS 5a Ba 11	105	0	868	215	6872	-998
ULS 1a_45	429	616	1072	30926	18469	0

Noot: grootste waarden kunnen in meerdere combinaties voorkomen, een combinatie is weergegeven.

Oplegreacties op fundering per randstijl



Assenstelsels



Maximale drukbelasting

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_45	321	299	1905	15	-438	-34	1947
2	ULS 1a_0	179	-177	1071	-2	-252	-24	1095
3	ULS 8 Ba	-105	-136	822	-22	-170	4	841
4	ULS 1a_135	-321	299	1905	-15	-438	-34	1947

Maximale trekbelasting

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 8 Ba	-22	-53	-320	22	53	-15	-327
2	ULS 1a_0,9_0,9_135	-246	224	-1452	15	333	25	-1484
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	246	224	-1452	-15	333	25	-1484
4	ULS 1a_0,9_0,9_0	105	-103	-623	2	147	15	-637

Maximale torsiebelasting (positief)

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 5a Ah 11	27	-18	-4	32	-6	-7	-4
2	ULS 5a Ba 21	47	-90	452	31	-97	-1	462
3	ULS 5a Ba 21	-27	18	-4	32	-6	-7	-4
4	ULS 5a Ah 11	-47	90	451	31	-97	-1	461

Maximale torsiebelasting (negatief)

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 5a Ba 11	47	90	452	-31	-97	-1	462
2	ULS 5a Ah 21	27	-18	-4	-32	-6	-7	-4
3	ULS 5a Ah 21	-47	-90	451	-31	-97	-1	461
4	ULS 5a Ba 11	-27	-18	-4	-32	-6	-7	-4

Project: RLL-TLB380
 Masttype: S+24_s
 Mast: 1149

Combinatie Ftrek+Fhor

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	ULS 8 Ba	-22	-53	-320	22	53	-15	-327
2	ULS 1a_0,9_0,9_135	-246	224	-1452	15	333	25	-1484
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	246	224	-1452	-15	333	25	-1484
4	ULS 1a_0,9_0,9_0	105	-103	-623	2	147	15	-637

Permanente belasting

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SLS 7	36	36	221	0	-51	-5	226
2	SLS 7	36	-36	220	0	-51	-5	225
3	SLS 7	-36	-36	220	0	-51	-5	225
4	SLS 7	-36	36	221	0	-51	-5	226

Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
Max. druk	ULS 1a_45	321	299	1905	15	-438	-34	1947
Max. trek	ULS 1a_0,9_0,9_45	246	224	-1452	-15	333	25	-1484
Max. pos. torsie	ULS 5a Ba 21	-27	18	-4	32	-6	-7	-4
Max. neg. torsie	ULS 5a Ba 11	-27	-18	-4	-32	-6	-7	-4
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0,9_0,9_45	246	224	-1452	-15	333	25	-1484

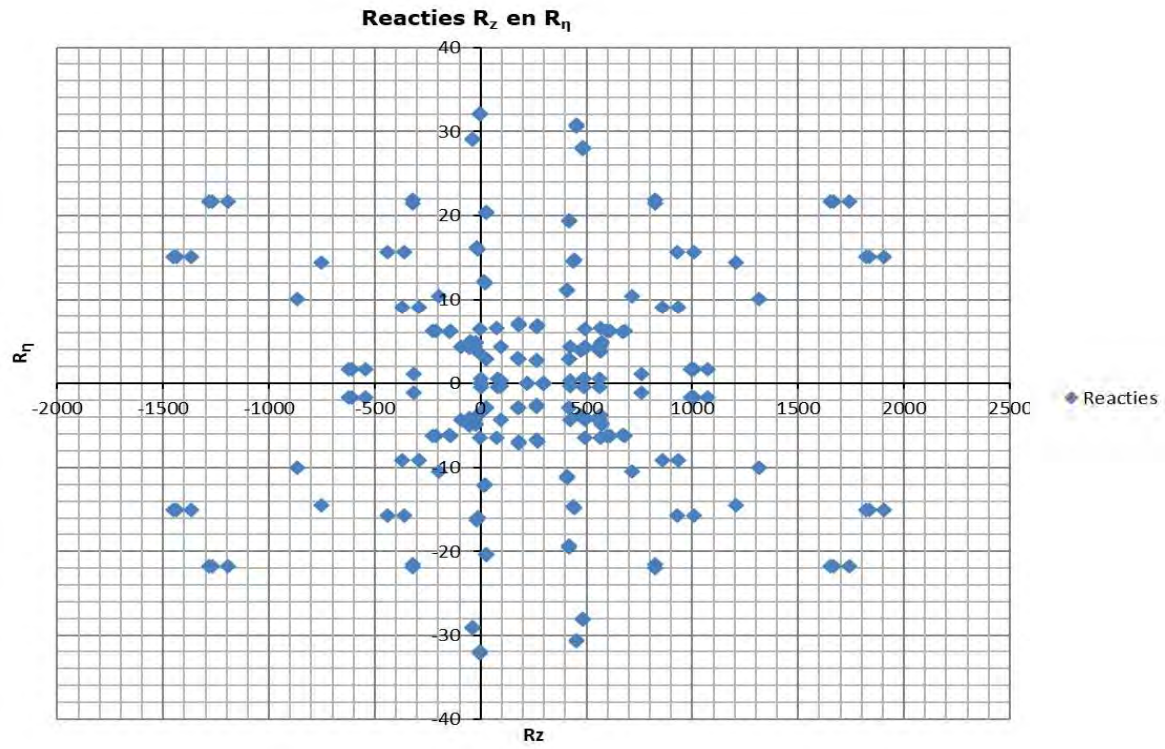
Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SLS 7	36	36	221	0	-51	-5	226
2	SLS 1a_135	-147	133	-868	10	198	14	-888
3	SLS 1a_45	147	133	-868	-10	198	14	-888
4	SLS 1a_0	54	-52	-318	1	75	8	-325

Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SLS 1a_45	221	207	1314	10	-302	-24	1343
2	SLS 1a_0	127	-125	759	-1	-178	-17	776
3	SLS 7	-36	-36	220	0	-51	-5	225
4	SLS 1a_135	-221	207	1314	-10	-302	-24	1343

Project: RLL-TLB380
Masttype: S+24_s
Mast: 1149



Project: RLL-TLB380
 Tower: S+24_s - bouwfase
 Number: 1149

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

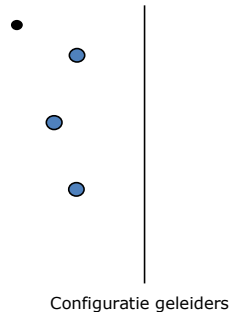
Geleiderbelastingen

Algemeen

Benaming S+24_s - bouwfase
 Masttype Steunmast
 Aantal circuits 1
 Configuratie 2-circuit-verticaal
 Aantal bliksemgeleiders 1

Uitgangspunten

Norm NEN-EN50341-2-15:2019
 Gevolgklasse initieel CC2
 Betrouwbaarheidsniveau initieel Nieuwbouw
 Referentieperiode initieel 15 jaar
 Betrouwbaarheidsniveau na aanpassing n.v.t.
 15 jaar
 Windgebied III
 Windsnelheid (m/s) 24,5 m/s
 Terreincategorie II
 Reductiefactor C_{dir} 1,00
 IJsg gebied fasegeleider B
 IJsg gebied bliksemgeleider A



Geleiders Back

Omschrijving	Spanning	Geleider Back	Bundel Ba	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden P_{back}
Circuit 1	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	3 %	3 %	1800

Geleiders Ahead

Omschrijving	Spanning	Geleider Ahead	Bundel Ah	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden P_{ahead}
Circuit 1	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	3 %	3 %	1800

Isolatoren (1)

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m ²]
Circuit 1	V-ketting	4,50	4,00	2,00
Bliksemdraad 1	Vast (Bliksemdraad)	0,10	0,30	0,10

1. Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset

Ophanghoogte en positie in mast

Circuits	Aanduiding	Nummer	Ophanghoogte	Aangrijppunt	Positie in mast Horizontale afstand
Circuit 1	10	380ct1f1	71,4 m	75,4 m	-6,7 m
Circuit 1	11	380ct1f2	61,4 m	65,4 m	-9,5 m
Circuit 1	12	380ct1f3	51,9 m	55,9 m	-6,4 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	76,3 m	76,6 m	12,1 m

Project: RLL-TLB380
 Tower: S+24_s - bouwfase
 Number: 1149

Hoogteaanpassing naastgelegen masten (aanpassing wind- en weight span)

	Back	Ahead	
Verhoging voor windbelasting	0,0 m	0,0 m	(positief: omhoog)
Verlaging voor verticale belasting	-24,0 m	-6,0 m	(negatief: omlaag, grotere weight span)
Verlaging:	Niet in 0,9EG-combinaties		

Hoogteafwijking mastbeeld naastgelegen masten en richtingsverandering t.o.v. Lijnrichting

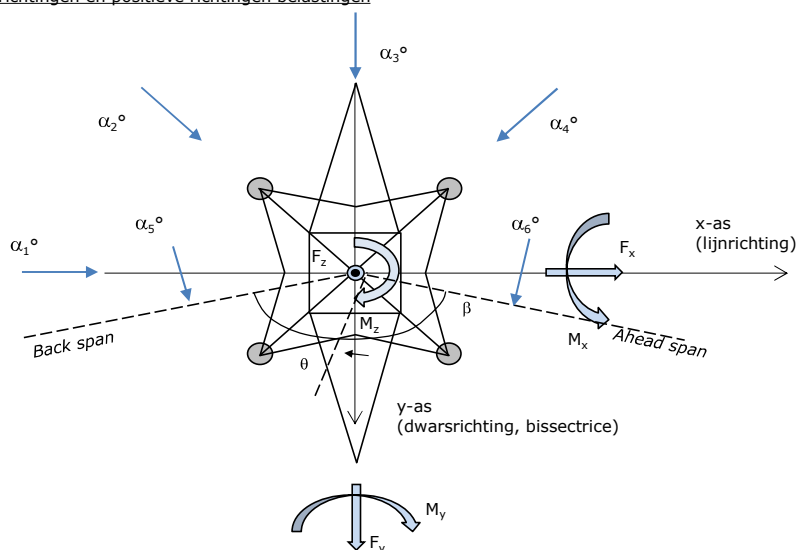
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			Δh back	Δh ahead	Δy back	Δy ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m

Lijn- en mastgegevens

	Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3)/\Sigma L}$	400,0	400,0 m
Lijnhoek	β	180 °
Rotatie mast t.o.v. bissectrice	θ	0 °
Vaklengte	800	800 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Beschouwde windrichtingen	α_1	0 °
Windrichtingen volgens: Geleiderbelastingen	α_2	45 °
	α_3	90 °
	α_4	135 °
	α_5	- °
	α_6	- °

Windrichtingen gelden t.o.v. hoofdrichting mastconstructie, niet t.o.v. bissectrice.

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



Beschouwd aantal windrichtingen

1a	4
3	4
4	1
6	1
Overig	1

Project: RLL-TLB380
 Tower: S+24_s - bouwfase
 Number: 1149

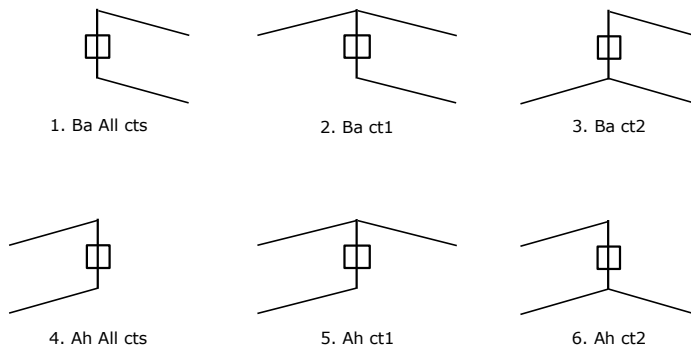
Geleiderafval

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	380ct1f1	1	0	1	0	0,8	0
Circuit 1	380ct1f2	1	0	1	0	0,8	0
Circuit 1	380ct1f3	1	0	1	0	0,8	0
Bliksemdraad 1	b1	1	0	1	0	1	0

Belastingsituaties SPLS

Beschouwde situaties SPLS: SPLS voor steunmast niet van toepassing

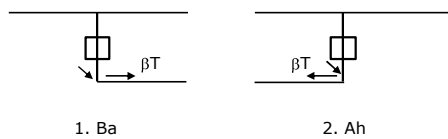
Principe belastingssituaties:



Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

Beschouwde situaties geleiderbreuk 5a: 1 en 2, alle mogelijke situaties.

Principe belastingssituaties:



Project: RLL-TLB380
 Tower: S+24_s - bouwfase
 Number: 1149

Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

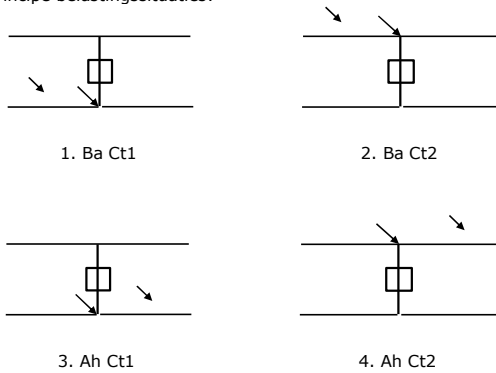
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden in ULS en in iedere SPLS-situatie (in geval van hoekmast) toegepast.

	Fase	Bliksem
Lijnwagen	4,0 kN	2,0 kN
Puntlast op traverse	1,0 kN	1,0 kN

Beschouwde situaties bouw- en onderhoud 6a: 1 t/m 4, alle mogelijke situaties.

Aanwezigheid lijnwagen: Circuit, belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders per circuit.

Principe belastingssituaties:



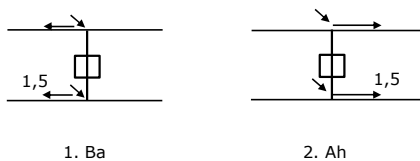
Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

Geleider		
Steunmast fase	0,866 W	1,5 W
Steunmast bliksem	1,5 EDS	1,5 W
Hoekmast fase en bliksem	1,5 EDS	1,5 W

Beschouwde situaties lijndansen 8: 1 en 2, alle mogelijke situaties.

Belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders van het circuit.

Principe belastingssituaties:



Belastingcombinatie 8. Lijndansen als dynamische belasting

Alleen van toepassing op hoek- en eindmasten
 Belasting bestaat uit EDS-trekbelasting in één van de geleiders aan één zijde van de mast
 Door gebruiker via het belastingsspectrum van tabel 4.11/NL.1 om te zetten naar spanningspectrum

Project: RLL-TLB380
 Tower: S+24_s - bouwfase
 Number: 1149

Mastconstructie

Eigenschappen

Masttype	Steunmast	
Mastbenaming	S+24_s - bouwfase	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	79,7 m	
Gewicht mast	610,6 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	15,09	15,09 m
Helling van de randstijl	0,150	0,150 -
Factor spatkracht	1,1	1,1 -

Berekening windbelasting

Dynamische invloed G_T	1,06
Windbelasting overhoeks op mastlichaam evenredig met:	$(A1C1\sin^2(\phi)+A2C2\cos^2(\phi))$
Windbelasting overhoeks op traverse evenredig met:	$(A1C1\sin^2(\phi)+A2C2\cos^2(\phi))$
Vergroting wind overhoeks mastlichaam	$(1+0,2\sin^2(2\phi))$
Vergroting wind overhoeks traverse	$(1+0,2\sin^2(2\phi))$
Factor wind evenwijdig t.o.v. haaks op traverse	0,4

Eigenschappen mastsecties langsrichting (vooraanzicht, yz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b ₁ [m]	b ₂ [m]	Δh [m]	Δ _x [m]	A ₀ [m ²]	A ₁ [m ²]	χ = A ₁ /A ₀ [-]	C _t
Broekstuk	28,40	15,09	6,57	28,40	0,150	307,57	49,02	0,16	3,11
Eerste tussenstuk	44,20	6,57	4,86	15,80	0,054	90,30	20,27	0,22	2,83
Tweede tussenstuk	55,90	4,86	3,60	11,70	0,054	49,49	11,54	0,23	2,79
Bovenstuk 1	65,40	3,60	2,92	9,50	0,036	30,97	8,66	0,28	2,61
Bovenstuk 2	78,00	2,92	2,01	12,60	0,036	31,06	8,18	0,26	2,67
Topstuk	79,70	2,01		1,70		1,71	0,32	0,18	3,00
Ondertraverse	55,90	8,10		3,00		12,15	2,98	0,25	2,74
Middentraverse	65,40	11,95		2,80		16,73	4,07	0,24	2,75
Boventraverse	75,40	10,60		2,60		13,78	3,86	0,28	2,61

Eigenschappen mastsecties dwarsrichting (zijaanzicht, xz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b ₁ [m]	b ₂ [m]	Δh [m]	Δ _x [m]	A ₀ [m ²]	A ₁ [m ²]	χ = A ₁ /A ₀ [-]	C _t
Broekstuk	28,40	15,09	6,57	28,40	0,150	307,57	49,02	0,16	3,11
Eerste tussenstuk	44,20	6,57	4,86	15,80	0,054	90,30	20,27	0,22	2,83
Tweede tussenstuk	55,90	4,86	3,60	11,70	0,054	49,49	11,54	0,23	2,79
Bovenstuk 1	65,40	3,60	2,92	9,50	0,036	30,97	8,66	0,28	2,61
Bovenstuk 2	78,00	2,92	2,01	12,60	0,036	31,06	8,18	0,26	2,67
Topstuk	79,70	2,01		1,70		1,71	0,32	0,18	3,00
Ondertraverse	55,90	8,10		3,00		12,15	2,98	0,25	2,74
Middentraverse	65,40	11,95		2,80		16,73	4,07	0,24	2,75
Boventraverse	75,40	10,60		2,60		13,78	3,86	0,28	2,61

NB: oppervlakte traverse dwarsrichting van de tabel wordt in berekening gereduceerd.
 NB: oppervlakte traverse per zijde, dus helft van totaal van twee traverse.

Project: RLL-TLB380
 Tower: S+24_s - bouwfase
 Number: 1149

Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m ² /m)	Factor	Δh	A ₁
Broekstuk	0,14	0,71	28,4	2,8
Eerste tussenstuk	0,14	0,71	15,8	1,6
Tweede tussenstuk	0,14	0,71	11,7	1,2
Bovenstuk 1	0,14	0,71	9,5	0,9
Bovenstuk 2				

Invoer antennes

Omschrijving	A (m ²)	h (m)	C _i (m)
Antenne top			
Antenne o.t.	4,7	62,2	1,5

Belastingen mastsectie langsrichting (x-richting) per windrichting

Omschrijving	P _w [kN/m ²]	F _{x1} [kN]	F _{x2} [kN]	F _{x3} [kN]	F _{x4} [kN]	h _{ef} [m]	M _{y1} [kNm]	M _{y2} [kNm]	M _{y3} [kNm]	M _{y4} [kNm]
Broekstuk	0,79	120,4	102,1	0,0	-102,1	14,2	1709,1	1450,2	0,0	-1450,2
Eerste tussenstuk	1,04	59,7	50,7	0,0	-50,7	36,3	2167,7	1839,4	0,0	-1839,4
Tweede tussenstuk	1,14	36,6	31,0	0,0	-31,0	50,1	1830,2	1553,0	0,0	-1553,0
Bovenstuk 1	1,20	27,0	22,9	0,0	-22,9	60,7	1638,1	1390,0	0,0	-1390,0
Bovenstuk 2	1,24	27,2	23,1	0,0	-23,1	71,7	1949,7	1654,3	0,0	-1654,3
Topstuk	1,27	1,2	1,0	0,0	-1,0	78,9	95,1	80,7	0,0	-80,7
Ondertraverse	1,17	19,2	11,4	0,0	-11,4	56,9	1091,8	648,5	0,0	-648,5
Middentraverse	1,22	27,3	16,2	0,0	-16,2	66,3	1812,8	1076,8	0,0	-1076,8
Boventraverse	1,26	25,4	15,1	0,0	-15,1	76,3	1940,8	1152,8	0,0	-1152,8
Totaal		344,0	273,6	0,0	-273,6		14235,4	10845,7	0,0	-10845,7

Belastingen mastsectie dwarsrichting (y-richting) per windrichting

Omschrijving	P _w [kN/m ²]	F _{y1} [kN]	F _{y2} [kN]	F _{y3} [kN]	F _{y4} [kN]	h _{ef} [m]	M _{x1} [kNm]	M _{x2} [kNm]	M _{x3} [kNm]	M _{x4} [kNm]
Broekstuk	0,79	0,0	102,1	120,4	102,1	14,2	0,0	1450,2	1709,1	1450,2
Eerste tussenstuk	1,04	0,0	50,7	59,7	50,7	36,3	0,0	1839,4	2167,7	1839,4
Tweede tussenstuk	1,14	0,0	31,0	36,6	31,0	50,1	0,0	1553,0	1830,2	1553,0
Bovenstuk 1	1,20	0,0	22,9	27,0	22,9	60,7	0,0	1390,0	1638,1	1390,0
Bovenstuk 2	1,24	0,0	23,1	27,2	23,1	71,7	0,0	1654,3	1949,7	1654,3
Topstuk	1,27	0,0	1,0	1,2	1,0	78,9	0,0	80,7	95,1	80,7
Ondertraverse	1,17	0,0	11,4	7,7	11,4	56,9	0,0	648,5	436,7	648,5
Middentraverse	1,22	0,0	16,2	10,9	16,2	66,3	0,0	1076,8	725,1	1076,8
Boventraverse	1,26	0,0	15,1	10,2	15,1	76,3	0,0	1152,8	776,3	1152,8
Totaal		0,0	273,6	300,8	273,6		0,0	10845,7	11328,1	10845,7

Resulterende belastingen vanuit mastconstructie incl. antenne zonder geleiders niveau fundatie (kar. waarde)

Belasting / windrichting	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Permanente belasting	0	0	611	0	0	0
Windrichting 0°	352	0	0	0	15648	0
Windrichting 45°	280	280	0	11891	11891	0
Windrichting 90°	0	309	0	12566	0	0
Windrichting 135°	-280	280	0	11891	-11891	0

Project: RLL-TLB380
 Tower: S+24_s - bouwfase
 Number: 1149

Tussenresultaten geleiderbelastingen

Geleiders back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm ²]	G [N/m]	E [N/mm ²]	αT [-]
Circuit 1	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Bliksemdraad 1	AACSR 241-AL3-39-A20SA	21,8	281,0	9,38	70165	1,97E-05

Geleiders ahead

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm ²]	G [N/m]	E [N/mm ²]	αT [-]
Circuit 1	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Bliksemdraad 1	AACSR 241-AL3-39-A20SA	21,8	281,0	9,38	70165	1,97E-05

Verticale belasting back

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsgebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Bliksemdraad 1	1	3	9,7	A	15+0,4d	23,7	23,7

Verticale belasting ahead

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsgebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Bliksemdraad 1	1	3	9,7	A	15+0,4d	23,7	23,7

Isolatoren

Geleider	$G_{isolator}$ [kN]	Aantal	$F_{v,iso}$ [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m ²]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m ²]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	4,50	1	4,5	4,0	2,0	73,90	1,25	1,2	3,01
380ct1f2	4,50	1	4,5	4,0	2,0	63,90	1,21	1,2	2,90
380ct1f3	4,50	1	4,5	4,0	2,0	54,40	1,16	1,2	2,79
bl1	0,10	1	0,1	0,3	0,1	76,95	1,27	1,2	0,15

Project: RLL-TLB380
 Tower: S+24_s - bouwfase
 Number: 1149

Windbelasting back

Geleider	hoogte		G_{c_dwars}	G_{c_trek}	C_c	$d_{toeslag}$	w_y	$w_{y,vak}$	$D_{ijs,toeslag}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,vak}$
	wind [m]	Stuwdruk [kN/m ²]									
380ct1f1	64,5	1,21	0,64	0,64	0,94	33,37	96,5	96,5	51,8	192,0	192,0
380ct1f2	54,5	1,16	0,62	0,62	0,95	33,37	92,0	92,0	51,8	180,2	180,2
380ct1f3	45,0	1,10	0,61	0,61	0,97	33,37	87,0	87,0	51,8	167,4	167,4
bl1	69,4	1,23	0,64	0,64	1,17	22,45	20,8	20,8	63,8	60,7	60,7

Windbelasting ahead

Geleider	hoogte		G_{c_dwars}	G_{c_trek}	C_c	$d_{toeslag}$	w_y	$w_{y,vak}$	$D_{ijs,toeslag}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,vak}$
	wind [m]	Stuwdruk [kN/m ²]									
380ct1f1	64,5	1,21	0,64	0,64	0,94	33,37	96,5	96,5	51,8	192,0	192,0
380ct1f2	54,5	1,16	0,62	0,62	0,95	33,37	92,0	92,0	51,8	180,2	180,2
380ct1f3	45,0	1,10	0,61	0,61	0,97	33,37	87,0	87,0	51,8	167,4	167,4
bl1	69,4	1,23	0,64	0,64	1,17	22,45	20,8	20,8	63,8	60,7	60,7

NB: belastingen w_v gelden voor bundel

Project: RLL-TLB380
 Masttype: S+24_s - bouwfase
 Mast: 1149

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

Geleiderbelastingen

Uitgangspunten
 Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2
 Referentieperiode 15 jaar

ULS (bezwijksterkte)		NEN-EN50341-2-15:2019							
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	γ_G		γ_Q			γ_a A_k	
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	Q_{pk}	Q_{wk}	Q_{ik}		
ULS 1a	Wind	10°	1,20	1,20	0,00	1,25	0,00	0,0	
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk alleen mast	10°	0,90	1,20	0,00	1,25	0,00	0,0	
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk ook geleider	10°	0,90	0,90	0,00	1,25	0,00	0,0	
ULS 3	Wind+ijs	-5°	1,20	1,20	0,00	0,38	1,07	0,0	
ULS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,20	0,00	0,38	1,07	0,0	
ULS 4	Koude+wind	-20°	1,20	1,20	0,00	0,25	0,00	0,0	
ULS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,20	0,00	0,25	0,00	0,0	
ULS 5a	Torsiebelastingen	10°	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,0	
ULS 5b	Longitudinale belastingen	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0	
ULS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	1,50	0,25	0,00	0,0	
ULS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	0,00	0,25	0,00	0,0	
ULS 7	Permanent	10°	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00	0,0	
ULS 8	Special	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0	
SPLS (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)				γ_G G_k	γ_Q Q_{pk} Q_{wk} Q_{ik}			A_k	
SPLS 1a	Wind	10°	1,20	1,20	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	1,20	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	0,90	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 3	Wind+ijs	-5°	1,20	1,20	0,0	0,36	0,34	0,0	
SPLS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,20	0,0	0,36	0,34	0,0	
SPLS 4	Koude+wind	-20°	1,20	1,20	0,0	0,24	0,00	0,0	
SPLS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,20	0,0	0,24	0,00	0,0	
SPLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	1,2	0,24	0,0	0,0	
SPLS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	0,0	0,24	0,0	0,0	
SLS (controle van de vervormingen, vermoeiing, EDS)				G_k	Q_{pk} Q_{wk} Q_{ik}			A_k	
SLS 1a	Wind	10°	1,00	1,00	0,0	0,87	0,0	0,0	
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,26	0,71	0,0	
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,17	0,0	0,0	
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,17	0,0	0,0	
SLS 7	PB (EDS, geen wind)	10°	1,00	1,00	0,0	0,00	0,0	0,0	

Aantal windrichtingen 4
 Aantal belastingcombinaties ULS 36
 Aantal belastingcombinaties SPLS 0
 Aantal belastingcombinaties SLS 11
 Aantal knooplasten 188

Project: RLL-TLB380
 Masttype: S+24_s - bouwfase
 Mast: 1149

Samenvattingstabellen geleiderbelastingen

In de onderstaande vier tabellen is weergegeven:

- De maximale geleiderbelasting in het globale assenstelsel, gesplitst in aandeel van back en ahead span
- De gecombineerde geleiderbelasting (Ba+Ah) in het globale assenstelsel met in het lokale assenstelsel de maximaal optredende trekkracht. Componenten Fx en Fy als absolute waarde
- De alledaagse (EDS) waarden van de gecombineerde geleiderbelastingen (Ba+Ah) met bijbehorende trekkrachten
- Controle op uplift, waar een negatieve waarde duidt op uplift

Maximale waarden voor back en ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-55,5	55,5	5,3	5,3	10,3	7,8
380ct1f1	-244,9	244,9	26,1	26,1	43,9	32,9
380ct1f2	-242,4	242,4	24,9	24,9	43,7	32,8
380ct1f3	-239,8	239,8	23,6	23,6	43,6	32,8

Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	535,0	561,4	535,0
380ct1f1	535,0	560,0	535,0
380ct1f2	535,0	559,7	535,0
380ct1f3	535,0	559,4	535,0

Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	664,1	520,8
380ct1f1	598,2	538,7
380ct1f2	593,5	537,3
380ct1f3	588,4	535,8

Omhullende weight span over alle combinaties (incl. 0,9 combinaties)

Voor alle geleiders

	Wind / Weight span verhouding
Max. weight span	664,1 m
Min. weight span	400,0 m

Project: RLL-TLB380
 Masttype: S+24_s - bouwfase
 Mast: 1149

Geleider	Maximale waarden back+ahead span			Maximale waarden trekkracht geleider	
	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	26,1	10,6	18,1	-55,5	55,5
380ct1f1	105,1	52,1	76,7	-244,9	244,9
380ct1f2	105,1	49,8	76,6	-242,4	242,4
380ct1f3	105,1	47,1	76,4	-239,8	239,8

EDS-belastingen geleiders					
Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	0,0	0,0	5,3	-17,4	17,4
380ct1f1	0,0	0,0	43,5	-131,3	131,3
380ct1f2	0,0	0,0	43,5	-131,3	131,3
380ct1f3	0,0	0,0	43,5	-131,3	131,3

Controle uplift SLS-wind		
Combinatie: Geleider	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4 bl1	3,2	2,3
380ct1f1	26,2	19,2
380ct1f2	26,2	19,2
380ct1f3	26,1	19,2

Project: RLL-TLB380
 Masttype: S+24_s - bouwphase
 Mast: 1149

ULS-fundatiebelasting combinatie 1 en 3 wind haaks op de lijn of bissectrice en EDS, vanuit geleiders

Combinatie	Combination	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90		0	160	180	9429	0	0
ULS 1a_0,9_90		0	160	126	9775	0	0
ULS 3_90		0	94	248	4763	0	0
ULS 3_0,9_90		0	94	189	5124	0	0
SLS 7		0	0	136	-920	0	0

ULS-fundatiebelasting combinatie 1 en 3 wind haaks op de lijn of bissectrice en EDS, totaal geleiders en mast

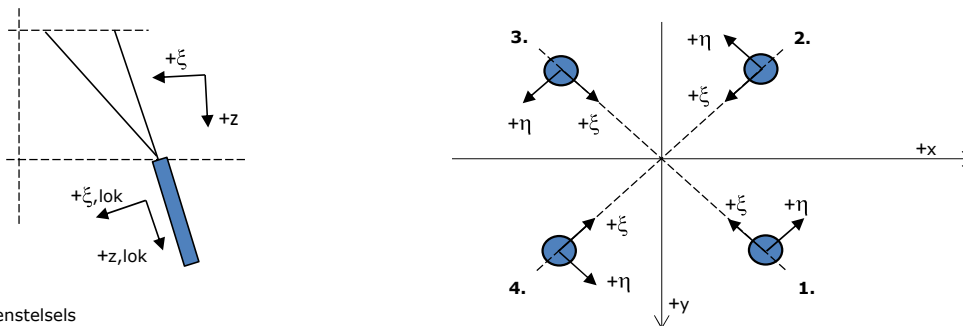
Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90	0	547	913	25175	0	0
ULS 3_90	0	210	980	9487	0	0
SLS 7	0	0	746	-920	0	0

Fundatiebelastingen, selectie belastingcombinaties op basis grootste waarde

Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_0,9_0,9_90	0	547	644	25735	0	0
ULS 1a_0	447	0	894	-1096	19981	-39
ULS 5a Ba 11	105	0	728	-717	6872	-998
ULS 1a_0,9_0,9_45	354	432	644	19725	15164	-27

Noot: grootste waarden kunnen in meerdere combinaties voorkomen, een combinatie is weergegeven.

Oplegreacties op fundering per randstijl



Assenstelsels

Maximale drukbelasting

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_45	230	229	1365	1	-325	-35	1395
2	ULS 1a_0	155	-145	922	-7	-213	-17	943
3	ULS 8 Ba	-80	-73	532	5	-108	5	544
4	ULS 1a_135	-230	229	1365	-1	-325	-35	1395

Maximale trekbelasting

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 8 Ba	2	-21	-129	16	14	-13	-132
2	ULS 1a_0,9_0,9_135	-170	164	-995	4	236	25	-1017
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	170	164	-995	-4	236	25	-1017
4	ULS 1a_0,9_0,9_0	88	-83	-522	3	121	10	-534

Maximale torsiebelasting (positief)

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 5a Ah 11	16	-24	-70	28	5	-9	-71
2	ULS 5a Ah 11	-8	-9	-19	12	-1	-5	-19
3	ULS 5a Ah 11	-77	-51	437	18	-91	2	447
4	ULS 5a Ah 11	-36	84	386	34	-85	-3	394

Maximale torsiebelasting (negatief)

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 5a Ba 11	36	84	386	-34	-85	-3	395
2	ULS 5a Ba 11	77	-51	433	-18	-90	2	443
3	ULS 5a Ba 11	9	-9	-22	-13	0	-5	-22
4	ULS 5a Ba 11	-16	-24	-69	-29	5	-9	-71

Project: RLL-TLB380
 Masttype: S+24_s - bouwfase
 Mast: 1149

Combinatie Ftrek+Fhor

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	ULS 5a Ah 10	11	-25	-106	25	10	-13	-109
2	ULS 1a_0,9_0,9_135	-170	164	-995	4	236	25	-1017
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	170	164	-995	-4	236	25	-1017
4	ULS 1a_0,9_0	88	-82	-522	4	120	10	-533

Permanente belasting

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SLS 7	26	31	156	-4	-40	-7	160
2	SLS 7	36	-31	217	-4	-47	-1	222
3	SLS 7	-36	-31	217	4	-47	-1	222
4	SLS 7	-26	31	156	4	-40	-7	160

Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
Max. druk	ULS 1a_45	230	229	1365	1	-325	-35	1395
Max. trek	ULS 1a_0,9_0,9_45	170	164	-995	-4	236	25	-1017
Max. pos. torsie	ULS 5a Ah 11	-36	84	386	34	-85	-3	394
Max. neg. torsie	ULS 5a Ba 11	36	84	386	-34	-85	-3	395
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0,9_0,9_45	170	164	-995	-4	236	25	-1017

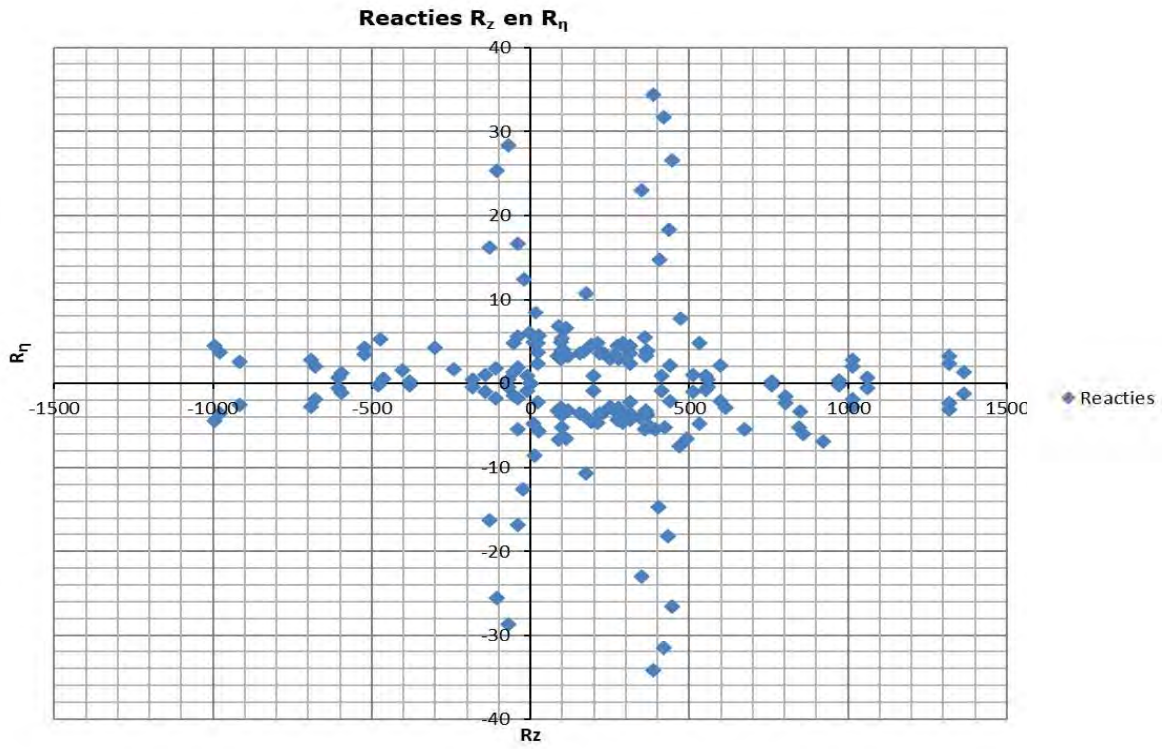
Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SLS 7	26	31	156	-4	-40	-7	160
2	SLS 1a_135	-102	101	-595	1	144	17	-608
3	SLS 1a_45	102	101	-595	-1	144	17	-608
4	SLS 1a_0	51	-45	-302	4	68	4	-308

Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SLS 1a_45	164	163	970	0	-231	-25	992
2	SLS 1a_0	114	-106	675	-5	-155	-12	690
3	SLS 7	-36	-31	217	4	-47	-1	222
4	SLS 1a_135	-164	163	970	0	-231	-25	992

Project: RLL-TLB380
Masttype: S+24_s - bouwfase
Mast: 1149



Hoisting load

RLL-TLB
S+24_s

Date: 2021-08-02
Author: TBR
Version: 1.1

Uitvoer geleiderbelastingen

Belastingcombi	nummer	Fxtotaal	Fytotaal	Fztotaal	Ftrekahead	Ftrekback
ULS 6b_90	10.0	0.0	10.4	52.4	160.0	-160.0
	11.0	0.0	10.0	52.4	159.6	-159.6
	12.0	0.0	9.4	52.4	159.2	-159.2
	1.0	0.0	2.1	6.4	22.1	-22.1

Extra belastingfactor voor hijsen: $\gamma_{f,dyn} =$ 1.2 kN
 Extra belasting voor hijsmiddelen $F_{kar} =$ 1 kN
 Rekenwaarde $F_{Ed} =$ 1.2 kN

Invoer in PLS-TOWER

Load Case	Joint Label	Vertical Load (N)	Transverse Load (N)	Longitudinal Load (N)	Load Comment
Hoisting Load(24;10P_12XF0.50S		64348	10428	0	
Hoisting Load(24;7P_39XF0.50S		64312	9954	0	
Hoisting Load(24;4P_63XF0.50S		64273	9421	0	



Dynamische factor CsCd

Masttype S+24 is hoger dan 60 m en daardoor moet de dynamische factor berekend worden.

De procedure van NEN-EN 50341-2-15 artikel 4.4.3.1 is gevolgd.

Gemiddelde breedte is genomen op het niveau van de ondertraverse: 3,6 m.

Hoogte van de mast voor de turbulentie-intensiteit is genomen op 60% van de hoogte volgens NEN-EN 1991-1-4 clause 6.3.1.

Voor de resonantiefactor R^2 zijn de volgende uitgangspunten gebruikt:

Logaritmische demping volgens NEN-EN 1991-1-4 Appendix F: "stalen Bruggen en vakwerktorens, bouten met hoge kwaliteit": $\delta_s = 0,030$.

Equivalentente massa m_e is genomen als de massa per eenheid van lengte. Deze is berekend door het mastgewicht te delen door de totale hoogte.

Factoren K_y and K_z op basis van parabolische vervormingslijn.

$$G_y = 1/2$$

$$G_z = 5/18$$

De drag coefficient is genomen als het product van het product of χ (solidity ratio) en C_t (drag factor voor een open vakwerk). $C_f = 0,24 \times 2,8 = 0,67$.

Peak factor is gezet op 3,5 volgens NEN-EN 50341-2-15.

Zie verder uitvoer.

De berekende waarde voor c_{scd} bedraagt 1,06.

Bouwwerfactor $c_s c_d$

$$c_s c_d = 1 + 2 k_p I_v(z_s) \sqrt{(B^2 + R^2)} / 1 + 7 I_v(z) \quad 1,06 -$$

k_p piekfactor

I_v turbulentieintensiteit 0,167009

B^2 achtergrondresponsiefactor, brengt het volleige gebrek aan correlatie in rekening

R^2 resonantieresponsfactor

z_s referentiehoogte, temminste gelijk aan z_{min}

Piekfactor k_p

$$k_p = \sqrt{2 \ln(vT)} + 0,6 / \sqrt{2 \ln(vT)} \geq 3,0 \quad 3,50 -$$

$T = 600$ s

$$v = n_1 \sqrt{R^2 / (B^2 + R^2)} \geq 0,08 \quad 0,58 -$$

Achtergrondresponsiefactor B^2

$b = 3,60$ m

$d = 3,60$ m

$h = 79,7$ m

$z_s = h = 47,8$ m

$L(z_s) = L_t (z_s / z_t)^\alpha \quad 129,1$ m

$L_t = 300$ m (referentielengteschaal)

$z_t = 200$ m (referentiehoogte z_{max})

$\alpha = 0,67 + 0,05 \ln(z_0) = 0,59$

$B^2 = 0,52$

Resonantieresponsfactor R^2

$$R^2 = \pi^2 / 2\delta \times S_L K_s = 0,7490$$

$$\delta = \delta_s + \delta_a + \delta_d = 0,05$$

Type constructie **Stalen toren, bout met hoge weerstand**

$$\delta_s = 0,03$$

$$\delta_a = c_f r b v_m(z_s) / 2n_1 m_e = 0,02324$$

$c_f = 0,67$ (krachtcoefficient windrichting)

$n_1 = 0,75$ (eigenfrequentie, benaderd met $f_e = 60 / h$)

$m_e = 727,7$ (equivalente massa)

$$\delta_d = 0,0$$

$S_L = 0,0620057$ (dimensieloze spectrale dichtheidsfunctie)

$$f_L = 3,2$$

$K_s = 0,1303$ (afmetingsreductiefunctie)

$$\Psi_y = 1,0$$

$$\Psi_z = 22,8$$

$$c_y = c_z = 11,5$$

$$G_y = 0,50$$

$$G_z = 0,28$$

$$K_y = 1$$

$$K_z = 1,67$$



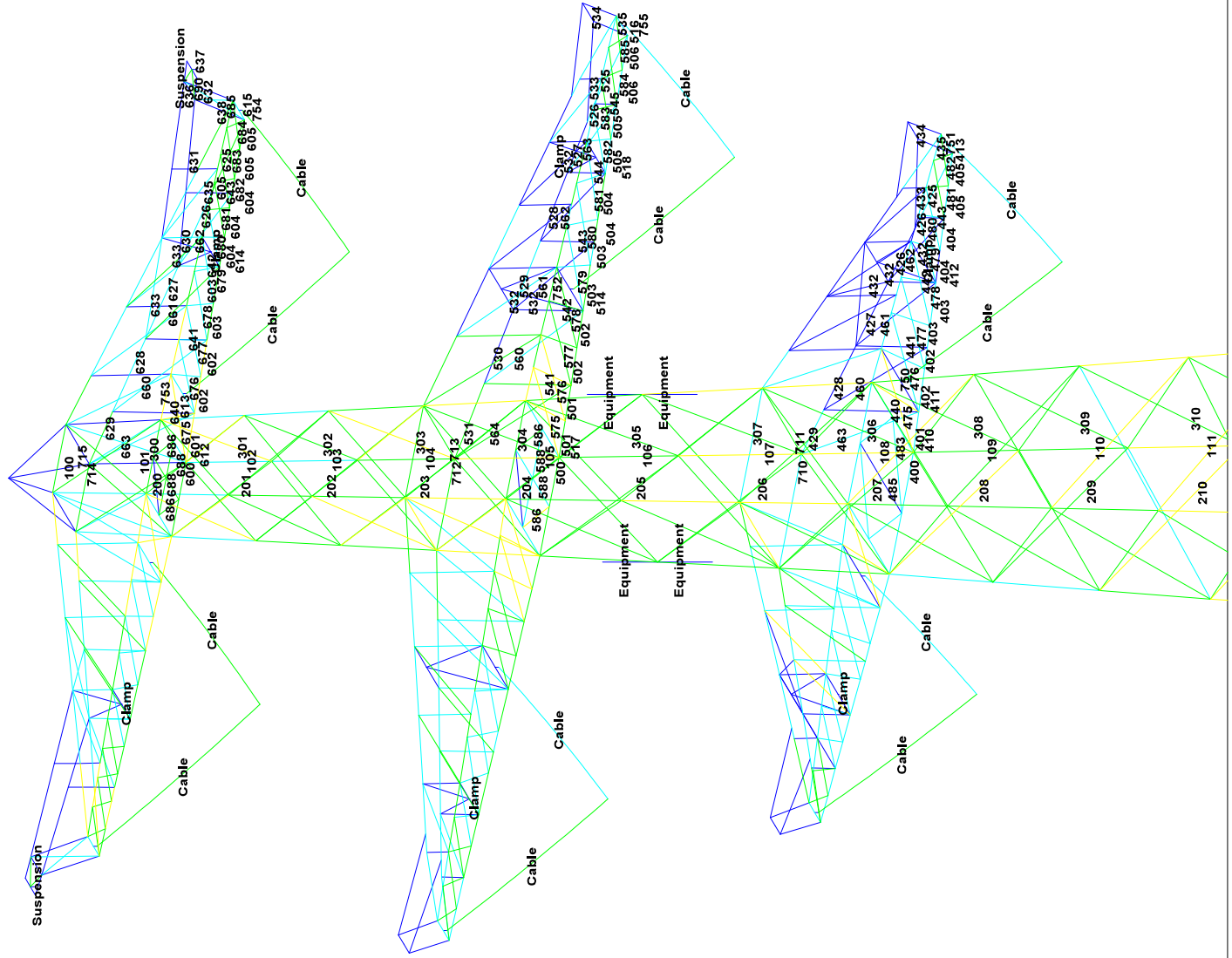
APPENDIX B

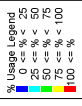
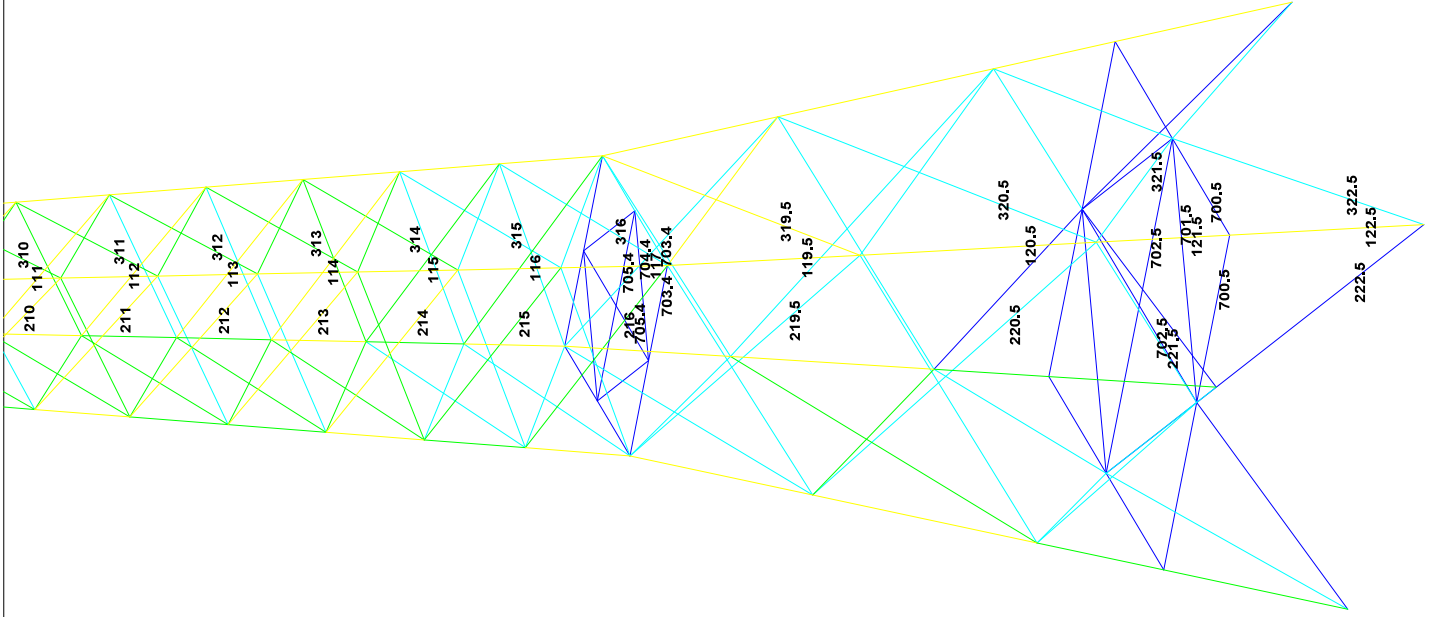
Resultaten PLS-TOWER

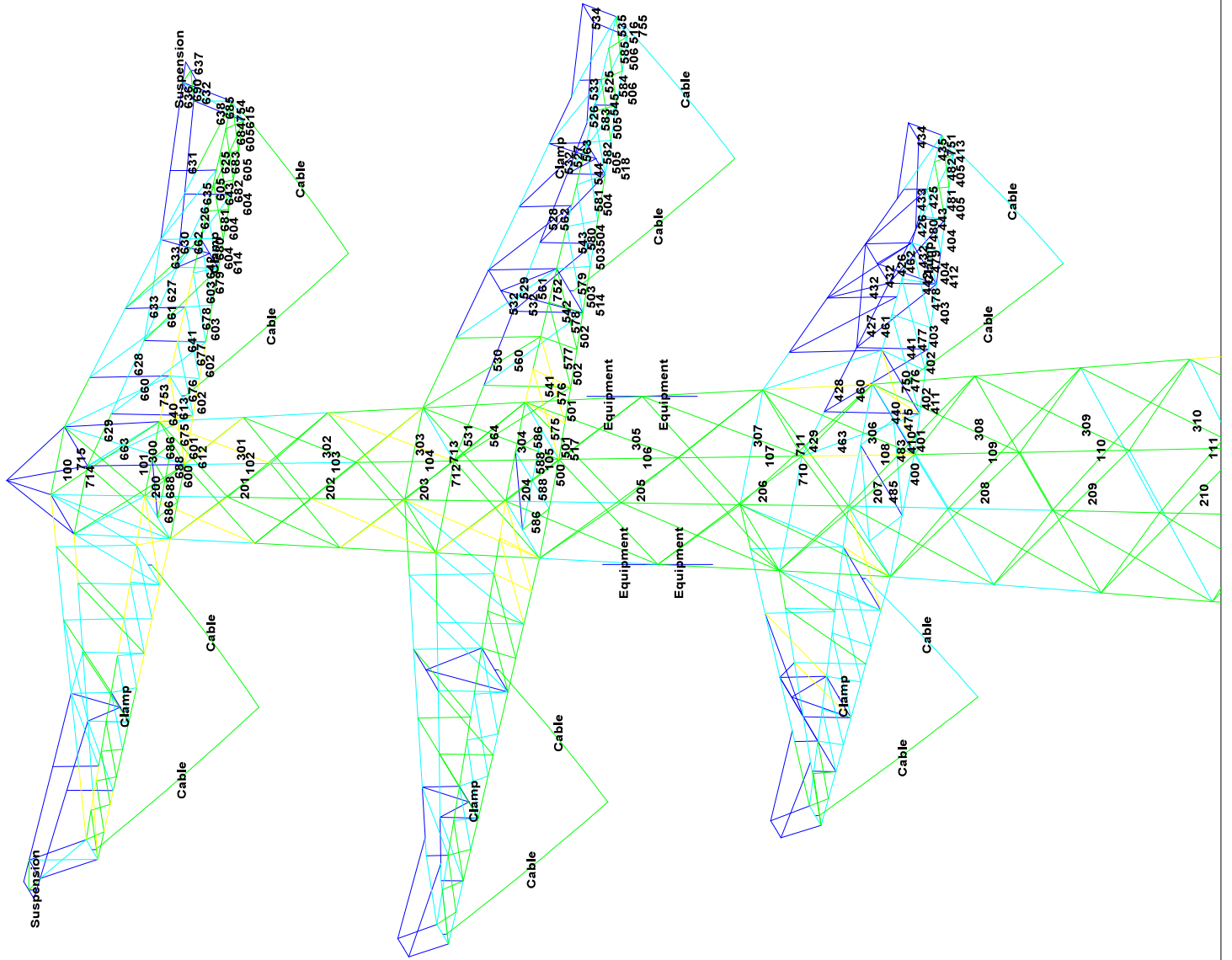
Deze Appendix bevat de resultaten uit PLS-TOWER voor de verschillende masttypen. De samenstelling van de bovenstukken zijn voor alle masttypen gelijk.

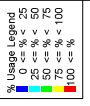
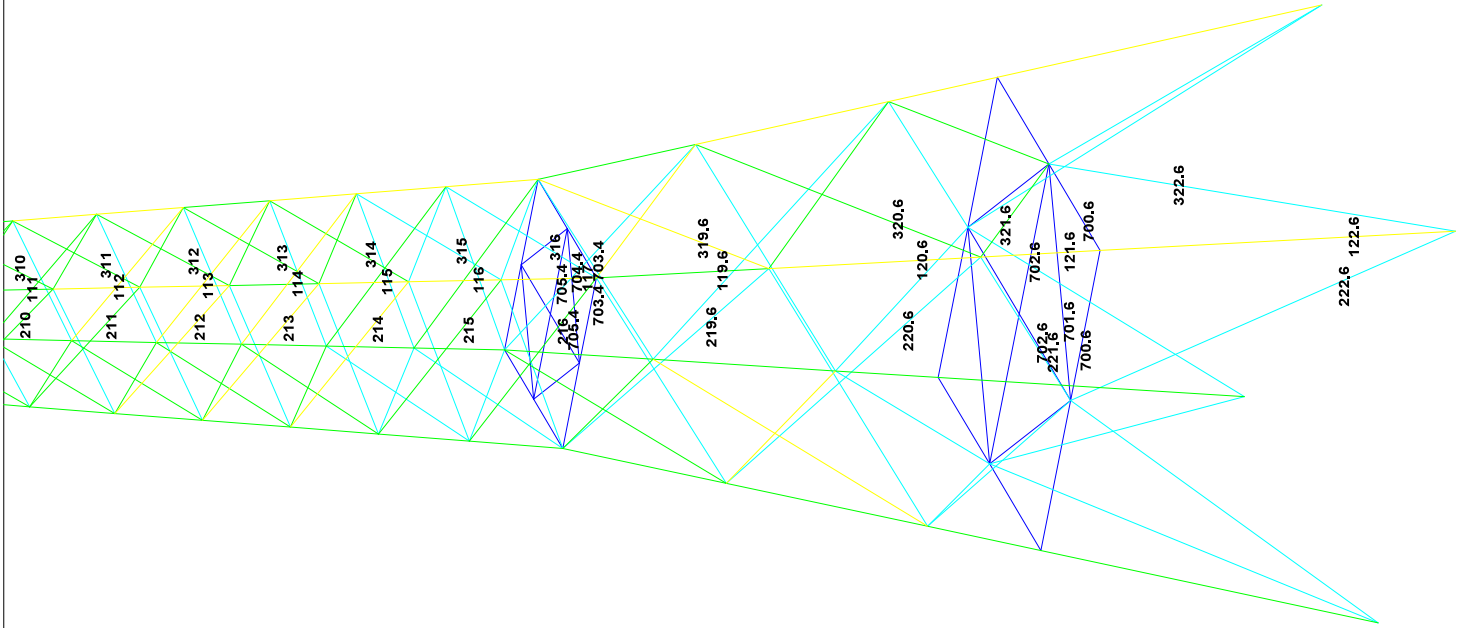
Resultaten opgenomen voor:

- Masttype S+18
- Masttype S+24









APPENDIX C

Knikverkorters

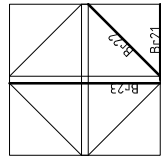
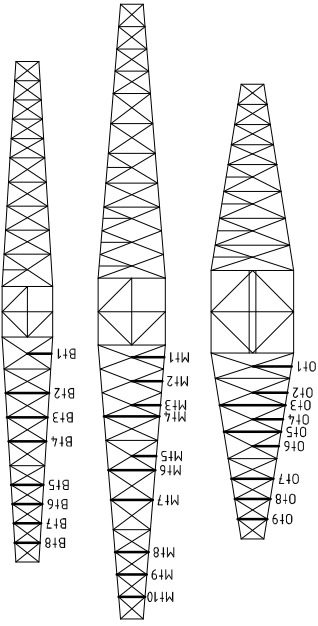
Niet in PLS-TOWER gemodelleerde elementen in de constructie worden aanvullend getoetst. Hieronder vallen de knikverkorters van de randstijl en profielen onderdeel van stabiliteitsverbanden. De staven worden getoetst op:

- voldoende trek- of druksterkte als steungevend profiel voor randstijl, 1% van de knikcapaciteit van de randstijl;
- slankheid;
- klimbelasting.

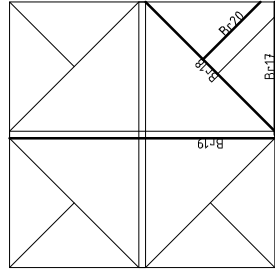
Voor de beloopbaarheid zijn staven in de traverse aanwezig. Deze zijn niet constructief (voorzien van slobgaten) en worden enkel getoetst op de klimbelasting van 1,0 kN. Zie hoofdstuk 4.2.5 en 5.7.2. van het uitgangspuntenrapport.

De knikverkorters van het bovenstuk zijn voor alle masttypen in de groep van solo-steunmasten (hoog) gelijk. Om deze reden worden alléén voor masttype S+18/s de knikverkorters van het bovenstuk en het onderstuk getoetst. Voor de overige masttypen worden alleen de knikverkorters van het onderstuk getoetst.

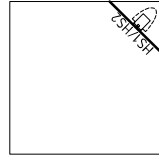
Overzicht knikverkorters - S+18/s



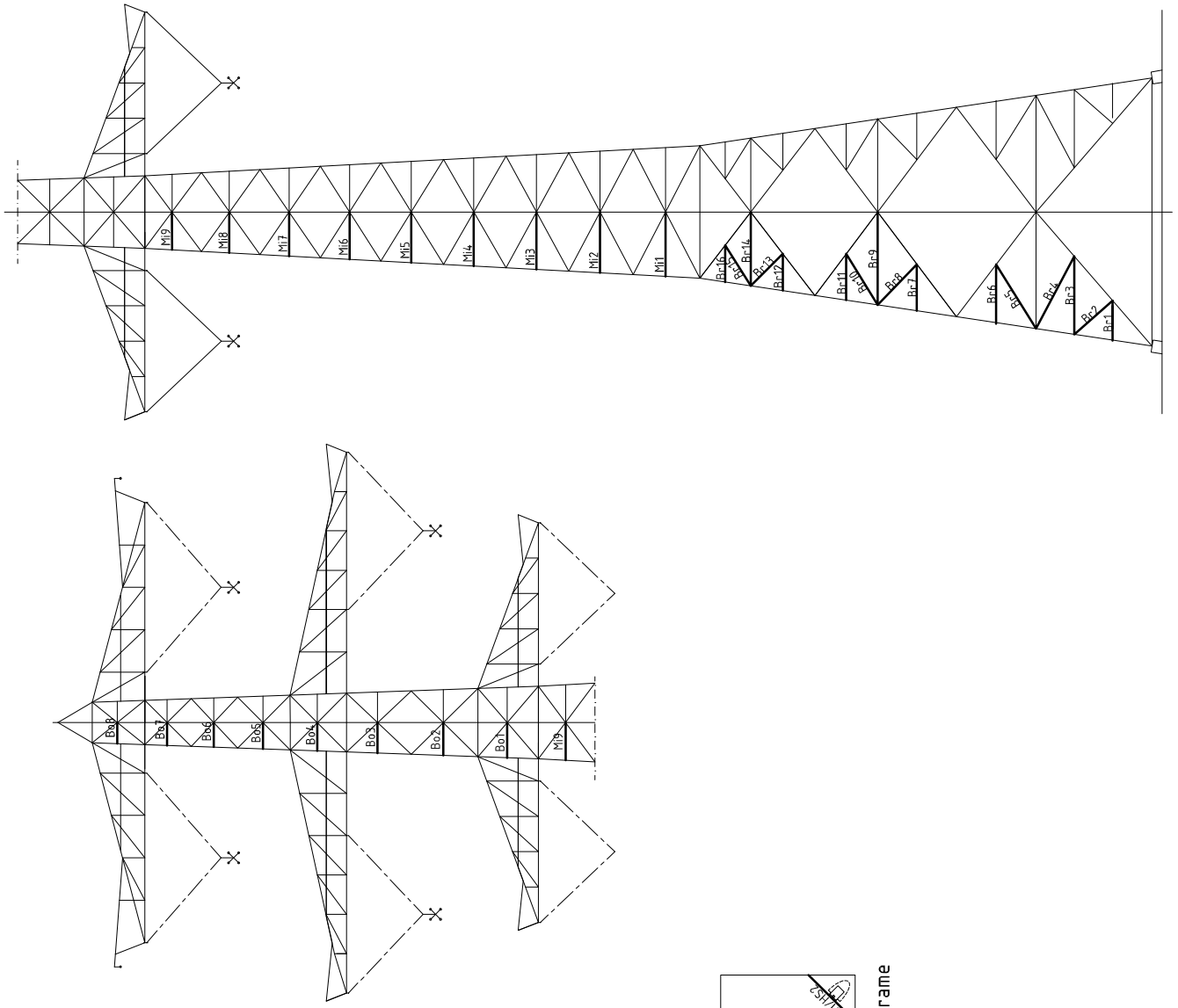
Tussenschot +22,9m



Tussenschot +6,25m



Standaard frame





Redundant members

Date: 2021-08-31
 Author: TBR
 Version: 1.9

RLI-TLB
 S+18/s

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt Quality	Length (m)	Angle (°)	Slender ness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Max. usage	Notes
Br1	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.71	0	175	24.0	0.64	29.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.82	Bending
Br2	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.53	45	217	24.0	0.00	31.0	60.3	52.3	98.8	1.40	0.77	Buckling
Br3	Broekstuk	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.97	0	246	24.0	1.45	34.4	60.3	52.3	145.8	2.68	0.70	Buckling
Br4	Broekstuk	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M16	8.8	4.06	30	230	24.0	1.32	56.7	60.3	69.7	225.8	4.34	0.42	Buckling
Br5	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	3.75	30	238	24.0	1.22	36.2	60.3	52.3	145.8	2.68	0.66	Buckling
Br6	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2.94	0	214	24.0	1.10	37.2	60.3	52.3	122.3	1.99	0.65	Buckling
Br7	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.30	0	197	24.0	0.86	36.0	60.3	52.3	98.8	1.40	0.67	Buckling
Br8	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2.80	45	204	24.0	0.00	40.1	60.3	52.3	122.3	1.99	0.60	Buckling
Br9	Broekstuk	Enkele staaf	L100x8	S355J0	M16	8.8	4.60	0	234	24.0	1.73	61.9	60.3	69.7	257.2	5.49	0.40	shear
Br10	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2.97	30	216	24.0	0.96	36.6	60.3	52.3	122.3	1.99	0.66	Buckling
Br11	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.30	0	197	24.0	0.86	36.0	60.3	52.3	98.8	1.40	0.67	Buckling
Br12	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.83	0	188	24.0	0.69	26.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.90	Buckling
Br13	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.25	45	193	24.0	0.00	37.2	60.3	52.3	98.8	1.40	0.64	Buckling
Br14	Broekstuk	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.66	0	233	24.0	1.37	37.6	60.3	52.3	145.8	2.68	0.64	Buckling
Br15	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.38	30	204	24.0	0.77	34.2	60.3	52.3	98.8	1.40	0.70	Buckling
Br16	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.83	0	188	24.0	0.69	26.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.90	Buckling
Br17	Tussenschot +6,25m	Enkele staaf	L120x10	S355J0	M16	8.8	5.78	0	243	24.0	2.17	86.9	60.3	87.1	399.8	9.77	0.40	shear
Br18	Tussenschot +6,25m	Knikteun op 0,5L	L110x10	S355J0	M16	8.8	8.18	0	243	1.1	3.07	67.5	60.3	87.1	360.6	10.69	0.29	Bending
Br19	Tussenschot +6,25m	Kruisende staaf halverwegs	L120x10	S355J0	M16	8.8	11.56	0	243	1.1	2.17	86.9	60.3	87.1	399.8	12.83	0.17	Bending
Br20	Tussenschot +6,25m	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M16	8.8	3.98	0	226	0.7	1.49	58.5	60.3	69.7	225.8	4.34	0.36	Bending
Br21	Tussenschot +22,9m	Knikteun op 0,5L	L120x10	S355J0	M16	8.8	3.29	0	89	24.0	1.23	251.7	60.3	87.1	399.8	12.83	0.40	shear
Br22	Tussenschot +22,9m	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	6.57	0	236	1.7	1.74	60.9	60.3	69.7	257.2	5.49	0.33	Bending
Br23	Tussenschot +22,9m	Kruisende staaf halverwegs	L70x6	S355J0	M16	8.8	3.19	0	239	1.7	1.23	31.2	60.3	52.3	122.3	2.58	0.48	Bending
M1	Middenstuk1	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	3.01	0	233	21.8	1.20	32.7	60.3	52.3	122.3	1.99	0.67	Buckling
M2	Middenstuk1	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	3.01	0	233	21.8	1.13	35.9	60.3	52.3	122.3	2.0	0.61	Buckling
M3	Middenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.85	0	244	21.8	1.07	25.8	60.3	52.3	98.8	1.4	0.85	Buckling
M4	Middenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.68	0	229	21.8	1.01	28.4	60.3	52.3	98.8	1.4	0.77	Buckling
M5	Middenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.51	0	215	17.5	0.94	31.5	60.3	52.3	98.8	1.4	0.69	Bending
M6	Middenstuk2	Enkele staaf	L55x5	S355J0	M16	8.8	2.35	0	219	17.5	0.88	23.5	60.3	42.9	62.7	1.0	0.91	Bending
M7	Middenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.02	0	208	17.5	0.82	26.2	60.3	42.9	62.7	1.0	0.85	Bending
M8	Middenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.87	0	192	17.5	0.76	23.1	60.3	41.3	43.1	0.8	0.97	Bending
M9	Middenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.74	0	179	14.0	0.65	25.9	60.3	41.3	43.1	0.8	0.89	Bending
Bo1	Bovenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.63	0	167	11.3	0.61	31.8	60.3	41.3	43.1	0.8	0.83	Bending
Bo2	Bovenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.51	0	155	11.3	0.57	35.4	60.3	41.3	43.1	0.8	0.78	Bending
Bo3	Bovenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.40	0	144	11.3	0.53	39.0	60.3	41.3	43.1	0.8	0.67	Bending
Bo4	Bovenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.30	0	134	3.8	0.49	43.0	60.3	41.3	43.1	0.8	0.62	Bending
Bo5	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.21	0	125	3.8	0.45	47.1	60.3	41.3	43.1	0.8	0.58	Bending
Bo6	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.13	0	116	3.8	0.42	51.1	60.3	41.3	43.1	0.8	0.54	Bending
Bo7	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.05	0	107	3.8	0.39	56.0	60.3	41.3	43.1	0.8	0.50	Bending
Bo8	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	0.97	0	107	3.8	0.39	56.0	60.3	41.3	43.1	0.8	0.50	Bending
O1	Onderraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.71	0	175	0.0	0.64	29.7	60.3	41.3	43.1	0.8	0.82	Bending
O2	Onderraverse	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.87	0	246	0.0	1.08	25.5	60.3	41.3	43.1	0.8	0.79	Bending
O3	Onderraverse	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.87	0	246	0.0	1.08	25.5	60.3	41.3	43.1	0.8	0.79	Bending
O4	Onderraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.34	0	133	0.0	0.50	41.6	60.3	41.3	43.1	0.8	0.64	Bending
O5	Onderraverse	Enkele staaf	L55x5	S355J0	M16	8.8	2.50	0	233	0.0	0.94	25.3	60.3	41.3	43.1	0.8	0.84	Bending
O6	Onderraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.15	0	118	0.0	0.43	50.3	60.3	41.3	43.1	0.8	0.55	Bending
O7	Onderraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.82	0	187	0.0	0.68	26.9	60.3	41.3	43.1	0.8	0.87	Bending
O8	Onderraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.56	0	160	0.0	0.59	33.7	60.3	41.3	43.1	0.8	0.75	Bending



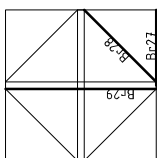
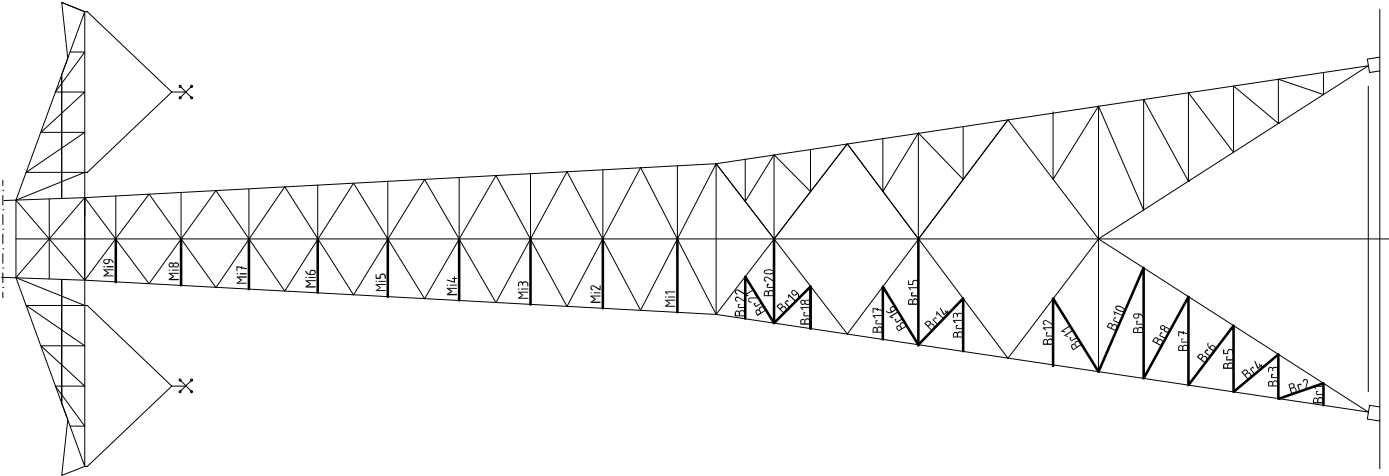
Redundant members

Date: 2021-08-31
 Author: TBR
 Version: 1.9

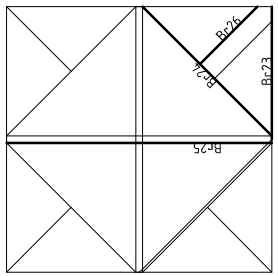
RLI-TLB
 S+18/s

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt Quality	Length (m)	Angle (°)	Slenderness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Max. usage	Notes
O9	Ondertaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.28	0	132	0.48	44.0	60.3	41.3	43.1	0.8	0.61	Bending	
M1	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.42	0	145	0.53	38.6	60.3	41.3	43.1	0.8	0.68	Bending	
M2	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.33	0	137	0.50	41.8	60.3	41.3	43.1	0.8	0.64	Bending	
M3	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.25	0	128	0.47	45.4	60.3	41.3	43.1	0.8	0.60	Bending	
M4	Middentraverse	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.42	0	226	0.91	26.6	60.3	51.5	75.3	1.2	0.81	Bending	
M5	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.07	0	110	0.40	54.6	60.3	41.3	43.1	0.8	0.51	Bending	
M6	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.04	0	210	0.77	22.7	60.3	41.3	43.1	0.8	0.98	Bending	
M7	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.83	0	188	0.69	26.7	60.3	41.3	43.1	0.8	0.88	Bending	
M8	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.47	0	151	0.55	36.7	60.3	41.3	43.1	0.8	0.70	Bending	
M9	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.31	0	135	0.49	42.6	60.3	41.3	43.1	0.8	0.63	Bending	
M10	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.16	0	119	0.43	49.9	60.3	41.3	43.1	0.8	0.55	Bending	
B1	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.05	0	108	0.40	55.5	60.3	41.3	43.1	0.8	0.50	Bending	
B2	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.90	0	195	0.71	25.4	60.3	41.3	43.1	0.8	0.91	Bending	
B3	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.77	0	182	0.66	28.2	60.3	41.3	43.1	0.8	0.85	Bending	
B4	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.64	0	169	0.62	31.4	60.3	41.3	43.1	0.8	0.78	Bending	
B5	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.41	0	145	0.53	38.8	60.3	41.3	43.1	0.8	0.67	Bending	
B6	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.31	0	134	0.49	42.8	60.3	41.3	43.1	0.8	0.63	Bending	
B7	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.21	0	124	0.45	47.5	60.3	41.3	43.1	0.8	0.58	Bending	
B8	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.10	0	113	0.41	52.7	60.3	41.3	43.1	0.8	0.53	Bending	
H51	High Step	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.25	0	207	2.44	45.2	60.3	52.3	145.8	2.7	0.95	Bending	
H52	High Step	Enkele staaf	L70x7	S355J0	M16	8.8	2.80	0	205	2.10	46.0	60.3	61.0	142.7	2.2	0.97	Bending	

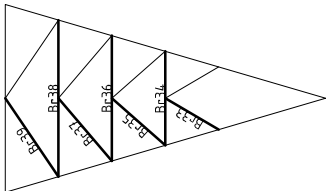
Overzicht knikverkorters - S+24/s



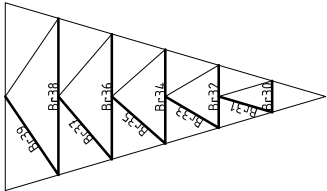
Tussenschot +28,9m



Tussenschot +12,25m



Knikverkorters poot bij klimvoorziening (1x)



Knikverkorters standaard poot (3x)



Redundant members

RLI-TLB
S+24/s

Date: 2021-08-02
Author: TBR
Version: 1.9

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt Quality	Length (m)	Angle (°)	Slenderness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Max. usage	Notes
Br1	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	0.96	0	24.0	0.36	61.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.58	Bending	
Br2	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.07	71	1.77	24.0	0.00	42.1	60.3	52.3	98.8	1.40	0.57	Buckling
Br3	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.93	0	198	24.0	0.72	24.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.97	Buckling
Br4	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.55	50	218	24.0	0.00	30.7	60.3	52.3	98.8	1.40	0.78	Buckling
Br5	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.89	0	247	24.0	0.00	25.2	60.3	52.3	98.8	1.40	0.95	Buckling
Br6	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	3.25	37	237	24.0	0.00	31.8	60.3	52.3	122.3	1.99	0.76	Buckling
Br7	Broekstuk	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.86	0	245	24.0	1.45	34.5	60.3	52.3	145.8	2.68	0.69	Buckling
Br8	Broekstuk	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M16	8.8	4.06	29	230	24.0	1.33	56.7	60.3	69.7	225.8	4.34	0.42	Buckling
Br9	Broekstuk	Enkele staaf	L100x8	S355J0	M16	8.8	4.82	0	245	24.0	1.81	57.5	60.3	69.7	257.2	5.49	0.42	Buckling
Br10	Broekstuk	Enkele staaf	L100x8	S355J0	M16	8.8	4.92	23	250	24.0	1.70	55.6	60.3	69.7	257.2	5.49	0.43	Buckling
Br11	Broekstuk	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.75	30	238	24.0	1.22	36.2	60.3	52.3	145.8	2.68	0.66	Buckling
Br12	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2.94	0	214	24.0	1.10	37.2	60.3	52.3	122.3	1.99	0.65	Buckling
Br13	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.30	0	197	24.0	0.86	36.0	60.3	52.3	98.8	1.40	0.67	Buckling
Br14	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2.80	45	204	24.0	0.00	40.1	60.3	52.3	122.3	1.99	0.60	Buckling
Br15	Broekstuk	Enkele staaf	L100x8	S355J0	M16	8.8	4.60	0	234	24.0	1.73	61.9	60.3	69.7	257.2	5.49	0.40	shear
Br16	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2.97	30	216	24.0	0.96	36.6	60.3	52.3	122.3	1.99	0.66	Buckling g
Br17	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.30	0	197	24.0	0.86	36.0	60.3	52.3	98.8	1.40	0.67	Buckling g
Br18	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.83	0	188	24.0	0.69	26.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.90	Buckling g
Br19	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.25	45	193	24.0	0.00	37.2	60.3	52.3	98.8	1.40	0.64	Buckling g
Br20	Broekstuk	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.66	0	233	24.0	1.37	37.6	60.3	52.3	145.8	2.68	0.64	Buckling g
Br21	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.38	30	204	24.0	0.77	34.2	60.3	52.3	98.8	1.40	0.70	Buckling g
Br22	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.83	0	188	24.0	0.69	26.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.90	Buckling g
Br23	Tussenschot +12,25m	Enkele staaf	L120x10	S355J0	M16	8.8	5.78	0	243	24.0	2.17	86.9	60.3	87.1	399.8	9.77	0.40	shear
Br24	Tussenschot +12,25m	Kruisende staaf	L120x10	S355J0	M16	8.8	8.18	0	243	1.1	3.07	67.5	60.3	87.1	360.6	10.69	0.29	Bending g
Br25	Tussenschot +12,25m	Kruisende staaf halverwege	L120x10	S355J0	M16	8.8	11.56	0	243	1.1	2.17	86.9	60.3	87.1	399.8	12.8	0.17	Bending g
Br26	Tussenschot +12,25m	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M16	8.8	3.98	0	226	0.7	1.49	58.5	60.3	69.7	225.8	4.3	0.36	Bending g
Br27	Tussenschot +12,25m	Enkele staaf	L120x10	S355J0	M16	8.8	3.29	0	89	24.0	1.23	251.7	60.3	87.1	399.8	12.8	0.40	shear
Br28	Tussenschot +28,9m	Enkele staaf	L100x8	S355J0	M16	8.8	4.65	0	236	1.7	1.74	60.9	60.3	69.7	257.2	5.5	0.48	Bending g
Br29	Tussenschot +28,9m	Kruisende staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	6.57	0	239	1.7	1.23	31.2	60.3	52.3	122.3	2.6	0.48	Bending g
Br30	poortverband	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.36	0	140	2.1	0.51	40.7	60.3	41.3	43.1	0.8	0.65	Bending g
Br31	poortverband	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.43	0	208	2.1	0.91	33.1	60.3	52.3	98.8	1.4	0.54	Bending g
Br32	poortverband	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.72	0	150	2.1	1.02	42.9	60.3	52.3	98.8	1.9	0.54	Bending g
Br33	poortverband	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.70	0	231	2.1	1.01	28.1	60.3	52.3	98.8	1.4	0.75	Bending g
Br34	poortverband	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	4.08	0	225	2.1	1.53	24.8	60.3	52.3	98.8	1.9	0.81	Bending g
Br35	poortverband	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	3.10	0	226	2.1	1.16	34.2	60.3	52.3	122.3	2.0	0.61	Bending g
Br36	poortverband	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	5.45	0	223	2.1	2.04	33.9	60.3	52.3	145.8	3.4	0.60	Bending g
Br37	poortverband	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.58	0	228	2.1	1.34	38.9	60.3	52.3	145.8	2.7	0.53	Bending g
Br38	poortverband	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M16	8.8	6.81	0	248	2.1	2.55	43.0	60.3	69.7	225.8	5.7	0.45	Bending g
Br39	poortverband	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M16	8.8	4.12	0	234	2.1	1.55	55.4	60.3	69.7	225.8	4.3	0.37	Bending g
M1	Middenstuk1	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	3.19	0	233	2.1	1.80	32.7	60.3	52.3	122.3	2.0	0.67	Buckling g
M2	Middenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	3.01	0	219	2.1	1.13	35.9	60.3	52.3	122.3	2.0	0.61	Buckling g
M3	Middenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.85	0	244	2.1	1.07	25.8	60.3	52.3	98.8	1.4	0.85	Buckling g
M4	Middenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.68	0	229	2.1	1.8	28.4	60.3	52.3	98.8	1.4	0.77	Buckling g
M5	Middenstuk1	Enkele staaf	L55x5	S355J0	M16	8.8	2.51	0	215	1.7	0.94	31.5	60.3	52.3	98.8	1.4	0.69	Buckling g
M6	Middenstuk2	Enkele staaf	L55x5	S355J0	M16	8.8	2.35	0	219	1.7	0.88	23.5	60.3	42.9	62.7	1.0	0.91	Bending g
M7	Middenstuk2	Enkele staaf	L55x5	S355J0	M16	8.8	2.19	0	204	1.7	0.82	26.2	60.3	42.9	62.7	1.0	0.85	Bending g
M8	Middenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.02	0	208	1.7	0.76	23.1	60.3	41.3	43.1	0.8	0.97	Bending g



Redundant members

RLL-TLB
S+24/s

Date: 2021-08-02
Author: TBR
Version: 1.9

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt Quality	Length (m)	Angle (°)	Slenderness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Max. usage	Notes
M9	Middenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	1.87	0	192	17.5	0.70	25.9	60.3	41.3	43.1	0.8	0.89	Bending	

APPENDIX D

Blokdeuvels

De belastingen op de fundatie uit Appendix A zijn uitgangspunt voor de berekening van de ingestorte rand met blokdeuvels. De belastingen in de richting van de randstijl zijn van toepassing. In de tabellen is dit opgenomen in de laatste kolom $R_{z,lok}$. De controles zijn uitgevoerd met een spreadsheet. Vanwege de helling van de drukdiagonaal wordt per krachtrichting bepaald hoeveel deuvels effectief zijn, hierdoor is het aantal ingevoerde deuvels in de berekening kleiner dan het aantal deuvels op de principetekening.

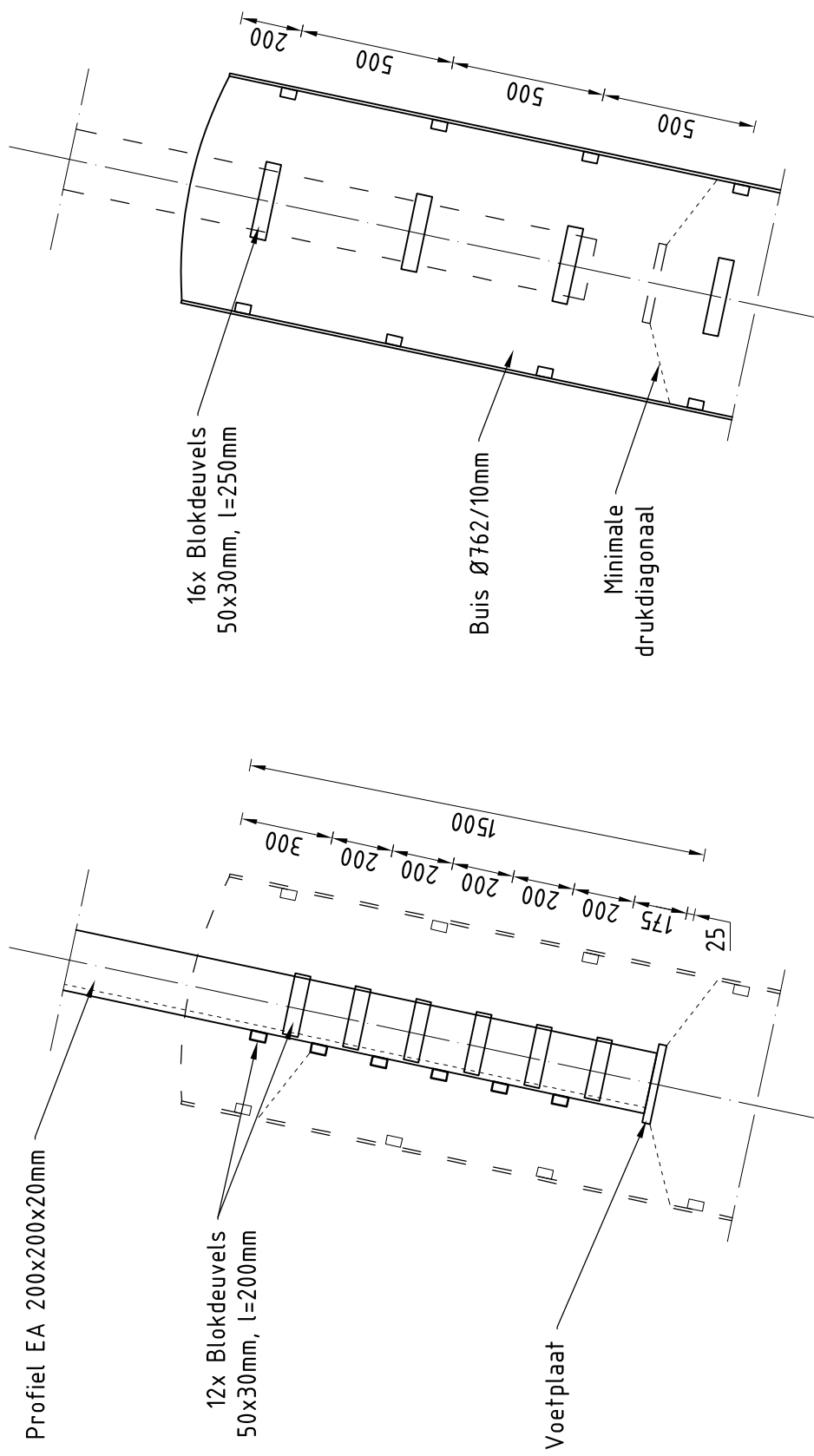
Voor de berekening van de blokdeuvels zijn de masttypen als volgt samengevoegd:

- S+18/s en S+24/s.

De blokdeuvels worden getoetst op de maatgevende belasting per samenvoeging van masttypen (S+18/s is maatgevend). De belastingen waaraan getoetst worden zijn onderstaand weergegeven.

Omhullenden ongeacht stijl		R_x	R_y	R_z	R_{η}	R_{ξ}	$R_{\xi,lok}$	$R_{z,lok}$
Belasting	Combinatie	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
Max. druk	ULS 1a_45	346	319	2121	19	-470	-21	2168
Max. trek	ULS 1a_0,9_0,9_45	277	250	-1701	-19	372	12	-1739
Max. pos. torsie	ULS 1a_90	-234	183	-1420	36	295	-6	-1451
Max. neg. torsie	ULS 1a_90	234	183	-1420	-36	295	-6	-1451
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0,9_0,9_45	277	250	-1701	-19	372	12	-1739

Principe blokdeuvels - S+18/s + S+24/s



Algemene opmerkingen

- Aarding niet aangegeven
- Spiraalwapening niet aangegeven

Project: RLL-TBG
Mast: S+18/s & S+24/s

Shear blocks

NEN-EN 1993-1-1 en NEN-EN 1994-1-1

Datum: 2021-08-31
Auteur: TBR
Versie: 1.5

Load			Results		
Compression	$F_{Ed,c}$	2168 kN	Compression	U.C.	0.92 < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	1739 kN	Tension	U.C.	0.80 < 1,00 OK

Main leg

Profile		L200x20
Type		Single
Steel material		S355
Cross section		7635 mm ²
Axial capacity	N_{pl}	2710 kN
Width	b	200 mm
Thickness	t	20 mm
Length in concrete		1500 mm

Capacity shear blocks main leg

$A_{f1} = A_{f1,out} + A_{f1,in} =$	6000 mm ²
$A_{f2} = A_{f2,out} + A_{f2,in} =$	15400 mm ²
Slope	1 : 5
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}} =$	1.60
$f_{jd} = C_A \times f_{cd} =$	24.1 N/mm ²
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} =$	1445 kN
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} =$	1445 kN

Shear blocks main leg

Sides		1 (outside)
Width	b	50 mm
Thickness	h	30 mm
Length - outside	L_{out}	200 mm
Length - inside	L_{in}	mm
Eccentricity	e	-10 mm
Welds	a	5 mm
c.t.c. separation	s	200 mm
Number for compr.	n_c	10 -
Number for tension	n_t	10 -

Capacity foot plate

$K_d =$	1.73 -
$f_{jd} = C_A \times f_{cd} =$	26.0 N/mm ²
$c = t\sqrt{f_{yd} / 3f_{jd}} =$	53 mm
$m^* = \min(c, m) =$	30 mm
Type foot plate	Extending
Effective for	Compr. and tension
$A_{p,c} =$	35235 mm ²
$F_{Rd,c} = A_{p,druk} \times f_{jd} =$	918 kN
$A_{p,t} =$	27600 mm ²
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd} =$	719 kN

Foot plate

Thickness	t	25 mm
Ext. length	m	30 mm
Welds	a	5 mm

Capacities

$F_{Rd,c,plate} =$	918 kN
$F_{Rd,blocks,c} =$	1445 kN
$F_{Rd,c} = F_{Rd,bick} + F_{Rd,footplate} =$	2363 kN
U.C. compression	0.92 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)	956 kN
$F_{Rd,t} = \min. (\text{welds} / \text{foot plate}) =$	719 kN
$F_{Rd,blocks,t} =$	1445 kN
$F_{Rd,t} = F_{Rd,bick} + F_{Rd,footplate} =$	2164 kN
U.C. tension	0.80 < 1,00 OK
U.C. welds	0.44 < 1,00 OK

Pile

Name		Buispaal
Diameter		762 mm
Thickness		10 mm
Cross section		23625 mm ²
Steel material		S355
Capacity		8387 kN
Concrete strength		C30/37

Capacity shear blocks pile

$A_{f1} =$	7500 mm ²
$A_{f2} =$	43255 mm ²
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}} =$	2.40 -
$f_{jd} = K_d \times f_{cd} =$	36.1 N/mm ²
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} \times C_{red} =$	2438 kN
U.C. compression	0.89 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} \times C_{red} =$	2438 kN
U.C. tension	0.71 < 1,00 OK
U.C. welds	0.55 < 1,00 OK

Shear blocks pile

Width	b	50 mm
Thickness	h	30 mm
Length	L	250 mm
Welds	a	5 mm
c.t.c. separation	s	500 mm
Number for compr.	n_c	12 -
Number for tension	n_t	12 -
Blocks per row	n_{bl}	4 -
Effectivity of total	C_{red}	75% -

Design value concrete strength

Material factor	γ_c	1.5
Add. mat. factor	γ_m	1.33 -
$f_{cd} =$		15.0 N/mm ²

"Splitting" of pile

Spread of forces		45 °
Length force flow		1129 mm
Splitting force		770 kN/m
Yield strength wall	$f_{yd} =$	355 N/mm ²
Capacity tubular pile		7100 kN/m
U.C.		0.11 < 1,00 OK

Steel tower stub

Yield strength	$f_{yd} =$	355 N/mm ²
Tensile strength	$f_{ud} =$	490 N/mm ²

Project: RLL-TBG
Mast: S+18/s & S+24/s

Welds of shear blocks of main leg

Out-of-plane loading

Plate

t = 50 mm
Grade S355
f_{yd} = 355 N/mm²
f_u = 490 N/mm²

Member forces

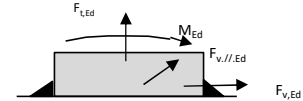
Factor 1.2
F_{t,Ed} = 0 kN
F_{v,Ed} = F_{Rd,c} / n = 173 kN
F_{v//,Ed} = 0 kN
M_{Ed} = 1/2 b / h x F_{v,Ed} = 2.60 kNm

Check

σ_{wv,Ed} = 190 N/mm² ≤
σ₁ = 95 N/mm² ≤

Welds

a = 5 mm
l = 200 mm
β_w = 0.9 -
γ_{M2} = 1.25 -



Stress components

σ₁ = τ₁ = F_{t,Ed} √2 / 4al = 0 N/mm²
σ₁ = τ₁ = F_{v,Ed} √2 / 4al = 61 N/mm²
σ₁ = τ₁ = F_{v,Ed} √2 / 4al = 61 N/mm²
b* = b + 2/3av₂ = 54.7 mm
σ₁ = τ₁ = 0,706M_{Ed} / al b* = 34 N/mm²
τ_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 N/mm²
σ_{wv,Ed} = √(σ₁² + 3τ₁² + 3τ_{//}²) = 190 N/mm²

f_u / β_w γ_{M2} = 436 N/mm² U.C. = 0.44 OK
0,9f_u / γ_{M2} = 353 N/mm² U.C. = 0.27 OK

Welds of shear blocks of pile

Out-of-plane loading

Plate

t = 50 mm
Grade S355
f_{yd} = 355 N/mm²
f_u = 490 N/mm²

Member forces

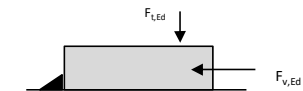
Factor 1.2
F_{t,Ed} = 1/2 b / h x F_{v,Ed} = 98 kN
F_{v,Ed} = 325 kN
F_{v//,Ed} = 0 kN
M_{Ed} = 0.00 kNm

Check

σ_{wv,Ed} = 239 N/mm² ≤
σ₁ = 120 N/mm² ≤

Welds

a = 5 mm
l = 250 mm
β_w = 0.9 -
γ_{M2} = 1.25 -



Stress components

σ₁ = τ₁ = F_{t,Ed} √2 / 2al = 28 N/mm²
σ₁ = τ₁ = F_{v,Ed} √2 / 2al = 92 N/mm²
σ₁ = τ₁ = F_{v,Ed} √2 / 2al = 92 N/mm²
τ_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 N/mm²
σ_{wv,Ed} = √(σ₁² + 3τ₁² + 3τ_{//}²) = 239 N/mm²

f_u / β_w γ_{M2} = 436 N/mm² U.C. = 0.55 OK
0,9f_u / γ_{M2} = 353 N/mm² U.C. = 0.34 OK

Welds of foot plate

f_u / β_w γ_{M2} = 436 N/mm²
Weld size a = 5 mm
Length l = 2b + 2b - t = 760 mm
Capacity F_{Rd} = a x l x f_{w,d} / √3 = 956 kN



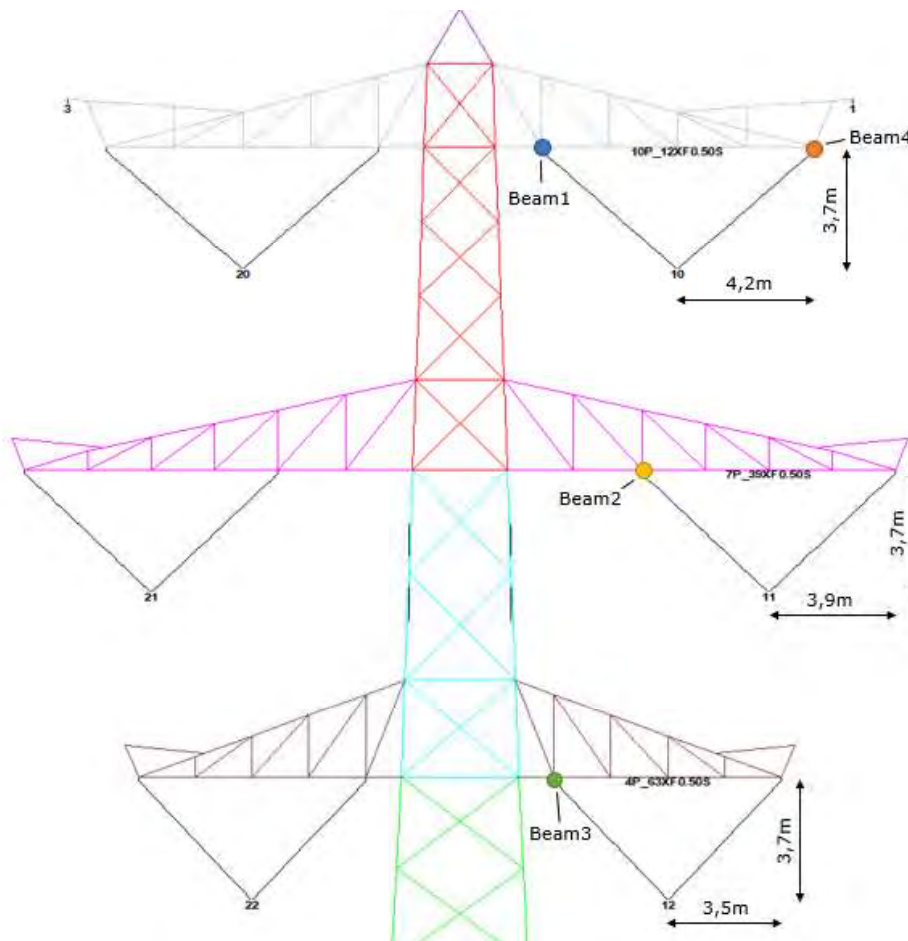
APPENDIX E

Liggers

1 BEREKENING OPHANGING V-KETTINGEN

De volgende onderdelen worden berekend:

- De liggers (op torsie belast) waaraan de V-kettingen worden opgehangen;
- Controle optredende momenten in onderregel traversen.



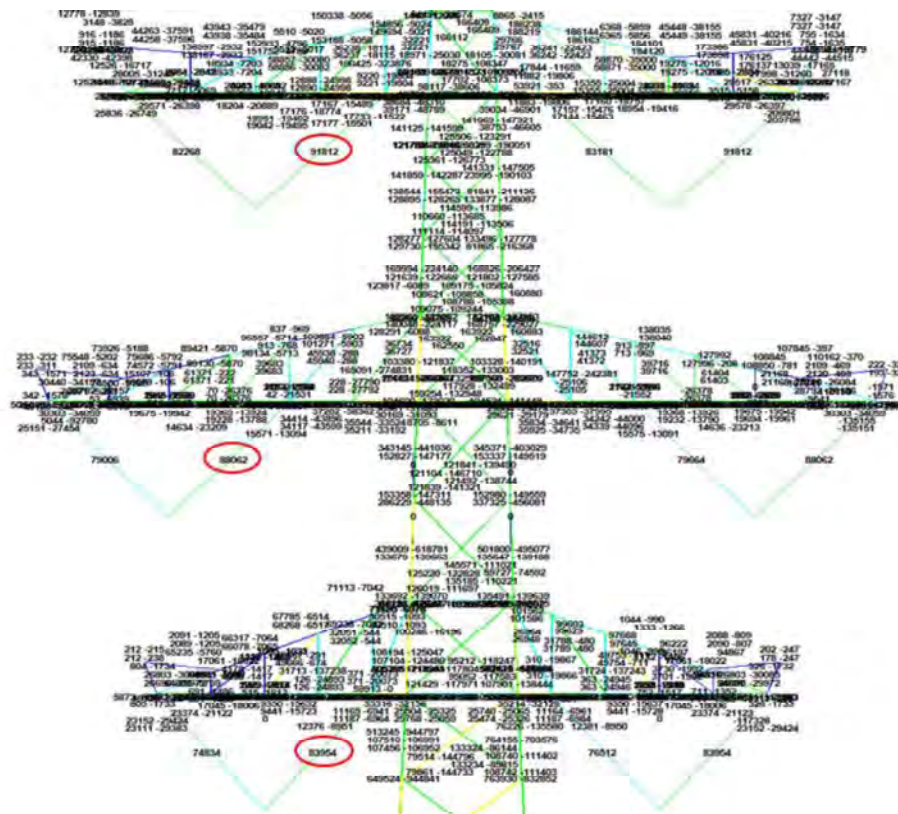
Figuur 1 Overzicht liggers en afmetingen

In onderstaande tabel zijn de lengte van de liggers en de optredende krachten met bijbehorende hoek opgenomen.

Tabel 1 Gegevens liggers en belasting V-ketting

Beam	Type	b [m]	Lengte [m]	Horz. [m]	Vert. [m]	Hoek [°]	Kracht [kN]
1	HEM160	0.166	2.02	4.2	3.7	48.6	91.8
2	HEM160	0.166	2.26	3.9	3.7	46.5	88.1
3	HEM180	0.186	3.24	3.5	3.7	43.4	84.0
4	HEB180	0.180	1.00	4.2	3.7	48.6	91.8

Onderstaand zijn de optredende belastingen geschematiseerd:



Figuur 2 Belasting V-ketting

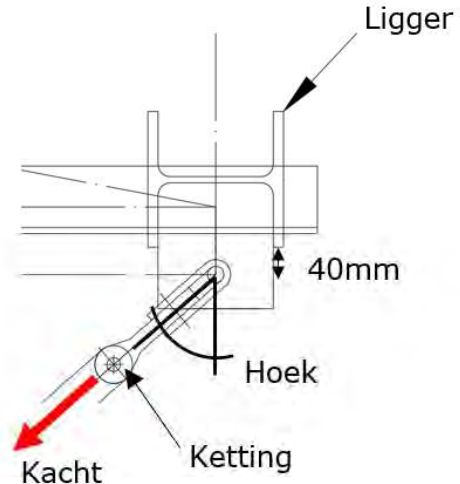
1.1 Berekening liggers

In figuur 3 is het schema van het aangrijpen van de kracht op de ligger weergegeven.

De kracht grijpt excentrisch op de ligger aan onder een hoek (tabel 1). De excentriciteit t.o.v. het hart van het profiel is 40mm plus de halve breedte van het profiel.

De liggers worden getoetst op de combinatie van een dubbel buigend moment en torsie. De controle wordt uitgevoerd middels een excelsheet. Resultaten:

- Beam1 → UC = 0,88
- Beam2 → UC = 0,91
- Beam3 → UC = 0,90
- Beam4 → UC = 0,75



Figuur 3 Schema aangrijpen kracht

Alle liggers voldoen, voor berekening zie na volgende pagina.

1.2 Controle onderregels traversen

In onderstaande tabel worden de onderregels van de traversen getoetst aan het opnemen van het moment vanuit de liggers. Er wordt conservatief uitgegaan dat enkel de randregel dit moment moet opnemen, echter in werkelijkheid zal ook de diagonaal een significant deel van het moment opnemen. Er geldt:

- $M_{Ed} = T / 2$ (zie uitvoer volgende pagina);
- $N_{Ed} = \text{max. normaalkracht uit PLS-TOWER}$
- $\sigma = N_{Ed} / A + M_{Ed} / W_y$

Tabel 2 Controle onderregels traversen

Beam	Type	M_{Ed} [kNm]	N_{Ed} [kN]	Profiel	A [mm ²]	W_y [mm ³]	σ [MPa]	UC
1	HEM160	4.3	334	EA100x10	1915	24600	349	0.98
2	HEM160	4.0	303	EA100x10	1915	24600	321	0.90
3	HEM180	3.9	149	EA90x8	1389	16100	350	0.99
4	HEB180	4.0	216	EA100x10	1915	24600	275	0.77

Alle onderregels voldoen aan de combinatie van druk en buiging.

Project: RLL-TBG
Mast: S+0_s

Steel beams in torsion
Calculation of unrestrained beams with eccentric load

Datum: 2021-03-16
Auteur: MRE
Versie: 1.1

Load		Beam 1	Beam 2	Beam 3	Beam 4	
Force on insulator		91.8	88.1	84	81.8	kN
Angle of insulator (to vertical)		48.6	46.5	43.4	48.6	°
Horizontal force in direction of		y-as	y-as	y-as	y-as	
Horizontal force	F _h	68.9	63.9	57.7	61.4	kN
Vertical force	F _v	60.7	60.6	61.0	54.1	kN
Eccentricity of force (below beam)	e	40	40	40	40	mm
Torsional moment	T	8.5	7.9	7.7	8.0	kNm
Beams						
Beam length	L	2020	2260	3240	1000	mm
Yield stress	f _y	355	355	355	355	Mpa
Elastic modulus	E	210000	210000	210000	210000	Mpa
Shear modulus	G	81000	81000	81000	81000	Mpa
Profile		HEM 160	HEM 160	HEM 180	HEB 180	
		HEM160	HEM160	HEM180	HEB180	
Height	h	180	180	200	180	mm
Width	b	166	166	186	180	mm
Web thickness	t _w	14.0	14.0	14.5	8.5	mm
Flange thickness	t _f	23.0	23.0	24.0	14.0	mm
Torsional constant	I _t	161	161	201	42	· 10 ⁴ mm ⁴
Warping constant	I _{wa}	108054	108054	199326	93746	· 10 ⁶ mm ⁶
Moment of inertia	I _y	5098	5098	7483	3831	· 10 ⁴ mm ⁴
	I _z	1759	1759	2580	1363	· 10 ⁴ mm ⁴
Flange stiffness	I _f = I _z / 2 =	879	879	1290	681	mm ³
Moment of resistance	W _{y,el}	566	566	748	426	· 10 ³ mm ³
	W _{z,el}	212	212	277	151	· 10 ³ mm ³
Torsional bending constant	d	418	418	507	759	mm
	L/d	4.8	5.4	6.4	1.3	
	α	0.5	0.5	0.5	0.5	

Calculation of second derivative of angular deflection φ'':

A = T / (G·I _t ·d) =	1.56E-07	1.45E-07	9.29E-08	3.07E-07	
B = sinh(α·L / d) =	5.57E+00	7.45E+00	1.22E+01	7.08E-01	
C = tanh(L/d) =	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	8.66E-01	
D = cosh(α·L / d) =	5.66E+00	7.51E+00	1.22E+01	1.23E+00	
F = sinh(0.5·L / d) =	5.57E+00	7.45E+00	1.22E+01	7.08E-01	
H = (B / C - D) · F =	-4.92E-01	-4.96E-01	-4.98E-01	-2.89E-01	
X = A · H =	-7.67E-08	-7.17E-08	-4.63E-08	-8.88E-08	
Y = X · G · I _t · d / T =	-4.92E-01	-4.96E-01	-4.98E-01	-2.89E-01	
φ'' = Y·T / (G·I _t ·d) =	-7.67E-08	-7.17E-08	-4.63E-08	-8.88E-08	rad/mm ²

Project: RLL-TBG
Mast: S+0_s

Steel beams in torsion

Calculation of unrestrained beams with eccentric load

Datum: 2021-03-16

Auteur: MRE

Versie: 1.1

Acting moments:

$M_{w,Ed} = E \cdot I_r \cdot (h \cdot t_f) \cdot \phi'' / 2 =$	11.1	10.4	11.0	10.5	<i>kNm</i>
$M_{y,Ed} = 1/4 \cdot F \cdot L =$	34.8	36.1	46.7	15.3	<i>kNm</i>
$M_{z,Ed} = 1/4 \cdot F \cdot L =$	30.7	34.3	49.4	13.5	<i>kNm</i>

Capacities of beams:

$M_{w,Rd} = W_{z,el} \cdot f_y / 2 =$	37.6	37.6	49.2	26.9	<i>kNm</i>
$M_{y,Rd} = W_{y,el} \cdot f_y =$	201.1	201.1	265.7	151.1	<i>kNm</i>
$M_{z,Rd} = W_{z,el} \cdot f_y =$	75.2	75.2	98.5	53.8	<i>kNm</i>

Combined check of beam:

UC	0.88	0.91	0.90	0.75	
----	------	------	------	------	--

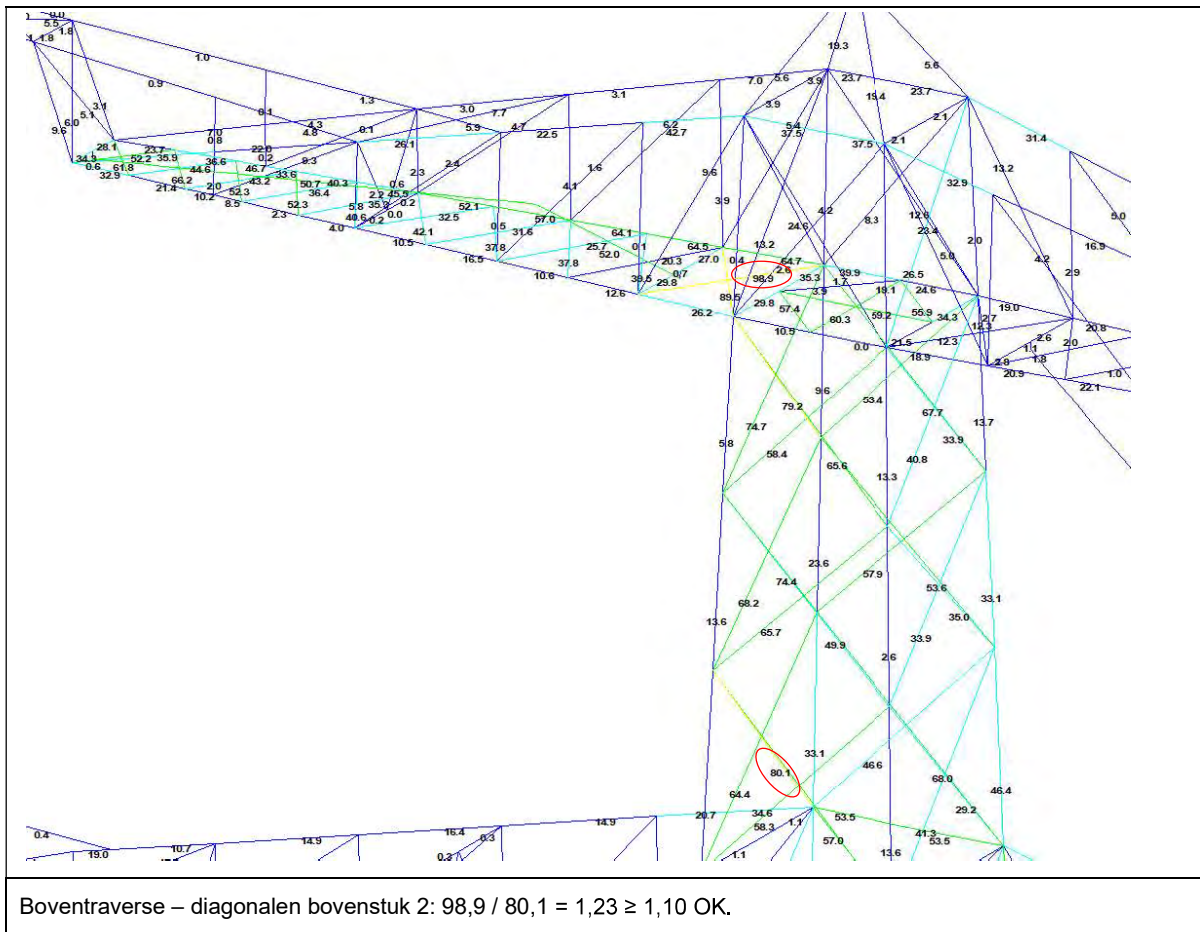
Displacements:

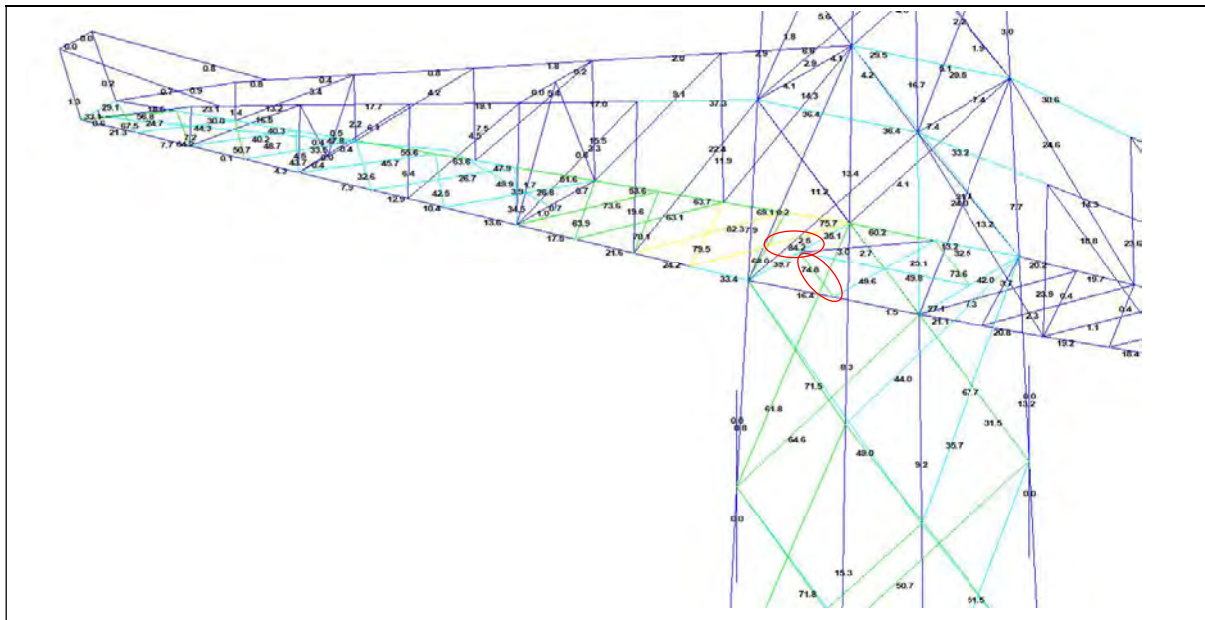
Factor F_{ed} / F_k		1.2	1.2	1.2	1.2	
Displacement y-direction	u_y	0.92	1.20	2.17	0.13	<i>mm</i>
Relative displacement	rel.	2195	1889	1494	7552	-
Displacement z-direction	u_z	2.35	3.29	6.65	0.33	<i>mm</i>
Relative displacement	rel.	859	687	487	3047	-

APPENDIX F

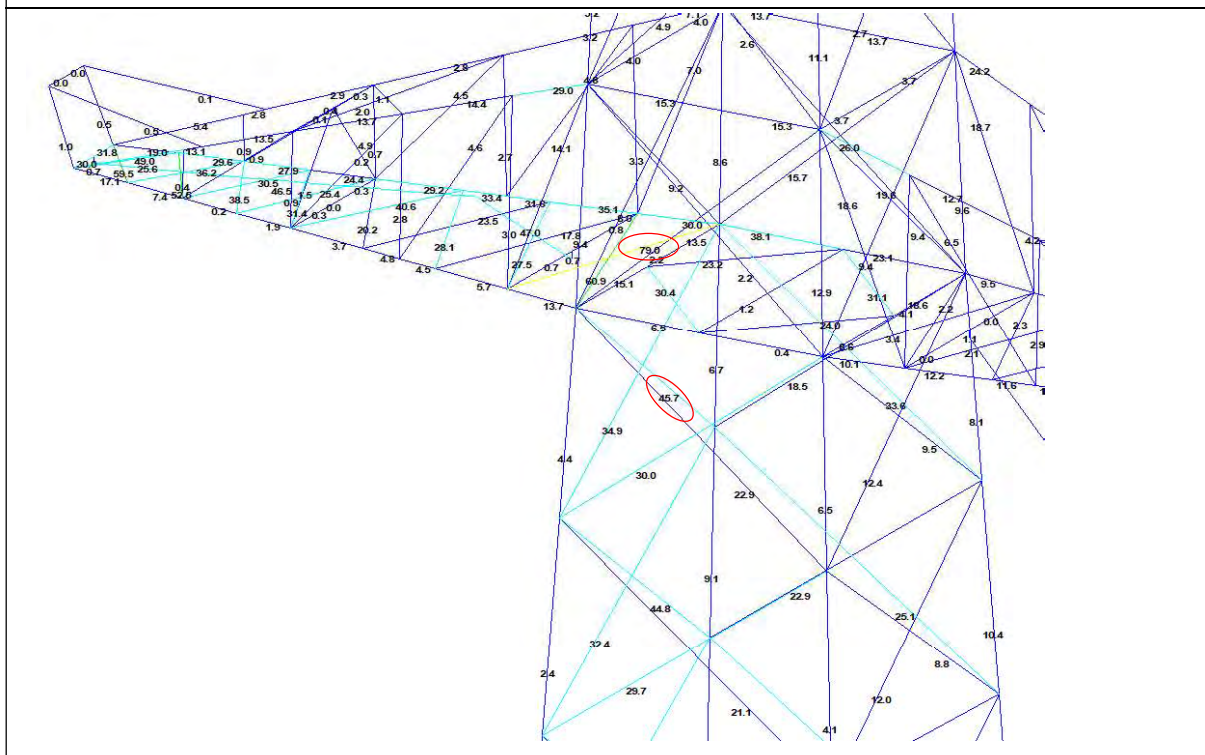
Sterkte-coördinatie

In 5.5.1 van het uitgangspuntenrapport is beschreven dat aan sterkte-coördinatie wordt voldaan als de U.C. van de staven in de traverse 10 procentpunt groter is dan de U.C. van de staven in het mastlichaam. Uitgangspunt is belastingcombinatie 5a, geleiderbreuk. In deze Appendix wordt getoetst of de U.C. van de staven in het mastlichaam voldoende laag is ten opzichte van de U.C. van de staven in de traverse. Mast S+18/s is maatgevend.





Middentraverse – tussenschot: $84,2 / 74,8 = 1,13 \geq 1,10$ OK.



Ondertraverse: $79,0 / 45,7 = 1,73 \geq 1,10$ OK



About DNV

DNV is the independent expert in risk management and assurance, operating in more than 100 countries. Through its broad experience and deep expertise DNV advances safety and sustainable performance, sets industry benchmarks, and inspires and invents solutions.

Whether assessing a new ship design, optimizing the performance of a wind farm, analyzing sensor data from a gas pipeline or certifying a food company's supply chain, DNV enables its customers and their stakeholders to make critical decisions with confidence.

Driven by its purpose, to safeguard life, property, and the environment, DNV helps tackle the challenges and global transformations facing its customers and the world today and is a trusted voice for many of the world's most successful and forward-thinking companies.

B.3 Mastrapportage hoekmasten solo



ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN

Mastrapport solo-hoekmasten HB/s

TenneT TSO B.V.

Meridian doc.nr.: 002.678.00. 0928554

Rapport nr.: 21-0818, Rev. 1

Datum: 30-07-2021

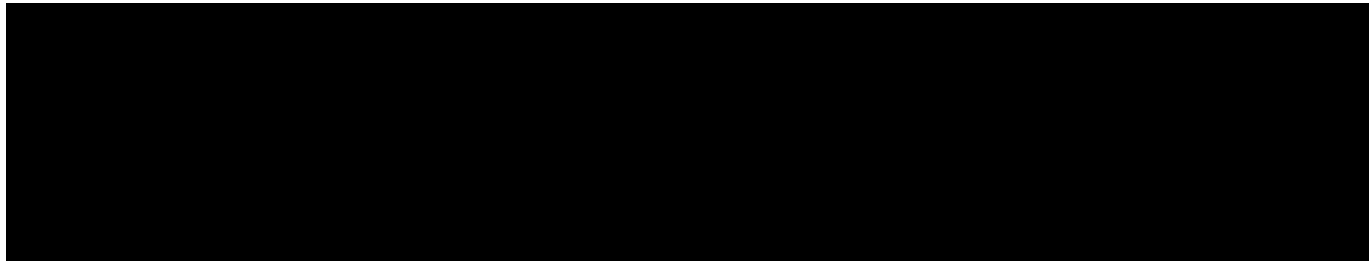




Projectnaam: Zuid-West 380 kV Oost Verbindingen
Rapport titel: Mastrapport solo-hoekmasten HB/s
Klant: TenneT TSO B.V.,
Contactpersoon klant: [REDACTED]
Datum uitgave: 30-07-2021
Project nr.: 10124719
Organisatie unit: TDT
Meridian doc.nr.: 002.678.00. 0928554
Rapport nr.: 21-0818, Rev. 1

Energy Systems
DNV Netherlands B.V.
Utrechtseweg 310-B50
6812 AR Arnhem

Tel: 026 356 9111
Handelsregister Arnhem 09006404

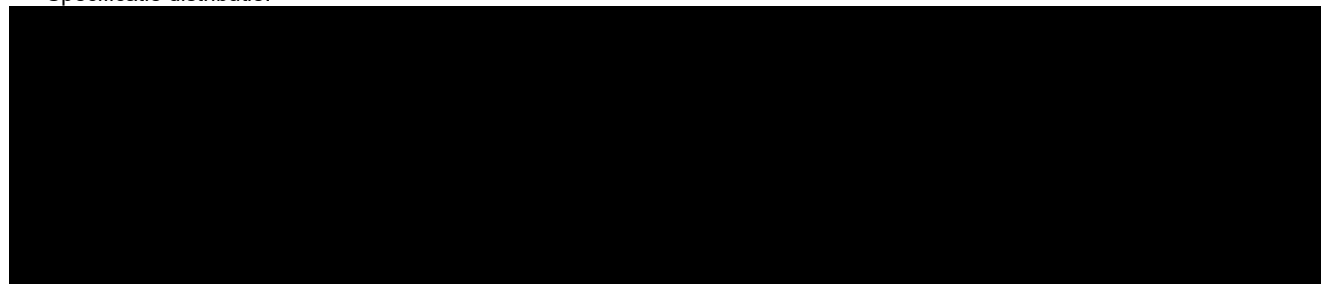


Copyright © DNV 2021. All rights reserved. Unless otherwise agreed in writing: (i) This publication or parts thereof may not be copied, reproduced or transmitted in any form, or by any means, whether digitally or otherwise; (ii) The content of this publication shall be kept confidential by the customer; (iii) No third party may rely on its contents; and (iv) DNV undertakes no duty of care toward any third party. Reference to part of this publication which may lead to misinterpretation is prohibited.

DNV Distributie: :

- Open
- Intern
- Commercieel vertrouwelijk
- Vertrouwelijk
- Geheim

*Specificatie distributie: --



Inhoudsopgave

1	INLEIDING	1
2	UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN	2
2.1	Normen	2
2.2	TenneT-specificaties	2
2.3	Eisenverificatie	2
2.4	Ontwerprapporten	2
2.5	Materialen	2
2.6	Software	3
3	MASTONTWERP	3
3.1	Mastbeelden	3
3.2	Uitgangspunten berekening	6
3.3	Mastenlijst	6
3.4	Geleiderbelastingen	6
3.5	Reacties op de fundering	6
3.6	Modellering	7
3.7	Overige controles	7
3.8	Mastgewicht	7
4	TOETSING	8
4.1	Resultaat PLS-TOWER	8
4.2	Toetsing overige onderdelen	10
Appendix A	Geleiderbelastingen	
Appendix B	Resultaten PLS-TOWER	
Appendix C	Knikverkorters	
Appendix D	Blokdeuvels	
Appendix E	Liggers	
Appendix F	Sterkte-coördinatie	
Appendix G	Galloping	

1 INLEIDING

In het basisontwerp van de vakwerkmasten voor de verbinding RLL-TLB380 in het project Zuid-West 380 kV-Oost zijn voor het vaststellen van de haalbaarheid constructieve berekeningen uitgevoerd aan de masten en fundaties. In de Definitief Ontwerpfase, moeten berekeningen verder worden uitgewerkt om te kunnen dienen voor de benodigde vergunningsdocumentatie, voor de aanbesteding en als voorbereiding voor de uitvoeringsfase. Het DO omvat het ontwerp van de mastconstructies, de fundaties en de opstijpunten in de verbinding.

Deze rapportage bevat de resultaten van de toetsing van alle masttypen binnen de groep van solo-hoekmasten type HB, een masttype geschikt voor 2 circuits 380 kV en geschikt voor lijnhoeken van 160° tot 140°. Het ontwerp van de solo-hoekmasten HB+6/s en HB+19/s is zodanig dat de "mastkop" gedeeld wordt binnen de groep van de solo-HB-hoekmasten, alleen de hoogte van het onderstuk verschilt.

In deze rapportage is de toetsing van de mastkop van de solo-HB-hoekmasten en de toetsing van alle onderstukken van de verschillende typen opgenomen. De toetsing bestaat uit controle van:

- De profielen en boutverbindingen onderdeel van de hoofd draagconstructie
- De knikverkorters
- De liggers voor de isolator kettingen
- De verbinding met de fundatie via blokdeuvels
- Aanvullende controle op sterkte-coördinatie
- Galloping.

Buiten de scope van dit DO-rapport valt de controle van de schetsplaten en overige verbinding details in de constructie. Dit moet in de UO-fase worden uitgewerkt. Ook de voorzieningen voor de high-step rail en bordessen vallen onder uitwerking in UO-fase.

In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten en randvoorwaarden vanuit de van toepassing zijnde normen en TenneT-specificaties opgenomen. Hoofdstuk 3 beschrijft de gevolgde aanpak van de berekening. In hoofdstuk 4 is de toetsing opgenomen.

2 UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

2.1 Normen

Er is gebruik gemaakt van de normen volgens Tabel 1.

Tabel 1 Gebruikgemaakte normen, voorschriften en richtlijnen

Norm	Titel
NEN-EN 50341-1:2013	“Overhead electrical lines exceeding AC 1 kV - Part 1: General requirements – Common”
NEN-EN 50341-2-15:2019	“Overhead electrical lines exceeding AC 1 kV Part 2 National Normative Aspects (NNA) for THE NETHERLANDS”
NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2019/NB:2019nl	“Grondslagen van het ontwerp”
NEN-EN 1991-1-4+A1+C2:2011/NB:2019+C1:2020	“Deel 1-4: Windbelasting op constructies”
NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2016+A1:2020	“Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies, deel 1-1: algemene regels en regels voor gebouwen”
NEN-EN 1993-1-1+C2+A1:2016 nl	“Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies, deel 1-1: algemene regels en regels voor gebouwen”
NEN-EN 1993-3-1:2007/NB:2011 nl	“Deel 3-1: Torens, masten en schoorstenen - Torens en masten”
NEN-EN 1993-1-8+C2:2011/NB:2011 nl	“Ontwerp en berekening van staalconstructies, deel 1-8: ontwerp en berekening van verbindingen”

2.2 TenneT-specificaties

In Tabel 2 zijn de documenten opgenomen die relevant zijn voor de berekeningen en toetsingen die binnen dit project in de mastrapportage uitgevoerd zullen worden.

Tabel 2 Relevante documenten t.b.v. mechanische rapportages

Nummer	Onderwerp
PVE.05.000 v3.2	PvE Lijnen
sPVE.05.001	sPvE Lijnen
SPE.05.346 v1.3	Algemene specificatie stalen masten

2.3 Eisenverificatie

Voor de eisenverificatie wordt verwezen naar het rapport “Verificatierapport eisen DO Moldau”, DNV GL rapport 21-0451, Meridiannummer 002.678.00 0910757.

2.4 Ontwerpprojecten

Voor de achtergrond van het ontwerp wordt verwezen naar het uitgangspuntenrapport “Uitgangspunten definitief ontwerp Moldaumast”, DNV GL rapport 21-0036, Meridiannummer 002.678.00 0876917.

2.5 Materialen

Voor het ontwerp van de mastconstructies en fundaties wordt uitgegaan van de eigenschappen volgens Tabel 3.

Tabel 3 Materialen aangepaste constructie

Staalsoort	S355J0 (t≤16 mm) S355J2 (16<t≤40 mm)
Boutkwaliteit	8.8 gerolde draad
Betonkwaliteit	C30/37
Wapeningsstaal	B500

Voor de constructie geldt conform TenneT-specificatie:

- Toe te passen bouten: M16/M20/M24;
- Voor hoekstaal is de minimale afmeting L50x5 mm;
- Minimale plaatdikte 6 mm.

Mocht het noodzakelijk zijn M30 toe te passen, bij grote plaatdiktes is dit als afwijking door TenneT toegestaan.

2.6 Software

De gebruikte software wordt benoemd in Tabel 4.

Tabel 4 Toegepaste software

Software		Versie
Mastontwerp	PLS-CADD	16.65
Mastberekeningen	PLS-TOWER	16.65
Constructieve analyse	AxisVM	X5 R4h

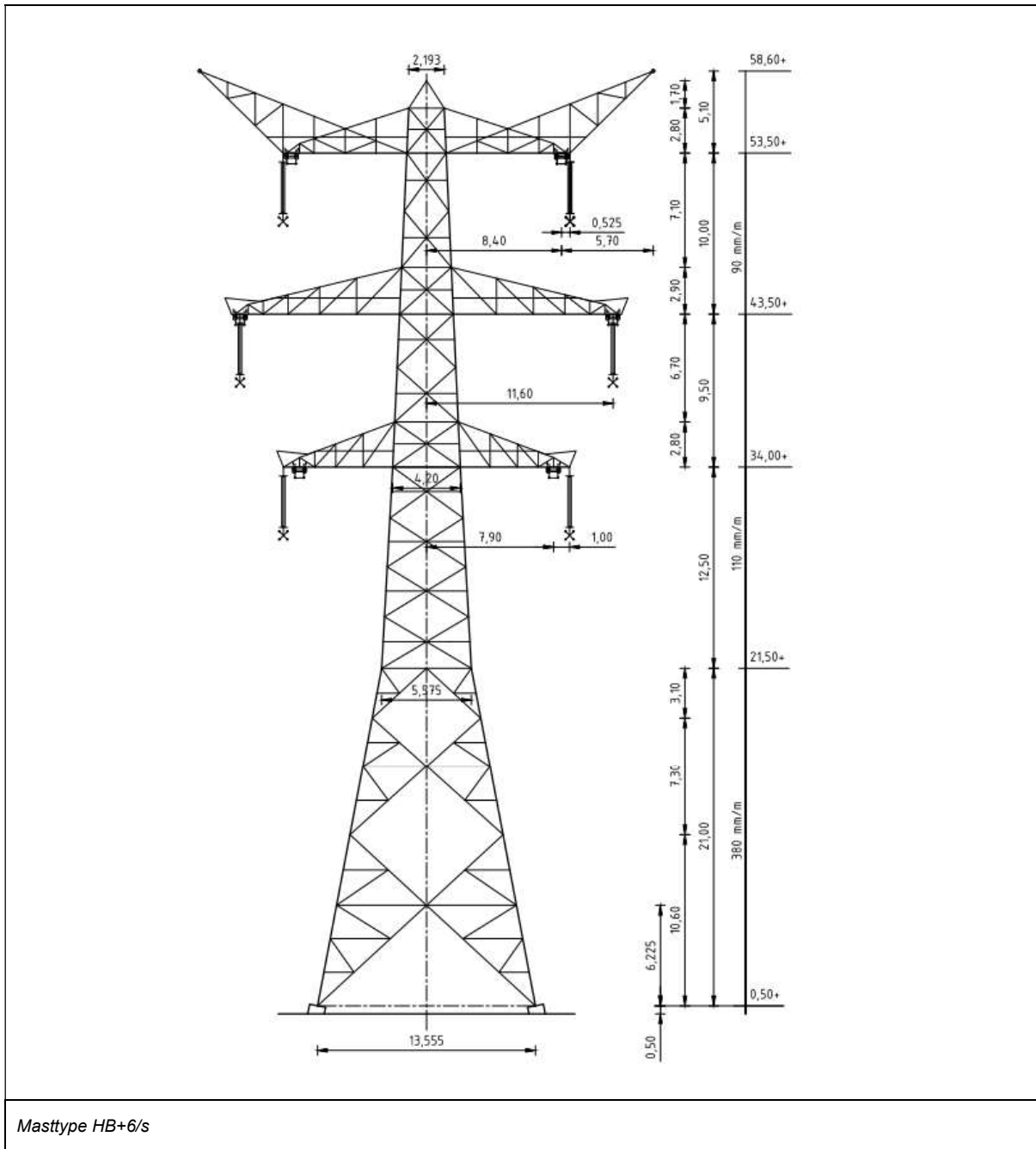
3 MASTONTWERP

3.1 Mastbeelden

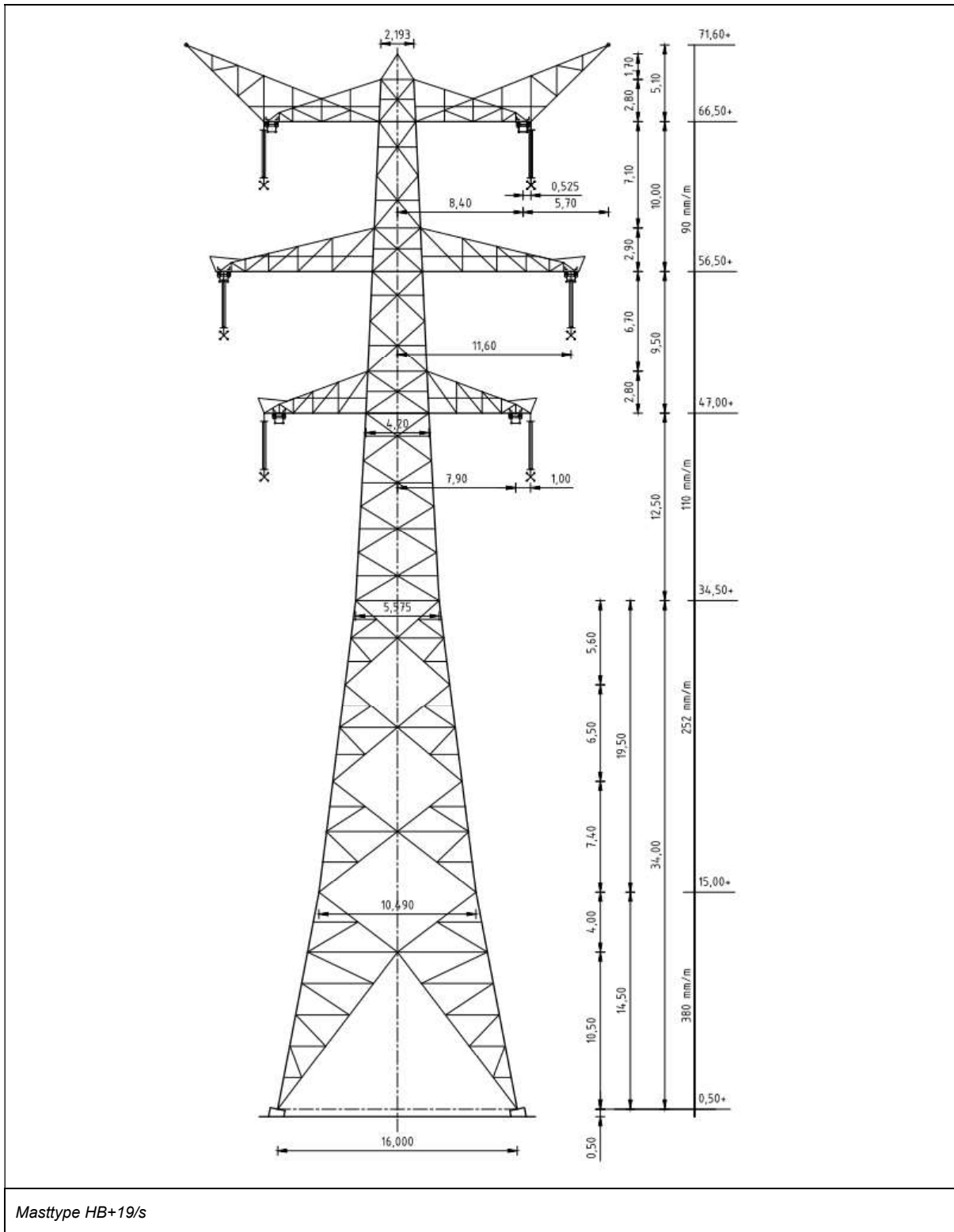
In dit hoofdstuk worden de mastbeelden weergegeven met de belangrijkste maatvoering, voor volledige tekeningen van de masttypen wordt verwezen naar onderstaande tekeningen:

- Mastbeeldentekening Hoekmasten, Meridiannummer 002.678.00 0890099
- Overzichtstekening HB+6/s, Meridiannummer 002.678.00 0927487
- Overzichtstekening HB+19/s, Meridiannummer 002.678.00 0927488.

Masttype HB/s is een solo-hoekmast voor twee circuits 380 kV. De belastingen grijpen als trekkrachten aan via de afspankettingen. Onder de traverse bevinden zich verticale post-isolatoren die de bretellebogen fixeren



Figuur 1 Mastbeeld masttype HB+6/s



Masttype HB+19/s

Figuur 2 Mastbeeld masttype HB+19/s

3.2 Uitgangspunten berekening

De uitgangspunten volgens Tabel 5 zijn van toepassing.

Tabel 5 Uitgangspunten

Norm	NEN-EN50341-2-15:2019
Gevolgklasse initieel	CC2
Betrouwbaarheidsniveau	Nieuwbouw
Referentieperiode	50 jaar
Windgebied	III
Windsnelheid (m/s)	24,5
Terreincategorie	II
Reductiefactor C_{dir}	1,00
IJsg gebied fasegeleider	B
IJsg gebied bliksemgeleider	A

3.3 Mastenlijst

De mastenlijst is gebaseerd op de “staking table” van het DO-uitgangspuntenrapport en benaamd als “VKA 1.1 Concept 20201112 1037-1044_1086-1094_1099-1105_1192-1204.xlsx”. De mastenlijst is vanwege lopende traceringsvraagstukken aan verandering onderhevig en is derhalve indicatief.

In Tabel 6 en Tabel 7 zijn alle masten in het tracé van het type HB+6/s en HB+19/s opgenomen. De mast met grootste wind span is vetgedrukt aangegeven. Het masttype zal niet met deze wind en weight span worden berekend maar met generieke wind en weight span, zie uitgangspuntenrapport.

Tabel 6 Mastenlijst HB+6/s

Mast-nummer	Masttype	Lijnhoek (°)	Wind span (m)	Weight span (m)	Hoogteverschil ba+ah (m)	Hoogteverschil back (m)	Hoogteverschil ahead (m)
1055	HB+6_s	148,1	294,1	260,2	-3,9	-3,5	-0,4

Tabel 7 Mastenlijst HB+19/s

Mast-nummer	Masttype	Lijnhoek (°)	Wind span (m)	Weight span (m)	Hoogteverschil ba+ah (m)	Hoogteverschil back (m)	Hoogteverschil ahead (m)
1148	HB+19_s	153,0	343,6	409,0	12,4	17,7	-5,3
1151	HB+19_s	140,8	364,6	447,6	18,3	18,3	-0,1
1152	HB+19_s	175,3	348,9	435,0	17,4	0,1	17,4

3.4 Geleiderbelastingen

De berekening is uitgevoerd met het geleiderbelastingprogramma van DNV GL. De belastingen op de mastconstructie zijn bepaald op basis van de modellering in PLS-TOWER (staafoppervlaktes). Voor de toeslagen op eigen gewicht en windoppervlakte wordt verwezen naar het uitgangspuntenrapport. In Appendix A zijn de resultaten van de geleiderbelastingen samengevat.

3.5 Reacties op de fundering

De oplegreacties op de fundering worden ontleend aan de uitvoer van het geleiderbelastingenprogramma. Zie Appendix A.

3.6 Modelling

Op basis van de ontwerptekeningen is de mast in PLS-TOWER ingevoerd. De toetsing wordt per staafgroep uitgevoerd. De hoofdelementen zijn gemodelleerd, niet-dragende profielen als knikverkorters zijn weggelaten, deze worden separaat getoetst. De profielen zijn in PLS-TOWER inclusief de boutverbindingen ingevoerd en getoetst, de controle van de schetsplaten en andere detailverbindingen valt buiten de scope.

De geleiderbelastingen vanuit het geleiderbelastingenprogramma zijn als invoer voor de belastingen gebruikt.

De gewichts- en windbelasting op de mastconstructie wordt door PLS-TOWER automatisch bepaald. Via toeslagfactoren wordt de invloed van niet gemodelleerde elementen als knikverkorters, bordesconstructies en klimvoorzieningen meegenomen. Voor schetsplaten, zinklaag en bouten is een aanvullende toeslag op het gewicht van 20% toeslag gerekend.

Diagonalen in voor- en achtervlak respectievelijk de twee zijvlakken zijn samengenomen in een groep.

3.7 Overige controles

In PLS-TOWER zijn niet alle elementen getoetst. Knikverkortersprofielen en overige profielen voor beloopbaarheid worden separaat getoetst. In Appendix C is dit opgenomen. De verbinding met de fundatie bestaat uit ingestorte profielen voorzien van blokdeuvels. Dit is in Appendix D opgenomen. De liggers van isolatorkettingen vereisen een aanvullende controle op buiging. De toetsing is uitgevoerd met de software AxisVM en is beschreven in Appendix E. Appendix F omvat de toetsing op sterkte-coördinatie. Voor hoekmasten moet een toetsing op vermoeiing worden uitgevoerd voor galloping. Dit is in Appendix G opgenomen.

De mastranden uitgevoerd als XEA-profielen worden separaat op torsieknik gecontroleerd. Dit is in Appendix B opgenomen. De berekende capaciteit die lager is dan de capaciteit voor buigingsknik is in PLS-TOWER via aangepaste buckling-ratio ingevoerd.

3.8 Mastgewicht

Het totale mastgewicht per masttype is met de uitgangspunten van paragraaf 3.6 bepaald op:

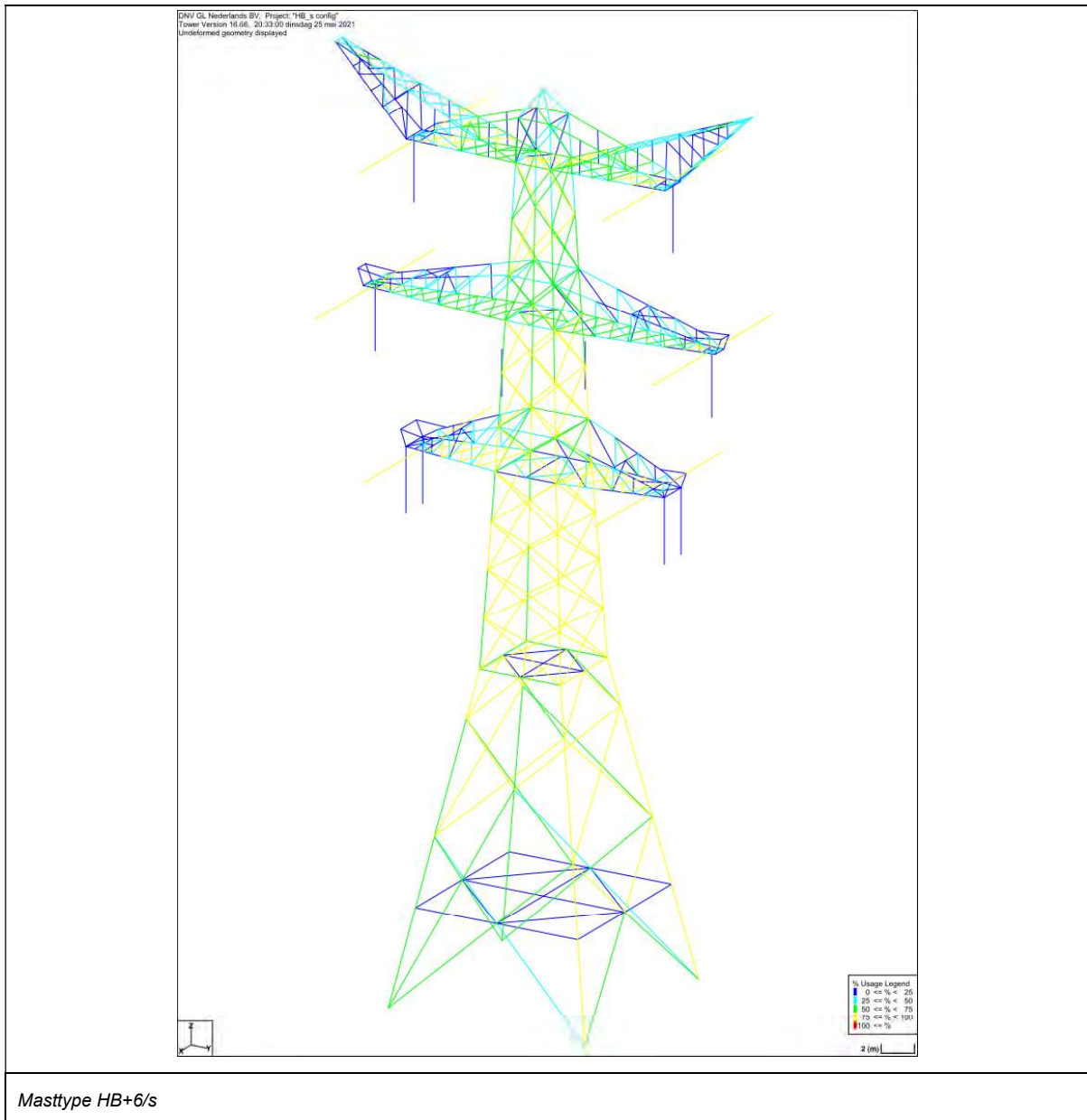
- Masttype HB+6/s -> 75,5 ton
- Masttype HB+19/s -> 92,3 ton.

4 TOETSING

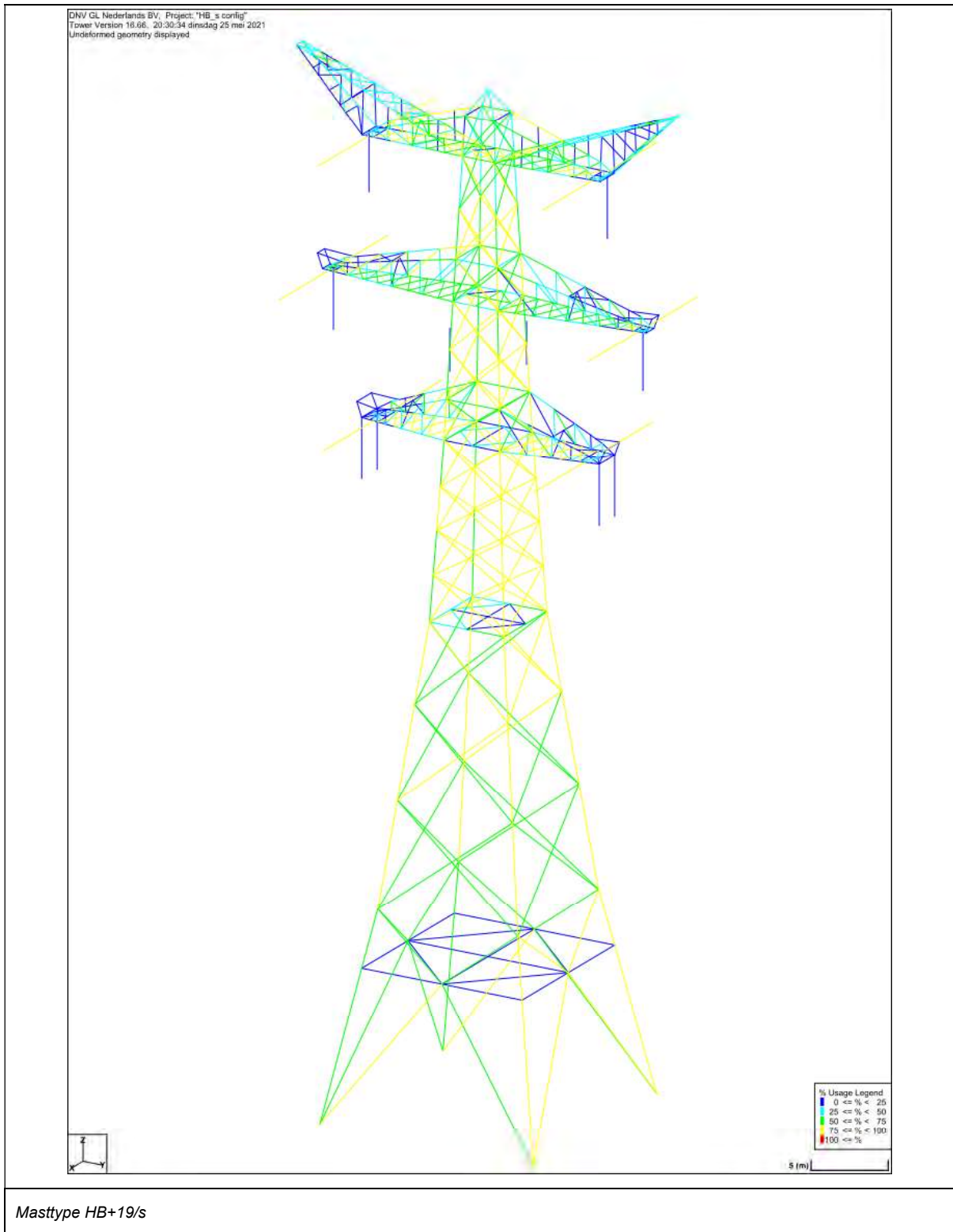
4.1 Resultaat PLS-TOWER

Het resultaat van de toetsing met PLS-TOWER is per masttype weergegeven in Figuur 3 tot en met Figuur 4. Voor elk masttype zijn de belastingen apart bepaald. Alléén voor masttype HB+19/s, bepalend voor het ontwerp van de mastkop, zijn deze ook inclusief bouwphase en afspannen.

De uitnutting van de constructie loopt op van blauw (0-25%) tot geel (75-100%). Uit de figuur wordt geconcludeerd dat alle profielen en boutverbindingen voldoen.



Figuur 3 Resultaat PLS-TOWER voor masttype HB+6/s



Figuur 4 Resultaat PLS-TOWER voor masttype HB+19/s

4.2 Toetsing overige onderdelen

In Tabel 8 zijn de resultaten van de uitgevoerde toetsingen weergegeven.

Tabel 8 Samenvatting uitgevoerde controles

Controle van	Beoordeling	Referentie
Profielen	Voldoen	Figuur 3 Figuur 4 Appendix B
Knikverkorters	Voldoen	Appendix C
Blokdeuvels randstijl	Voldoen	Appendix D
Liggers	Voldoen	Appendix E
Sterkte-coördinatie	Voldoet	Appendix F

APPENDIX A

Geleiderbelastingen

Geleiderbelastingen opgenomen:

- Masttype HB+6/s – 140gr
- Masttype HB+6/s – 160gr
- Masttype HB+19/s – 140gr
- Masttype HB+19/s – 160gr
- Masttype HB+19/s afspannen
- Masttype HB+19/s bouwfase.

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+6_s (140 gr)
 Number: 1055

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

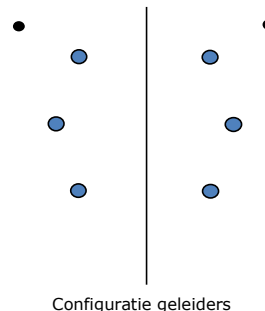
Geleiderbelastingen

Algemeen

Benaming HB+6_s (140 gr)
 Masttype Hoekmast
 Aantal circuits 2
 Configuratie 2-circuit-verticaal
 Aantal bliksemgeleiders 2

Uitgangspunten

Norm NEN-EN50341-2-15:2019
 Gevolgklasse initieel CC2
 Betrouwbaarheidsniveau initieel Nieuwbouw
 Referentieperiode initieel 50 jaar
 CC2
 Betrouwbaarheidsniveau na aanpassing n.v.t.
 50 jaar
 Windgebied III
 Windsnelheid (m/s) 24,5 m/s
 Terreincategorie II
 Reductiefactor C_{dir} 1,00
 IJsg gebied fasegeleider B
 IJsg gebied bliksemgeleider A



Geleiders Back

Omschrijving	Spanning	Geleider Back	Bundel Ba	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden P_{back}
Circuit 1	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Circuit 2	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	3 %	3 %	1800

Geleiders Ahead

Omschrijving	Spanning	Geleider Ahead	Bundel Ah	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden P_{ahead}
Circuit 1	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Circuit 2	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	3 %	3 %	1800

Isolatoren (1)

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m ²]
Circuit 1	Afspanketting	3,00	6,50	1,10
Circuit 2	Afspanketting	3,00	6,50	1,10
Bliksemdraad 1	Afspanketting	0,20	0,20	0,10
Bliksemdraad 2	Afspanketting	0,20	0,20	0,10

1. Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset

Ophanghoogte en positie in mast

Circuits	Aanduiding	Nummer	Ophanghoogte	Aangrijppunt	Positie in mast Horizontale afstand
Circuit 1	10	380ct1f1	33,5 m	33,5 m	7,9 m
Circuit 1	11	380ct1f2	43,0 m	43,0 m	11,6 m
Circuit 1	12	380ct1f3	53,0 m	53,0 m	8,4 m
Circuit 2	20	380ct2f1	33,5 m	33,5 m	-7,9 m
Circuit 2	21	380ct2f2	43,0 m	43,0 m	-11,6 m
Circuit 2	22	380ct2f3	53,0 m	53,0 m	-8,4 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	58,1 m	58,1 m	14,1 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	58,1 m	58,1 m	-14,1 m

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+6_s (140 gr)
 Number: 1055

Hoogteaanpassing naastgelegen masten (aanpassing wind- en weicht span)

	Back	Ahead	
Verhoging voor windbelasting	12,0 m	6,0 m	(positief: omhoog)
Verlaging voor verticale belasting	-9,0 m	-9,0 m	(negatief: omlaag, grotere weicht span)
Verlaging:	Niet in 0,9EG-combinaties		

Hoogteafwijking mastbeeld naastgelegen masten en richtingsverandering t.o.v. Lijnrichting

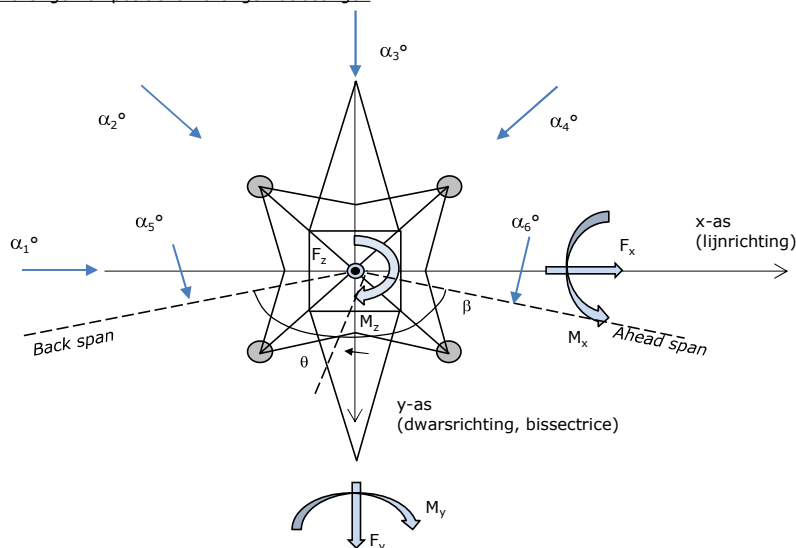
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			Δh back	Δh ahead	Δy back	Δy ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	21	380ct2f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m

Lijn- en mastgegevens

	Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3)/\Sigma L}$	400,0	400,0 m
Lijnhoek β	140 °	
Rotatie mast t.o.v. bissectrice θ	0 °	
Vaklengte	400	400 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Beschouwde windrichtingen	α_1	0 °
Windrichtingen volgens: Geleiderbelastingen	α_2	45 °
	α_3	90 °
	α_4	135 °
	α_5	70 °
	α_6	110 °

Windrichtingen gelden t.o.v. hoofdrichting mastconstructie, niet t.o.v. bissectrice.

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



Beschouwd aantal windrichtingen

1a	6
3	6
4	1
6	1
Overig	1

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+6_s (140 gr)
 Number: 1055

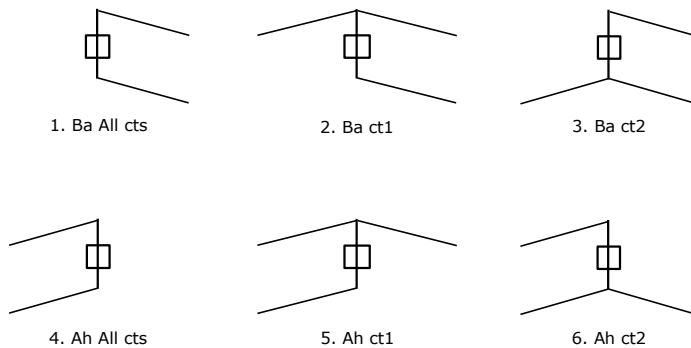
Geleiderafval

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	380ct1f1	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f2	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f3	1	0	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f1	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f2	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f3	0	1	1	0	1	0
Bliksemdraad 1	b1	1	0	1	0	1	0
Bliksemdraad 2	b2	0	1	1	0	1	0

Belastingsituaties SPLS

Beschouwde situaties SPLS: 1 t/m 6, alle mogelijke situaties.

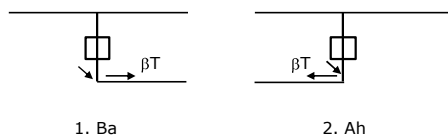
Principe belastingssituaties:



Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

Beschouwde situaties geleiderbreuk 5a: 1 en 2, alle mogelijke situaties.

Principe belastingssituaties:



Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+6_s (140 gr)
 Number: 1055

Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

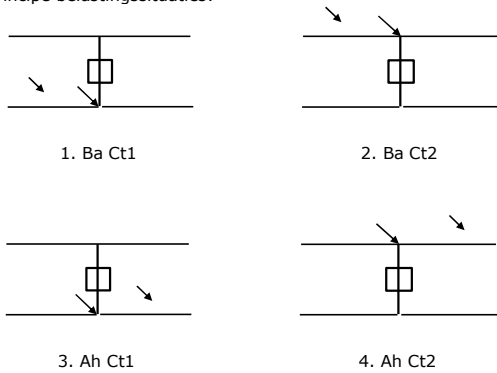
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden in ULS en in iedere SPLS-situatie (in geval van hoekmast) toegepast.

	Fase	Bliksem
Lijnwagen	4,0 kN	2,0 kN
Puntlast op traverse	1,0 kN	1,0 kN

Beschouwde situaties bouw- en onderhoud 6a: 1 t/m 4, alle mogelijke situaties.

Aanwezigheid lijnwagen: Circuit, belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders per circuit.

Principe belastingssituaties:



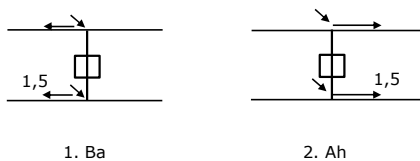
Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

Geleider		
Steunmast fase	0,866 W	1,5 W
Steunmast bliksem	1,5 EDS	1,5 W
Hoekmast fase en bliksem	1,5 EDS	1,5 W

Beschouwde situaties lijndansen 8: 1 en 2, alle mogelijke situaties.

Belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders van het circuit.

Principe belastingssituaties:



Belastingcombinatie 8. Lijndansen als dynamische belasting

Alleen van toepassing op hoek- en eindmasten
 Belasting bestaat uit EDS-trekbelasting in één van de geleiders aan één zijde van de mast
 Door gebruiker via het belastingsspectrum van tabel 4.11/NL.1 om te zetten naar spanningspectrum

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+6_s (140 gr)
 Number: 1055

Mastconstructie

Eigenschappen

Masttype	Hoekmast	
Mastbenaming	HB+6_s (140 gr)	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	58,1 m	
Gewicht mast	741,4 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>		
	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	13,56	13,56 m
Helling van de randstijl	0,190	0,190 -
Factor spatkracht	1,1	1,1 -

Berekening windbelasting

Dynamische invloed G_T	1,00 (Masthoogte < 60 m)
Windbelasting overhoeks op mastlichaam evenredig met:	$(A1C1\sin^2(\phi)+A2C2\cos^2(\phi))$
Windbelasting overhoeks op traverse evenredig met:	$(A1C1\sin^2(\phi)+A2C2\cos^2(\phi))$
Vergroting wind overhoeks mastlichaam	$(1+0,2\sin^2(2\phi))$
Vergroting wind overhoeks traverse	$(1+0,2\sin^2(2\phi))$
Factor wind evenwijdig t.o.v. haaks op traverse	0,4

Eigenschappen mastsecties langsrichting (vooraanzicht, yz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b ₁ [m]	b ₂ [m]	Δh [m]	Δ _x [m]	A ₀ [m ²]	A ₁ [m ²]	χ = A ₁ /A ₀ [-]	C _t
Broekstuk	21,00	13,56	5,58	21,00	0,190	200,87	41,70	0,21	2,90
Tussenstuk1	27,30	5,58	4,88	6,30	0,055	32,94	12,27	0,37	2,30
Tussenstuk2	33,50	4,88	4,20	6,20	0,055	28,15	9,85	0,35	2,37
Bovenstuk1	43,00	4,20	3,35	9,50	0,045	35,84	14,39	0,40	2,21
Bovenstuk2	55,80	3,35	2,19	12,80	0,045	35,44	12,83	0,36	2,33
Topstuk	57,50	2,19		1,70		1,86	0,32	0,17	3,05
Ondertraverse	33,50	6,80		2,80		9,52	2,88	0,30	2,52
Middentraverse	43,00	10,45		2,90		15,16	4,54	0,30	2,54
Boventraverse	53,00	13,85		2,84		19,64	5,55	0,28	2,60

Eigenschappen mastsecties dwarsrichting (zijaanzicht, xz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b ₁ [m]	b ₂ [m]	Δh [m]	Δ _x [m]	A ₀ [m ²]	A ₁ [m ²]	χ = A ₁ /A ₀ [-]	C _t
Broekstuk	21,00	13,56	5,58	21,00	0,190	200,87	41,70	0,21	2,90
Tussenstuk1	27,30	5,58	4,88	6,30	0,055	32,94	12,27	0,37	2,30
Tussenstuk2	33,50	4,88	4,20	6,20	0,055	28,15	9,85	0,35	2,37
Bovenstuk1	43,00	4,20	3,35	9,50	0,045	35,84	14,39	0,40	2,21
Bovenstuk2	55,80	3,35	2,19	12,80	0,045	35,44	12,83	0,36	2,33
Topstuk	57,50	2,19		1,70		1,86	0,32	0,17	3,05
Ondertraverse	33,50	6,80		2,80		9,52	2,88	0,30	2,52
Middentraverse	43,00	10,45		2,90		15,16	4,54	0,30	2,54
Boventraverse	53,00	13,85		2,84		19,64	5,55	0,28	2,60

NB: oppervlakte traverse dwarsrichting van de tabel wordt in berekening gereduceerd.
 NB: oppervlakte traverse per zijde, dus helft van totaal van twee traverses.

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+6_s (140 gr)
 Number: 1055

Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m ² /m)	Factor	Δh	A ₁
Broekstuk	0,14	0,71	21,0	2,1
Tussenstuk1	0,14	0,71	6,3	0,6
Tussenstuk2	0,14	0,71	6,2	0,6
Bovenstuk1	0,14	0,71	9,5	0,9
Bovenstuk2				

Invoer antennes

Omschrijving	A (m ²)	h (m)	C _i (m)
Antenne top			
Antenne o.t.	4,7	39,7	1,5

Belastingen mastsectie langsrichting (x-richting) per windrichting

Omschrijving	P _w [kN/m ²]	F _{x1} [kN]	F _{x2} [kN]	F _{x3} [kN]	F _{x4} [kN]	h _{ef} [m]	M _{y1} [kNm]	M _{y2} [kNm]	M _{y3} [kNm]	M _{y4} [kNm]
Broekstuk	0,71	86,2	73,1	0,0	-73,1	10,5	904,6	767,6	0,0	-767,6
Tussenstuk1	0,93	26,2	22,2	0,0	-22,2	24,2	632,0	536,2	0,0	-536,2
Tussenstuk2	0,99	23,1	19,6	0,0	-19,6	30,4	703,2	596,6	0,0	-596,6
Bovenstuk1	1,06	33,8	28,7	0,0	-28,7	38,3	1292,9	1097,1	0,0	-1097,1
Bovenstuk2	1,13	33,8	28,7	0,0	-28,7	49,4	1670,9	1417,8	0,0	-1417,8
Topstuk	1,17	1,2	1,0	0,0	-1,0	56,7	65,6	55,7	0,0	-55,7
Ondertraverse	1,03	15,0	8,9	0,0	-8,9	34,4	514,9	305,8	0,0	-305,8
Middentraverse	1,10	25,3	15,0	0,0	-15,0	44,0	1111,9	660,4	0,0	-660,4
Boventraverse	1,16	33,4	19,8	0,0	-19,8	53,9	1802,2	1070,5	0,0	-1070,5
Totaal		277,9	217,0	0,0	-217,0		8698,1	6507,7	0,0	-6507,7

Belastingen mastsectie dwarsrichting (y-richting) per windrichting

Omschrijving	P _w [kN/m ²]	F _{y1} [kN]	F _{y2} [kN]	F _{y3} [kN]	F _{y4} [kN]	h _{ef} [m]	M _{x1} [kNm]	M _{x2} [kNm]	M _{x3} [kNm]	M _{x4} [kNm]
Broekstuk	0,71	0,0	73,1	86,2	73,1	10,5	0,0	767,6	904,6	767,6
Tussenstuk1	0,93	0,0	22,2	26,2	22,2	24,2	0,0	536,2	632,0	536,2
Tussenstuk2	0,99	0,0	19,6	23,1	19,6	30,4	0,0	596,6	703,2	596,6
Bovenstuk1	1,06	0,0	28,7	33,8	28,7	38,3	0,0	1097,1	1292,9	1097,1
Bovenstuk2	1,13	0,0	28,7	33,8	28,7	49,4	0,0	1417,8	1670,9	1417,8
Topstuk	1,17	0,0	1,0	1,2	1,0	56,7	0,0	55,7	65,6	55,7
Ondertraverse	1,03	0,0	8,9	6,0	8,9	34,4	0,0	305,8	205,9	305,8
Middentraverse	1,10	0,0	15,0	10,1	15,0	44,0	0,0	660,4	444,8	660,4
Boventraverse	1,16	0,0	19,8	13,4	19,8	53,9	0,0	1070,5	720,9	1070,5
Totaal		0,0	217,0	233,7	217,0		0,0	6507,7	6640,7	6507,7

Resulterende belastingen vanuit mastconstructie incl. antenne zonder geleiders niveau fundatie (kar. waarde)

Belasting / windrichting	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Permanente belasting	0	0	741	0	0	0
Windrichting 0°	285	0	0	0	8997	0
Windrichting 45°	222	222	0	6719	6719	0
Windrichting 90°	0	241	0	6940	0	0
Windrichting 135°	-222	222	0	6719	-6719	0

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+6_s (140 gr)
 Number: 1055

Tussenresultaten geleiderbelastingen

Geleiders back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm ²]	G [N/m]	E [N/mm ²]	αT [-]
Circuit 1	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Circuit 2	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Bliksemdraad 1	AACSR 241-AL3-39-A20SA	21,8	281,0	9,38	70165	1,97E-05
Bliksemdraad 2	OPGW AFL-226/38	21,7	264,0	9,13	72000	1,98E-05

Geleiders ahead

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm ²]	G [N/m]	E [N/mm ²]	αT [-]
Circuit 1	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Circuit 2	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Bliksemdraad 1	AACSR 241-AL3-39-A20SA	21,8	281,0	9,38	70165	1,97E-05
Bliksemdraad 2	OPGW AFL-226/38	21,7	264,0	9,13	72000	1,98E-05

Verticale belasting back

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsgebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Circuit 2	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Bliksemdraad 1	1	3	9,7	A	15+0,4d	23,7	23,7
Bliksemdraad 2	1	3	9,4	A	15+0,4d	23,7	23,7

Verticale belasting ahead

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsgebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Circuit 2	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Bliksemdraad 1	1	3	9,7	A	15+0,4d	23,7	23,7
Bliksemdraad 2	1	3	9,4	A	15+0,4d	23,7	23,7

Isolatoren

Geleider	$G_{isolator}$ [kN]	Aantal	$F_{v,iso}$ [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m ²]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m ²]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	3,00	1	3	6,5	1,1	34,00	1,02	1,2	1,35
380ct1f2	3,00	1	3	6,5	1,1	43,50	1,09	1,2	1,44
380ct1f3	3,00	1	3	6,5	1,1	53,50	1,16	1,2	1,53
380ct2f1	3,00	1	3	6,5	1,1	34,00	1,02	1,2	1,35
380ct2f2	3,00	1	3	6,5	1,1	43,50	1,09	1,2	1,44
380ct2f3	3,00	1	3	6,5	1,1	53,50	1,16	1,2	1,53
bl1	0,20	1	0,2	0,2	0,1	58,60	1,18	1,2	0,14
bl2	0,20	1	0,2	0,2	0,1	58,60	1,18	1,2	0,14

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+6_s (140 gr)
 Number: 1055

Windbelasting back

Geleider	hoogte		G_{c_dwars}	G_{c_trek}	C_c	$d_{toeslag}$	w_y	$w_{y,vak}$	$D_{ijs,toeslag}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,vak}$
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	32,6	1,01	0,58	0,64	1,00	33,37	78,7	86,6	51,8	147,0	161,8
380ct1f2	42,1	1,09	0,60	0,66	0,98	33,37	85,3	93,8	51,8	163,0	179,3
380ct1f3	52,1	1,15	0,62	0,68	0,96	33,37	90,8	99,9	51,8	177,2	194,8
380ct2f1	32,6	1,01	0,58	0,64	1,00	33,37	78,7	86,6	51,8	147,0	161,8
380ct2f2	42,1	1,09	0,60	0,66	0,98	33,37	85,3	93,8	51,8	163,0	179,3
380ct2f3	52,1	1,15	0,62	0,68	0,96	33,37	90,8	99,9	51,8	177,2	194,8
bl1	57,2	1,18	0,63	0,69	1,18	22,45	19,5	21,4	63,8	56,4	62,0
bl2	57,2	1,18	0,63	0,69	1,18	22,35	19,5	21,4	63,7	56,4	62,0

Windbelasting ahead

Geleider	hoogte		G_{c_dwars}	G_{c_trek}	C_c	$d_{toeslag}$	w_y	$w_{y,vak}$	$D_{ijs,toeslag}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,vak}$
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	29,6	0,98	0,58	0,63	1,01	33,37	76,3	84,0	51,8	141,2	155,4
380ct1f2	39,1	1,06	0,60	0,66	0,98	33,37	83,4	91,7	51,8	158,3	174,2
380ct1f3	49,1	1,13	0,62	0,68	0,96	33,37	89,3	98,2	51,8	173,2	190,4
380ct2f1	29,6	0,98	0,58	0,63	1,01	33,37	76,3	84,0	51,8	141,2	155,4
380ct2f2	39,1	1,06	0,60	0,66	0,98	33,37	83,4	91,7	51,8	158,3	174,2
380ct2f3	49,1	1,13	0,62	0,68	0,96	33,37	89,3	98,2	51,8	173,2	190,4
bl1	54,2	1,16	0,62	0,69	1,18	22,45	19,2	21,1	63,8	55,3	60,8
bl2	54,2	1,16	0,62	0,69	1,18	22,35	19,1	21,0	63,7	55,2	60,7

NB: belastingen w_v gelden voor bundel

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+6_s (140 gr)
 Mast: 1055

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

Geleiderbelastingen

Uitgangspunten
 Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2
 Referentieperiode 50 jaar

ULS (bezwijksterkte)		NEN-EN50341-2-15:2019							
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	γ_G		γ_Q			γ_a A_k	
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	Q_{pk}	Q_{wk}	Q_{ik}		
ULS 1a	Wind	10°	1,20	1,20	0,00	1,50	0,00	0,0	
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk alleen mast	10°	0,90	1,20	0,00	1,50	0,00	0,0	
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk ook geleider	10°	0,90	0,90	0,00	1,50	0,00	0,0	
ULS 3	Wind+ijs	-5°	1,20	1,20	0,00	0,45	1,50	0,0	
ULS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,20	0,00	0,45	1,50	0,0	
ULS 4	Koude+wind	-20°	1,20	1,20	0,00	0,30	0,00	0,0	
ULS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,20	0,00	0,30	0,00	0,0	
ULS 5a	Torsiebelastingen	10°	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,0	
ULS 5b	Longitudinale belastingen	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0	
ULS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	1,50	0,30	0,00	0,0	
ULS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	0,00	0,30	0,00	0,0	
ULS 7	Permanent	10°	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00	0,0	
ULS 8	Special	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0	
SPLS (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)				γ_G G_k	γ_Q Q_{pk} Q_{wk} Q_{ik}			A_k	
SPLS 1a	Wind	10°	1,20	1,20	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	1,20	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	0,90	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 3	Wind+ijs	-5°	1,20	1,20	0,0	0,36	0,34	0,0	
SPLS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,20	0,0	0,36	0,34	0,0	
SPLS 4	Koude+wind	-20°	1,20	1,20	0,0	0,24	0,00	0,0	
SPLS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,20	0,0	0,24	0,00	0,0	
SPLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	1,2	0,24	0,0	0,0	
SPLS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	0,0	0,24	0,0	0,0	
SLS (controle van de vervormingen, vermoeiing, EDS)				G_k	Q_{pk}	Q_{wk}	Q_{ik}	A_k	
SLS 1a	Wind	10°	1,00	1,00	0,0	1,00	0,0	0,0	
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,30	1,00	0,0	
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0	
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0	
SLS 7	PB (EDS, geen wind)	10°	1,00	1,00	0,0	0,00	0,0	0,0	

Aantal windrichtingen 6
 Aantal belastingcombinaties ULS 72
 Aantal belastingcombinaties SPLS 222
 Aantal belastingcombinaties SLS 15
 Aantal knooplasten 6798

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+6_s (140 gr)
 Mast: 1055

Samenvattingstabellen geleiderbelastingen

In de onderstaande vier tabellen is weergegeven:

- De maximale geleiderbelasting in het globale assenstelsel, gesplitst in aandeel van back en ahead span
- De gecombineerde geleiderbelasting (Ba+Ah) in het globale assenstelsel met in het lokale assenstelsel de maximaal optredende trekkracht. Componenten Fx en Fy als absolute waarde
- De alledaagse (EDS) waarden van de gecombineerde geleiderbelastingen (Ba+Ah) met bijbehorende trekkrachten
- Controle op uplift, waar een negatieve waarde duidt op uplift

Maximale waarden voor back en ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-62,2	61,9	28,1	27,9	11,2	11,2
380ct1f1	-243,5	242,4	106,2	104,2	39,6	39,6
380ct1f2	-247,0	245,9	111,7	110,1	39,7	39,7
380ct1f3	-250,2	249,3	116,3	115,0	39,8	39,8
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
380ct2f1	-243,5	242,4	106,2	104,2	39,6	39,6
380ct2f2	-247,0	245,9	111,7	110,1	39,7	39,7
380ct2f3	-250,2	249,3	116,3	115,0	39,8	39,8
bl2	-61,3	61,1	27,8	27,6	11,1	11,1
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	483,2	497,2	481,0
380ct1f1	481,6	495,7	481,0
380ct1f2	481,7	495,9	481,0
380ct1f3	481,8	496,1	481,0
Post-isolator 1			
Post-isolator 2			
Post-isolator 3			
380ct2f1	481,6	495,7	481,0
380ct2f2	481,7	495,9	481,0
380ct2f3	481,8	496,1	481,0
bl2	483,3	497,5	481,0
Post-isolator 4			
Post-isolator 5			
Post-isolator 6			

Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	566,7	463,4
380ct1f1	515,0	477,6
380ct1f2	519,9	478,6
380ct1f3	524,0	479,6
Post-isolator 1		
Post-isolator 2		
Post-isolator 3		
380ct2f1	515,0	477,6
380ct2f2	519,9	478,6
380ct2f3	524,0	479,6
bl2	569,1	463,0
Post-isolator 4		
Post-isolator 5		
Post-isolator 6		

Omhullende weight span over alle combinaties (incl. 0,9 combinaties)

Voor alle geleiders		Wind / Weight span verhouding
Max. weight span	569,1 m	1,423 -
Min. weight span	179,4 m	0,448 -

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+6_s (140 gr)
 Mast: 1055

Maximale waarden back+ahead span **Maximale waarden trekkracht geleider**

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	37,3	53,9	11,2	-68,0	67,8
380ct1f1	188,4	200,0	39,6	-264,2	262,8
380ct1f2	192,2	204,9	39,7	-268,4	267,1
380ct1f3	195,8	213,3	39,8	-272,3	271,2
Post-isolato	3,7	3,7	5,4	0,0	
Post-isolato	2,0	2,0	2,7	0,0	
Post-isolato	2,1	2,1	2,7	0,0	
380ct2f1	188,4	200,0	39,6	-264,2	262,8
380ct2f2	192,2	204,9	39,7	-268,4	267,1
380ct2f3	195,8	213,3	39,8	-272,3	271,2
bl2	36,8	53,3	11,1	-67,1	66,8
Post-isolato	3,7	3,7	5,4	0,0	
Post-isolato	2,0	2,0	2,7	0,0	
Post-isolato	2,1	2,1	2,7	0,0	

EDS-belastingen geleiders

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	16,3	5,9	2,5	-17,4	17,4
380ct1f1	123,4	44,9	20,5	-131,3	131,3
380ct1f2	123,4	44,9	20,5	-131,3	131,3
380ct1f3	123,4	44,9	20,5	-131,3	131,3
Post-isolato	0,0	0,0	4,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	2,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	2,0	0,0	
380ct2f1	123,4	44,9	20,5	-131,3	131,3
380ct2f2	123,4	44,9	20,5	-131,3	131,3
380ct2f3	123,4	44,9	20,5	-131,3	131,3
bl2	15,9	5,8	2,5	-16,9	16,9
Post-isolato	0,0	0,0	4,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	2,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	2,0	0,0	

Controle uplift SLS-wind

Combinatie: Geleider	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4		
bl1	0,0	0,0
380ct1f1	0,0	0,0
380ct1f2	0,0	0,0
380ct1f3	0,0	0,0
Post-isolato	0,0	
Post-isolato	0,0	
Post-isolato	0,0	
380ct2f1	0,0	0,0
380ct2f2	0,0	0,0
380ct2f3	0,0	0,0
bl2	0,0	0,0
Post-isolato	0,0	
Post-isolato	0,0	
Post-isolato	0,0	

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+6_s (140 gr)
 Mast: 1055

ULS-fundatiebelasting combinatie 1 en 3 wind haaks op de lijn of bissectrice en EDS, vanuit geleiders

Combinatie	Combination	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90		-15	1320	349	58475	-652	0
ULS 1a_0,9_0		29	662	234	29001	1235	0
ULS 1a_0,9_0,9_90		-17	1261	149	55940	-726	0
ULS 3_0		13	1088	534	48208	548	0
SLS 7		0	563	273	24633	0	0

ULS-fundatiebelasting combinatie 1 en 3 wind haaks op de lijn of bissectrice en EDS, totaal geleiders en mast

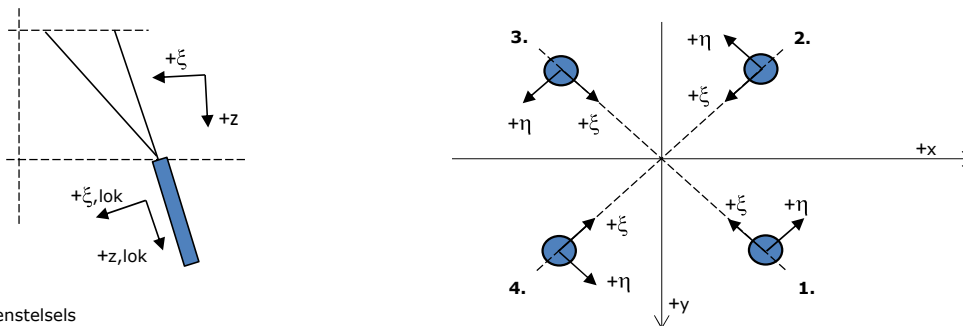
Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90	-15	1682	1239	68884	-652	0
ULS 1a_0,9_0,9_90	-17	1623	816	66349	-726	0
SLS 7	0	563	1014	24633	0	0

Fundatiebelastingen, selectie belastingcombinaties op basis grootste waarde

Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90	-15	1682	1239	68884	-652	0
SPLS 3_70 Ah All Cts	-1193	587	1110	24587	-53205	-7
SPLS 3_70 Ba Ct1	547	777	1187	32139	23457	5888
SPLS 3_70 Ah All Cts	-1193	587	1110	24587	-53205	-7

Noot: grootste waarden kunnen in meerdere combinaties voorkomen, een combinatie is weergegeven.

Oplegreacties op fundering per randstijl



Assenstelsels

Maximale drukbelasting

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_η [kN]	R_ξ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_110 Ba All Cts	543	611	3128	-48	-816	25	3239
2	SPLS 3_0 Ba All Cts	223	-351	1518	91	-406	2	1572
3	ULS 8 Ba	-203	-342	1458	-98	-385	6	1510
4	SPLS 3_70 Ah All Cts	-546	615	3147	49	-821	25	3259

Maximale trekbelasting

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_η [kN]	R_ξ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 8 Ba	-92	-230	-923	98	227	-21	-956
2	SPLS 3_0,9_70 Ah All Cts	-445	515	-2666	-49	679	-38	-2761
3	SPLS 3_0,9_110 Ba All Cts	441	510	-2642	49	672	-38	-2736
4	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	122	-250	-1032	-91	263	-15	-1069

Maximale torsiebelasting (positief)

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_η [kN]	R_ξ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_90 Ah Ct2	286	-47	605	235	-169	-6	627
2	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct1	-171	-153	-57	229	13	-2	-59
3	SPLS 3_90 Ba Ct1	237	445	-1895	147	482	-27	-1962
4	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	-358	556	2473	140	-646	19	2561

Maximale torsiebelasting (negatief)

Index	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_η [kN]	R_ξ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct2	354	553	2454	-141	-641	18	2541
2	SPLS 3_90 Ah Ct1	-240	448	-1913	-147	487	-27	-1981
3	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct1	168	-154	-43	-228	10	-2	-45
4	SPLS 3_90 Ba Ct2	-288	-44	618	-235	-172	-6	640

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+6_s (140 gr)
 Mast: 1055

Combinatie Ftrek+Fhor

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	ULS 8 Ba	-92	-230	-923	98	227	-21	-956
2	SPLS 3_0,9_70 Ah All Cts	-445	515	-2666	-49	679	-38	-2761
3	SPLS 3_0,9_110 Ba All Cts	441	510	-2642	49	672	-38	-2736
4	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	122	-250	-1032	-91	263	-15	-1069

Permanente belasting

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SLS 7	243	194	1162	35	-309	4	1203
2	SLS 7	-137	88	-655	35	159	-17	-678
3	SLS 7	137	88	-655	-35	159	-17	-678
4	SLS 7	-243	194	1162	-35	-309	4	1203

Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
Max. druk	SPLS 3_70 Ah All Cts	-546	615	3147	49	-821	25	3259
Max. trek	SPLS 3_0,9_70 Ah All Cts	-445	515	-2666	-49	679	-38	-2761
Max. pos. torsie	SPLS 3_90 Ah Ct2	286	-47	605	235	-169	-6	627
Max. neg. torsie	SPLS 3_90 Ba Ct2	-288	-44	618	-235	-172	-6	640
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0,9_70 Ah All Cts	-445	515	-2666	-49	679	-38	-2761

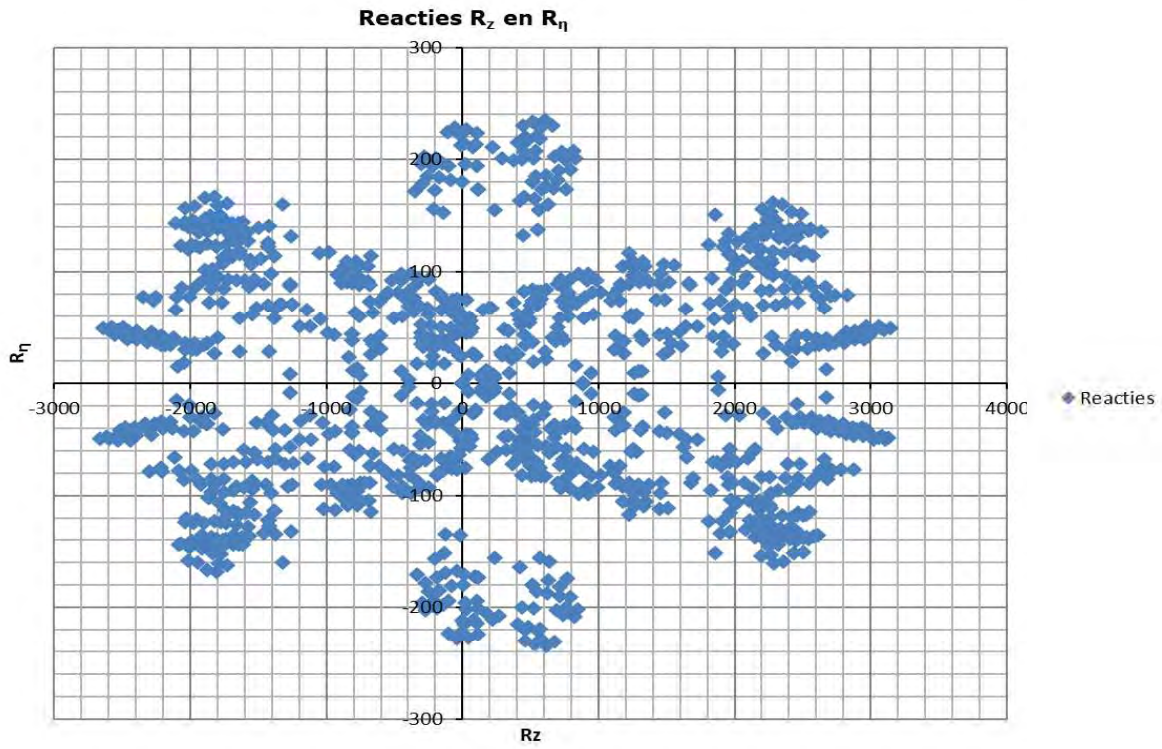
Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 3_0,9_70 Ah All Cts	-66	-221	-852	109	203	-26	-882
2	SPLS 3_0,9_70 Ah All Cts	-445	515	-2666	-49	679	-38	-2761
3	SPLS 3_0,9_110 Ba All Cts	441	510	-2642	49	672	-38	-2736
4	SPLS 3_0,9_70 Ba All Cts	76	-213	-841	-97	204	-22	-871

Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 3_110 Ba All Cts	543	611	3128	-48	-816	25	3239
2	SPLS 3_70 Ba All Cts	178	-315	1327	97	-348	9	1374
3	SPLS 3_70 Ah All Cts	-167	-322	1333	-110	-345	13	1381
4	SPLS 3_70 Ah All Cts	-546	615	3147	49	-821	25	3259

Project: RLL-TLB380
Masttype: HB+6_s (140 gr)
Mast: 1055



Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+6_s (160 gr)
 Number: 1055

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

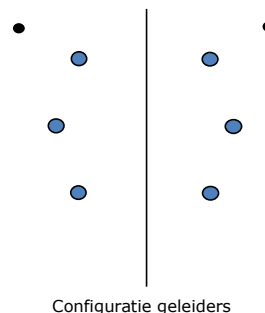
Geleiderbelastingen

Algemeen

Benaming HB+6_s (160 gr)
 Masttype Hoekmast
 Aantal circuits 2
 Configuratie 2-circuit-verticaal
 Aantal bliksemgeleiders 2

Uitgangspunten

Norm NEN-EN50341-2-15:2019
 Gevolgklasse initieel CC2
 Betrouwbaarheidsniveau initieel Nieuwbouw
 Referentieperiode initieel 50 jaar
 CC2
 Betrouwbaarheidsniveau na aanpassing n.v.t.
 50 jaar
 Windgebied III
 Windsnelheid (m/s) 24,5 m/s
 Terreincategorie II
 Reductiefactor C_{dir} 1,00
 IJsg gebied fasegeleider B
 IJsg gebied bliksemgeleider A



Geleiders Back

Omschrijving	Spanning	Geleider Back	Bundel Ba	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden P_{back}
Circuit 1	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Circuit 2	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	3 %	3 %	1800

Geleiders Ahead

Omschrijving	Spanning	Geleider Ahead	Bundel Ah	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden P_{ahead}
Circuit 1	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Circuit 2	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	3 %	3 %	1800

Isolatoren (1)

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m ²]
Circuit 1	Afspanketting	3,00	6,50	1,10
Circuit 2	Afspanketting	3,00	6,50	1,10
Bliksemdraad 1	Afspanketting	0,20	0,20	0,10
Bliksemdraad 2	Afspanketting	0,20	0,20	0,10

1. Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset

Ophanghoogte en positie in mast

Circuits	Aanduiding	Nummer	Ophanghoogte	Aangrijppunt	Positie in mast Horizontale afstand
Circuit 1	10	380ct1f1	33,5 m	33,5 m	7,9 m
Circuit 1	11	380ct1f2	43,0 m	43,0 m	11,6 m
Circuit 1	12	380ct1f3	53,0 m	53,0 m	8,4 m
Circuit 2	20	380ct2f1	33,5 m	33,5 m	-7,9 m
Circuit 2	21	380ct2f2	43,0 m	43,0 m	-11,6 m
Circuit 2	22	380ct2f3	53,0 m	53,0 m	-8,4 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	58,1 m	58,1 m	14,1 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	58,1 m	58,1 m	-14,1 m

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+6_s (160 gr)
 Number: 1055

Hoogteaanpassing naastgelegen masten (aanpassing wind- en weicht span)

	Back	Ahead	
Verhoging voor windbelasting	12,0 m	6,0 m	(positief: omhoog)
Verlaging voor verticale belasting	-9,0 m	-9,0 m	(negatief: omlaag, grotere weicht span)
Verlaging:	Niet in 0,9EG-combinaties		

Hoogteafwijking mastbeeld naastgelegen masten en richtingsverandering t.o.v. Lijnrichting

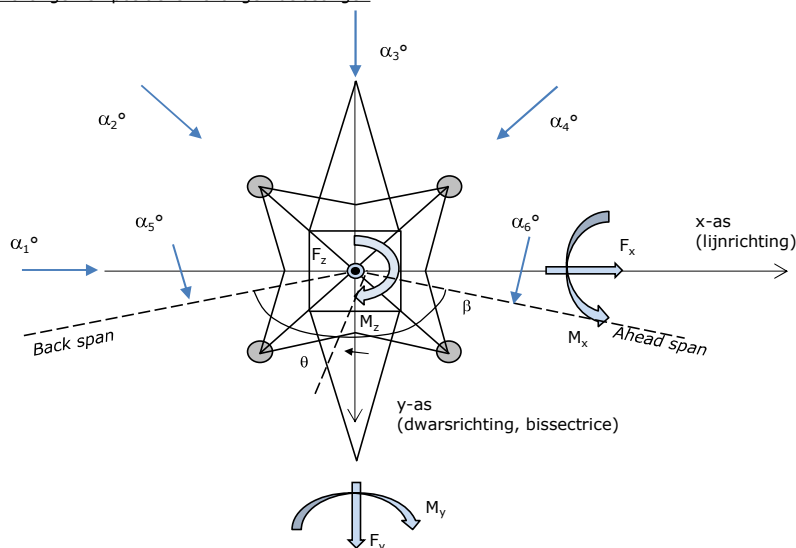
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			Δh back	Δh ahead	Δy back	Δy ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	21	380ct2f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m

Lijn- en mastgegevens

	Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3)/\Sigma L}$	400,0	400,0 m
Lijnhoek β	160 °	
Rotatie mast t.o.v. bissectrice θ	0 °	
Vaklengte	400	400 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Beschouwde windrichtingen	α_1	0 °
Windrichtingen volgens: Geleiderbelastingen	α_2	45 °
	α_3	90 °
	α_4	135 °
	α_5	80 °
	α_6	100 °

Windrichtingen gelden t.o.v. hoofdrichting mastconstructie, niet t.o.v. bissectrice.

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



Beschouwd aantal windrichtingen

1a	6
3	6
4	1
6	1
Overig	1

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+6_s (160 gr)
 Number: 1055

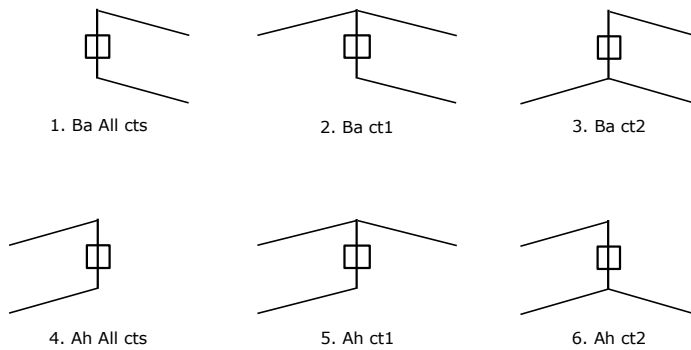
Geleiderafval

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	380ct1f1	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f2	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f3	1	0	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f1	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f2	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f3	0	1	1	0	1	0
Bliksemdraad 1	b1	1	0	1	0	1	0
Bliksemdraad 2	b2	0	1	1	0	1	0

Belastingsituaties SPLS

Beschouwde situaties SPLS: 1 t/m 6, alle mogelijke situaties.

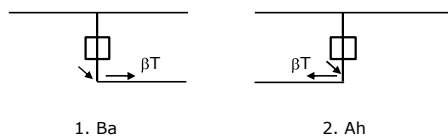
Principe belastingssituaties:



Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

Beschouwde situaties geleiderbreuk 5a: 1 en 2, alle mogelijke situaties.

Principe belastingssituaties:



Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+6_s (160 gr)
 Number: 1055

Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

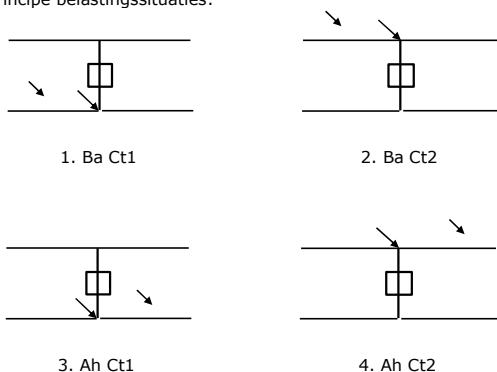
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden in ULS en in iedere SPLS-situatie (in geval van hoekmast) toegepast.

	Fase	Bliksem
Lijnwagen	4,0 kN	2,0 kN
Puntlast op traverse	1,0 kN	1,0 kN

Beschouwde situaties bouw- en onderhoud 6a: 1 t/m 4, alle mogelijke situaties.

Aanwezigheid lijnwagen: Circuit, belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders per circuit.

Principe belastingssituaties:



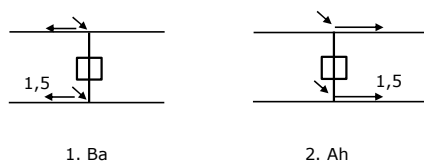
Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

Geleider		
Steunmast fase	0,866 W	1,5 W
Steunmast bliksem	1,5 EDS	1,5 W
Hoekmast fase en bliksem	1,5 EDS	1,5 W

Beschouwde situaties lijndansen 8: 1 en 2, alle mogelijke situaties.

Belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders van het circuit.

Principe belastingssituaties:



Belastingcombinatie 8. Lijndansen als dynamische belasting

Alleen van toepassing op hoek- en eindmasten

Belasting bestaat uit EDS-trekbelasting in één van de geleiders aan één zijde van de mast

Door gebruiker via het belastingsspectrum van tabel 4.11/NL.1 om te zetten naar spanningspectrum

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+6_s (160 gr)
 Number: 1055

Mastconstructie

Eigenschappen

Masttype	Hoekmast	
Mastbenaming	HB+6_s (160 gr)	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	58,1 m	
Gewicht mast	741,4 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>		
	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	13,56	13,56 m
Helling van de randstijl	0,190	0,190 -
Factor spatkracht	1,1	1,1 -

Berekening windbelasting

Dynamische invloed G_T	1,00 (Masthoogte < 60 m)
Windbelasting overhoeks op mastlichaam evenredig met:	$(A1C1\sin^2(\phi)+A2C2\cos^2(\phi))$
Windbelasting overhoeks op traverse evenredig met:	$(A1C1\sin^2(\phi)+A2C2\cos^2(\phi))$
Vergroting wind overhoeks mastlichaam	$(1+0,2\sin^2(2\phi))$
Vergroting wind overhoeks traverse	$(1+0,2\sin^2(2\phi))$
Factor wind evenwijdig t.o.v. haaks op traverse	0,4

Eigenschappen mastsecties langsrichting (vooraanzicht, yz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b ₁ [m]	b ₂ [m]	Δh [m]	Δ _x [m]	A ₀ [m ²]	A ₁ [m ²]	χ = A ₁ /A ₀ [-]	C _t
Broekstuk	21,00	13,56	5,58	21,00	0,190	200,87	41,70	0,21	2,90
Tussenstuk1	27,30	5,58	4,88	6,30	0,055	32,94	12,27	0,37	2,30
Tussenstuk2	33,50	4,88	4,20	6,20	0,055	28,15	9,85	0,35	2,37
Bovenstuk1	43,00	4,20	3,35	9,50	0,045	35,84	14,39	0,40	2,21
Bovenstuk2	55,80	3,35	2,19	12,80	0,045	35,44	12,83	0,36	2,33
Topstuk	57,50	2,19		1,70		1,86	0,32	0,17	3,05
Ondertraverse	33,50	6,80		2,80		9,52	2,88	0,30	2,52
Middentraverse	43,00	10,45		2,90		15,16	4,54	0,30	2,54
Boventraverse	53,00	13,85		2,84		19,64	5,55	0,28	2,60

Eigenschappen mastsecties dwarsrichting (zijaanzicht, xz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b ₁ [m]	b ₂ [m]	Δh [m]	Δ _x [m]	A ₀ [m ²]	A ₁ [m ²]	χ = A ₁ /A ₀ [-]	C _t
Broekstuk	21,00	13,56	5,58	21,00	0,190	200,87	41,70	0,21	2,90
Tussenstuk1	27,30	5,58	4,88	6,30	0,055	32,94	12,27	0,37	2,30
Tussenstuk2	33,50	4,88	4,20	6,20	0,055	28,15	9,85	0,35	2,37
Bovenstuk1	43,00	4,20	3,35	9,50	0,045	35,84	14,39	0,40	2,21
Bovenstuk2	55,80	3,35	2,19	12,80	0,045	35,44	12,83	0,36	2,33
Topstuk	57,50	2,19		1,70		1,86	0,32	0,17	3,05
Ondertraverse	33,50	6,80		2,80		9,52	2,88	0,30	2,52
Middentraverse	43,00	10,45		2,90		15,16	4,54	0,30	2,54
Boventraverse	53,00	13,85		2,84		19,64	5,55	0,28	2,60

NB: oppervlakte traverse dwarsrichting van de tabel wordt in berekening gereduceerd.
 NB: oppervlakte traverse per zijde, dus helft van totaal van twee traverses.

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+6_s (160 gr)
 Number: 1055

Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m ² /m)	Factor	Δh	A ₁
Broekstuk	0,14	0,71	21,0	2,1
Tussenstuk1	0,14	0,71	6,3	0,6
Tussenstuk2	0,14	0,71	6,2	0,6
Bovenstuk1	0,14	0,71	9,5	0,9
Bovenstuk2				

Invoer antennes

Omschrijving	A (m ²)	h (m)	C _i (m)
Antenne top			
Antenne o.t.	4,7	39,7	1,5

Belastingen mastsectie langsrichting (x-richting) per windrichting

Omschrijving	P _w [kN/m ²]	F _{x1} [kN]	F _{x2} [kN]	F _{x3} [kN]	F _{x4} [kN]	h _{ef} [m]	M _{y1} [kNm]	M _{y2} [kNm]	M _{y3} [kNm]	M _{y4} [kNm]
Broekstuk	0,71	86,2	73,1	0,0	-73,1	10,5	904,6	767,6	0,0	-767,6
Tussenstuk1	0,93	26,2	22,2	0,0	-22,2	24,2	632,0	536,2	0,0	-536,2
Tussenstuk2	0,99	23,1	19,6	0,0	-19,6	30,4	703,2	596,6	0,0	-596,6
Bovenstuk1	1,06	33,8	28,7	0,0	-28,7	38,3	1292,9	1097,1	0,0	-1097,1
Bovenstuk2	1,13	33,8	28,7	0,0	-28,7	49,4	1670,9	1417,8	0,0	-1417,8
Topstuk	1,17	1,2	1,0	0,0	-1,0	56,7	65,6	55,7	0,0	-55,7
Ondertraverse	1,03	15,0	8,9	0,0	-8,9	34,4	514,9	305,8	0,0	-305,8
Middentraverse	1,10	25,3	15,0	0,0	-15,0	44,0	1111,9	660,4	0,0	-660,4
Boventraverse	1,16	33,4	19,8	0,0	-19,8	53,9	1802,2	1070,5	0,0	-1070,5
Totaal		277,9	217,0	0,0	-217,0		8698,1	6507,7	0,0	-6507,7

Belastingen mastsectie dwarsrichting (y-richting) per windrichting

Omschrijving	P _w [kN/m ²]	F _{y1} [kN]	F _{y2} [kN]	F _{y3} [kN]	F _{y4} [kN]	h _{ef} [m]	M _{x1} [kNm]	M _{x2} [kNm]	M _{x3} [kNm]	M _{x4} [kNm]
Broekstuk	0,71	0,0	73,1	86,2	73,1	10,5	0,0	767,6	904,6	767,6
Tussenstuk1	0,93	0,0	22,2	26,2	22,2	24,2	0,0	536,2	632,0	536,2
Tussenstuk2	0,99	0,0	19,6	23,1	19,6	30,4	0,0	596,6	703,2	596,6
Bovenstuk1	1,06	0,0	28,7	33,8	28,7	38,3	0,0	1097,1	1292,9	1097,1
Bovenstuk2	1,13	0,0	28,7	33,8	28,7	49,4	0,0	1417,8	1670,9	1417,8
Topstuk	1,17	0,0	1,0	1,2	1,0	56,7	0,0	55,7	65,6	55,7
Ondertraverse	1,03	0,0	8,9	6,0	8,9	34,4	0,0	305,8	205,9	305,8
Middentraverse	1,10	0,0	15,0	10,1	15,0	44,0	0,0	660,4	444,8	660,4
Boventraverse	1,16	0,0	19,8	13,4	19,8	53,9	0,0	1070,5	720,9	1070,5
Totaal		0,0	217,0	233,7	217,0		0,0	6507,7	6640,7	6507,7

Resulterende belastingen vanuit mastconstructie incl. antenne zonder geleiders niveau fundatie (kar. waarde)

Belasting / windrichting	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Permanente belasting	0	0	741	0	0	0
Windrichting 0°	285	0	0	0	8997	0
Windrichting 45°	222	222	0	6719	6719	0
Windrichting 90°	0	241	0	6940	0	0
Windrichting 135°	-222	222	0	6719	-6719	0

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+6_s (160 gr)
 Number: 1055

Tussenresultaten geleiderbelastingen

Geleiders back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm ²]	G [N/m]	E [N/mm ²]	αT [-]
Circuit 1	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Circuit 2	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Bliksemdraad 1	AACSR 241-AL3-39-A20SA	21,8	281,0	9,38	70165	1,97E-05
Bliksemdraad 2	OPGW AFL-226/38	21,7	264,0	9,13	72000	1,98E-05

Geleiders ahead

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm ²]	G [N/m]	E [N/mm ²]	αT [-]
Circuit 1	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Circuit 2	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Bliksemdraad 1	AACSR 241-AL3-39-A20SA	21,8	281,0	9,38	70165	1,97E-05
Bliksemdraad 2	OPGW AFL-226/38	21,7	264,0	9,13	72000	1,98E-05

Verticale belasting back

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsgebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Circuit 2	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Bliksemdraad 1	1	3	9,7	A	15+0,4d	23,7	23,7
Bliksemdraad 2	1	3	9,4	A	15+0,4d	23,7	23,7

Verticale belasting ahead

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsgebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Circuit 2	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Bliksemdraad 1	1	3	9,7	A	15+0,4d	23,7	23,7
Bliksemdraad 2	1	3	9,4	A	15+0,4d	23,7	23,7

Isolatoren

Geleider	$G_{isolator}$ [kN]	Aantal	$F_{v,iso}$ [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m ²]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m ²]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	3,00	1	3	6,5	1,1	34,00	1,02	1,2	1,35
380ct1f2	3,00	1	3	6,5	1,1	43,50	1,09	1,2	1,44
380ct1f3	3,00	1	3	6,5	1,1	53,50	1,16	1,2	1,53
380ct2f1	3,00	1	3	6,5	1,1	34,00	1,02	1,2	1,35
380ct2f2	3,00	1	3	6,5	1,1	43,50	1,09	1,2	1,44
380ct2f3	3,00	1	3	6,5	1,1	53,50	1,16	1,2	1,53
bl1	0,20	1	0,2	0,2	0,1	58,60	1,18	1,2	0,14
bl2	0,20	1	0,2	0,2	0,1	58,60	1,18	1,2	0,14

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+6_s (160 gr)
 Number: 1055

Windbelasting back

Geleider	hoogte		G_{c_dwars}	G_{c_trek}	C_c	$d_{toeslag}$	w_y	$w_{y,vak}$	$D_{ijs,toeslag}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,vak}$
	wind [m]	Stuwdruk [kN/m ²]									
380ct1f1	32,6	1,01	0,58	0,64	1,00	33,37	78,7	86,6	51,8	147,0	161,8
380ct1f2	42,1	1,09	0,60	0,66	0,98	33,37	85,3	93,8	51,8	163,0	179,3
380ct1f3	52,1	1,15	0,62	0,68	0,96	33,37	90,8	99,9	51,8	177,2	194,8
380ct2f1	32,6	1,01	0,58	0,64	1,00	33,37	78,7	86,6	51,8	147,0	161,8
380ct2f2	42,1	1,09	0,60	0,66	0,98	33,37	85,3	93,8	51,8	163,0	179,3
380ct2f3	52,1	1,15	0,62	0,68	0,96	33,37	90,8	99,9	51,8	177,2	194,8
bl1	57,2	1,18	0,63	0,69	1,18	22,45	19,5	21,4	63,8	56,4	62,0
bl2	57,2	1,18	0,63	0,69	1,18	22,35	19,5	21,4	63,7	56,4	62,0

Windbelasting ahead

Geleider	hoogte		G_{c_dwars}	G_{c_trek}	C_c	$d_{toeslag}$	w_y	$w_{y,vak}$	$D_{ijs,toeslag}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,vak}$
	wind [m]	Stuwdruk [kN/m ²]									
380ct1f1	29,6	0,98	0,58	0,63	1,01	33,37	76,3	84,0	51,8	141,2	155,4
380ct1f2	39,1	1,06	0,60	0,66	0,98	33,37	83,4	91,7	51,8	158,3	174,2
380ct1f3	49,1	1,13	0,62	0,68	0,96	33,37	89,3	98,2	51,8	173,2	190,4
380ct2f1	29,6	0,98	0,58	0,63	1,01	33,37	76,3	84,0	51,8	141,2	155,4
380ct2f2	39,1	1,06	0,60	0,66	0,98	33,37	83,4	91,7	51,8	158,3	174,2
380ct2f3	49,1	1,13	0,62	0,68	0,96	33,37	89,3	98,2	51,8	173,2	190,4
bl1	54,2	1,16	0,62	0,69	1,18	22,45	19,2	21,1	63,8	55,3	60,8
bl2	54,2	1,16	0,62	0,69	1,18	22,35	19,1	21,0	63,7	55,2	60,7

NB: belastingen w_v gelden voor bundel

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+6_s (160 gr)
 Mast: 1055

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

Geleiderbelastingen

Uitgangspunten

Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2
 Referentieperiode 50 jaar

ULS (bezwijksterkte)		NEN-EN50341-2-15:2019							γ_a
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	γ_G		γ_Q			A_k	
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	Q_{pk}	Q_{wk}	Q_{ik}		
ULS 1a	Wind	10°	1,20	1,20	0,00	1,50	0,00	0,0	
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk alleen mast	10°	0,90	1,20	0,00	1,50	0,00	0,0	
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk ook geleider	10°	0,90	0,90	0,00	1,50	0,00	0,0	
ULS 3	Wind+ijs	-5°	1,20	1,20	0,00	0,45	1,50	0,0	
ULS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,20	0,00	0,45	1,50	0,0	
ULS 4	Koude+wind	-20°	1,20	1,20	0,00	0,30	0,00	0,0	
ULS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,20	0,00	0,30	0,00	0,0	
ULS 5a	Torsiebelastingen	10°	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,0	
ULS 5b	Longitudinale belastingen	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0	
ULS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	1,50	0,30	0,00	0,0	
ULS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	0,00	0,30	0,00	0,0	
ULS 7	Permanent	10°	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00	0,0	
ULS 8	Special	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0	
SPLS (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)				γ_G	γ_Q			A_k	
			G_k		Q_{pk}	Q_{wk}	Q_{ik}		
SPLS 1a	Wind	10°	1,20	1,20	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	1,20	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	0,90	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 3	Wind+ijs	-5°	1,20	1,20	0,0	0,36	0,34	0,0	
SPLS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,20	0,0	0,36	0,34	0,0	
SPLS 4	Koude+wind	-20°	1,20	1,20	0,0	0,24	0,00	0,0	
SPLS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,20	0,0	0,24	0,00	0,0	
SPLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	1,2	0,24	0,0	0,0	
SPLS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	0,0	0,24	0,0	0,0	
SLS (controle van de vervormingen, vermoeiing, EDS)				G_k	Q_{pk}	Q_{wk}	Q_{ik}	A_k	
SLS 1a	Wind	10°	1,00	1,00	0,0	1,00	0,0	0,0	
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,30	1,00	0,0	
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0	
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0	
SLS 7	PB (EDS, geen wind)	10°	1,00	1,00	0,0	0,00	0,0	0,0	

Aantal windrichtingen 6
 Aantal belastingcombinaties ULS 72
 Aantal belastingcombinaties SPLS 222
 Aantal belastingcombinaties SLS 15
 Aantal knooplasten 6798

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+6_s (160 gr)
 Mast: 1055

Samenvattingstabellen geleiderbelastingen

In de onderstaande vier tabellen is weergegeven:

- De maximale geleiderbelasting in het globale assenstelsel, gesplitst in aandeel van back en ahead span
- De gecombineerde geleiderbelasting (Ba+Ah) in het globale assenstelsel met in het lokale assenstelsel de maximaal optredende trekkracht. Componenten Fx en Fy als absolute waarde
- De alledaagse (EDS) waarden van de gecombineerde geleiderbelastingen (Ba+Ah) met bijbehorende trekkrachten
- Controle op uplift, waar een negatieve waarde duidt op uplift

Maximale waarden voor back en ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-66,1	65,9	16,9	16,7	11,2	11,2
380ct1f1	-257,8	256,5	66,9	65,5	39,6	39,6
380ct1f2	-261,6	260,5	70,7	69,6	39,7	39,7
380ct1f3	-265,3	264,2	73,9	73,0	39,8	39,8
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
380ct2f1	-257,8	256,5	66,9	65,5	39,6	39,6
380ct2f2	-261,6	260,5	70,7	69,6	39,7	39,7
380ct2f3	-265,3	264,2	73,9	73,0	39,8	39,8
bl2	-65,2	64,9	16,7	16,6	11,1	11,1
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	481,1	498,2	481,0
380ct1f1	481,0	495,9	481,0
380ct1f2	481,0	496,3	481,0
380ct1f3	481,1	496,5	481,0
Post-isolator 1			
Post-isolator 2			
Post-isolator 3			
380ct2f1	481,0	495,9	481,0
380ct2f2	481,0	496,3	481,0
380ct2f3	481,1	496,5	481,0
bl2	481,2	498,5	481,0
Post-isolator 4			
Post-isolator 5			
Post-isolator 6			

Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	577,2	464,4
380ct1f1	520,5	478,5
380ct1f2	525,9	479,7
380ct1f3	530,5	480,8
Post-isolator 1		
Post-isolator 2		
Post-isolator 3		
380ct2f1	520,5	478,5
380ct2f2	525,9	479,7
380ct2f3	530,5	480,8
bl2	579,8	464,0
Post-isolator 4		
Post-isolator 5		
Post-isolator 6		

Omhullende weight span over alle combinaties (incl. 0,9 combinaties)

Voor alle geleiders

		Wind / Weight span verhouding
Max. weight span	579,8 m	1,449 -
Min. weight span	164,5 m	0,411 -

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+6_s (160 gr)
 Mast: 1055

Maximale waarden back+ahead span Maximale waarden trekkracht geleider

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	39,3	33,2	11,2	-68,0	67,8
380ct1f1	198,6	129,7	39,6	-264,2	262,8
380ct1f2	202,7	137,3	39,7	-268,4	267,1
380ct1f3	206,5	143,7	39,8	-272,3	271,2
Post-isolato	3,7	3,7	5,4	0,0	
Post-isolato	2,0	2,0	2,7	0,0	
Post-isolato	2,1	2,1	2,7	0,0	
380ct2f1	198,6	129,7	39,6	-264,2	262,8
380ct2f2	202,7	137,3	39,7	-268,4	267,1
380ct2f3	206,5	143,7	39,8	-272,3	271,2
bl2	38,8	32,8	11,1	-67,1	66,8
Post-isolato	3,7	3,7	5,4	0,0	
Post-isolato	2,0	2,0	2,7	0,0	
Post-isolato	2,1	2,1	2,7	0,0	

EDS-belastingen geleiders

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	17,1	3,0	2,5	-17,4	17,4
380ct1f1	129,3	22,8	20,5	-131,3	131,3
380ct1f2	129,3	22,8	20,5	-131,3	131,3
380ct1f3	129,3	22,8	20,5	-131,3	131,3
Post-isolato	0,0	0,0	4,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	2,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	2,0	0,0	
380ct2f1	129,3	22,8	20,5	-131,3	131,3
380ct2f2	129,3	22,8	20,5	-131,3	131,3
380ct2f3	129,3	22,8	20,5	-131,3	131,3
bl2	16,7	2,9	2,5	-16,9	16,9
Post-isolato	0,0	0,0	4,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	2,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	2,0	0,0	

Controle uplift SLS-wind

Combinatie: Geleider	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4		
bl1	0,0	0,0
380ct1f1	0,0	0,0
380ct1f2	0,0	0,0
380ct1f3	0,0	0,0
Post-isolato	0,0	
Post-isolato	0,0	
Post-isolato	0,0	
380ct2f1	0,0	0,0
380ct2f2	0,0	0,0
380ct2f3	0,0	0,0
bl2	0,0	0,0
Post-isolato	0,0	
Post-isolato	0,0	
Post-isolato	0,0	

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+6_s (160 gr)
 Mast: 1055

ULS-fundatiebelasting combinatie 1 en 3 wind haaks op de lijn of bissectrice en EDS, vanuit geleiders

Combinatie	Combination	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90		-18	891	353	39525	-786	0
ULS 1a_0,9_0		17	331	235	14512	715	0
ULS 1a_0,9_0,9_90		-20	864	145	38349	-861	0
ULS 3_0		6	552	533	24440	237	0
SLS 7		0	286	273	12508	0	0

ULS-fundatiebelasting combinatie 1 en 3 wind haaks op de lijn of bissectrice en EDS, totaal geleiders en mast

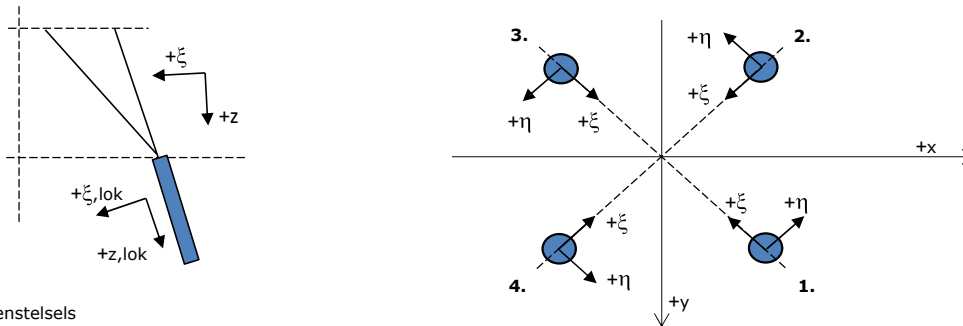
Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90	-18	1253	1242	49935	-786	0
ULS 1a_0,9_0,9_90	-20	1226	813	48758	-861	0
SLS 7	0	286	1014	12508	0	0

Fundatiebelastingen, selectie belastingcombinaties op basis grootste waarde

Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90	-18	1253	1242	49935	-786	0
SPLS 3_90 Ah All Cts	-1285	362	1110	14652	-56755	-8
SPLS 3_80 Ba Ct1	623	487	1188	19424	27224	6209
SPLS 3_80 Ah All Cts	-1278	366	1110	14809	-56690	-8

Noot: grootste waarden kunnen in meerdere combinaties voorkomen, een combinatie is weergegeven.

Oplegreacties op fundering per randstijl



Assenstelsels

Maximale drukbelasting

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_100 Ba All Cts	489	583	2898	-67	-758	21	3000
2	SPLS 3_0 Ba All Cts	299	-415	1902	82	-505	6	1970
3	ULS 8 Ba	-287	-413	1884	-89	-495	11	1951
4	SPLS 3_80 Ah All Cts	-492	586	2915	67	-762	21	3018

Maximale trekbelasting

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	-166	-304	-1350	98	333	-30	-1397
2	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-391	486	-2434	-67	620	-34	-2520
3	SPLS 3_0,9_100 Ba All Cts	387	482	-2412	67	614	-34	-2497
4	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	198	-313	-1417	-82	361	-19	-1467

Maximale torsiebelasting (positief)

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_90 Ah Ct2	177	-147	28	229	-21	-14	29
2	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct1	-63	-253	516	224	-134	5	534
3	SPLS 3_90 Ba Ct1	135	391	-1463	181	372	-22	-1515
4	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	-256	502	2044	174	-536	14	2117

Maximale torsiebelasting (negatief)

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct2	252	499	2022	-175	-530	13	2094
2	SPLS 3_90 Ah Ct1	-139	394	-1484	-181	377	-22	-1537
3	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct1	60	-255	535	-223	-138	5	553
4	SPLS 3_90 Ba Ct2	-180	-144	45	-230	-26	-13	47

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+6_s (160 gr)
 Mast: 1055

Combinatie Ftrek+Fhor

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	-166	-304	-1350	98	333	-30	-1397
2	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-391	486	-2434	-67	620	-34	-2520
3	SPLS 3_0,9_100 Ba All Cts	387	482	-2412	67	614	-34	-2497
4	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	198	-313	-1417	-82	361	-19	-1467

Permanente belasting

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SLS 7	149	124	715	18	-194	-2	740
2	SLS 7	-43	18	-208	18	44	-12	-215
3	SLS 7	43	18	-208	-18	44	-12	-215
4	SLS 7	-149	124	715	-18	-194	-2	740

Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
Max. druk	SPLS 3_80 Ah All Cts	-492	586	2915	67	-762	21	3018
Max. trek	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-391	486	-2434	-67	620	-34	-2520
Max. pos. torsie	SPLS 3_90 Ah Ct2	177	-147	28	229	-21	-14	29
Max. neg. torsie	SPLS 3_90 Ba Ct2	-180	-144	45	-230	-26	-13	47
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-391	486	-2434	-67	620	-34	-2520

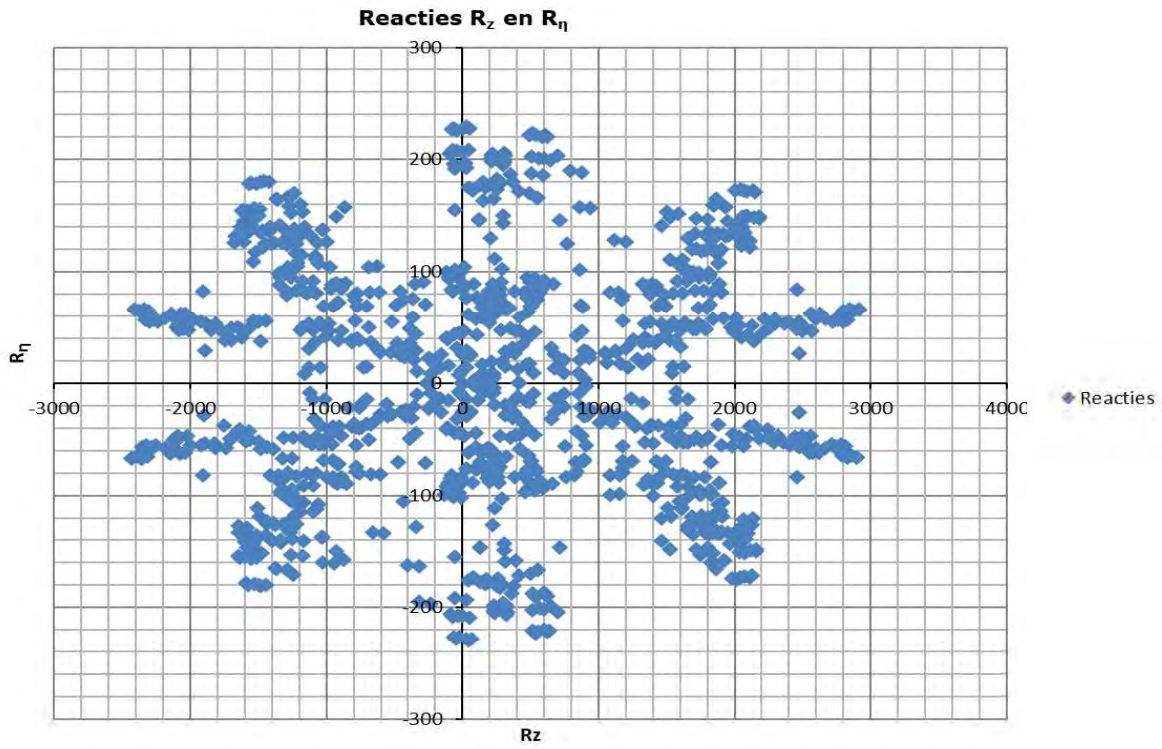
Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-163	-303	-1341	99	329	-31	-1389
2	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-391	486	-2434	-67	620	-34	-2520
3	SPLS 1a_0,9_100 Ba Ct2	388	209	-1647	-127	422	-21	-1705
4	SPLS 3_0,9_100 Ba Ct2	-158	-162	-63	-226	3	-14	-66

Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 1a_100 Ba Ct2	300	509	2161	-148	-572	8	2237
2	SPLS 3_100 Ba Ct2	170	-48	568	-87	-154	-1	588
3	SPLS 3_80 Ah All Cts	-263	-404	1823	-100	-472	18	1887
4	SPLS 3_80 Ah All Cts	-492	586	2915	67	-762	21	3018

Project: RLL-TLB380
Masttype: HB+6_s (160 gr)
Mast: 1055



Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (140 gr)
 Number: 1151

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

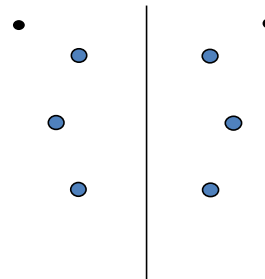
Geleiderbelastingen

Algemeen

Benaming HB+19_s (140 gr)
 Masttype Hoekmast
 Aantal circuits 2
 Configuratie 2-circuit-verticaal
 Aantal bliksemgeleiders 2

Uitgangspunten

Norm NEN-EN50341-2-15:2019
 Gevolgklasse initieel CC2
 Betrouwbaarheidsniveau initieel Nieuwbouw
 Referentieperiode initieel 50 jaar
 CC2
 Betrouwbaarheidsniveau na aanpassing n.v.t.
 50 jaar
 Windgebied III
 Windsnelheid (m/s) 24,5 m/s
 Terreincategorie II
 Reductiefactor C_{dir} 1,00
 IJsg gebied fasegeleider B
 IJsg gebied bliksemgeleider A



Configuratie geleiders

Geleiders Back

Omschrijving	Spanning	Geleider Back	Bundel Ba	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden P_{back}
Circuit 1	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Circuit 2	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	3 %	3 %	1800

Geleiders Ahead

Omschrijving	Spanning	Geleider Ahead	Bundel Ah	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden P_{ahead}
Circuit 1	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Circuit 2	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	3 %	3 %	1800

Isolatoren (1)

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m ²]
Circuit 1	Afspanketting	3,00	6,50	1,10
Circuit 2	Afspanketting	3,00	6,50	1,10
Bliksemdraad 1	Afspanketting	0,20	0,20	0,10
Bliksemdraad 2	Afspanketting	0,20	0,20	0,10

1. Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset

Ophanghoogte en positie in mast

Circuits	Aanduiding	Nummer	Ophanghoogte	Aangrijppunt	Positie in mast Horizontale afstand
Circuit 1	10	380ct1f1	46,5 m	46,5 m	7,9 m
Circuit 1	11	380ct1f2	56,0 m	56,0 m	11,6 m
Circuit 1	12	380ct1f3	66,0 m	66,0 m	8,4 m
Circuit 2	20	380ct2f1	46,5 m	46,5 m	-7,9 m
Circuit 2	21	380ct2f2	56,0 m	56,0 m	-11,6 m
Circuit 2	22	380ct2f3	66,0 m	66,0 m	-8,4 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	71,1 m	71,1 m	14,1 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	71,1 m	71,1 m	-14,1 m

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (140 gr)
 Number: 1151

Hoogteaanpassing naastgelegen masten (aanpassing wind- en weight span)

	Back	Ahead	
Verhoging voor windbelasting	0,0 m	5,0 m	(positief: omhoog)
Verlaging voor verticale belasting	-19,0 m	-9,0 m	(negatief: omlaag, grotere weight span)
Verlaging:	Niet in 0,9EG-combinaties		

Hoogteafwijking mastbeeld naastgelegen masten en richtingsverandering t.o.v. Lijnrichting

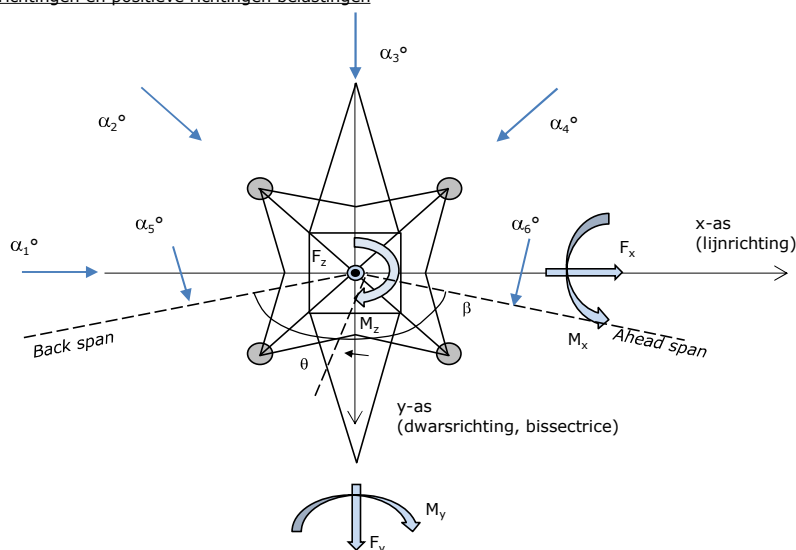
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			Δh back	Δh ahead	Δy back	Δy ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	21	380ct2f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m

Lijn- en mastgegevens

	Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3)/\Sigma L}$	400,0	400,0 m
Lijnhoek β	140 °	
Rotatie mast t.o.v. bissectrice θ	0 °	
Vaklengte	400	400 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Beschouwde windrichtingen	α_1	0 °
Windrichtingen volgens: Geleiderbelastingen	α_2	45 °
	α_3	90 °
	α_4	135 °
	α_5	70 °
	α_6	110 °

Windrichtingen gelden t.o.v. hoofdrichting mastconstructie, niet t.o.v. bissectrice.

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



Beschouwd aantal windrichtingen

1a	6
3	6
4	1
6	1
Overig	1

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (140 gr)
 Number: 1151

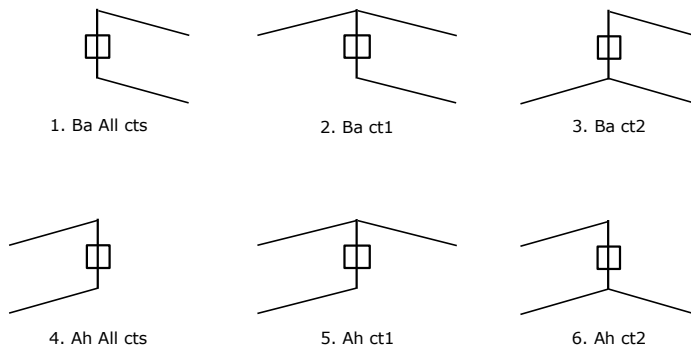
Geleiderafval

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	380ct1f1	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f2	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f3	1	0	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f1	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f2	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f3	0	1	1	0	1	0
Bliksemdraad 1	b1	1	0	1	0	1	0
Bliksemdraad 2	b2	0	1	1	0	1	0

Belastingsituaties SPLS

Beschouwde situaties SPLS: 1 t/m 6, alle mogelijke situaties.

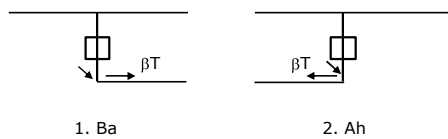
Principe belastingssituaties:



Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

Beschouwde situaties geleiderbreuk 5a: 1 en 2, alle mogelijke situaties.

Principe belastingssituaties:



Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (140 gr)
 Number: 1151

Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

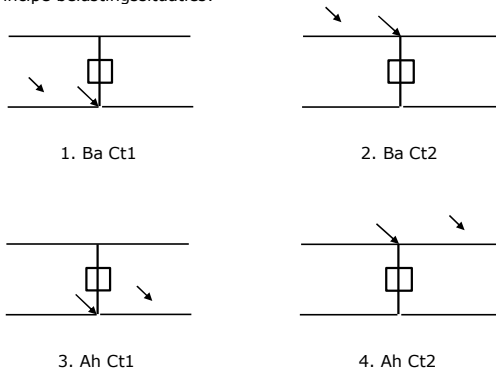
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden in ULS en in iedere SPLS-situatie (in geval van hoekmast) toegepast.

	Fase	Bliksem
Lijnwagen	4,0 kN	2,0 kN
Puntlast op traverse	1,0 kN	1,0 kN

Beschouwde situaties bouw- en onderhoud 6a: 1 t/m 4, alle mogelijke situaties.

Aanwezigheid lijnwagen: Circuit, belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders per circuit.

Principe belastingssituaties:



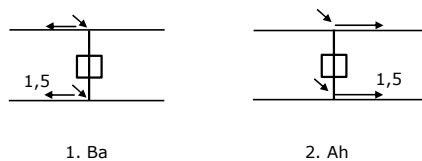
Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

Geleider		
Steunmast fase	0,866 W	1,5 W
Steunmast bliksem	1,5 EDS	1,5 W
Hoekmast fase en bliksem	1,5 EDS	1,5 W

Beschouwde situaties lijndansen 8: 1 en 2, alle mogelijke situaties.

Belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders van het circuit.

Principe belastingssituaties:



Belastingcombinatie 8. Lijndansen als dynamische belasting

Alleen van toepassing op hoek- en eindmasten
 Belasting bestaat uit EDS-trekbelasting in één van de geleiders aan één zijde van de mast
 Door gebruiker via het belastingsspectrum van tabel 4.11/NL.1 om te zetten naar spanningspectrum

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (140 gr)
 Number: 1151

Mastconstructie

Eigenschappen

Masttype	Hoekmast	
Mastbenaming	HB+19_s (140 gr)	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	71,1 m	
Gewicht mast	905,3 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>		
	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	16,00	16,00 m
Helling van de randstijl	0,153	0,153 -
Factor spatkracht	1,1	1,1 -

Berekening windbelasting

Dynamische invloed G_T	1,00 (Masthoogte < 60 m)
Windbelasting overhoeks op mastlichaam evenredig met:	$(A1C1\sin^2(\phi)+A2C2\cos^2(\phi))$
Windbelasting overhoeks op traverse evenredig met:	$(A1C1\sin^2(\phi)+A2C2\cos^2(\phi))$
Vergroting wind overhoeks mastlichaam	$(1+0,2\sin^2(2\phi))$
Vergroting wind overhoeks traverse	$(1+0,2\sin^2(2\phi))$
Factor wind evenwijdig t.o.v. haaks op traverse	0,4

Eigenschappen mastsecties langsrichting (vooraanzicht, yz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b ₁ [m]	b ₂ [m]	Δh [m]	Δ _x [m]	A ₀ [m ²]	A ₁ [m ²]	χ = A ₁ /A ₀ [-]	C _t
Broekstuk	34,00	16,00	5,58	34,00	0,153	366,78	72,37	0,20	2,94
Tussenstuk1	40,30	5,58	4,88	6,30	0,055	32,94	12,27	0,37	2,30
Tussenstuk2	46,50	4,88	4,20	6,20	0,055	28,15	9,85	0,35	2,37
Bovenstuk1	56,00	4,20	3,35	9,50	0,045	35,84	14,39	0,40	2,21
Bovenstuk2	68,80	3,35	2,19	12,80	0,045	35,44	12,83	0,36	2,33
Topstuk	70,50	2,19		1,70		1,86	0,32	0,17	3,05
Ondertraverse	46,50	6,80		2,80		9,52	2,88	0,30	2,52
Middentraverse	56,00	10,45		2,90		15,16	4,54	0,30	2,54
Boventraverse	66,00	13,85		2,84		19,64	5,55	0,28	2,60

Eigenschappen mastsecties dwarsrichting (zijaanzicht, xz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b ₁ [m]	b ₂ [m]	Δh [m]	Δ _x [m]	A ₀ [m ²]	A ₁ [m ²]	χ = A ₁ /A ₀ [-]	C _t
Broekstuk	34,00	16,00	5,58	34,00	0,153	366,78	72,37	0,20	2,94
Tussenstuk1	40,30	5,58	4,88	6,30	0,055	32,94	12,27	0,37	2,30
Tussenstuk2	46,50	4,88	4,20	6,20	0,055	28,15	9,85	0,35	2,37
Bovenstuk1	56,00	4,20	3,35	9,50	0,045	35,84	14,39	0,40	2,21
Bovenstuk2	68,80	3,35	2,19	12,80	0,045	35,44	12,83	0,36	2,33
Topstuk	70,50	2,19		1,70		1,86	0,32	0,17	3,05
Ondertraverse	46,50	6,80		2,80		9,52	2,88	0,30	2,52
Middentraverse	56,00	10,45		2,90		15,16	4,54	0,30	2,54
Boventraverse	66,00	13,85		2,84		19,64	5,55	0,28	2,60

NB: oppervlakte traverse dwarsrichting van de tabel wordt in berekening gereduceerd.
 NB: oppervlakte traverse per zijde, dus helft van totaal van twee traveses.

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (140 gr)
 Number: 1151

Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m ² /m)	Factor	Δh	A ₁
Broekstuk	0,14	0,71	34,0	3,4
Tussenstuk1	0,14	0,71	6,3	0,6
Tussenstuk2	0,14	0,71	6,2	0,6
Bovenstuk1	0,14	0,71	9,5	0,9
Bovenstuk2				

Invoer antennes

Omschrijving	A (m ²)	h (m)	C _i (m)
Antenne top			
Antenne o.t.	4,7	52,7	1,5

Belastingen mastsectie langsrichting (x-richting) per windrichting

Omschrijving	P _w [kN/m ²]	F _{x1} [kN]	F _{x2} [kN]	F _{x3} [kN]	F _{x4} [kN]	h _{ef} [m]	M _{y1} [kNm]	M _{y2} [kNm]	M _{y3} [kNm]	M _{y4} [kNm]
Broekstuk	0,83	177,8	150,9	0,0	-150,9	17,0	3022,3	2564,5	0,0	-2564,5
Tussenstuk1	1,05	29,6	25,1	0,0	-25,1	37,2	1098,2	931,9	0,0	-931,9
Tussenstuk2	1,09	25,5	21,6	0,0	-21,6	43,4	1106,8	939,2	0,0	-939,2
Bovenstuk1	1,15	36,5	31,0	0,0	-31,0	51,3	1870,6	1587,2	0,0	-1587,2
Bovenstuk2	1,20	35,9	30,5	0,0	-30,5	62,4	2241,2	1901,7	0,0	-1901,7
Topstuk	1,24	1,2	1,0	0,0	-1,0	69,7	85,0	72,1	0,0	-72,1
Ondertraverse	1,12	16,3	9,7	0,0	-9,7	47,4	773,2	459,3	0,0	-459,3
Middentraverse	1,17	27,1	16,1	0,0	-16,1	57,0	1541,5	915,6	0,0	-915,6
Boventraverse	1,22	35,3	21,0	0,0	-21,0	66,9	2362,6	1403,3	0,0	-1403,3
Totaal		385,1	306,8	0,0	-306,8		14101,3	10774,7	0,0	-10774,7

Belastingen mastsectie dwarsrichting (y-richting) per windrichting

Omschrijving	P _w [kN/m ²]	F _{y1} [kN]	F _{y2} [kN]	F _{y3} [kN]	F _{y4} [kN]	h _{ef} [m]	M _{x1} [kNm]	M _{x2} [kNm]	M _{x3} [kNm]	M _{x4} [kNm]
Broekstuk	0,83	0,0	150,9	177,8	150,9	17,0	0,0	2564,5	3022,3	2564,5
Tussenstuk1	1,05	0,0	25,1	29,6	25,1	37,2	0,0	931,9	1098,2	931,9
Tussenstuk2	1,09	0,0	21,6	25,5	21,6	43,4	0,0	939,2	1106,8	939,2
Bovenstuk1	1,15	0,0	31,0	36,5	31,0	51,3	0,0	1587,2	1870,6	1587,2
Bovenstuk2	1,20	0,0	30,5	35,9	30,5	62,4	0,0	1901,7	2241,2	1901,7
Topstuk	1,24	0,0	1,0	1,2	1,0	69,7	0,0	72,1	85,0	72,1
Ondertraverse	1,12	0,0	9,7	6,5	9,7	47,4	0,0	459,3	309,3	459,3
Middentraverse	1,17	0,0	16,1	10,8	16,1	57,0	0,0	915,6	616,6	915,6
Boventraverse	1,22	0,0	21,0	14,1	21,0	66,9	0,0	1403,3	945,0	1403,3
Totaal		0,0	306,8	337,9	306,8		0,0	10774,7	11295,0	10774,7

Resulterende belastingen vanuit mastconstructie incl. antenne zonder geleiders niveau fundatie (kar. waarde)

Belasting / windrichting	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Permanente belasting	0	0	905	0	0	0
Windrichting 0°	393	0	0	0	14529	0
Windrichting 45°	313	313	0	11077	11077	0
Windrichting 90°	0	346	0	11723	0	0
Windrichting 135°	-313	313	0	11077	-11077	0

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (140 gr)
 Number: 1151

Tussenresultaten geleiderbelastingen

Geleiders back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm ²]	G [N/m]	E [N/mm ²]	αT [-]
Circuit 1	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Circuit 2	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Bliksemdraad 1	AACSR 241-AL3-39-A20SA	21,8	281,0	9,38	70165	1,97E-05
Bliksemdraad 2	OPGW AFL-226/38	21,7	264,0	9,13	72000	1,98E-05

Geleiders ahead

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm ²]	G [N/m]	E [N/mm ²]	αT [-]
Circuit 1	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Circuit 2	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Bliksemdraad 1	AACSR 241-AL3-39-A20SA	21,8	281,0	9,38	70165	1,97E-05
Bliksemdraad 2	OPGW AFL-226/38	21,7	264,0	9,13	72000	1,98E-05

Verticale belasting back

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsgebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Circuit 2	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Bliksemdraad 1	1	3	9,7	A	15+0,4d	23,7	23,7
Bliksemdraad 2	1	3	9,4	A	15+0,4d	23,7	23,7

Verticale belasting ahead

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsgebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Circuit 2	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Bliksemdraad 1	1	3	9,7	A	15+0,4d	23,7	23,7
Bliksemdraad 2	1	3	9,4	A	15+0,4d	23,7	23,7

Isolatoren

Geleider	$G_{isolator}$ [kN]	Aantal	$F_{v,iso}$ [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m ²]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m ²]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	3,00	1	3	6,5	1,1	47,00	1,12	1,2	1,47
380ct1f2	3,00	1	3	6,5	1,1	56,50	1,17	1,2	1,55
380ct1f3	3,00	1	3	6,5	1,1	66,50	1,22	1,2	1,61
380ct2f1	3,00	1	3	6,5	1,1	47,00	1,12	1,2	1,47
380ct2f2	3,00	1	3	6,5	1,1	56,50	1,17	1,2	1,55
380ct2f3	3,00	1	3	6,5	1,1	66,50	1,22	1,2	1,61
bl1	0,20	1	0,2	0,2	0,1	71,60	1,24	1,2	0,15
bl2	0,20	1	0,2	0,2	0,1	71,60	1,24	1,2	0,15

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (140 gr)
 Number: 1151

Windbelasting back

Geleider	hoogte		G_{c_dwars}	G_{c_trek}	C_c	$d_{toeslag}$	w_y	$w_{y,vak}$	$D_{ijs,toeslag}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,vak}$
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	39,6	1,07	0,60	0,66	0,98	33,37	83,7	92,1	51,8	159,1	175,0
380ct1f2	49,1	1,13	0,62	0,68	0,96	33,37	89,3	98,2	51,8	173,2	190,4
380ct1f3	59,1	1,19	0,63	0,69	0,94	33,37	94,2	103,5	51,8	185,9	204,3
380ct2f1	39,6	1,07	0,60	0,66	0,98	33,37	83,7	92,1	51,8	159,1	175,0
380ct2f2	49,1	1,13	0,62	0,68	0,96	33,37	89,3	98,2	51,8	173,2	190,4
380ct2f3	59,1	1,19	0,63	0,69	0,94	33,37	94,2	103,5	51,8	185,9	204,3
bl1	64,2	1,21	0,64	0,70	1,17	22,45	20,2	22,2	63,8	58,9	64,8
bl2	64,2	1,21	0,64	0,70	1,17	22,35	20,2	22,2	63,7	58,9	64,7

Windbelasting ahead

Geleider	hoogte		G_{c_dwars}	G_{c_trek}	C_c	$d_{toeslag}$	w_y	$w_{y,vak}$	$D_{ijs,toeslag}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,vak}$
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	42,1	1,09	0,60	0,66	0,98	33,37	85,3	93,8	51,8	163,0	179,3
380ct1f2	51,6	1,14	0,62	0,68	0,96	33,37	90,6	99,6	51,8	176,5	194,1
380ct1f3	61,6	1,20	0,63	0,70	0,94	33,37	95,3	104,7	51,8	188,8	207,4
380ct2f1	42,1	1,09	0,60	0,66	0,98	33,37	85,3	93,8	51,8	163,0	179,3
380ct2f2	51,6	1,14	0,62	0,68	0,96	33,37	90,6	99,6	51,8	176,5	194,1
380ct2f3	61,6	1,20	0,63	0,70	0,94	33,37	95,3	104,7	51,8	188,8	207,4
bl1	66,7	1,22	0,64	0,70	1,17	22,45	20,5	22,5	63,8	59,8	65,7
bl2	66,7	1,22	0,64	0,70	1,17	22,35	20,4	22,5	63,7	59,7	65,6

NB: belastingen w_v gelden voor bundel

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+19_s (140 gr)
 Mast: 1151

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

Geleiderbelastingen

Uitgangspunten
 Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2
 Referentieperiode 50 jaar

ULS (bezwijksterkte)		NEN-EN50341-2-15:2019							
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	γ_G		γ_Q			γ_a A_k	
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	Q_{pk}	Q_{wk}	Q_{ik}		
ULS 1a	Wind	10°	1,20	1,20	0,00	1,50	0,00	0,0	
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk alleen mast	10°	0,90	1,20	0,00	1,50	0,00	0,0	
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk ook geleider	10°	0,90	0,90	0,00	1,50	0,00	0,0	
ULS 3	Wind+ijs	-5°	1,20	1,20	0,00	0,45	1,50	0,0	
ULS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,20	0,00	0,45	1,50	0,0	
ULS 4	Koude+wind	-20°	1,20	1,20	0,00	0,30	0,00	0,0	
ULS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,20	0,00	0,30	0,00	0,0	
ULS 5a	Torsiebelastingen	10°	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,0	
ULS 5b	Longitudinale belastingen	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0	
ULS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	1,50	0,30	0,00	0,0	
ULS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	0,00	0,30	0,00	0,0	
ULS 7	Permanent	10°	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00	0,0	
ULS 8	Special	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0	
SPLS (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)				γ_G G_k	γ_Q Q_{pk} Q_{wk} Q_{ik}			A_k	
SPLS 1a	Wind	10°	1,20	1,20	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	1,20	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	0,90	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 3	Wind+ijs	-5°	1,20	1,20	0,0	0,36	0,34	0,0	
SPLS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,20	0,0	0,36	0,34	0,0	
SPLS 4	Koude+wind	-20°	1,20	1,20	0,0	0,24	0,00	0,0	
SPLS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,20	0,0	0,24	0,00	0,0	
SPLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	1,2	0,24	0,0	0,0	
SPLS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	0,0	0,24	0,0	0,0	
SLS (controle van de vervormingen, vermoeiing, EDS)				G_k	Q_{pk} Q_{wk} Q_{ik}			A_k	
SLS 1a	Wind	10°	1,00	1,00	0,0	1,00	0,0	0,0	
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,30	1,00	0,0	
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0	
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0	
SLS 7	PB (EDS, geen wind)	10°	1,00	1,00	0,0	0,00	0,0	0,0	

Aantal windrichtingen 6
 Aantal belastingcombinaties ULS 72
 Aantal belastingcombinaties SPLS 222
 Aantal belastingcombinaties SLS 15
 Aantal knooplasten 6798

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+19_s (140 gr)
 Mast: 1151

Samenvattingstabellen geleiderbelastingen

In de onderstaande vier tabellen is weergegeven:

- De maximale geleiderbelasting in het globale assenstelsel, gesplitst in aandeel van back en ahead span
- De gecombineerde geleiderbelasting (Ba+Ah) in het globale assenstelsel met in het lokale assenstelsel de maximaal optredende trekkracht. Componenten Fx en Fy als absolute waarde
- De alledaagse (EDS) waarden van de gecombineerde geleiderbelastingen (Ba+Ah) met bijbehorende trekkrachten
- Controle op uplift, waar een negatieve waarde duidt op uplift

Maximale waarden voor back en ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-62,6	62,8	28,5	28,6	12,9	11,2
380ct1f1	-246,1	246,9	110,5	111,8	46,4	39,7
380ct1f2	-249,2	250,0	115,2	116,3	46,6	39,8
380ct1f3	-252,3	253,0	119,2	120,2	46,7	39,9
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
380ct2f1	-246,1	246,9	110,5	111,8	46,4	39,7
380ct2f2	-249,2	250,0	115,2	116,3	46,6	39,8
380ct2f3	-252,3	253,0	119,2	120,2	46,7	39,9
bl2	-61,7	61,9	28,2	28,3	12,8	11,1
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	529,7	552,0	526,0
380ct1f1	527,1	549,2	526,0
380ct1f2	527,3	549,5	526,0
380ct1f3	527,4	549,9	526,0
Post-isolator 1			
Post-isolator 2			
Post-isolator 3			
380ct2f1	527,1	549,2	526,0
380ct2f2	527,3	549,5	526,0
380ct2f3	527,4	549,9	526,0
bl2	529,9	552,5	526,0
Post-isolator 4			
Post-isolator 5			
Post-isolator 6			

Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	667,8	499,6
380ct1f1	586,3	522,3
380ct1f2	592,5	523,7
380ct1f3	597,9	525,1
Post-isolator 1		
Post-isolator 2		
Post-isolator 3		
380ct2f1	586,3	522,3
380ct2f2	592,5	523,7
380ct2f3	597,9	525,1
bl2	671,7	499,0
Post-isolator 4		
Post-isolator 5		
Post-isolator 6		

Omhullende weight span over alle combinaties (incl. 0,9 combinaties)

Voor alle geleiders

		Wind / Weight span verhouding
Max. weight span	671,7 m	1,679 -
Min. weight span	330,6 m	0,826 -

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+19_s (140 gr)
 Mast: 1151

Maximale waarden back+ahead span **Maximale waarden trekkracht geleider**

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	38,4	54,9	12,9	-68,6	68,8
380ct1f1	192,2	205,4	46,4	-267,3	268,4
380ct1f2	195,6	213,4	46,6	-271,2	272,1
380ct1f3	198,9	220,4	46,7	-274,8	275,7
Post-isolato	4,0	4,0	5,4	0,0	
Post-isolato	2,1	2,1	2,7	0,0	
Post-isolato	2,2	2,2	2,7	0,0	
380ct2f1	192,2	205,4	46,4	-267,3	268,4
380ct2f2	195,6	213,4	46,6	-271,2	272,1
380ct2f3	198,9	220,4	46,7	-274,8	275,7
bl2	37,9	54,2	12,8	-67,6	67,8
Post-isolato	4,0	4,0	5,4	0,0	
Post-isolato	2,1	2,1	2,7	0,0	
Post-isolato	2,2	2,2	2,7	0,0	

EDS-belastingen geleiders

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	16,3	5,9	3,0	-17,4	17,4
380ct1f1	123,4	44,9	23,8	-131,3	131,3
380ct1f2	123,4	44,9	23,8	-131,3	131,3
380ct1f3	123,4	44,9	23,8	-131,3	131,3
Post-isolato	0,0	0,0	4,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	2,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	2,0	0,0	
380ct2f1	123,4	44,9	23,8	-131,3	131,3
380ct2f2	123,4	44,9	23,8	-131,3	131,3
380ct2f3	123,4	44,9	23,8	-131,3	131,3
bl2	15,9	5,8	2,9	-16,9	16,9
Post-isolato	0,0	0,0	4,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	2,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	2,0	0,0	

Controle uplift SLS-wind

Combinatie: Geleider	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4		
bl1	0,0	0,0
380ct1f1	0,0	0,0
380ct1f2	0,0	0,0
380ct1f3	0,0	0,0
Post-isolato	0,0	
Post-isolato	0,0	
Post-isolato	0,0	
380ct2f1	0,0	0,0
380ct2f2	0,0	0,0
380ct2f3	0,0	0,0
bl2	0,0	0,0
Post-isolato	0,0	
Post-isolato	0,0	
Post-isolato	0,0	

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+19_s (140 gr)
 Mast: 1151

ULS-fundatiebelasting combinatie 1 en 3 wind haaks op de lijn of bissectrice en EDS, vanuit geleiders

Combinatie	Combination	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90		10	1376	390	78779	583	0
ULS 1a_0,9_0		32	662	266	37639	1785	0
ULS 1a_0,9_0,9_90		11	1321	194	75676	642	0
ULS 3_0		14	1088	573	62337	781	0
SLS 7		0	563	293	31946	0	0

ULS-fundatiebelasting combinatie 1 en 3 wind haaks op de lijn of bissectrice en EDS, totaal geleiders en mast

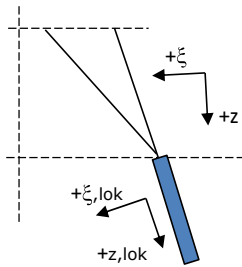
Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90	10	1895	1476	96363	583	0
ULS 1a_0,9_0,9_90	11	1840	1008	93260	642	0
SLS 7	0	563	1198	31946	0	0

Fundatiebelastingen, selectie belastingcombinaties op basis grootste waarde

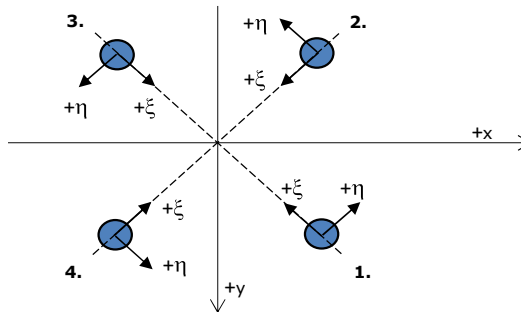
Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90	10	1895	1476	96363	583	0
SPLS 3_110 Ba All Cts	1202	637	1308	33487	69783	7
SPLS 3_110 Ah Ct1	-560	827	1414	43496	-30717	-5999
ULS 1a_110	136	1827	1466	92213	12413	1

Noot: grootste waarden kunnen in meerdere combinaties voorkomen, een combinatie is weergegeven.

Oplegreacties op fundering per randstijl



Assenstelsels



Maximale drukbelasting

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_110	582	584	3636	-1	-824	-36	3721
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts	264	-307	1729	31	-404	-29	1770
3	ULS 8 Ba	-217	-295	1625	-55	-362	-10	1662
4	ULS 1a_70	-577	578	3601	1	-817	-36	3685

Maximale trekbelasting

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 8 Ba	-110	-188	-992	55	211	-4	-1015
2	ULS 1a_0,9_70	-469	471	-2963	-1	664	22	-3032
3	ULS 1a_0,9_110	475	477	-3002	2	673	22	-3071
4	SPLS 1a_0,9_0 Ba All Cts	169	-212	-1166	-31	270	17	-1194

Maximale torsiebelasting (positief)

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_90 Ah Ct2	246	1	738	173	-175	-15	756
2	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct1	-133	-105	-67	168	20	6	-69
3	SPLS 3_90 Ba Ct1	240	429	-2148	133	473	8	-2197
4	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	-349	530	2791	128	-622	-17	2856

Maximale torsiebelasting (negatief)

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct2	352	532	2807	-128	-625	-16	2872
2	SPLS 3_90 Ah Ct1	-238	426	-2134	-133	470	7	-2183
3	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct1	135	-103	-78	-169	22	5	-80
4	SPLS 3_90 Ba Ct2	-244	-1	729	-174	-172	-14	745

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+19_s (140 gr)
 Mast: 1151

Combinatie Ftrek+Fhor

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	ULS 8 Ba	-110	-188	-992	55	211	-4	-1015
2	SPLS 3_0,9_70 Ah All Cts	-432	483	-2962	-36	647	5	-3031
3	SPLS 3_0,9_110 Ba All Cts	435	486	-2981	36	651	5	-3050
4	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	149	-213	-1151	-46	256	6	-1178

Permanente belasting

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SLS 7	219	191	1298	20	-290	-9	1328
2	SLS 7	-118	90	-699	20	147	-4	-715
3	SLS 7	118	90	-699	-20	147	-4	-715
4	SLS 7	-219	191	1298	-20	-290	-9	1328

Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
Max. druk	ULS 1a_110	582	584	3636	-1	-824	-36	3721
Max. trek	ULS 1a_0,9_110	475	477	-3002	2	673	22	-3071
Max. pos. torsie	SPLS 3_90 Ah Ct2	246	1	738	173	-175	-15	756
Max. neg. torsie	SPLS 3_90 Ba Ct2	-244	-1	729	-174	-172	-14	745
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0,9_110 Ba All Cts	435	486	-2981	36	651	5	-3050

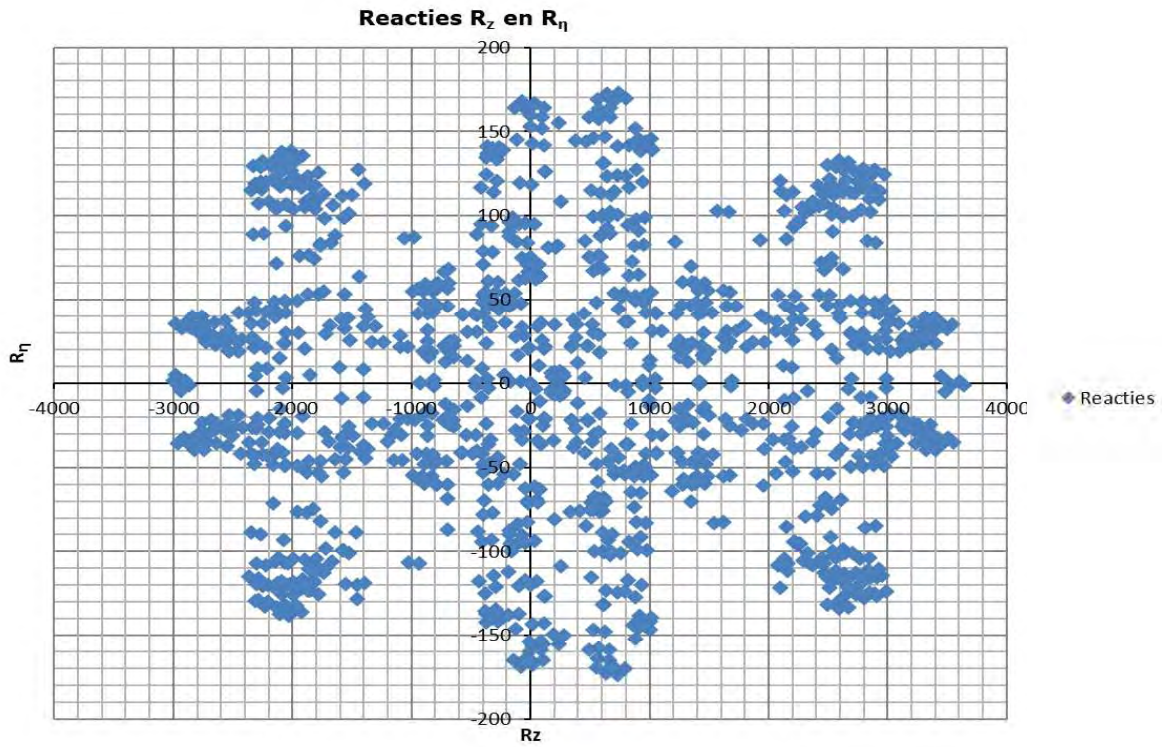
Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 3_0,9_110 Ah All Cts	-96	-164	-890	48	184	-9	-910
2	ULS 1a_0,9_70	-469	471	-2963	-1	664	22	-3032
3	ULS 1a_0,9_110	475	477	-3002	2	673	22	-3071
4	SPLS 3_0,9_70 Ba All Cts	97	-165	-895	-48	185	-9	-916

Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	ULS 1a_110	582	584	3636	-1	-824	-36	3721
2	SPLS 3_70 Ba All Cts	193	-261	1468	48	-322	-3	1502
3	SPLS 3_110 Ah All Cts	-194	-262	1474	-48	-323	-3	1508
4	ULS 1a_70	-577	578	3601	1	-817	-36	3685

Project: RLL-TLB380
Masttype: HB+19_s (140 gr)
Mast: 1151



Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (160 gr)
 Number: 1151

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

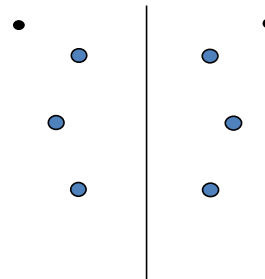
Geleiderbelastingen

Algemeen

Benaming HB+19_s (160 gr)
 Masttype Hoekmast
 Aantal circuits 2
 Configuratie 2-circuit-verticaal
 Aantal bliksemgeleiders 2

Uitgangspunten

Norm NEN-EN50341-2-15:2019
 Gevolgklasse initieel CC2
 Betrouwbaarheidsniveau initieel Nieuwbouw
 Referentieperiode initieel 50 jaar
 CC2
 Betrouwbaarheidsniveau na aanpassing n.v.t.
 50 jaar
 Windgebied III
 Windsnelheid (m/s) 24,5 m/s
 Terreincategorie II
 Reductiefactor C_{dir} 1,00
 IJsgebied fasegeleider B
 IJsgebied bliksemgeleider A



Configuratie geleiders

Geleiders Back

Omschrijving	Spanning	Geleider Back	Bundel Ba	IJsgebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden P_{back}
Circuit 1	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Circuit 2	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	3 %	3 %	1800

Geleiders Ahead

Omschrijving	Spanning	Geleider Ahead	Bundel Ah	IJsgebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden P_{ahead}
Circuit 1	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Circuit 2	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	3 %	3 %	1800

Isolatoren (1)

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m ²]
Circuit 1	Afspanketting	3,00	6,50	1,10
Circuit 2	Afspanketting	3,00	6,50	1,10
Bliksemdraad 1	Afspanketting	0,20	0,20	0,10
Bliksemdraad 2	Afspanketting	0,20	0,20	0,10

1. Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset

Ophanghoogte en positie in mast

Circuits	Aanduiding	Nummer	Ophanghoogte	Aangrijppunt	Positie in mast Horizontale afstand
Circuit 1	10	380ct1f1	46,5 m	46,5 m	7,9 m
Circuit 1	11	380ct1f2	56,0 m	56,0 m	11,6 m
Circuit 1	12	380ct1f3	66,0 m	66,0 m	8,4 m
Circuit 2	20	380ct2f1	46,5 m	46,5 m	-7,9 m
Circuit 2	21	380ct2f2	56,0 m	56,0 m	-11,6 m
Circuit 2	22	380ct2f3	66,0 m	66,0 m	-8,4 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	71,1 m	71,1 m	14,1 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	71,1 m	71,1 m	-14,1 m

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (160 gr)
 Number: 1151

Hoogteaanpassing naastgelegen masten (aanpassing wind- en weicht span)

	Back	Ahead	
Verhoging voor windbelasting	0,0 m	5,0 m	(positief: omhoog)
Verlaging voor verticale belasting	-19,0 m	-9,0 m	(negatief: omlaag, grotere weicht span)
Verlaging:	Niet in 0,9EG-combinaties		

Hoogteafwijking mastbeeld naastgelegen masten en richtingsverandering t.o.v. Lijnrichting

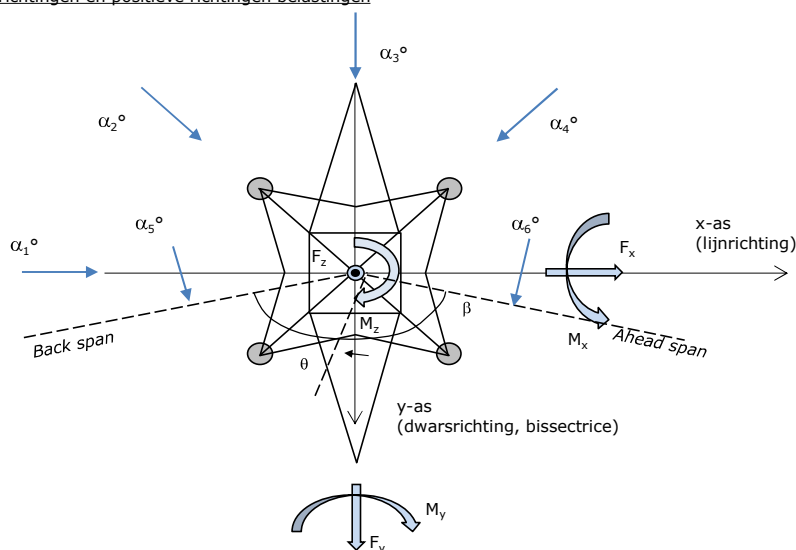
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			Δh back	Δh ahead	Δy back	Δy ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	21	380ct2f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m

Lijn- en mastgegevens

	Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3)/\Sigma L}$	400,0	400,0 m
Lijnhoek β	160 °	
Rotatie mast t.o.v. bissectrice θ	0 °	
Vaklengte	400	400 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Beschouwde windrichtingen	α_1	0 °
Windrichtingen volgens:	α_2	45 °
Geleiderbelastingen	α_3	90 °
	α_4	135 °
	α_5	80 °
	α_6	100 °

Windrichtingen gelden t.o.v. hoofdrichting mastconstructie, niet t.o.v. bissectrice.

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



Beschouwd aantal windrichtingen

1a	6
3	6
4	1
6	1
Overig	1

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (160 gr)
 Number: 1151

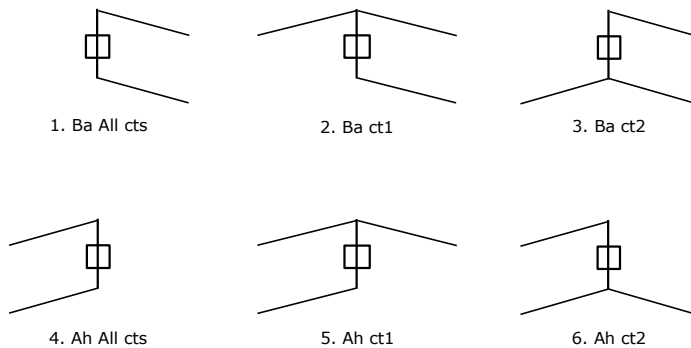
Geleiderafval

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	380ct1f1	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f2	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f3	1	0	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f1	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f2	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f3	0	1	1	0	1	0
Bliksemdraad 1	b1	1	0	1	0	1	0
Bliksemdraad 2	b2	0	1	1	0	1	0

Belastingsituaties SPLS

Beschouwde situaties SPLS: 1 t/m 6, alle mogelijke situaties.

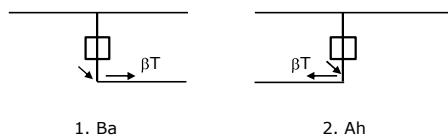
Principe belastingssituaties:



Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

Beschouwde situaties geleiderbreuk 5a: 1 en 2, alle mogelijke situaties.

Principe belastingssituaties:



Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (160 gr)
 Number: 1151

Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

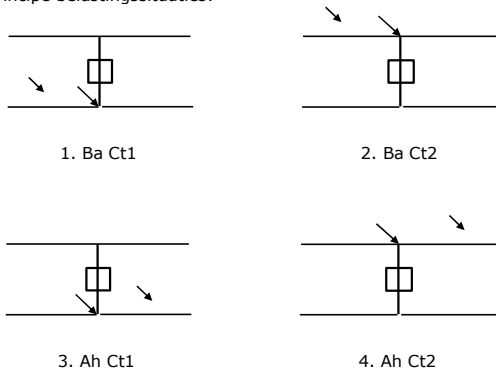
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden in ULS en in iedere SPLS-situatie (in geval van hoekmast) toegepast.

	Fase	Bliksem
Lijnwagen	4,0 kN	2,0 kN
Puntlast op traverse	1,0 kN	1,0 kN

Beschouwde situaties bouw- en onderhoud 6a: 1 t/m 4, alle mogelijke situaties.

Aanwezigheid lijnwagen: Circuit, belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders per circuit.

Principe belastingssituaties:



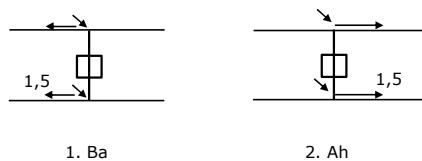
Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

Geleider		
Steunmast fase	0,866 W	1,5 W
Steunmast bliksem	1,5 EDS	1,5 W
Hoekmast fase en bliksem	1,5 EDS	1,5 W

Beschouwde situaties lijndansen 8: 1 en 2, alle mogelijke situaties.

Belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders van het circuit.

Principe belastingssituaties:



Belastingcombinatie 8. Lijndansen als dynamische belasting

Alleen van toepassing op hoek- en eindmasten
 Belasting bestaat uit EDS-trekbelasting in één van de geleiders aan één zijde van de mast
 Door gebruiker via het belastingsspectrum van tabel 4.11/NL.1 om te zetten naar spanningspectrum

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (160 gr)
 Number: 1151

Mastconstructie

Eigenschappen

Masttype	Hoekmast	
Mastbenaming	HB+19_s (160 gr)	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	71,1 m	
Gewicht mast	905,3 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>		
	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	16,00	16,00 m
Helling van de randstijl	0,153	0,153 -
Factor spatkracht	1,1	1,1 -

Berekening windbelasting

Dynamische invloed G_T	1,00 (Masthoogte < 60 m)
Windbelasting overhoeks op mastlichaam evenredig met:	$(A1C1\sin^2(\phi)+A2C2\cos^2(\phi))$
Windbelasting overhoeks op traverse evenredig met:	$(A1C1\sin^2(\phi)+A2C2\cos^2(\phi))$
Vergroting wind overhoeks mastlichaam	$(1+0,2\sin^2(2\phi))$
Vergroting wind overhoeks traverse	$(1+0,2\sin^2(2\phi))$
Factor wind evenwijdig t.o.v. haaks op traverse	0,4

Eigenschappen mastsecties langsrichting (vooraanzicht, yz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b ₁ [m]	b ₂ [m]	Δh [m]	Δ _x [m]	A ₀ [m ²]	A ₁ [m ²]	χ = A ₁ /A ₀ [-]	C _t
Broekstuk	34,00	16,00	5,58	34,00	0,153	366,78	72,37	0,20	2,94
Tussenstuk1	40,30	5,58	4,88	6,30	0,055	32,94	12,27	0,37	2,30
Tussenstuk2	46,50	4,88	4,20	6,20	0,055	28,15	9,85	0,35	2,37
Bovenstuk1	56,00	4,20	3,35	9,50	0,045	35,84	14,39	0,40	2,21
Bovenstuk2	68,80	3,35	2,19	12,80	0,045	35,44	12,83	0,36	2,33
Topstuk	70,50	2,19		1,70		1,86	0,32	0,17	3,05
Ondertraverse	46,50	6,80		2,80		9,52	2,88	0,30	2,52
Middentraverse	56,00	10,45		2,90		15,16	4,54	0,30	2,54
Boventraverse	66,00	13,85		2,84		19,64	5,55	0,28	2,60

Eigenschappen mastsecties dwarsrichting (zijaanzicht, xz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b ₁ [m]	b ₂ [m]	Δh [m]	Δ _x [m]	A ₀ [m ²]	A ₁ [m ²]	χ = A ₁ /A ₀ [-]	C _t
Broekstuk	34,00	16,00	5,58	34,00	0,153	366,78	72,37	0,20	2,94
Tussenstuk1	40,30	5,58	4,88	6,30	0,055	32,94	12,27	0,37	2,30
Tussenstuk2	46,50	4,88	4,20	6,20	0,055	28,15	9,85	0,35	2,37
Bovenstuk1	56,00	4,20	3,35	9,50	0,045	35,84	14,39	0,40	2,21
Bovenstuk2	68,80	3,35	2,19	12,80	0,045	35,44	12,83	0,36	2,33
Topstuk	70,50	2,19		1,70		1,86	0,32	0,17	3,05
Ondertraverse	46,50	6,80		2,80		9,52	2,88	0,30	2,52
Middentraverse	56,00	10,45		2,90		15,16	4,54	0,30	2,54
Boventraverse	66,00	13,85		2,84		19,64	5,55	0,28	2,60

NB: oppervlakte traverse dwarsrichting van de tabel wordt in berekening gereduceerd.
 NB: oppervlakte traverse per zijde, dus helft van totaal van twee traveses.

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (160 gr)
 Number: 1151

Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m ² /m)	Factor	Δh	A ₁
Broekstuk	0,14	0,71	34,0	3,4
Tussenstuk1	0,14	0,71	6,3	0,6
Tussenstuk2	0,14	0,71	6,2	0,6
Bovenstuk1	0,14	0,71	9,5	0,9
Bovenstuk2				

Invoer antennes

Omschrijving	A (m ²)	h (m)	C _i (m)
Antenne top			
Antenne o.t.	4,7	52,7	1,5

Belastingen mastsectie langsrichting (x-richting) per windrichting

Omschrijving	P _w [kN/m ²]	F _{x1} [kN]	F _{x2} [kN]	F _{x3} [kN]	F _{x4} [kN]	h _{ef} [m]	M _{y1} [kNm]	M _{y2} [kNm]	M _{y3} [kNm]	M _{y4} [kNm]
Broekstuk	0,83	177,8	150,9	0,0	-150,9	17,0	3022,3	2564,5	0,0	-2564,5
Tussenstuk1	1,05	29,6	25,1	0,0	-25,1	37,2	1098,2	931,9	0,0	-931,9
Tussenstuk2	1,09	25,5	21,6	0,0	-21,6	43,4	1106,8	939,2	0,0	-939,2
Bovenstuk1	1,15	36,5	31,0	0,0	-31,0	51,3	1870,6	1587,2	0,0	-1587,2
Bovenstuk2	1,20	35,9	30,5	0,0	-30,5	62,4	2241,2	1901,7	0,0	-1901,7
Topstuk	1,24	1,2	1,0	0,0	-1,0	69,7	85,0	72,1	0,0	-72,1
Ondertraverse	1,12	16,3	9,7	0,0	-9,7	47,4	773,2	459,3	0,0	-459,3
Middentraverse	1,17	27,1	16,1	0,0	-16,1	57,0	1541,5	915,6	0,0	-915,6
Boventraverse	1,22	35,3	21,0	0,0	-21,0	66,9	2362,6	1403,3	0,0	-1403,3
Totaal		385,1	306,8	0,0	-306,8		14101,3	10774,7	0,0	-10774,7

Belastingen mastsectie dwarsrichting (y-richting) per windrichting

Omschrijving	P _w [kN/m ²]	F _{y1} [kN]	F _{y2} [kN]	F _{y3} [kN]	F _{y4} [kN]	h _{ef} [m]	M _{x1} [kNm]	M _{x2} [kNm]	M _{x3} [kNm]	M _{x4} [kNm]
Broekstuk	0,83	0,0	150,9	177,8	150,9	17,0	0,0	2564,5	3022,3	2564,5
Tussenstuk1	1,05	0,0	25,1	29,6	25,1	37,2	0,0	931,9	1098,2	931,9
Tussenstuk2	1,09	0,0	21,6	25,5	21,6	43,4	0,0	939,2	1106,8	939,2
Bovenstuk1	1,15	0,0	31,0	36,5	31,0	51,3	0,0	1587,2	1870,6	1587,2
Bovenstuk2	1,20	0,0	30,5	35,9	30,5	62,4	0,0	1901,7	2241,2	1901,7
Topstuk	1,24	0,0	1,0	1,2	1,0	69,7	0,0	72,1	85,0	72,1
Ondertraverse	1,12	0,0	9,7	6,5	9,7	47,4	0,0	459,3	309,3	459,3
Middentraverse	1,17	0,0	16,1	10,8	16,1	57,0	0,0	915,6	616,6	915,6
Boventraverse	1,22	0,0	21,0	14,1	21,0	66,9	0,0	1403,3	945,0	1403,3
Totaal		0,0	306,8	337,9	306,8		0,0	10774,7	11295,0	10774,7

Resulterende belastingen vanuit mastconstructie incl. antenne zonder geleiders niveau fundatie (kar. waarde)

Belasting / windrichting	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Permanente belasting	0	0	905	0	0	0
Windrichting 0°	393	0	0	0	14529	0
Windrichting 45°	313	313	0	11077	11077	0
Windrichting 90°	0	346	0	11723	0	0
Windrichting 135°	-313	313	0	11077	-11077	0

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (160 gr)
 Number: 1151

Tussenresultaten geleiderbelastingen

Geleiders back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm ²]	G [N/m]	E [N/mm ²]	αT [-]
Circuit 1	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Circuit 2	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Bliksemdraad 1	AACSR 241-AL3-39-A20SA	21,8	281,0	9,38	70165	1,97E-05
Bliksemdraad 2	OPGW AFL-226/38	21,7	264,0	9,13	72000	1,98E-05

Geleiders ahead

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm ²]	G [N/m]	E [N/mm ²]	αT [-]
Circuit 1	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Circuit 2	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Bliksemdraad 1	AACSR 241-AL3-39-A20SA	21,8	281,0	9,38	70165	1,97E-05
Bliksemdraad 2	OPGW AFL-226/38	21,7	264,0	9,13	72000	1,98E-05

Verticale belasting back

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsgebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Circuit 2	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Bliksemdraad 1	1	3	9,7	A	15+0,4d	23,7	23,7
Bliksemdraad 2	1	3	9,4	A	15+0,4d	23,7	23,7

Verticale belasting ahead

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsgebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Circuit 2	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Bliksemdraad 1	1	3	9,7	A	15+0,4d	23,7	23,7
Bliksemdraad 2	1	3	9,4	A	15+0,4d	23,7	23,7

Isolatoren

Geleider	$G_{isolator}$ [kN]	Aantal	$F_{v,iso}$ [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m ²]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m ²]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	3,00	1	3	6,5	1,1	47,00	1,12	1,2	1,47
380ct1f2	3,00	1	3	6,5	1,1	56,50	1,17	1,2	1,55
380ct1f3	3,00	1	3	6,5	1,1	66,50	1,22	1,2	1,61
380ct2f1	3,00	1	3	6,5	1,1	47,00	1,12	1,2	1,47
380ct2f2	3,00	1	3	6,5	1,1	56,50	1,17	1,2	1,55
380ct2f3	3,00	1	3	6,5	1,1	66,50	1,22	1,2	1,61
bl1	0,20	1	0,2	0,2	0,1	71,60	1,24	1,2	0,15
bl2	0,20	1	0,2	0,2	0,1	71,60	1,24	1,2	0,15

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (160 gr)
 Number: 1151

Windbelasting back

Geleider	hoogte		G_{c_dwars}	G_{c_trek}	C_c	$d_{toeslag}$	w_y	$w_{y,vak}$	$D_{ijs,toeslag}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,vak}$
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	39,6	1,07	0,60	0,66	0,98	33,37	83,7	92,1	51,8	159,1	175,0
380ct1f2	49,1	1,13	0,62	0,68	0,96	33,37	89,3	98,2	51,8	173,2	190,4
380ct1f3	59,1	1,19	0,63	0,69	0,94	33,37	94,2	103,5	51,8	185,9	204,3
380ct2f1	39,6	1,07	0,60	0,66	0,98	33,37	83,7	92,1	51,8	159,1	175,0
380ct2f2	49,1	1,13	0,62	0,68	0,96	33,37	89,3	98,2	51,8	173,2	190,4
380ct2f3	59,1	1,19	0,63	0,69	0,94	33,37	94,2	103,5	51,8	185,9	204,3
bl1	64,2	1,21	0,64	0,70	1,17	22,45	20,2	22,2	63,8	58,9	64,8
bl2	64,2	1,21	0,64	0,70	1,17	22,35	20,2	22,2	63,7	58,9	64,7

Windbelasting ahead

Geleider	hoogte		G_{c_dwars}	G_{c_trek}	C_c	$d_{toeslag}$	w_y	$w_{y,vak}$	$D_{ijs,toeslag}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,vak}$
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	42,1	1,09	0,60	0,66	0,98	33,37	85,3	93,8	51,8	163,0	179,3
380ct1f2	51,6	1,14	0,62	0,68	0,96	33,37	90,6	99,6	51,8	176,5	194,1
380ct1f3	61,6	1,20	0,63	0,70	0,94	33,37	95,3	104,7	51,8	188,8	207,4
380ct2f1	42,1	1,09	0,60	0,66	0,98	33,37	85,3	93,8	51,8	163,0	179,3
380ct2f2	51,6	1,14	0,62	0,68	0,96	33,37	90,6	99,6	51,8	176,5	194,1
380ct2f3	61,6	1,20	0,63	0,70	0,94	33,37	95,3	104,7	51,8	188,8	207,4
bl1	66,7	1,22	0,64	0,70	1,17	22,45	20,5	22,5	63,8	59,8	65,7
bl2	66,7	1,22	0,64	0,70	1,17	22,35	20,4	22,5	63,7	59,7	65,6

NB: belastingen w_v gelden voor bundel

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+19_s (160 gr)
 Mast: 1151

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

Geleiderbelastingen

Uitgangspunten

Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2
 Referentieperiode 50 jaar

ULS (bezwijksterkte)		NEN-EN50341-2-15:2019							
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	γ_G		γ_Q			γ_a A_k	
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	Q_{pk}	Q_{wk}	Q_{ik}		
ULS 1a	Wind	10°	1,20	1,20	0,00	1,50	0,00	0,0	
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk alleen mast	10°	0,90	1,20	0,00	1,50	0,00	0,0	
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk ook geleider	10°	0,90	0,90	0,00	1,50	0,00	0,0	
ULS 3	Wind+ijs	-5°	1,20	1,20	0,00	0,45	1,50	0,0	
ULS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,20	0,00	0,45	1,50	0,0	
ULS 4	Koude+wind	-20°	1,20	1,20	0,00	0,30	0,00	0,0	
ULS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,20	0,00	0,30	0,00	0,0	
ULS 5a	Torsiebelastingen	10°	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,0	
ULS 5b	Longitudinale belastingen	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0	
ULS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	1,50	0,30	0,00	0,0	
ULS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	0,00	0,30	0,00	0,0	
ULS 7	Permanent	10°	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00	0,0	
ULS 8	Special	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0	
SPLS (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)				γ_G G_k	γ_Q Q_{pk} Q_{wk} Q_{ik}			A_k	
SPLS 1a	Wind	10°	1,20	1,20	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	1,20	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	0,90	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 3	Wind+ijs	-5°	1,20	1,20	0,0	0,36	0,34	0,0	
SPLS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,20	0,0	0,36	0,34	0,0	
SPLS 4	Koude+wind	-20°	1,20	1,20	0,0	0,24	0,00	0,0	
SPLS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,20	0,0	0,24	0,00	0,0	
SPLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	1,2	0,24	0,0	0,0	
SPLS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	0,0	0,24	0,0	0,0	
SLS (controle van de vervormingen, vermoeiing, EDS)				G_k	Q_{pk}	Q_{wk}	Q_{ik}	A_k	
SLS 1a	Wind	10°	1,00	1,00	0,0	1,00	0,0	0,0	
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,30	1,00	0,0	
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0	
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0	
SLS 7	PB (EDS, geen wind)	10°	1,00	1,00	0,0	0,00	0,0	0,0	

Aantal windrichtingen 6
 Aantal belastingcombinaties ULS 72
 Aantal belastingcombinaties SPLS 222
 Aantal belastingcombinaties SLS 15
 Aantal knooplasten 6798

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+19_s (160 gr)
 Mast: 1151

Samenvattingstabellen geleiderbelastingen

In de onderstaande vier tabellen is weergegeven:

- De maximale geleiderbelasting in het globale assenstelsel, gesplitst in aandeel van back en ahead span
- De gecombineerde geleiderbelasting (Ba+Ah) in het globale assenstelsel met in het lokale assenstelsel de maximaal optredende trekkracht. Componenten Fx en Fy als absolute waarde
- De alledaagse (EDS) waarden van de gecombineerde geleiderbelastingen (Ba+Ah) met bijbehorende trekkrachten
- Controle op uplift, waar een negatieve waarde duidt op uplift

Maximale waarden voor back en ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-66,6	66,8	17,2	17,3	12,9	11,2
380ct1f1	-260,7	261,6	70,0	70,9	46,4	39,7
380ct1f2	-264,2	265,1	73,2	73,9	46,6	39,8
380ct1f3	-267,6	268,4	76,0	76,6	46,7	39,9
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
380ct2f1	-260,7	261,6	70,0	70,9	46,4	39,7
380ct2f2	-264,2	265,1	73,2	73,9	46,6	39,8
380ct2f3	-267,6	268,4	76,0	76,6	46,7	39,9
bl2	-65,7	65,8	17,0	17,1	12,8	11,1
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	526,3	553,7	526,0
380ct1f1	526,1	549,7	526,0
380ct1f2	526,1	550,2	526,0
380ct1f3	526,1	550,5	526,0
Post-isolator 1			
Post-isolator 2			
Post-isolator 3			
380ct2f1	526,1	549,7	526,0
380ct2f2	526,1	550,2	526,0
380ct2f3	526,1	550,5	526,0
bl2	526,3	554,2	526,0
Post-isolator 4			
Post-isolator 5			
Post-isolator 6			

Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	684,8	501,3
380ct1f1	595,7	523,9
380ct1f2	602,6	525,6
380ct1f3	608,6	527,2
Post-isolator 1		
Post-isolator 2		
Post-isolator 3		
380ct2f1	595,7	523,9
380ct2f2	602,6	525,6
380ct2f3	608,6	527,2
bl2	689,0	500,6
Post-isolator 4		
Post-isolator 5		
Post-isolator 6		

Omhullende weight span over alle combinaties (incl. 0,9 combinaties)

Voor alle geleiders

		Wind / Weight span verhouding
Max. weight span	689,0 m	1,723 -
Min. weight span	330,6 m	0,826 -

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+19_s (160 gr)
 Mast: 1151

Maximale waarden back+ahead span Maximale waarden trekkracht geleider

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	40,5	34,0	12,9	-68,6	68,8
380ct1f1	202,7	137,8	46,4	-267,3	268,4
380ct1f2	206,3	143,9	46,6	-271,2	272,1
380ct1f3	209,8	149,2	46,7	-274,8	275,7
Post-isolato	4,0	4,0	5,4	0,0	
Post-isolato	2,1	2,1	2,7	0,0	
Post-isolato	2,2	2,2	2,7	0,0	
380ct2f1	202,7	137,8	46,4	-267,3	268,4
380ct2f2	206,3	143,9	46,6	-271,2	272,1
380ct2f3	209,8	149,2	46,7	-274,8	275,7
bl2	40,0	33,7	12,8	-67,6	67,8
Post-isolato	4,0	4,0	5,4	0,0	
Post-isolato	2,1	2,1	2,7	0,0	
Post-isolato	2,2	2,2	2,7	0,0	

EDS-belastingen geleiders

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	17,1	3,0	3,0	-17,4	17,4
380ct1f1	129,3	22,8	23,8	-131,3	131,3
380ct1f2	129,3	22,8	23,8	-131,3	131,3
380ct1f3	129,3	22,8	23,8	-131,3	131,3
Post-isolato	0,0	0,0	4,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	2,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	2,0	0,0	
380ct2f1	129,3	22,8	23,8	-131,3	131,3
380ct2f2	129,3	22,8	23,8	-131,3	131,3
380ct2f3	129,3	22,8	23,8	-131,3	131,3
bl2	16,7	2,9	2,9	-16,9	16,9
Post-isolato	0,0	0,0	4,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	2,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	2,0	0,0	

Controle uplift SLS-wind

Combinatie: Geleider	Fz_ba	Fz_ah
	[kN]	[kN]
SLS 4 bl1	0,0	0,0
380ct1f1	0,0	0,0
380ct1f2	0,0	0,0
380ct1f3	0,0	0,0
Post-isolato	0,0	
Post-isolato	0,0	
Post-isolato	0,0	
380ct2f1	0,0	0,0
380ct2f2	0,0	0,0
380ct2f3	0,0	0,0
bl2	0,0	0,0
Post-isolato	0,0	
Post-isolato	0,0	
Post-isolato	0,0	

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+19_s (160 gr)
 Mast: 1151

ULS-fundatiebelasting combinatie 1 en 3 wind haaks op de lijn of bissectrice en EDS, vanuit geleiders

Combinatie	Combination	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
ULS 1a_90		13	935	395	53566	700	0
ULS 1a_0,9_0		19	331	266	18812	1013	0
ULS 1a_0,9_0,9_90		14	910	193	52131	760	0
ULS 3_0		6	551	573	31603	336	0
SLS 7		0	286	293	16220	0	0

ULS-fundatiebelasting combinatie 1 en 3 wind haaks op de lijn of bissectrice en EDS, totaal geleiders en mast

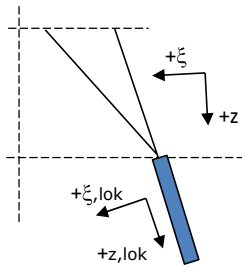
Combinatie	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
ULS 1a_90	13	1454	1482	71150	700	0
ULS 1a_0,9_0,9_90	14	1429	1007	69715	760	0
SLS 7	0	286	1198	16220	0	0

Fundatiebelastingen, selectie belastingcombinaties op basis grootste waarde

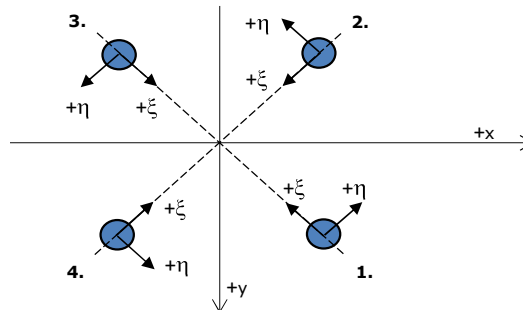
Combinatie	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
ULS 1a_90	13	1454	1482	71150	700	0
SPLS 3_90 Ba All Cts	1308	407	1307	20365	74782	8
SPLS 3_100 Ah Ct1	-639	536	1418	26946	-35976	-6328
SPLS 3_100 Ba All Cts	1295	411	1308	20589	74579	8

Noot: grootste waarden kunnen in meerdere combinaties voorkomen, een combinatie is weergegeven.

Oplegreacties op fundering per randstijl



Assenstelsels



Maximale drukbelasting

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 3_100 Ba All Cts	488	551	3301	-45	-734	-19	3378
2	SPLS 3_0 Ba All Cts	314	-372	2145	41	-484	-19	2194
3	ULS 8 Ba	-293	-364	2092	-50	-464	-11	2141
4	SPLS 3_80 Ah All Cts	-487	550	3295	45	-733	-19	3372

Maximale trekbelasting

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	ULS 8 Ba	-186	-256	-1459	50	313	-3	-1493
2	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-388	451	-2710	-45	594	6	-2773
3	SPLS 3_0,9_100 Ba All Cts	391	454	-2728	45	598	6	-2791
4	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	217	-275	-1572	-41	348	7	-1609

Maximale torsiebelasting (positief)

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 3_90 Ah Ct2	148	-98	98	174	-35	-14	100
2	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct1	-34	-204	577	169	-120	5	591
3	SPLS 3_90 Ba Ct1	151	372	-1673	156	370	7	-1712
4	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	-259	473	2315	151	-518	-16	2369

Maximale torsiebelasting (negatief)

Index	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct2	262	475	2332	-151	-521	-16	2387
2	SPLS 3_90 Ah Ct1	-148	369	-1657	-156	366	6	-1695
3	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct1	37	-203	562	-169	-117	4	576
4	SPLS 3_90 Ba Ct2	-145	-101	84	-174	-32	-13	86

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+19_s (160 gr)
 Mast: 1151

Combinatie Ftrek+Fhor

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	ULS 8 Ba	-186	-256	-1459	50	313	-3	-1493
2	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-388	451	-2710	-45	594	6	-2773
3	SPLS 3_0,9_100 Ba All Cts	391	454	-2728	45	598	6	-2791
4	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	217	-275	-1572	-41	348	7	-1609

Permanente belasting

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SLS 7	136	122	806	10	-182	-8	825
2	SLS 7	-35	21	-207	10	39	-5	-212
3	SLS 7	35	21	-207	-10	39	-5	-212
4	SLS 7	-136	122	806	-10	-182	-8	825

Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
Max. druk	SPLS 3_100 Ba All Cts	488	551	3301	-45	-734	-19	3378
Max. trek	SPLS 3_0,9_100 Ba All Cts	391	454	-2728	45	598	6	-2791
Max. pos. torsie	SPLS 3_90 Ah Ct2	148	-98	98	174	-35	-14	100
Max. neg. torsie	SPLS 3_90 Ba Ct2	-145	-101	84	-174	-32	-13	86
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0,9_100 Ba All Cts	391	454	-2728	45	598	6	-2791

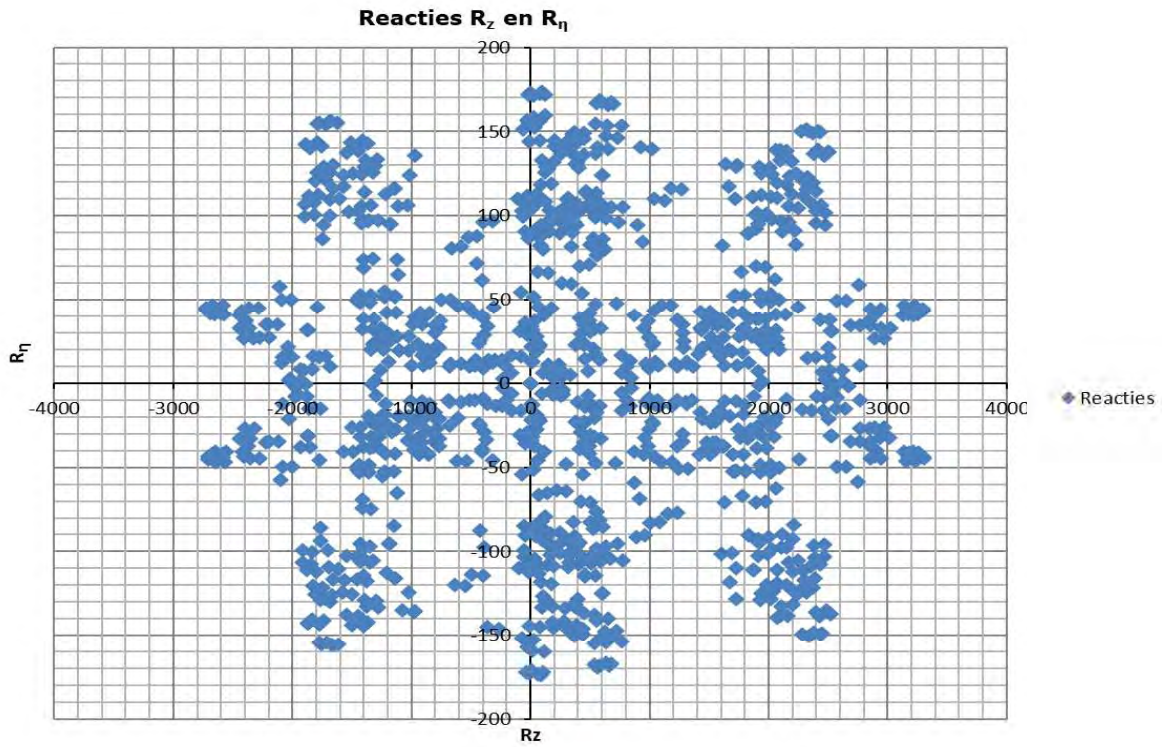
Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 3_0,9_100 Ah All Cts	-178	-246	-1432	48	300	-10	-1465
2	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-388	451	-2710	-45	594	6	-2773
3	SPLS 1a_0,9_100 Ba Ct2	373	232	-1916	-99	428	12	-1961
4	SPLS 3_0,9_100 Ba Ct2	-126	-117	-33	-172	-7	-14	-34

Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 1a_100 Ba Ct2	307	501	2522	-137	-571	-24	2581
2	SPLS 3_100 Ba Ct2	166	-29	636	-97	-138	0	651
3	SPLS 3_100 Ah All Cts	-276	-345	2017	-49	-439	-2	2063
4	SPLS 3_80 Ah All Cts	-487	550	3295	45	-733	-19	3372

Project: RLL-TLB380
Masttype: HB+19_s (160 gr)
Mast: 1151



Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (bouw)
 Number: 1151

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

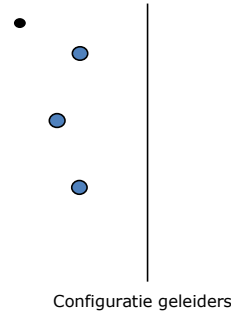
Geleiderbelastingen

Algemeen

Benaming HB+19_s (bouw)
 Masttype Hoekmast
 Aantal circuits 1
 Configuratie 2-circuit-verticaal
 Aantal bliksemgeleiders 1

Uitgangspunten

Norm NEN-EN50341-2-15:2019
 Gevolgklasse initieel CC2
 Betrouwbaarheidsniveau initieel Nieuwbouw
 Referentieperiode initieel 15 jaar
 Betrouwbaarheidsniveau na aanpassing n.v.t.
 15 jaar
 Windgebied III
 Windsnelheid (m/s) 24,5 m/s
 Terreincategorie II
 Reductiefactor C_{dir} 1,00
 IJsgebied fasegeleider B
 IJsgebied bliksemgeleider A



Geleiders Back

Omschrijving	Spanning	Geleider Back	Bundel Ba	IJsgebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden P_{back}
Circuit 1	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	3 %	3 %	1800

Geleiders Ahead

Omschrijving	Spanning	Geleider Ahead	Bundel Ah	IJsgebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden P_{ahead}
Circuit 1	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	3 %	3 %	1800

Isolatoren (1)

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m ²]
Circuit 1	Afspanketting	3,00	6,50	1,10
Bliksemdraad 1	Afspanketting	0,20	0,20	0,10

1. Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset

Ophanghoogte en positie in mast

Circuits	Aanduiding	Nummer	Ophanghoogte	Aangrijppunt	Positie in mast Horizontale afstand
Circuit 1	10	380ct1f1	46,5 m	46,5 m	7,9 m
Circuit 1	11	380ct1f2	56,0 m	56,0 m	11,6 m
Circuit 1	12	380ct1f3	66,0 m	66,0 m	8,4 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	71,1 m	71,1 m	14,1 m

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (bouw)
 Number: 1151

Hoogteaanpassing naastgelegen masten (aanpassing wind- en weight span)

	Back	Ahead	
Verhoging voor windbelasting	0,0 m	5,0 m	(positief: omhoog)
Verlaging voor verticale belasting	-19,0 m	-9,0 m	(negatief: omlaag, grotere weight span)
Verlaging:	Niet in 0,9EG-combinaties		

Hoogteafwijking mastbeeld naastgelegen masten en richtingsverandering t.o.v. Lijnrichting

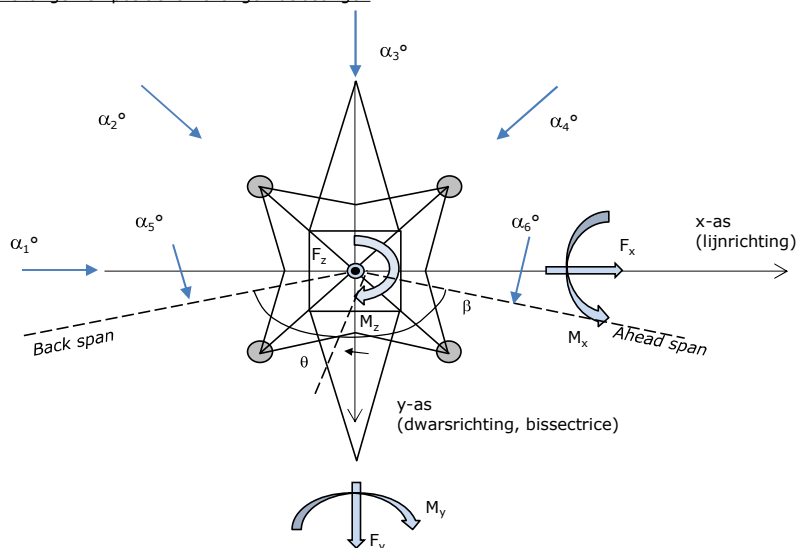
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			Δh back	Δh ahead	Δy back	Δy ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m

Lijn- en mastgegevens

	Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3)/\Sigma L}$	400,0	400,0 m
Lijnhoek	β	160 °
Rotatie mast t.o.v. bissectrice	θ	0 °
Vaklengte	400	400 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Beschouwde windrichtingen	α_1	0 °
Windrichtingen volgens: Geleiderbelastingen	α_2	45 °
	α_3	90 °
	α_4	135 °
	α_5	80 °
	α_6	100 °

Windrichtingen gelden t.o.v. hoofdrichting mastconstructie, niet t.o.v. bissectrice.

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



Beschouwd aantal windrichtingen

1a	6
3	6
4	1
6	1
Overig	1

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (bouw)
 Number: 1151

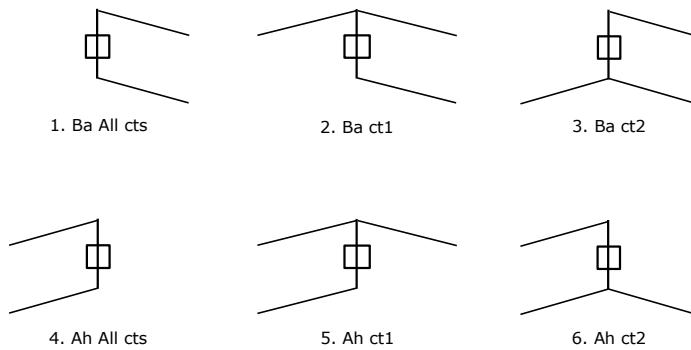
Geleiderafval

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	380ct1f1	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f2	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f3	1	0	1	0	1	0
Bliksemdraad 1	b1	1	0	1	0	1	0

Belastingsituaties SPLS

Beschouwde situaties SPLS: 1 t/m 6, alle mogelijke situaties.

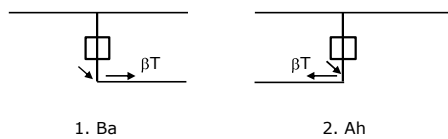
Principe belastingssituaties:



Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

Beschouwde situaties geleiderbreuk 5a: 1 en 2, alle mogelijke situaties.

Principe belastingssituaties:



Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (bouw)
 Number: 1151

Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

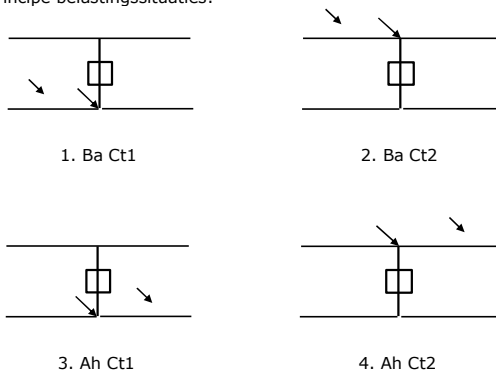
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden in ULS en in iedere SPLS-situatie (in geval van hoekmast) toegepast.

	Fase	Bliksem
Lijnwagen	4,0 kN	2,0 kN
Puntlast op traverse	1,0 kN	1,0 kN

Beschouwde situaties bouw- en onderhoud 6a: 1 t/m 4, alle mogelijke situaties.

Aanwezigheid lijnwagen: Circuit, belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders per circuit.

Principe belastingssituaties:



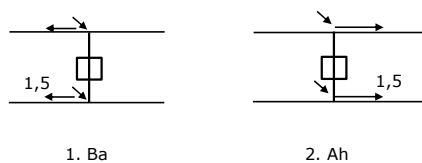
Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

Geleider		
Steunmast fase	0,866 W	1,5 W
Steunmast bliksem	1,5 EDS	1,5 W
Hoekmast fase en bliksem	1,5 EDS	1,5 W

Beschouwde situaties lijndansen 8: 1 en 2, alle mogelijke situaties.

Belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders van het circuit.

Principe belastingssituaties:



Belastingcombinatie 8. Lijndansen als dynamische belasting

Alleen van toepassing op hoek- en eindmasten

Belasting bestaat uit EDS-trekbelasting in één van de geleiders aan één zijde van de mast

Door gebruiker via het belastingsspectrum van tabel 4.11/NL.1 om te zetten naar spanningspectrum

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (bouw)
 Number: 1151

Mastconstructie

Eigenschappen

Masttype	Hoekmast	
Mastbenaming	HB+19_s (bouw)	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	71,1 m	
Gewicht mast	905,3 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>		
	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	16,00	16,00 m
Helling van de randstijl	0,153	0,153 -
Factor spatkracht	1,1	1,1 -

Berekening windbelasting

Dynamische invloed G_T	1,00 (Masthoogte < 60 m)
Windbelasting overhoeks op mastlichaam evenredig met:	$(A1C1\sin^2(\phi)+A2C2\cos^2(\phi))$
Windbelasting overhoeks op traverse evenredig met:	$(A1C1\sin^2(\phi)+A2C2\cos^2(\phi))$
Vergroting wind overhoeks mastlichaam	$(1+0,2\sin^2(2\phi))$
Vergroting wind overhoeks traverse	$(1+0,2\sin^2(2\phi))$
Factor wind evenwijdig t.o.v. haaks op traverse	0,4

Eigenschappen mastsecties langsrichting (vooraanzicht, yz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b ₁ [m]	b ₂ [m]	Δh [m]	Δ _x [m]	A ₀ [m ²]	A ₁ [m ²]	χ = A ₁ /A ₀ [-]	C _t
Broekstuk	34,00	16,00	5,58	34,00	0,153	366,78	72,37	0,20	2,94
Tussenstuk1	40,30	5,58	4,88	6,30	0,055	32,94	12,27	0,37	2,30
Tussenstuk2	46,50	4,88	4,20	6,20	0,055	28,15	9,85	0,35	2,37
Bovenstuk1	56,00	4,20	3,35	9,50	0,045	35,84	14,39	0,40	2,21
Bovenstuk2	68,80	3,35	2,19	12,80	0,045	35,44	12,83	0,36	2,33
Topstuk	70,50	2,19		1,70		1,86	0,32	0,17	3,05
Ondertraverse	46,50	6,80		2,80		9,52	2,88	0,30	2,52
Middentraverse	56,00	10,45		2,90		15,16	4,54	0,30	2,54
Boventraverse	66,00	13,85		2,84		19,64	5,55	0,28	2,60

Eigenschappen mastsecties dwarsrichting (zijaanzicht, xz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b ₁ [m]	b ₂ [m]	Δh [m]	Δ _x [m]	A ₀ [m ²]	A ₁ [m ²]	χ = A ₁ /A ₀ [-]	C _t
Broekstuk	34,00	16,00	5,58	34,00	0,153	366,78	72,37	0,20	2,94
Tussenstuk1	40,30	5,58	4,88	6,30	0,055	32,94	12,27	0,37	2,30
Tussenstuk2	46,50	4,88	4,20	6,20	0,055	28,15	9,85	0,35	2,37
Bovenstuk1	56,00	4,20	3,35	9,50	0,045	35,84	14,39	0,40	2,21
Bovenstuk2	68,80	3,35	2,19	12,80	0,045	35,44	12,83	0,36	2,33
Topstuk	70,50	2,19		1,70		1,86	0,32	0,17	3,05
Ondertraverse	46,50	6,80		2,80		9,52	2,88	0,30	2,52
Middentraverse	56,00	10,45		2,90		15,16	4,54	0,30	2,54
Boventraverse	66,00	13,85		2,84		19,64	5,55	0,28	2,60

NB: oppervlakte traverse dwarsrichting van de tabel wordt in berekening gereduceerd.
 NB: oppervlakte traverse per zijde, dus helft van totaal van twee traveses.

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (bouw)
 Number: 1151

Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m ² /m)	Factor	Δh	A ₁
Broekstuk	0,14	0,71	34,0	3,4
Tussenstuk1	0,14	0,71	6,3	0,6
Tussenstuk2	0,14	0,71	6,2	0,6
Bovenstuk1	0,14	0,71	9,5	0,9
Bovenstuk2				

Invoer antennes

Omschrijving	A (m ²)	h (m)	C _i (m)
Antenne top			
Antenne o.t.	4,7	52,7	1,5

Belastingen mastsectie langsrichting (x-richting) per windrichting

Omschrijving	P _w [kN/m ²]	F _{x1} [kN]	F _{x2} [kN]	F _{x3} [kN]	F _{x4} [kN]	h _{ef} [m]	M _{y1} [kNm]	M _{y2} [kNm]	M _{y3} [kNm]	M _{y4} [kNm]
Broekstuk	0,83	177,8	150,9	0,0	-150,9	17,0	3022,3	2564,5	0,0	-2564,5
Tussenstuk1	1,05	29,6	25,1	0,0	-25,1	37,2	1098,2	931,9	0,0	-931,9
Tussenstuk2	1,09	25,5	21,6	0,0	-21,6	43,4	1106,8	939,2	0,0	-939,2
Bovenstuk1	1,15	36,5	31,0	0,0	-31,0	51,3	1870,6	1587,2	0,0	-1587,2
Bovenstuk2	1,20	35,9	30,5	0,0	-30,5	62,4	2241,2	1901,7	0,0	-1901,7
Topstuk	1,24	1,2	1,0	0,0	-1,0	69,7	85,0	72,1	0,0	-72,1
Ondertraverse	1,12	16,3	9,7	0,0	-9,7	47,4	773,2	459,3	0,0	-459,3
Middentraverse	1,17	27,1	16,1	0,0	-16,1	57,0	1541,5	915,6	0,0	-915,6
Boventraverse	1,22	35,3	21,0	0,0	-21,0	66,9	2362,6	1403,3	0,0	-1403,3
Totaal		385,1	306,8	0,0	-306,8		14101,3	10774,7	0,0	-10774,7

Belastingen mastsectie dwarsrichting (y-richting) per windrichting

Omschrijving	P _w [kN/m ²]	F _{y1} [kN]	F _{y2} [kN]	F _{y3} [kN]	F _{y4} [kN]	h _{ef} [m]	M _{x1} [kNm]	M _{x2} [kNm]	M _{x3} [kNm]	M _{x4} [kNm]
Broekstuk	0,83	0,0	150,9	177,8	150,9	17,0	0,0	2564,5	3022,3	2564,5
Tussenstuk1	1,05	0,0	25,1	29,6	25,1	37,2	0,0	931,9	1098,2	931,9
Tussenstuk2	1,09	0,0	21,6	25,5	21,6	43,4	0,0	939,2	1106,8	939,2
Bovenstuk1	1,15	0,0	31,0	36,5	31,0	51,3	0,0	1587,2	1870,6	1587,2
Bovenstuk2	1,20	0,0	30,5	35,9	30,5	62,4	0,0	1901,7	2241,2	1901,7
Topstuk	1,24	0,0	1,0	1,2	1,0	69,7	0,0	72,1	85,0	72,1
Ondertraverse	1,12	0,0	9,7	6,5	9,7	47,4	0,0	459,3	309,3	459,3
Middentraverse	1,17	0,0	16,1	10,8	16,1	57,0	0,0	915,6	616,6	915,6
Boventraverse	1,22	0,0	21,0	14,1	21,0	66,9	0,0	1403,3	945,0	1403,3
Totaal		0,0	306,8	337,9	306,8		0,0	10774,7	11295,0	10774,7

Resulterende belastingen vanuit mastconstructie incl. antenne zonder geleiders niveau fundatie (kar. waarde)

Belasting / windrichting	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Permanente belasting	0	0	905	0	0	0
Windrichting 0°	393	0	0	0	14529	0
Windrichting 45°	313	313	0	11077	11077	0
Windrichting 90°	0	346	0	11723	0	0
Windrichting 135°	-313	313	0	11077	-11077	0

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (bouw)
 Number: 1151

Tussenresultaten geleiderbelastingen

Geleiders back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm ²]	G [N/m]	E [N/mm ²]	αT [-]
Circuit 1	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Bliksemdraad 1	AACSR 241-AL3-39-A20SA	21,8	281,0	9,38	70165	1,97E-05

Geleiders ahead

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm ²]	G [N/m]	E [N/mm ²]	αT [-]
Circuit 1	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Bliksemdraad 1	AACSR 241-AL3-39-A20SA	21,8	281,0	9,38	70165	1,97E-05

Verticale belasting back

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$w_{z,G}$ [N/m]	IJsgebied	Formule	$w_{z,ijs}$ [N/m]	$w_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Bliksemdraad 1	1	3	9,7	A	15+0,4d	23,7	23,7

Verticale belasting ahead

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$w_{z,G}$ [N/m]	IJsgebied	Formule	$w_{z,ijs}$ [N/m]	$w_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Bliksemdraad 1	1	3	9,7	A	15+0,4d	23,7	23,7

Isolatoren

Geleider	$G_{isolator}$ [kN]	Aantal	$F_{v,iso}$ [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m ²]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m ²]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	3,00	1	3	6,5	1,1	47,00	1,12	1,2	1,47
380ct1f2	3,00	1	3	6,5	1,1	56,50	1,17	1,2	1,55
380ct1f3	3,00	1	3	6,5	1,1	66,50	1,22	1,2	1,61
bl1	0,20	1	0,2	0,2	0,1	71,60	1,24	1,2	0,15

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (bouw)
 Number: 1151

Windbelasting back

Geleider	hoogte		G_{c_dwars}	G_{c_trek}	C_c	$d_{toeslag}$	w_y	$w_{y,vak}$	$D_{ijs,toeslag}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,vak}$
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	39,6	1,07	0,60	0,66	0,98	33,37	83,7	92,1	51,8	159,1	175,0
380ct1f2	49,1	1,13	0,62	0,68	0,96	33,37	89,3	98,2	51,8	173,2	190,4
380ct1f3	59,1	1,19	0,63	0,69	0,94	33,37	94,2	103,5	51,8	185,9	204,3
bl1	64,2	1,21	0,64	0,70	1,17	22,45	20,2	22,2	63,8	58,9	64,8

Windbelasting ahead

Geleider	hoogte		G_{c_dwars}	G_{c_trek}	C_c	$d_{toeslag}$	w_y	$w_{y,vak}$	$D_{ijs,toeslag}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,vak}$
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	42,1	1,09	0,60	0,66	0,98	33,37	85,3	93,8	51,8	163,0	179,3
380ct1f2	51,6	1,14	0,62	0,68	0,96	33,37	90,6	99,6	51,8	176,5	194,1
380ct1f3	61,6	1,20	0,63	0,70	0,94	33,37	95,3	104,7	51,8	188,8	207,4
bl1	66,7	1,22	0,64	0,70	1,17	22,45	20,5	22,5	63,8	59,8	65,7

NB: belastingen w_v gelden voor bundel

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+19_s (bouw)
 Mast: 1151

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

Geleiderbelastingen

Uitgangspunten

Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2
 Referentieperiode 15 jaar

ULS (bezwijksterkte)		NEN-EN50341-2-15:2019							γ_a
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	γ_G		γ_Q			A_k	
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	Q_{pk}	Q_{wk}	Q_{ik}		
ULS 1a	Wind	10°	1,20	1,20	0,00	1,25	0,00	0,0	
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk alleen mast	10°	0,90	1,20	0,00	1,25	0,00	0,0	
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk ook geleider	10°	0,90	0,90	0,00	1,25	0,00	0,0	
ULS 3	Wind+ijs	-5°	1,20	1,20	0,00	0,38	1,07	0,0	
ULS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,20	0,00	0,38	1,07	0,0	
ULS 4	Koude+wind	-20°	1,20	1,20	0,00	0,25	0,00	0,0	
ULS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,20	0,00	0,25	0,00	0,0	
ULS 5a	Torsiebelastingen	10°	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,0	
ULS 5b	Longitudinale belastingen	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0	
ULS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	1,50	0,25	0,00	0,0	
ULS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	0,00	0,25	0,00	0,0	
ULS 7	Permanent	10°	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00	0,0	
ULS 8	Special	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0	
SPLS (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)				γ_G	γ_Q			A_k	
			G_k		Q_{pk}	Q_{wk}	Q_{ik}		
SPLS 1a	Wind	10°	1,20	1,20	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	1,20	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	0,90	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 3	Wind+ijs	-5°	1,20	1,20	0,0	0,36	0,34	0,0	
SPLS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,20	0,0	0,36	0,34	0,0	
SPLS 4	Koude+wind	-20°	1,20	1,20	0,0	0,24	0,00	0,0	
SPLS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,20	0,0	0,24	0,00	0,0	
SPLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	1,2	0,24	0,0	0,0	
SPLS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	0,0	0,24	0,0	0,0	
SLS (controle van de vervormingen, vermoeiing, EDS)				G_k	Q_{pk}	Q_{wk}	Q_{ik}	A_k	
SLS 1a	Wind	10°	1,00	1,00	0,0	0,87	0,0	0,0	
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,26	0,71	0,0	
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,17	0,0	0,0	
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,17	0,0	0,0	
SLS 7	PB (EDS, geen wind)	10°	1,00	1,00	0,0	0,00	0,0	0,0	

Aantal windrichtingen 6
 Aantal belastingcombinaties ULS 54
 Aantal belastingcombinaties SPLS 210
 Aantal belastingcombinaties SLS 15
 Aantal knooplasten 3069

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+19_s (bouw)
 Mast: 1151

Samenvattingstabellen geleiderbelastingen

In de onderstaande vier tabellen is weergegeven:

- De maximale geleiderbelasting in het globale assenstelsel, gesplitst in aandeel van back en ahead span
- De gecombineerde geleiderbelasting (Ba+Ah) in het globale assenstelsel met in het lokale assenstelsel de maximaal optredende trekkracht. Componenten Fx en Fy als absolute waarde
- De alledaagse (EDS) waarden van de gecombineerde geleiderbelastingen (Ba+Ah) met bijbehorende trekkrachten
- Controle op uplift, waar een negatieve waarde duidt op uplift

Maximale waarden voor back en ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-54,7	54,9	14,2	14,3	9,8	8,4
380ct1f1	-235,5	236,3	61,7	62,5	41,6	35,5
380ct1f2	-238,5	239,2	64,4	65,0	41,7	35,6
380ct1f3	-241,3	242,0	66,7	67,2	41,9	35,7
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	526,2	551,3	526,0
380ct1f1	526,1	548,9	526,0
380ct1f2	526,1	549,3	526,0
380ct1f3	526,1	549,6	526,0
Post-isolator 1			
Post-isolator 2			
Post-isolator 3			

Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	653,3	513,8
380ct1f1	578,5	527,1
380ct1f2	584,1	528,7
380ct1f3	589,1	530,3
Post-isolator 1		
Post-isolator 2		
Post-isolator 3		

Omhullende weight span over alle combinaties (incl. 0,9 combinaties)

Voor alle geleiders

		Wind / Weight span verhouding
Max. weight span	653,3 m	1,633 -
Min. weight span	339,7 m	0,849 -

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+19_s (bouw)
 Mast: 1151

Geleider	Maximale waarden back+ahead span			Maximale waarden trekkracht geleider	
	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	40,5	28,1	9,8	-56,3	56,5
380ct1f1	202,7	121,7	41,6	-241,3	242,2
380ct1f2	206,3	126,7	41,7	-244,6	245,4
380ct1f3	209,8	131,1	41,9	-247,6	248,3
Post-isolato	3,4	3,4	5,4	0,0	
Post-isolato	1,8	1,8	2,7	0,0	
Post-isolato	1,8	1,8	2,7	0,0	

EDS-belastingen geleiders					
Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	17,1	3,0	3,0	-17,4	17,4
380ct1f1	129,3	22,8	23,8	-131,3	131,3
380ct1f2	129,3	22,8	23,8	-131,3	131,3
380ct1f3	129,3	22,8	23,8	-131,3	131,3
Post-isolato	0,0	0,0	4,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	2,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	2,0	0,0	

Controle uplift SLS-wind			
Combinatie: Geleider		Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4	bl1	0,0	0,0
	380ct1f1	0,0	0,0
	380ct1f2	0,0	0,0
	380ct1f3	0,0	0,0
	Post-isolato	0,0	
	Post-isolato	0,0	
	Post-isolato	0,0	

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+19_s (bouw)
 Mast: 1151

ULS-fundatiebelasting combinatie 1 en 3 wind haaks op de lijn of bissectrice en EDS, vanuit geleiders

Combinatie	Combination	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90		5	411	193	25369	288	49
ULS 1a_0,9_0		8	166	133	10671	423	75
ULS 1a_0,9_0,9_90		6	396	97	23604	320	55
ULS 3_0		3	249	254	16664	140	25
SLS 7		0	143	147	9507	0	0

ULS-fundatiebelasting combinatie 1 en 3 wind haaks op de lijn of bissectrice en EDS, totaal geleiders en mast

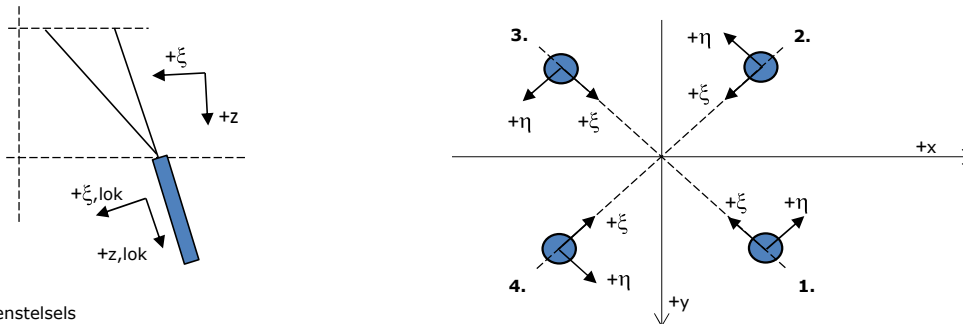
Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90	5	845	1279	40058	288	49
ULS 1a_0,9_0,9_90	6	830	912	38293	320	55
SLS 7	0	143	1052	9507	0	0

Fundatiebelastingen, selectie belastingcombinaties op basis grootste waarde

Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90	5	845	1279	40058	288	49
SPLS 1a_0_Ba All Cts	781	81	1184	5548	38252	4506
SPLS 3_100 Ba All Cts	637	269	1197	13491	36931	6325
SPLS 1a_80 Ba All Cts	615	425	1186	18868	33943	5411

Noot: grootste waarden kunnen in meerdere combinaties voorkomen, een combinatie is weergegeven.

Oplegreacties op fundering per randstijl



Assenstelsels

Maximale drukbelasting

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_η [kN]	R_ξ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 1a_80 Ba All Cts	388	250	1947	97	-451	-29	1992
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts	145	-302	1318	110	-316	-30	1349
3	ULS 8 Ba	-66	-291	1106	-159	-253	-13	1132
4	SPLS 1a_100 Ah All Cts	-388	250	1949	-97	-451	-29	1994

Maximale trekbelasting

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_η [kN]	R_ξ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_0,9_135 Ah All Cts	-160	-14	-571	-104	123	-1	-584
2	SPLS 3_100 Ba All Cts	-129	330	-1415	-142	325	18	-1448
3	SPLS 1a_0,9_80 Ba All Cts	130	332	-1421	143	327	19	-1454
4	SPLS 1a_0,9_0 Ba All Cts	200	-73	-804	89	193	19	-823

Maximale torsiebelasting (positief)

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_η [kN]	R_ξ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_90 Ba All Cts	382	216	1885	118	-423	-14	1929
2	SPLS 3_100 Ba All Cts	40	-277	1032	168	-224	0	1056
3	SPLS 3_0,9_100 Ba All Cts	92	323	-1343	163	293	2	-1374
4	SPLS 3_0,9_90 Ba All Cts	155	5	-535	113	106	-10	-547

Maximale torsiebelasting (negatief)

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_η [kN]	R_ξ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	-153	6	-526	-112	104	-10	-539
2	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-92	321	-1336	-162	292	2	-1367
3	SPLS 3_80 Ah All Cts	-40	-276	1027	-167	-223	-1	1051
4	SPLS 3_90 Ah All Cts	-383	216	1888	-118	-423	-14	1932

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+19_s (bouw)
 Mast: 1151

Combinatie Ftrek+Fhor

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 3_0,9_135 Ah All Cts	-160	-14	-571	-104	123	-1	-584
2	SPLS 1a_0,9_90 Ah All Cts	-120	330	-1402	-148	318	15	-1434
3	SPLS 1a_0,9_90 Ba All Cts	121	332	-1408	149	320	15	-1441
4	SPLS 1a_0,9_0 Ba All Cts	200	-73	-804	89	193	19	-823

Permanente belasting

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SLS 7	94	80	560	10	-123	-2	573
2	SLS 7	-6	-9	-34	10	-2	-9	-35
3	SLS 7	6	-9	-34	-10	-2	-9	-35
4	SLS 7	-94	80	560	-10	-123	-2	573

Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
Max. druk	SPLS 1a_100 Ah All Cts	-388	250	1949	-97	-451	-29	1994
Max. trek	SPLS 1a_0,9_80 Ba All Cts	130	332	-1421	143	327	19	-1454
Max. pos. torsie	SPLS 3_100 Ba All Cts	40	-277	1032	168	-224	0	1056
Max. neg. torsie	SPLS 3_80 Ah All Cts	-40	-276	1027	-167	-223	-1	1051
Comb. trek+torsie	SPLS 1a_0,9_90 Ba All Cts	121	332	-1408	149	320	15	-1441

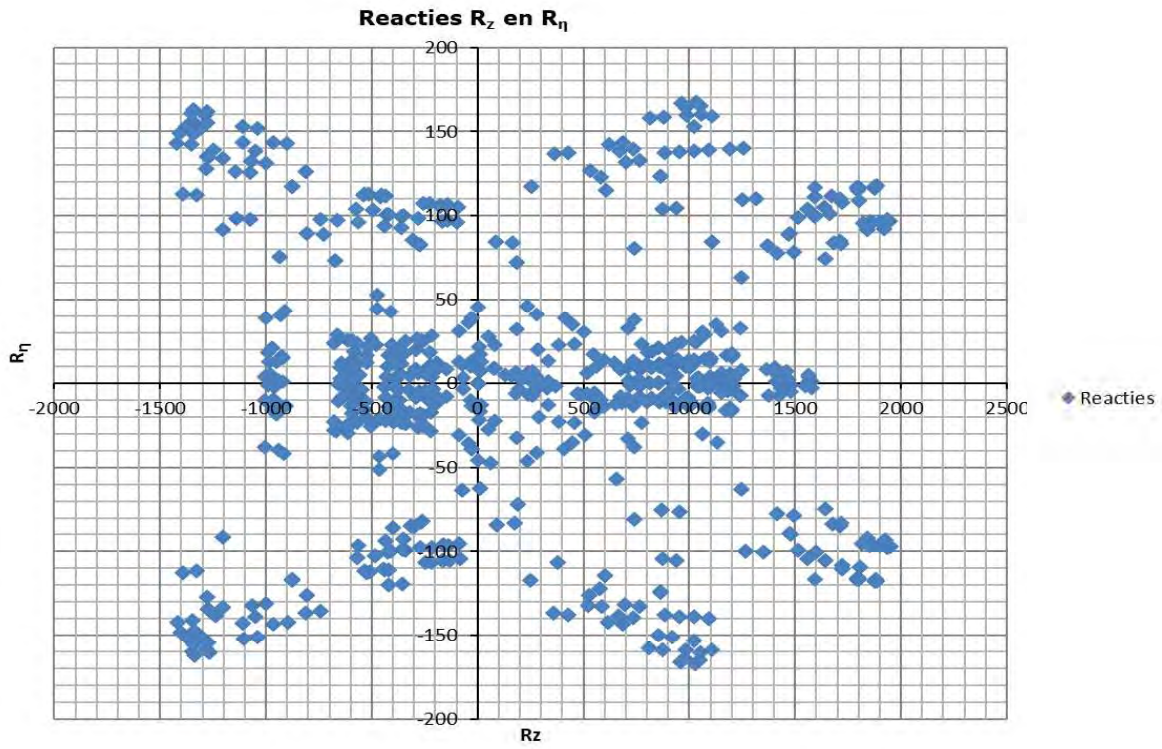
Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 3_0,9_100 Ah All Cts	-154	3	-532	-111	107	-9	-544
2	SPLS 1a_0,9_100 Ah All Cts	-129	330	-1415	-142	325	18	-1448
3	SLS 1a_45	142	102	-666	-28	172	28	-681
4	SLS 1a_0	-7	13	158	4	-14	20	161

Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 1a_80 Ba Ct2	206	202	1214	3	-289	-26	1242
2	SLS 1a_0	80	-77	368	-2	-111	-31	377
3	SPLS 3_100 Ah All Cts	-51	-277	1052	-160	-232	-4	1076
4	SPLS 1a_100 Ah All Cts	-388	250	1949	-97	-451	-29	1994

Project: RLL-TLB380
Masttype: HB+19_s (bouw)
Mast: 1151



Belastinggeval - afspannen

Date: 2021-07-29
Author: TBR
Version: 1.1

RLL-TLB
HB+19/s (afspannen)

Invoergegevens
Hoogteafwijking mastbeeld naastgelegen masten en richtingsverandering t.o.v. Lijnrichting

Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			Dh_back	Dh_ahead	Dy_back	Dy_ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	-19,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	-19,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	-19,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	-46,5	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	21	380ct2f2	-56,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	-66,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0	-19,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	-71,1	0,0 m	0,0	0,0 m

Lijn- en mastgegevens

		Back	Ahead
		106,7	400,0 m
Ruling span $\sqrt{(SL3/SL)}$		106,7	400,0 m
Lijnhoek	β	180 °	
Rotatie mast t.o.v. bissectrice	θ	-20 °	
Vaklengte		107	400 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld		0,5 m	
Beschouwde windrichtingen	a1	0 °	
Windrichtingen volgens:	a2	45 °	
<i>Geleiderbelastingen</i>	a3	90 °	
	a4	135 °	
	a5	110 °	
	a6	110 °	

Windrichtingen gelden t.o.v. hoofdrichting mastconstructie, niet t.o.v. bissectrice.

In onderstaande tabel zijn de optredende belastingen weergegeven, voor deze situatie geldt:

- belasting op geleider1, 10 t/m 12 en 20 t/m 22 zijn permanent aanwezig
- van de belasting op de overige geleiders is er telkens één aanwezig per belastingcombinatie

Uitvoer geleiderbelastingen

Belastingcombi	nummer	Fxtotaal	Fytotaal	Fztotaal	Ftrekahead	Ftrekback
ULS 6b_90	12	147,3	57,8	28,6	158,2	0,0
	11	147,7	58,3	28,6	158,7	0,0
	10	148,0	58,7	28,7	159,2	0,0
	15	-141,9	-50,4	73,9	0,0	-150,6
	14	-142,0	-50,3	87,4	0,0	-150,7
	13	-142,2	-50,3	101,6	0,0	-150,8
	1	20,2	8,3	3,6	21,8	0,0
	5	-19,0	-6,6	14,3	0,0	-20,1

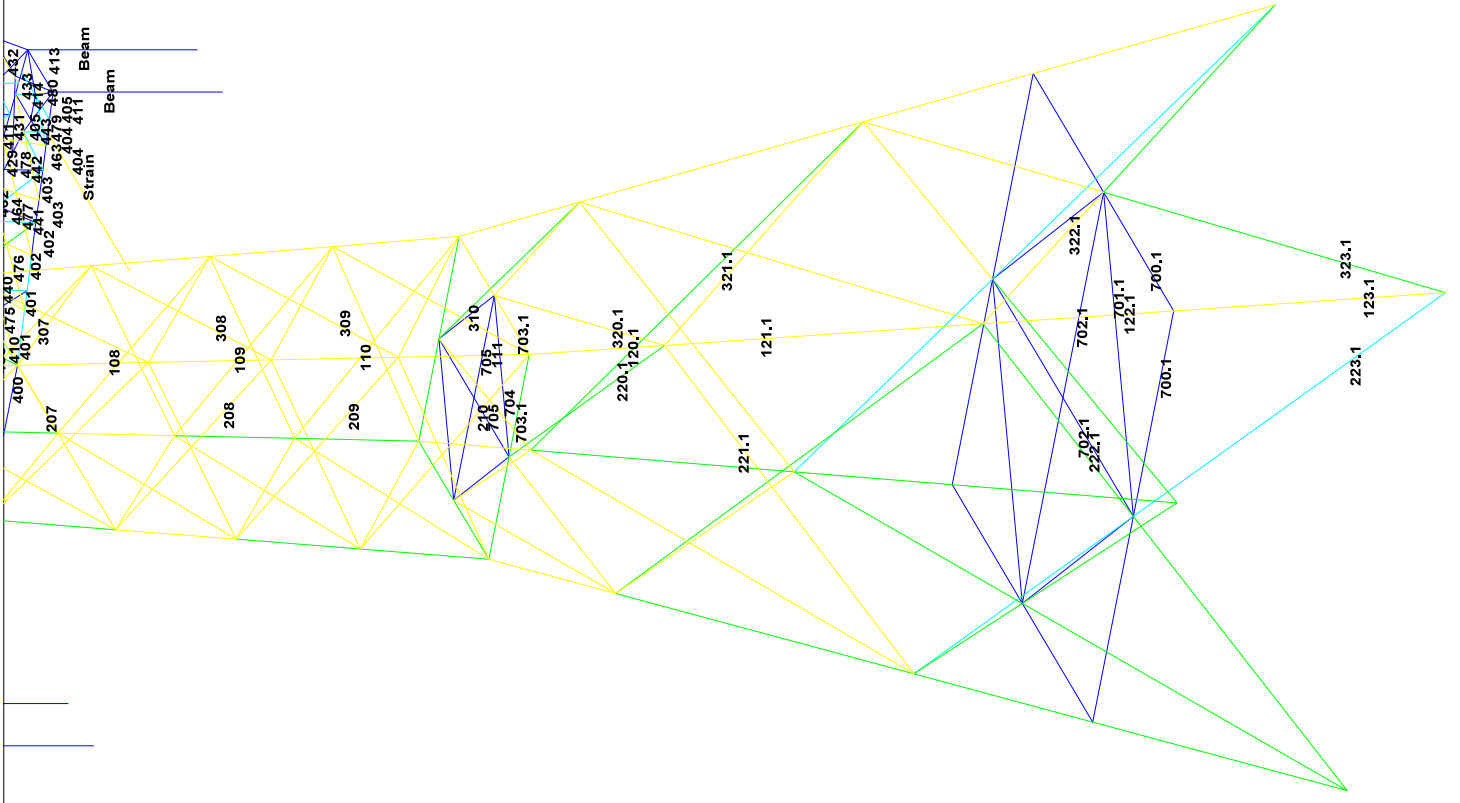
APPENDIX B

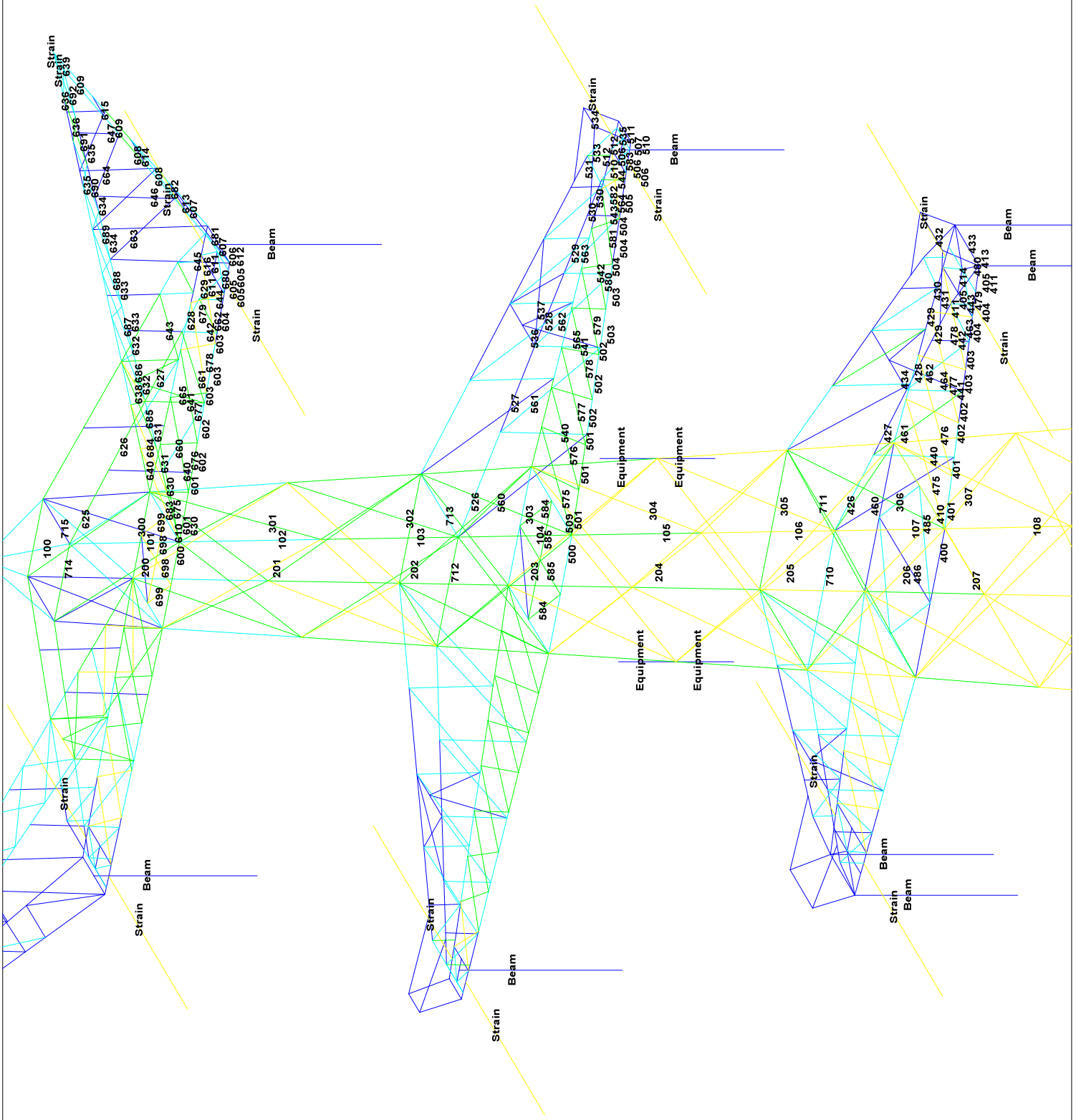
Resultaten PLS-TOWER

Deze Appendix bevat de resultaten uit PLS-TOWER voor de verschillende masttypen. De samenstelling van de bovenstukken zijn voor alle masttypen gelijk. De resultaten van het bovenstuk zijn dan ook alleen opgenomen van het maatgevende masttype HB+19/s. De resultaten van het onderstuk zijn voor alle masten opgenomen.

Resultaten opgenomen voor:

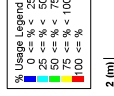
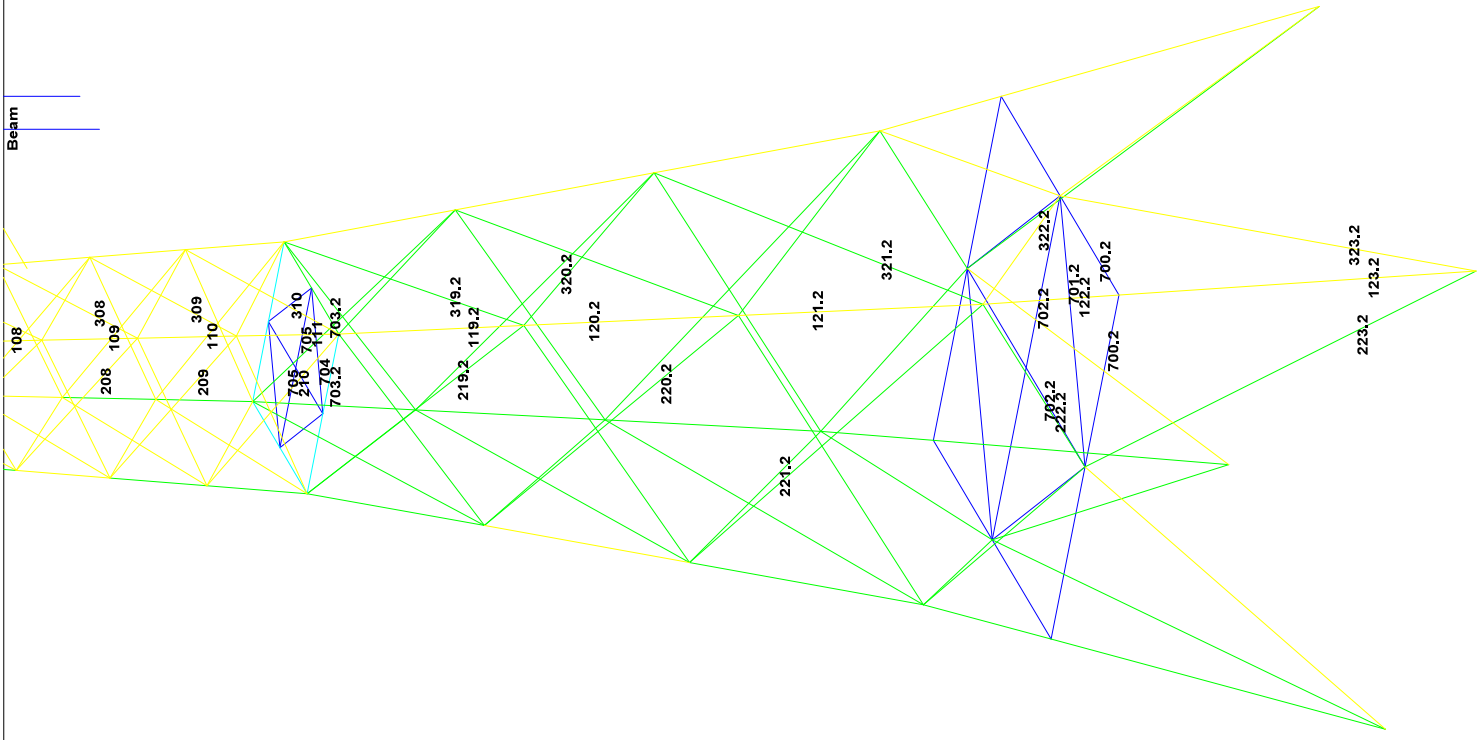
- Masttype HB+6/s
- Masttype HB+19/s





1 (m)





Assessment of angle groups - Tower top

Date 30-7-2021
JEN
Author
Version 1.0



RLI-TLB
HB+19_5

Group Label	Description	Type	Profile	Steel Quality	Ra	h	h _{eff}	cl	z	70	RLX	R _y	R _z	S _{em}	Compressions	Compression	Load Case	Exceedance (Comp)	ILC (Comp)	Exceedance (Group)	Function	Load Case	Exceedance (Function)	Net Section	Shear (Tens)	Shear (Comp)	U.L.C. (Tens)	U.L.C. (Comp)	Exceedance (Tens)	Exceedance (Comp)
100	Main leg	EA	88x80x8	S355	202x42-R	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	1.00	148	-49.0	SF15	110	23.2	0.41	49.0	SF15	110	199.1	188.2	188.2	213.3	0.25	0.25		
101	Main leg	EA	130x130x12	S355	202x42-R	1	55	40	80	0.53	0.53	0.53	0.53	75	-50.0	US 8	109	185.4	0.49	50.0	US 8	109	838.1	838.1	1084.4	1592.1	0.19	0.19		
102	Main leg	EA	130x130x12	S355	202x42-R	1	55	40	80	0.53	0.53	0.53	0.53	75	-50.0	US 8	109	185.4	0.49	50.0	US 8	109	838.1	838.1	1084.4	1592.1	0.19	0.19		
103	Main leg	EA	150x150x14	S355	202x42-R	1	55	40	80	0.53	0.53	0.53	0.53	63	-70.1	SF15	110	183.5	0.79	70.1	SF15	110	1159.3	1159.3	1494.4	1875.7	0.19	0.19		
104	Main leg	EA	150x150x14	S355	202x42-R	1	55	40	80	0.53	0.53	0.53	0.53	63	-70.1	SF15	110	183.5	0.79	70.1	SF15	110	1159.3	1159.3	1494.4	1875.7	0.19	0.19		
105	Main leg	EA	200x200x20	S355	202x42-R	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	0.52	44	-107.0	SF15	110	218.7	0.65	107.0	SF15	110	2338.2	2338.2	2188.8	1855.5	0.17	0.17		
106	Main leg	EA	200x200x20	S355	202x42-R	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	0.52	44	-107.0	SF15	110	218.7	0.65	107.0	SF15	110	2338.2	2338.2	2188.8	1855.5	0.17	0.17		
107	Main leg	EA	200x200x20	S355	202x42-R	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	0.52	44	-107.0	SF15	110	218.7	0.65	107.0	SF15	110	2338.2	2338.2	2188.8	1855.5	0.17	0.17		
108	Main leg	EA	250x250x24	S355	202x42-R	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	0.52	37	-110.0	SF15	110	247.6	0.81	110.0	SF15	110	3393.0	3393.0	3109.0	3393.0	0.22	0.22		
109	Main leg	EA	250x250x24	S355	202x42-R	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	0.52	37	-110.0	SF15	110	247.6	0.81	110.0	SF15	110	3393.0	3393.0	3109.0	3393.0	0.22	0.22		
110	Main leg	EA	250x250x24	S355	202x42-R	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	0.52	37	-110.0	SF15	110	247.6	0.81	110.0	SF15	110	3393.0	3393.0	3109.0	3393.0	0.22	0.22		
111	Main leg	EA	250x250x24	S355	202x42-R	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	0.52	37	-110.0	SF15	110	247.6	0.81	110.0	SF15	110	3393.0	3393.0	3109.0	3393.0	0.22	0.22		
112	Main leg	EA	250x250x24	S355	202x42-R	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	0.52	37	-110.0	SF15	110	247.6	0.81	110.0	SF15	110	3393.0	3393.0	3109.0	3393.0	0.22	0.22		
113	Main leg	EA	250x250x24	S355	202x42-R	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	0.52	37	-110.0	SF15	110	247.6	0.81	110.0	SF15	110	3393.0	3393.0	3109.0	3393.0	0.22	0.22		
114	Main leg	EA	250x250x24	S355	202x42-R	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	0.52	37	-110.0	SF15	110	247.6	0.81	110.0	SF15	110	3393.0	3393.0	3109.0	3393.0	0.22	0.22		
115	Main leg	EA	250x250x24	S355	202x42-R	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	0.52	37	-110.0	SF15	110	247.6	0.81	110.0	SF15	110	3393.0	3393.0	3109.0	3393.0	0.22	0.22		
116	Main leg	EA	250x250x24	S355	202x42-R	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	0.52	37	-110.0	SF15	110	247.6	0.81	110.0	SF15	110	3393.0	3393.0	3109.0	3393.0	0.22	0.22		
117	Main leg	EA	250x250x24	S355	202x42-R	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	0.52	37	-110.0	SF15	110	247.6	0.81	110.0	SF15	110	3393.0	3393.0	3109.0	3393.0	0.22	0.22		
118	Main leg	EA	250x250x24	S355	202x42-R	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	0.52	37	-110.0	SF15	110	247.6	0.81	110.0	SF15	110	3393.0	3393.0	3109.0	3393.0	0.22	0.22		
119	Main leg	EA	250x250x24	S355	202x42-R	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	0.52	37	-110.0	SF15	110	247.6	0.81	110.0	SF15	110	3393.0	3393.0	3109.0	3393.0	0.22	0.22		
120	Main leg	EA	250x250x24	S355	202x42-R	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	0.52	37	-110.0	SF15	110	247.6	0.81	110.0	SF15	110	3393.0	3393.0	3109.0	3393.0	0.22	0.22		
121	Diag front face	EA	140x140x13	S355	202x42-R	1	55	40	70	0.53	0.53	0.53	0.53	86	-51.8	SF15	110	146.1	0.81	51.8	SF15	110	648.9	648.9	778.8	981.4	0.24	0.24		
122	Diag front face	EA	140x140x13	S355	202x42-R	1	55	40	70	0.53	0.53	0.53	0.53	86	-51.8	SF15	110	146.1	0.81	51.8	SF15	110	648.9	648.9	778.8	981.4	0.24	0.24		
123	Diag front face	EA	140x140x13	S355	202x42-R	1	55	40	70	0.53	0.53	0.53	0.53	86	-51.8	SF15	110	146.1	0.81	51.8	SF15	110	648.9	648.9	778.8	981.4	0.24	0.24		
124	Diag front face	EA	140x140x13	S355	202x42-R	1	55	40	70	0.53	0.53	0.53	0.53	86	-51.8	SF15	110	146.1	0.81	51.8	SF15	110	648.9	648.9	778.8	981.4	0.24	0.24		
125	Diag front face	EA	140x140x13	S355	202x42-R	1	55	40	70	0.53	0.53	0.53	0.53	86	-51.8	SF15	110	146.1	0.81	51.8	SF15	110	648.9	648.9	778.8	981.4	0.24	0.24		
126	Diag front face	EA	140x140x13	S355	202x42-R	1	55	40	70	0.53	0.53	0.53	0.53	86	-51.8	SF15	110	146.1	0.81	51.8	SF15	110	648.9	648.9	778.8	981.4	0.24	0.24		
127	Diag front face	EA	140x140x13	S355	202x42-R	1	55	40	70	0.53	0.53	0.53	0.53	86	-51.8	SF15	110	146.1	0.81	51.8	SF15	110	648.9	648.9	778.8	981.4	0.24	0.24		
128	Diag front face	EA	140x140x13	S355	202x42-R	1	55	40	70	0.53	0.53	0.53	0.53	86	-51.8	SF15	110	146.1	0.81	51.8	SF15	110	648.9	648.9	778.8	981.4	0.24	0.24		
129	Diag front face	EA	140x140x13	S355	202x42-R	1	55	40	70	0.53	0.53	0.53	0.53	86	-51.8	SF15	110	146.1	0.81	51.8	SF15	110	648.9	648.9	778.8	981.4	0.24	0.24		
130	Diag front face	EA	140x140x13	S355	202x42-R	1	55	40	70	0.53	0.53	0.53	0.53	86	-51.8	SF15	110	146.1	0.81	51.8	SF15	110	648.9	648.9	778.8	981.4	0.24	0.24		
131	Diag front face	EA	140x140x13	S355	202x42-R	1	55	40	70	0.53	0.53	0.53	0.53	86	-51.8	SF15	110	146.1	0.81	51.8	SF15	110	648.9	648.9	778.8	981.4	0.24	0.24		
132	Diag front face	EA	140x140x13	S355	202x42-R	1	55	40	70	0.53	0.53	0.53	0.53	86	-51.8	SF15	110	146.1	0.81	51.8	SF15	110	648.9	648.9	778.8	981.4	0.24	0.24		
133	Diag front face	EA	140x140x13	S355	202x42-R	1	55	40	70	0.53	0.53	0.53	0.53	86	-51.8	SF15	110	146.1	0.81	51.8	SF15	110	648.9	648.9	778.8	981.4	0.24	0.24		
134	Diag front face	EA	140x140x13	S355	202x42-R	1	55	40	70	0.53	0.53	0.53	0.53	86	-51.8	SF15	110	146.1	0.81	51.8	SF15	110	648.9	648.9	778.8	981.4	0.24	0.24		
135	Diag front face	EA	140x140x13	S355	202x42-R	1	55	40	70	0.53	0.53	0.53	0.53	86	-51.8	SF15	110	146.1	0.81	51.8	SF15	110	648.9	648.9	778.8	981.4	0.24	0.24		
136	Diag front face	EA	140x140x13	S355	202x42-R	1	55	40	70	0.53	0.53	0.53	0.53	86	-51.8	SF15	110	146.1	0.81	51.8	SF15	110	648.9	648.9	778.8	981.4	0.24	0.24		
137	Diag front face	EA	140x140x13	S355	202x42-R	1	55	40	70	0.53	0.53	0.53	0.53	86	-51.8	SF15	110	146.1	0.81	51.8	SF15	110	648.9	648.9	778.8	981.4	0.24	0.24		
138	Diag front face	EA	140x140x13	S355	202x42-R	1	55	40	70	0.53	0.53	0.53	0.53	86	-51.8	SF15	110	146.1	0.81	51.8	SF15	110	648.9	648.9	778.8	981.4	0.24	0.24		
139	Diag front face	EA	140x140x13	S355	202x42-R	1	55	40	70	0.53	0.53	0.53	0.53	86	-51.8	SF15	110	146.1	0.81	51.8	SF15	110	648.9	648.9	778.8	981.4	0.24	0.24		
140	Diag front face	EA	140x140x13	S355	202x42-R	1	55	40	70	0.53	0.53	0.53	0.53	86	-51.8	SF15	1													

APPENDIX C

Knikverkorters

Niet in PLS-TOWER gemodelleerde elementen in de constructie worden aanvullend getoetst. Hieronder vallen de knikverkorters van de randstijl en profielen onderdeel van stabiliteitsverbanden. De staven worden getoetst op:

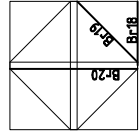
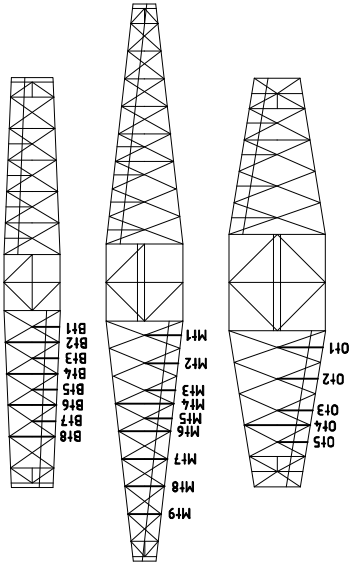
- voldoende trek- of druksterkte als steungevend profiel voor randstijl, 1% van de knikcapaciteit van de randstijl;
- slankheid;
- klimbelasting

Voor de beloopbaarheid zijn staven in de traverse aanwezig. Deze zijn niet constructief (voorzien van slobgaten) en worden enkel getoetst op de klimbelasting van 1,0 kN. Zie hoofdstuk 4.2.5 en 5.7.2. van het uitgangspuntenrapport.

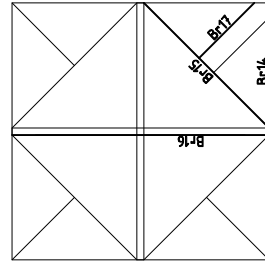
De knikverkorters van het bovenstuk zijn voor alle masttypen in de groep van solo-steunmasten gelijk. Om deze reden worden alléén voor masttype HB+6/s de knikverkorters van het bovenstuk en het onderstuk getoetst. Voor de overige masttypen worden alleen de knikverkorters van het onderstuk getoetst.

Profielen uit horizontaalverbanden van het onderstuk zijn in PLS-TOWER aanwezig maar worden in deze Appendix aanvullend getoetst op buiging. Profielafmeting en boutverbinding uit PLS-TOWER is leidend.

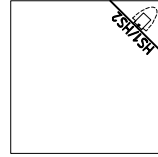
Overzicht knikverkorters – HB+6/s



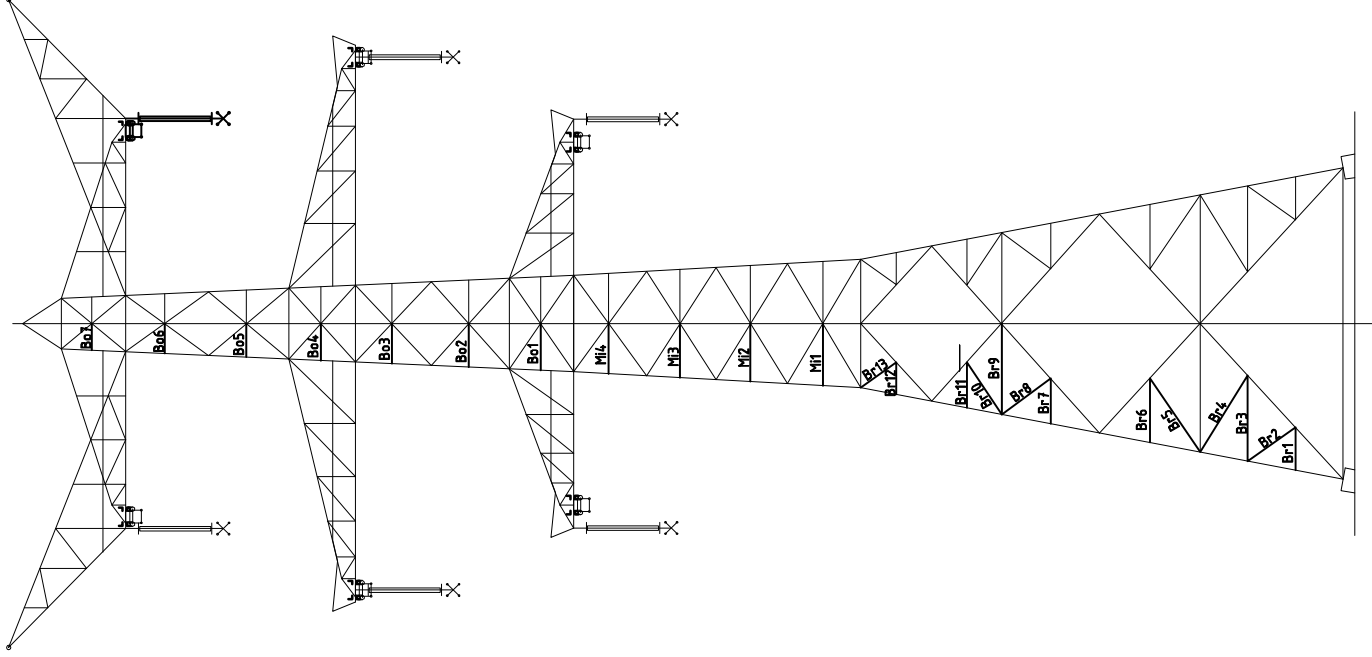
Tussenschot +21,5m



Tussenschot +6,72m



Standaard frame





Redundant members

Date: 2021-05-25
 Author: JSN
 Version: 1.9

RLL-TLB
 HB+6_S

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Boft	Quality	Length (m)	Angle (°)	Slender ness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Max. usage	Notes
B-1	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	1.87	0	160	41.6	0.70	48.8	60.3	52.3	98.8	1.40	0.85	Buckling	
B-2	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2.55	54	186	41.6	0.00	46.2	60.3	52.3	122.3	1.99	0.90	Buckling	
B-3	Broekstuk	Enkele staaf	L80x8	S355J0	M16	8.8	3.74	0	240	41.6	1.40	47.1	60.3	69.7	194.4	3.33	0.88	Buckling	
B-4	Broekstuk	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M16	8.8	3.93	31	223	41.6	0.00	59.7	60.3	69.7	225.8	4.34	0.70	Buckling	
B-5	Broekstuk	Enkele staaf	L80x8	S355J0	M16	8.8	3.89	34	249	41.6	0.00	44.3	60.3	69.7	194.4	3.33	0.94	Buckling	
B-6	Broekstuk	Enkele staaf	L70x7	S355J0	M16	8.8	2.80	0	205	41.6	1.05	46.1	60.3	61.0	142.7	2.23	0.90	Buckling	
B-7	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	1.97	0	169	41.6	0.74	45.1	60.3	52.3	98.8	1.40	0.92	Buckling	
B-8	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2.65	53	193	41.6	0.00	43.6	60.3	52.3	122.3	1.99	0.95	Buckling	
B-9	Broekstuk	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M16	8.8	3.95	0	224	41.6	1.48	59.1	60.3	69.7	225.8	4.34	0.90	Buckling	
B-10	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2.72	33	198	41.6	0.00	41.8	60.3	52.3	122.3	1.99	0.99	Buckling	
B-11	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	1.98	0	169	41.6	0.74	45.0	60.3	52.3	98.8	1.40	0.93	Buckling	
B-12	Broekstuk	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	1.39	0	130	41.6	0.52	58.6	60.3	51.5	75.3	1.15	0.81	Bearing	
B-13	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	1.90	54	163	41.6	0.00	47.6	60.3	52.3	98.8	1.40	0.87	Buckling	
B-14	Tussenschot +6,72m	Enkele staaf	L120x10	S355J0	M16	8.8	5.60	0	235	0.0	2.10	91.6	60.3	87.1	399.8	9.77	0.22	Bending	1
B-15	Tussenschot +6,72m	Kniksteun op 0,5L	L110x10	S355J0	M16	8.8	7.70	0	229	0.0	2.89	73.8	60.3	87.1	360.6	10.69	0.27	Bending	1
B-16	Tussenschot +6,72m	Kruisende staaf halverwege	L120x10	S355J0	M16	8.8	11.19	0	235	0.0	2.10	91.5	60.3	87.1	399.8	12.83	0.16	Bending	1
B-17	Tussenschot +6,72m	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.85	0	245	0.0	1.44	34.7	60.3	52.3	145.8	2.68	0.57	Bending	
B-18	Tussenschot +21,5m	Kniksteun op 0,5L	L150x14	S355J0	M16	8.8	5.58	0	122	0.0	2.09	319.7	60.3	122.0	724.4	27.80	0.08	Bending	1
B-19	Tussenschot +21,5m	Enkele staaf	L80x8	S355J0	M16	8.8	3.73	0	239	0.0	1.40	47.3	60.3	69.7	194.4	3.33	0.43	Bending	1
B-20	Tussenschot +21,5m	Kruisende staaf halverwege	L80x8	S355J0	M16	8.8	5.58	0	179	0.0	1.05	73.9	60.3	69.7	194.4	4.46	0.23	Bending	1
M1	Tussenstuk1	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2.70	0	197	42.2	1.01	42.4	60.3	52.3	122.3	1.99	0.99	Buckling	
M2	Tussenstuk2	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2.52	0	184	38.3	0.88	45.9	60.3	52.3	122.3	1.99	0.90	Buckling	
M3	Tussenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.35	0	203	37.8	0.82	38.9	60.3	69.7	131.7	1.73	0.85	Buckling	
M4	Tussenstuk2	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.18	0	187	37.8	0.82	38.9	60.3	69.7	98.8	1.40	0.97	Buckling	
Bo1	Bovenstuk1	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.04	0	190	25.0	0.76	34.7	60.3	51.5	75.3	1.15	0.72	Buckling	
Bo2	Bovenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.90	0	179	24.0	0.71	25.4	60.3	41.3	61.1	0.81	0.94	Buckling	
Bo3	Bovenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.74	0	195	24.0	0.65	28.8	60.3	41.3	43.1	0.8	0.83	Buckling	
Bo4	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.61	0	165	12.0	0.60	32.4	60.3	41.3	43.1	0.8	0.77	Bending	
Bo5	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.46	0	150	11.0	0.55	37.0	60.3	41.3	43.1	0.8	0.70	Bending	
Bo6	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.31	0	134	7.2	0.49	42.8	60.3	41.3	43.1	0.8	0.63	Bending	
Bo7	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.16	0	119	8.5	0.43	49.9	60.3	41.3	43.1	0.8	0.55	Bending	
Ot1	Ondertraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.98	0	204	0.0	0.74	23.7	60.3	41.3	43.1	0.8	0.95	Bending	
Ot2	Ondertraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.76	0	181	0.0	0.66	28.4	60.3	41.3	43.1	0.8	0.84	Bending	
Ot3	Ondertraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.54	0	158	0.0	0.58	34.4	60.3	41.3	43.1	0.8	0.79	Bending	
Ot4	Ondertraverse	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.87	0	246	0.0	1.08	25.5	60.3	52.3	98.8	1.4	0.74	Bending	
Ot5	Ondertraverse	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	1.32	0	135	0.0	0.49	42.5	60.3	52.3	43.1	0.8	0.63	Bending	
M1	Middentraverse	Enkele staaf	L90x5	S355J0	M16	8.8	1.60	0	165	0.0	0.60	32.5	60.3	41.3	43.1	0.8	0.77	Bending	
M2	Middentraverse	Enkele staaf	L90x5	S355J0	M16	8.8	1.46	0	149	0.0	0.55	37.2	60.3	41.3	43.1	0.8	0.70	Bending	
M3	Middentraverse	Enkele staaf	L80x5	S355J0	M16	8.8	1.52	0	150	0.0	0.58	34.4	60.3	41.3	43.1	0.8	0.63	Bending	
M4	Middentraverse	Enkele staaf	L80x5	S355J0	M16	8.8	1.54	0	123	0.0	0.54	24.7	60.3	41.3	43.1	0.8	0.59	Bending	
M5	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.20	0	121	0.0	0.45	41.8	60.3	41.3	43.1	0.8	0.57	Bending	
M6	Middentraverse	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.20	0	212	0.0	0.85	26.4	60.3	51.5	75.3	1.3	0.76	Bending	
M7	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.00	0	205	0.0	0.75	23.4	60.3	41.3	43.1	0.8	0.98	Bending	
M8	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.73	0	178	0.0	0.65	29.1	60.3	41.3	43.1	0.8	0.83	Bending	
M9	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.20	0	150	0.0	0.55	37.0	60.3	41.3	43.1	0.8	0.70	Bending	
M10	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.26	0	123	0.0	0.45	47.8	60.3	41.3	43.1	0.8	0.57	Bending	
B2	Boventraverse	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.33	0	217	0.0	0.87	28.2	60.3	51.5	75.3	1.2	0.78	Bending	



Redundant members

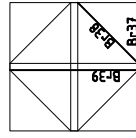
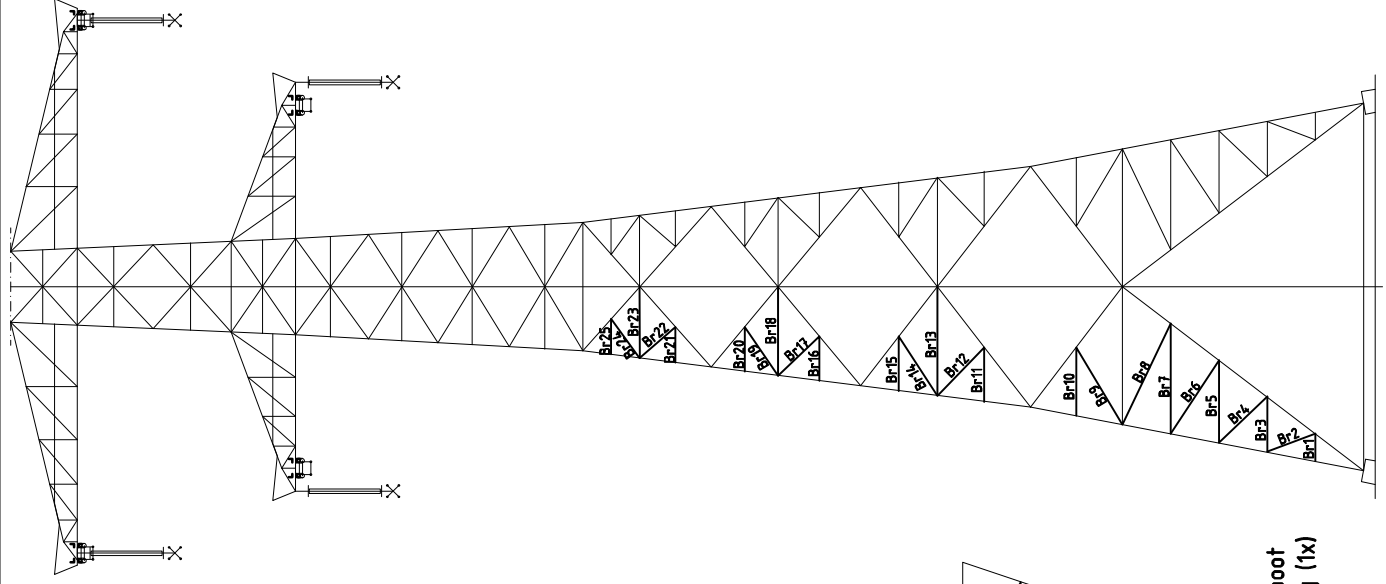
RLL-TLB
HB+6_S

Date: 2021-05-25
Author: JSN
Version: 1.9

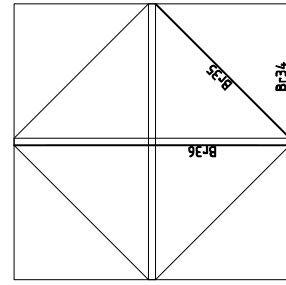
Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Boit Quality	Length (m)	Angle (°)	Slender mess	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Max. usage	Notes
B3	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.14	0	117	0.0	0.43	50.7	60.3	41.3	43.1	0.8	0.54	Bending
B4	Boventraverse	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.22	0	207	0.0	0.83	30.4	60.3	51.5	75.3	1.2	0.75	Bending
B5	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.08	0	111	0.0	0.41	53.8	60.3	41.3	43.1	0.8	0.52	Bending
B6	Boventraverse	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.11	0	197	0.0	0.79	32.9	60.3	51.5	75.3	1.2	0.71	Bending
B7	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.03	0	106	0.0	0.39	57.0	60.3	41.3	43.1	0.8	0.49	Bending
B8	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.00	0	205	0.0	0.75	23.4	60.3	41.3	43.1	0.8	0.96	Bending
HS1	High Step	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.25	0	207	0.0	2.44	45.2	60.3	52.3	145.8	2.7	0.95	Bending
HS2	High Step	Enkele staaf	L70x7	S355J0	M16	8.8	2.80	0	205	0.0	2.10	46.0	60.3	61.0	142.7	2.2	0.97	Bending

1) Also checked in PLS-TOWER

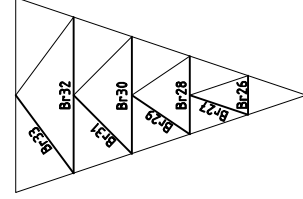
Overzicht knikverkorters – HB+19/s



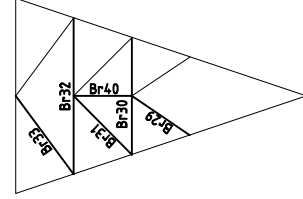
Tussenschot +34,5m



Tussenschot +11m



Knikverkorters
standaard poot (3x)



Knikverkorters poot
bij klimvoorziening (1x)



Redundant members

RLL-TLB
HB+19_s

Date: 2021-07-22
Author: JSN
Version: 1.9

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Boft	Quality	Length (m)	Angle (°)	Slender ness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Max. usage	Notes
Br1	Broekstuk	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	1.21	0	113	41,7	0,45	69,8	60,3	51,5	75,3	1,15	0,81	Bearing	
Br2	Broekstuk	Enkele staaf	L60x8	S355J0	M16	8.8	2,24	69	193	41,7	0,00	48,4	60,3	69,7	131,7	1,73	0,86	Buckling	
Br3	Broekstuk	Enkele staaf	L60x8	S355J0	M16	8.8	2,39	0	206	41,7	0,00	43,9	60,3	69,7	131,7	1,73	0,95	Buckling	
Br4	Broekstuk	Enkele staaf	L70x7	S355J0	M16	8.8	2,90	46	212	41,7	0,00	43,6	60,3	61,0	142,7	2,23	0,96	Buckling	
Br5	Broekstuk	Enkele staaf	L80x8	S355J0	M16	8.8	3,57	0	229	41,7	1,34	50,8	60,3	69,7	194,4	3,33	0,92	Buckling	
Br6	Broekstuk	Enkele staaf	L80x8	S355J0	M16	8.8	3,81	33	244	41,7	0,00	45,8	60,3	69,7	194,4	3,33	0,91	Buckling	
Br7	Broekstuk	Enkele staaf	L100x8	S355J0	M16	8.8	4,78	0	243	41,7	1,79	58,2	60,3	69,7	257,2	5,49	0,72	Buckling	
Br8	Broekstuk	Enkele staaf	L100x8	S355J0	M16	8.8	4,87	25	247	41,7	1,66	56,5	60,3	69,7	257,2	5,49	0,74	Buckling	
Br9	Broekstuk	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M16	8.8	3,92	30	222	41,7	1,27	60,1	60,3	69,7	225,8	4,34	0,69	Buckling	
Br10	Broekstuk	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	2,99	0	190	41,7	1,12	51,5	60,3	52,3	145,8	2,68	0,81	Buckling	
Br11	Broekstuk	Enkele staaf	L60x8	S355J0	M16	8.8	2,38	0	205	41,7	0,89	44,2	60,3	69,7	131,7	1,73	0,94	Buckling	
Br12	Broekstuk	Enkele staaf	L70x7	S355J0	M16	8.8	2,94	43	215	41,7	0,00	42,7	60,3	61,0	142,7	2,23	0,98	Buckling	
Br13	Broekstuk	Enkele staaf	L100x8	S355J0	M16	8.8	4,76	0	242	41,7	1,79	58,6	60,3	69,7	257,2	5,49	0,71	Buckling	
Br14	Broekstuk	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3,08	32	196	41,7	0,00	49,0	60,3	52,3	145,8	2,68	0,85	Buckling	
Br15	Broekstuk	Enkele staaf	L60x8	S355J0	M16	8.8	2,38	0	205	41,7	0,89	44,2	60,3	69,7	131,7	1,73	0,94	Buckling	
Br16	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	1,94	0	166	41,7	0,73	46,3	60,3	52,3	98,8	1,40	0,90	Buckling	
Br17	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2,48	46	181	41,7	0,00	48,1	60,3	52,3	122,3	1,99	0,87	Buckling	
Br18	Broekstuk	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3,88	0	249	41,7	1,45	44,5	60,3	69,7	194,4	3,33	0,94	Buckling	
Br19	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2,57	34	188	41,7	0,00	45,5	60,3	52,3	122,3	1,99	0,92	Buckling	
Br20	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	1,94	0	166	41,7	0,73	46,3	60,3	52,3	98,8	1,40	0,90	Buckling	
Br21	Broekstuk	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	1,55	0	145	41,7	0,58	51,0	60,3	51,5	75,3	1,15	0,82	Buckling	
Br22	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2,07	49	177	41,7	0,00	42,3	60,3	52,3	98,8	1,40	0,99	Buckling	
Br23	Broekstuk	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3,11	35	182	41,7	1,16	48,5	60,3	52,3	145,8	2,68	0,86	Buckling	
Br24	Broekstuk	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	1,55	0	144	41,7	0,58	51,0	60,3	51,5	75,3	1,15	0,82	Buckling	
Br25	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2,11	35	182	41,7	0,00	52,9	60,3	69,7	131,7	1,73	0,79	Buckling	
Br26	Broekstuk	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	1,70	0	145	41,7	0,58	51,0	60,3	51,5	75,3	1,15	0,82	Buckling	
Br27	Broekstuk	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2,67	71	249	7,0	0,64	29,9	60,3	41,3	43,1	0,81	0,81	Bending	
Br28	Broekstuk	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	3,40	0	205	7,0	1,27	25,8	60,3	51,5	75,3	1,2	0,31	Buckling	
Br29	Broekstuk	Kruissteun op 0,5L	L70x6	S355J0	M16	8.8	3,05	56	222	7,0	0,00	35,2	60,3	52,3	122,3	2,6	0,82	Bending	
Br30	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	5,10	0	239	7,0	1,91	26,6	60,3	52,3	122,3	2,6	0,20	Buckling	
Br31	Broekstuk	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3,59	44	228	7,0	0,00	38,7	60,3	52,3	145,8	2,7	0,74	Bending	
Br32	Broekstuk	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M16	8.8	4,79	0	248	7,0	2,55	43,2	60,3	69,7	225,8	5,7	0,18	Buckling	
Br33	Broekstuk	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M16	8.8	4,24	36	240	7,0	0,00	53,0	60,3	69,7	225,8	5,7	0,45	Bending	
Br34	Tussenschot + 11m	Enkele staaf	L130x12	S355J0	M16	8.8	6,01	0	236	0,0	2,25	118,1	60,3	104,5	620,9	13,4	0,13	Buckling	
Br35	Tussenschot + 11m	Kruissteun op 0,5L	L120x10	S355J0	M16	8.8	6,28	0	225	0,0	3,11	89,1	60,3	87,1	399,8	12,8	0,24	Bending	
Br36	Tussenschot + 11m	Kruisende staaf halverwege	L130x12	S355J0	M16	8.8	12,01	0	235	0,0	2,25	118,0	60,3	104,5	620,9	13,4	0,13	Bending	
Br37	Tussenschot + 34,5m	Enkele staaf	L120x10	S355J0	M16	8.8	5,58	0	132	0,0	2,09	142,0	60,3	87,1	399,8	12,8	0,16	Bending	
Br38	Tussenschot + 34,5m	Enkele staaf	L80x8	S355J0	M16	8.8	3,59	0	239	0,0	1,40	47,3	60,3	69,7	194,4	3,3	0,43	Bending	
Br39	Tussenschot + 34,5m	Kruisende staaf halverwege	L90x8	S355J0	M16	8.8	5,58	0	179	0,0	1,05	77,8	60,3	69,7	194,4	3,3	0,43	Bending	
Br40	Broekstuk	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2,55	90	238	7,0	0,00	24,8	60,3	51,5	75,3	1,2	0,28	Buckling	

1) Also checked in PLS-TOWER



APPENDIX D

Blokdeuvels



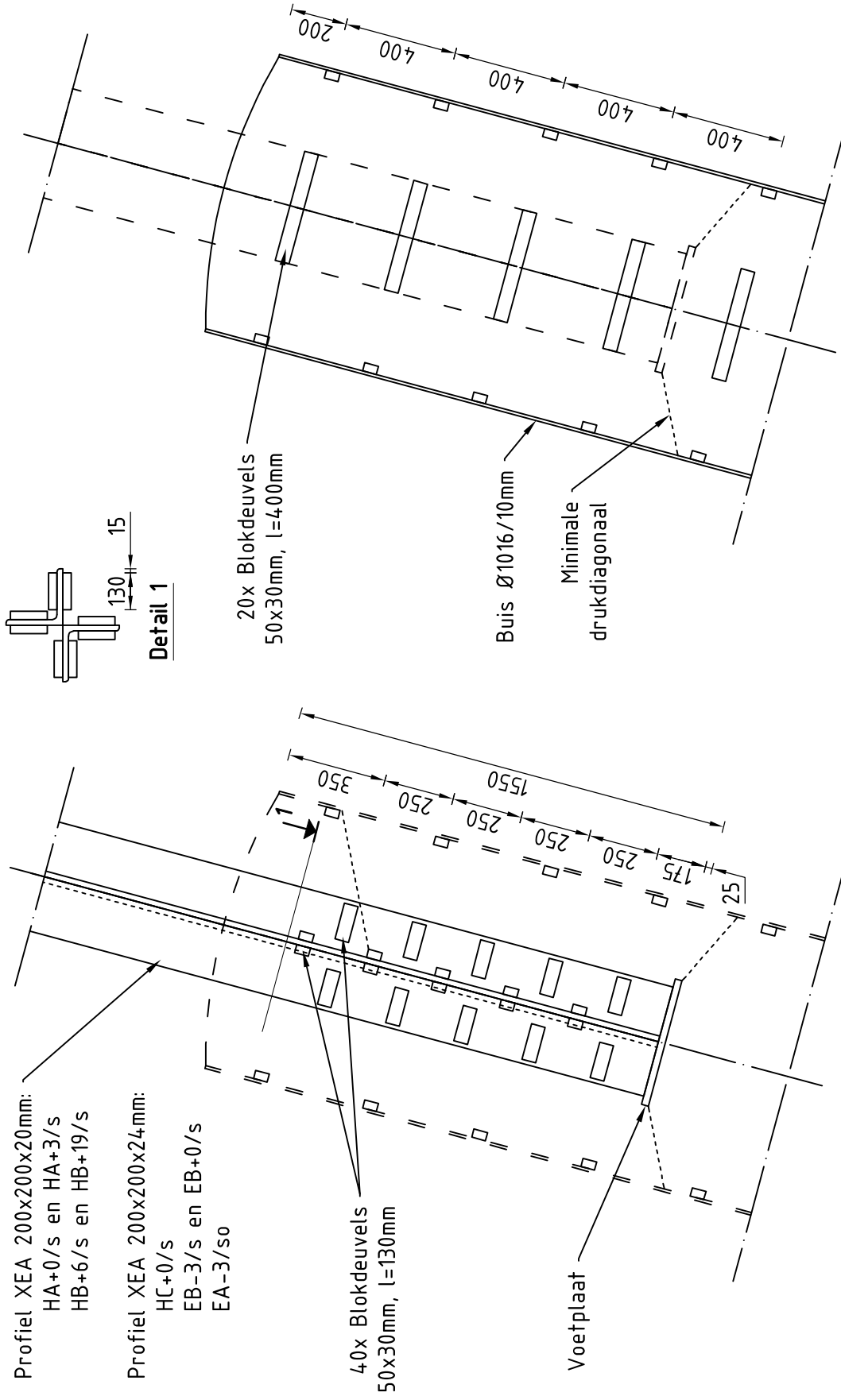
Het uitgangspunt voor de berekening van de ingestorte rand met blokdeuvels zijn de belastingen op de fundatie uit de uitvoer van het geleiderbelastingprogramma van DNV. De belastingen in de richting van de randstijl zijn van toepassing. In de tabellen is dit opgenomen in de laatste kolom $R_{z,lok}$. De controles zijn uitgevoerd met een spreadsheet. Vanwege de helling van de drukdiagonaal wordt per krachrichting bepaald hoeveel deuvels effectief zijn, hierdoor is het aantal ingevoerde deuvels in de berekening kleiner dan het aantal deuvels op de principetekening.

Er wordt voor gekozen om de blokdeuvels universeel uit te werken op basis van het profiel van de randstijl, dit betreft een XEA200x200x20/24-profiel en heeft betrekking op de volgende masttypen:

- Masttype HA+0/s en HA+3/s;
- Masttype HB+6/s en HB+19/s;
- Masttype HC+0/s;
- Masttype EB-3/s en EB+0/s;
- Masttype EA-3/so.

De blokdeuvels worden getoetst op de maatgevende belasting van bovenstaande masttypen. De belasting is opgenomen in Appendix A van het betreffende masttype, masttype EB-3/s is maatgevend. De optredende belastingen van masttype EB-3/s zijn 4044 kN (druk) en 3568 (trek), deze worden ruim naar boven afgerond op **4200 kN** (druk) en **3700 kN** (trek). In de blokdeuvel berekening wordt gerekend met een profieldikte van 20 mm. Met deze belastingen en profieldikte worden alle masttypen geborgd en hebben eventuele kleine aanpassingen geen invloed op deze uitwerking.

Principe blokdeuvels - solo-hoekmasten en solo-eindmasten



Algemene opmerkingen

- Aarding niet aangegeven
- Spiraalwapening niet aangegeven

Project: RLL-TLB
Mast: HA-B-C/s & EB/s & EA/so

Shear blocks

NEN-EN 1993-1-1 en NEN-EN 1994-1-1

Datum: 2021-07-20
Auteur: JSN
Versie: 1.5

Load			Results		
Compression	$F_{Ed,c}$	4200 kN	Compression	U.C.	0.82 < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	3700 kN	Tension	U.C.	0.79 < 1,00 OK

Main leg

Profile	XEA 200x200x20	
Type	Double (XEA)	
Steel material	S355	
Cross section	15270 mm ²	
Axial capacity	N_{pl}	5421 kN
Width	b	400 mm
Thickness	t	20 mm
Length in concrete	1550 mm	

Capacity shear blocks main leg

$A_{f1} = A_{f1,out} + A_{f1,in} =$	7800 mm ²
$A_{f2} = A_{f2,out} + A_{f2,in} =$	25087.5 mm ²
Slope	1 : 5
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}} =$	1.79
$f_{jd} = C_A \times f_{cd} =$	27.0 N/mm ²
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} =$	3366 kN
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} =$	3366 kN

Shear blocks main leg

Sides	2	
Width	b	50 mm
Thickness	h	30 mm
Length - outside	L_{out}	130 mm
Length - inside	L_{in}	130 mm
Eccentricity	e	15 mm
Welds	a	5 mm
c.t.c. separation	s	250 mm
Number for compr.	n_c	16 -
Number for tension	n_t	16 -

Capacity foot plate

$K_d =$	1.73 -
$f_{jd} = C_A \times f_{cd} =$	26.0 N/mm ²
$c = t\sqrt{(f_{yd} / 3f_{jd})} =$	53 mm
$m^* = \min(c, m) =$	30 mm
Type foot plate	Extending
Effective for	Compr. and tension
$A_{p,c} =$	66870 mm ²
$F_{Rd,c} = A_{p,druk} \times f_{jd} =$	1742 kN
$A_{p,t} =$	51600 mm ²
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd} =$	1344 kN

Foot plate

Thickness	t	25 mm
Ext. length	m	30 mm
Welds	a	5 mm

Capacities

$F_{Rd,c,plate} =$	1742 kN
$F_{Rd,blocks,c} =$	3366 kN
$F_{Rd,c} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate} =$	5107 kN
U.C. compression	0.82 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)	1961 kN
$F_{Rd,t} = \min. (\text{welds} / \text{foot plate}) =$	1344 kN
$F_{Rd,blocks,t} =$	3366 kN
$F_{Rd,t} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate} =$	4710 kN
U.C. tension	0.79 < 1,00 OK
U.C. welds	0.49 < 1,00 OK

Pile

Name	Buispaal	
Diameter	1016 mm	
Thickness	10 mm	
Cross section	31604 mm ²	
Steel material	S355	
Capacity	11220 kN	
Concrete strength	C30/37	

Capacity shear blocks pile

$A_{f1} =$	12000 mm ²
$A_{f2} =$	48578 mm ²
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}} =$	2.01 -
$f_{jd} = K_d \times f_{cd} =$	30.3 N/mm ²
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} \times C_{red} =$	5809 kN
U.C. compression	0.72 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} \times C_{red} =$	5809 kN
U.C. tension	0.64 < 1,00 OK
U.C. welds	0.46 < 1,00 OK

Shear blocks pile

Width	b	50 mm
Thickness	h	30 mm
Length	L	400 mm
Welds	a	5 mm
c.t.c. separation	s	400 mm
Number for compr.	n_c	16 -
Number for tension	n_t	16 -
Blocks per row	n_{bl}	4 -
Effectivity of total	C_{red}	100% -

Design value concrete strength

Material factor	γ_c	1.5
Add. mat. factor	γ_m	1.33 -
$f_{cd} =$	15.0 N/mm ²	

"Splitting" of pile

Spread of forces	45 °	
Length force flow	1052 mm	
Splitting force	1759 kN/m	
Yield strength wall	$f_{yd} =$	355 N/mm ²
Capacity tubular pile	7100 kN/m	
U.C.	0.25 < 1,00 OK	

Steel tower stub

Yield strength	$f_{yd} =$	355 N/mm ²
Tensile strength	$f_{ud} =$	490 N/mm ²

Project: RLL-TLB
Mast: HA-B-C/s & EB/s & EA/so

Welds of shear blocks of main leg

Out-of-plane loading

Plate

t = 50 mm
Grade S355
f_{yd} = 355 N/mm²
f_u = 490 N/mm²

Member forces

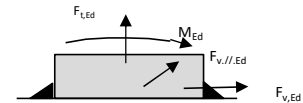
Factor 1.2
F_{t,Ed} = 0 kN
F_{v,Ed} = F_{Rd,c} / n = 252 kN
F_{v//,Ed} = 0 kN
M_{Ed} = 1/2 b / h x F_{v,Ed} = 3.79 kNm

Check

σ_{w,Ed} = 212 N/mm² ≤
σ₁ = 106 N/mm² ≤

Welds

a = 5 mm
l = 260 mm
β_w = 0.9 -
γ_{M2} = 1.25 -



Stress components

σ₁ = τ₁ = F_{t,Ed} √2 / 4al = 0 N/mm²
σ₁ = τ₁ = F_{v,Ed} √2 / 4al = 69 N/mm²
σ₁ = τ₁ = 69 N/mm²
b* = b + 2/3av₂ = 54.7 mm
σ₁ = τ₁ = 0,706M_{Ed} / al b* = 38 N/mm²
τ_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 N/mm²
σ_{w,Ed} = √(σ₁² + 3τ₁² + 3τ_{//}²) = 212 N/mm²

f_u / β_w γ_{M2} = 436 N/mm² U.C. = 0.49 OK
0,9f_u / γ_{M2} = 353 N/mm² U.C. = 0.30 OK

Welds of shear blocks of pile

Out-of-plane loading

Plate

t = 50 mm
Grade S355
f_{yd} = 355 N/mm²
f_u = 490 N/mm²

Member forces

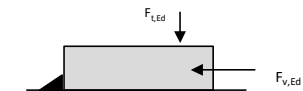
Factor 1.2
F_{t,Ed} = 1/2 b / h x F_{v,Ed} = 131 kN
F_{v,Ed} = 436 kN
F_{v//,Ed} = 0 kN
M_{Ed} = 0.00 kNm

Check

σ_{w,Ed} = 200 N/mm² ≤
σ₁ = 100 N/mm² ≤

Welds

a = 5 mm
l = 400 mm
β_w = 0.9 -
γ_{M2} = 1.25 -



Stress components

σ₁ = τ₁ = F_{t,Ed} √2 / 2al = 23 N/mm²
σ₁ = τ₁ = F_{v,Ed} √2 / 2al = 77 N/mm²
σ₁ = τ₁ = 100 N/mm²
τ_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 N/mm²
σ_{w,Ed} = √(σ₁² + 3τ₁² + 3τ_{//}²) = 200 N/mm²

f_u / β_w γ_{M2} = 436 N/mm² U.C. = 0.46 OK
0,9f_u / γ_{M2} = 353 N/mm² U.C. = 0.28 OK

Welds of foot plate

f_u / β_w γ_{M2} = 436 N/mm²
Weld size a = 5 mm
Length l = 2b + 2b - t = 1560 mm
Capacity F_{Rd} = a x l x f_{w,d} / √3 = 1961 kN



APPENDIX E

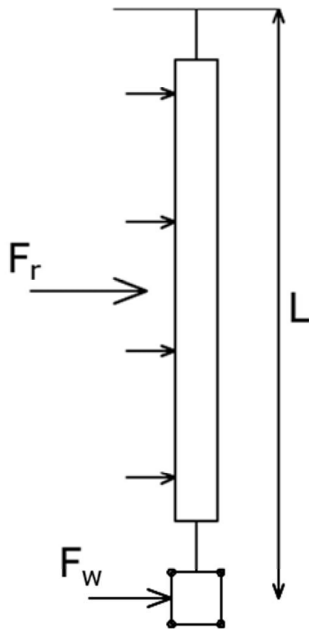
Liggers

1 BEREKENING OPHANGING POSTISOLATOREN

De volgende onderdelen worden berekend:

- De belastingen op de ophanging van de postisolatoren door wind en eigen gewicht;
- De dimensionering van de ophangconstructies.

Onderstaand zijn de optredende belastingen geschematiseerd:



Figuur 1 Belastingenschema

1.1 Uitgangspunten & afmetingen postisolatoren

Voor het berekenen van de liggers voor de ophanging van de postisolatoren in de mastkoppen van de HA-masten wordt één berekening gemaakt met de volgende uitgangspunten:

- Windgebied II;
 - Windhoogte 54 m (gebaseerd op mast HA+0/s, met eventuele 6 m verhoging. Dit is maatgevend ten opzichte van HB+19/s vanwege windgebied II);
 - Onbebouwd;
- Referentieperiode 50 jaar;
- Belastingfactor 1,5.

De volgende factoren worden gehanteerd:

- Krachtcoëfficiënt 1,2 voor isolatoren
- Constructiefactor geleider 1,0;
- Krachtcoëfficiënt geleider 1,0;
- Constructiefactor geleider 1,0.

Conform het uitgangspuntendocument zijn de afmetingen als volgt:

Tabel 1 Gegevens postisolatoren

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m]
Fasegeleider 380 kV	Bretelfixatie	2,0	4,5	1,0

De diameter van de geleiders is 32 mm.

1.2 Belastingen

De extreme stuwdruk $q_{p(z)}$ in windgebied II op een hoogte van 54,5 m is $1,41 \text{ kN/m}^2$.

Er komen drie varianten voor:

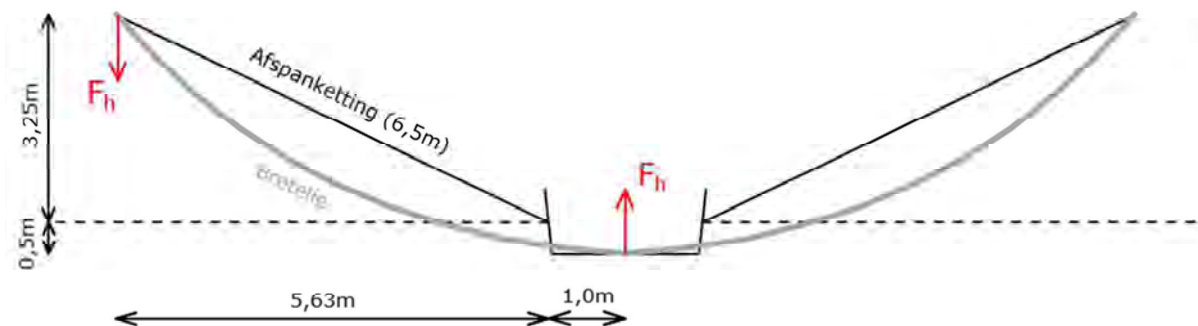
1. 380 kV geleider met één postisolator;
 - Lengte geleider aan postisolator ca. 9 m;
2. 380 kV geleider met twee postisolatoren;
 - Lengte geleider aan postisolator ca. 4,5 m.

In het horizontale vlak bestaat er een afstand tussen het uiteinde van de afspanketting en de postisolator (zie figuur 2). Dit veroorzaakt een extra horizontale kracht vanuit de bretelle op de onderzijde van de postisolator (zie figuur 3). Het gewicht van de bretelle (380kV) is gelijk aan ($4 \times 17,7 \text{ N/m} \Rightarrow 70,8 \text{ N/m}$). De horizontale kracht evenwijdig aan de bretelle is gelijk aan:

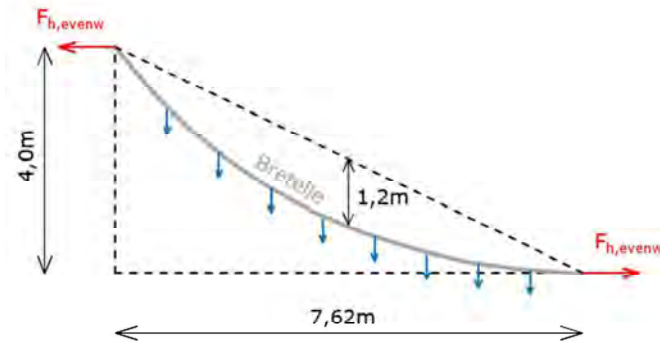
$$\bullet F_{h, \text{evenw}} = \frac{1}{8} \cdot q \cdot L^2 / u = \frac{1}{8} \cdot 0,0708 \text{ kN/m} \cdot (7,62 \text{ m})^2 / 1,2 \text{ m} = 0,4 \text{ kN}.$$

De horizontale kracht loodrecht op de postisolator is gelijk aan:

$$\bullet F_{h, \text{gel}} = 2 \cdot 0,4 \text{ kN} \cdot 3,75 \text{ m} / 7,62 \text{ m} = 0,4 \text{ kN}.$$



Figuur 2 Boveanzaicht bretelle



Figuur 3 Zij-aanzicht bretelle

Belasting bij wind loodrecht op de geleider

Voor elke variant zijn in onderstaande tabellen de optredende reactiekrachten (F_h , $F_{v,tot}$ en M_{tot}) op het ophangpunt van de postisolator berekend.

Tabel 2 Optredende belastingen per variant – wind loodrecht

Var.	$q_p(z)$ [kN/m ²]	G_{post} [kN]	L_{post} [m]	Opp [m ²]	n_{gel} [n]	\emptyset_{gel} [m]	G_{gel} [kN/m]	L_{gel} [m]	$F_{h,gel}$ [kN]
1	1,41	2	4,5	1	4	0,032	0,0177	9	0,4
2	1,41	2	4,5	1	4	0,032	0,0177	4,5	0,4

Var.	$C_{f,r}$ [-]	S_r [-]	$F_{r,k}$ [kN]	$M_{r,k}$ [kNm]	$C_{f,w}$ [-]	S_w [-]	$F_{w,k}$ [kN]	$M_{w,k}$ [kNm]
1	1,2	1	1,69	3,81	1	1	1,62	7,31
2	1,2	1	1,69	3,81	1	1	0,81	3,65

Var.	γ [-]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{h,tot,Ed}$ [kN]	$M_{tot,Ed}$ [kNm]
1	1,5	4,0	5,6	19,4
2	1,5	3,5	4,4	13,9

Belasting bij wind evenwijdig aan de geleider

Waar relevant wordt er ook getoetst aan wind evenwijdig aan de geleider. In onderstaande tabel zijn de optredende krachten weergegeven.

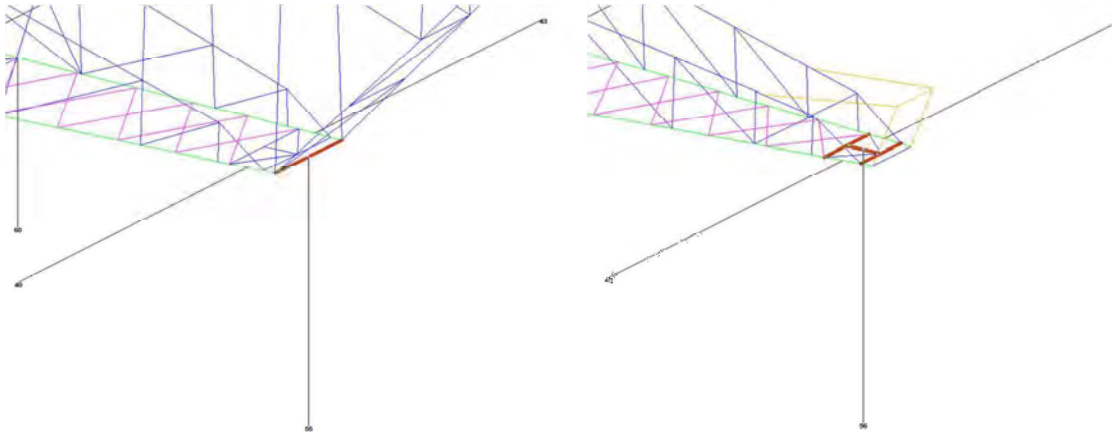
Tabel 3 Optredende belastingen per variant – wind evenwijdig

Var.	L _{post} [m]	F _{h,gel} [kN]	M _{r,-,k} [kNm]	F _{r,k} [kN]	M _{r,/,k} [kNm]	F _{v,Ed} [kN]	F _{h,-,Ed} [kN]	M _{r,-,Ed} [kNm]	F _{h,/,Ed} [kN]	M _{r,/,Ed} [kNm]
1	4,5	0,4	1,8	1,69	3,81	4,0	0,6	2,7	2,5	5,7
2	4,5	0,4	1,8	1,69	3,81	3,5	0,6	2,7	2,5	5,7

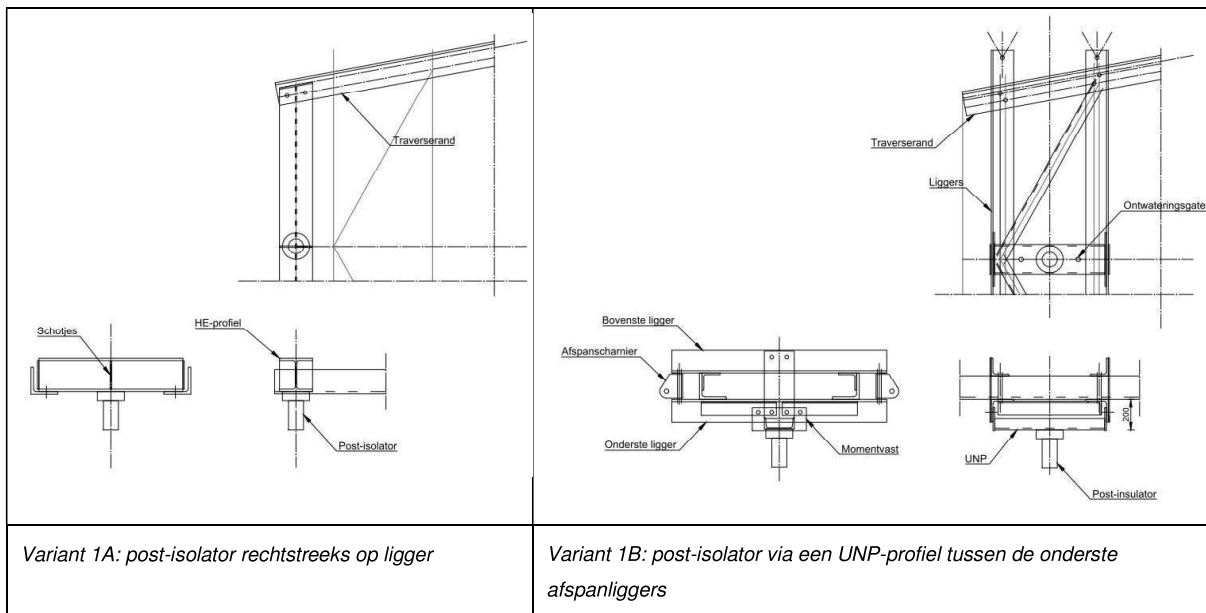
2 VARIANT 1 – 380 KV – 1 POSTISOLATOR

De ophanging van de postisolator bij variant 1 kent twee varianten:

- A. Ophanging aan enkele ligger (onderstaand links, boventraverse);
- B. Ophanging aan frame (onderstaand rechts, middentraverse).



Figuur 4 Principe ophanging variant 1A (links) en 1B (rechts)



Figuur 5 Principedetails voor bevestiging post-insulator variant 1A en 1B

2.1 Variant A

De postisolator wordt opgehangen aan een enkele stalen ligger. Deze ligger wordt daardoor in twee richtingen en op torsie belast. De optredende belastingen zijn:

- Verticaal F_v 4,0 kN;
- Horizontaal $F_{h,tot}$ 5,6 kN;
- Torsiemoment M_{tot} 19,4 kNm.

De maximale lengte van de ligger is 1,82 m (boventraverse HB/s). Het profiel van de ligger is HEB220 (S355). De ligger wordt getoetst aan de hand van een excel-sheet. Uit berekening blijkt dat de ligger voldoet met een maximale UC van 0,78. Voor berekening, zie na pagina 6.

2.2 Variant B

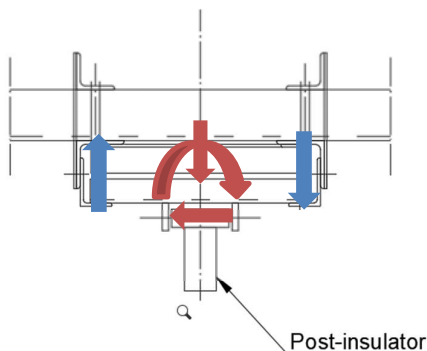
Onderstaand is de situatie schematisch weergegeven. De hoeklijnen hebben een (minimale) doorsnede van 150x150x14mm. De afstand tussen de hoeklijnen is min. 600mm. De bovenste en onderste hoeklijnen worden halverwege de overspanning gekoppeld.

De optredende maximale reactiekracht is gelijk aan $(4,0\text{kN}/2 + 19,4\text{kNm}/0,6\text{m}) = 34,3\text{kN}$. Per ligger is de kracht gelijk aan $(34,3\text{kN} / 2) = 17,2\text{kN}$.

De maximale overspanning is 2,5m (middentraverse HA+0/c → 150kV heeft langste ligger, deze als maatgevend aangehouden). Het totale moment in het hoekstaal wordt dan $(0,25 \cdot (17,2\text{kN} + 5,3\text{kN}/2) \cdot 2,5\text{m}) = 12,4\text{kNm}$.

Het weerstandsmoment is gelijk aan 83500mm^3 . De spanning is gelijk aan $(12,4 \cdot 10^6 \text{ Nmm} / 83500\text{mm}^3) = 158\text{MPa}$. De ligger voldoet met een UC van $(158\text{MPa} / 355\text{MPa}) = 0,45$.

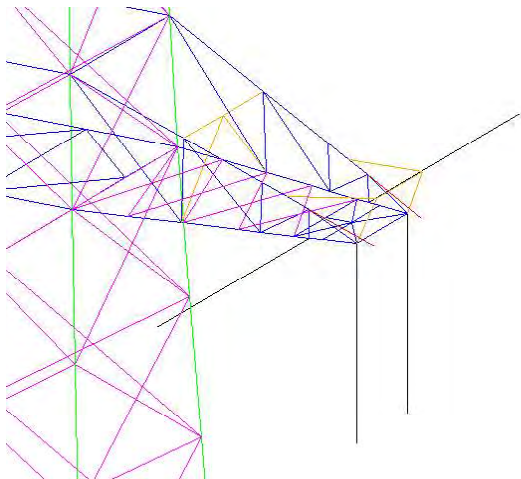
De ligger die hoeklijnen koppelt heeft een doorsnede van UNP220 en wordt om de zwakke as belast. Het optredende moment is gelijk aan $(1/4 \cdot 4,0\text{kN} \cdot 0,6\text{m} + 1/2 \cdot 19,4\text{kNm}) = 10,3\text{kNm}$. De spanning is gelijk aan $(10,3 \cdot 10^6 \text{ Nmm} / 33500\text{mm}^3) = 307\text{MPa}$. De ligger voldoet met een UC van $(307\text{MPa} / 355\text{MPa}) = 0,86$.



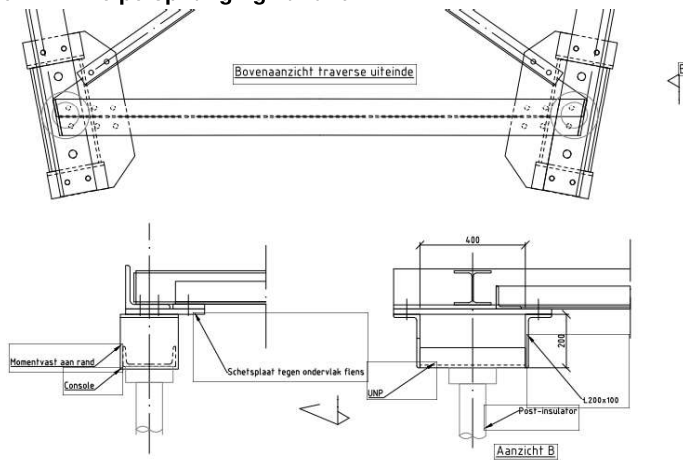
Figuur 6 Schematische weergave ophanging variant 1B

3 VARIANT 2 – 380 KV – 2 POST-ISOLATOR

De postisolator wordt via een verlaagde console ingeklemd in twee richtingen en opgehangen aan de onderrand van de traverse. De torsie op de onderrand wordt opgenomen door een ligger uit HE-profiel (diagonalen worden verwaarloosd), in de richting van de onderrand neemt de rand de momenten op. De optredende belastingen zijn in Tabel 4 opgenomen:



Figuur 7 Principe ophanging variant 2

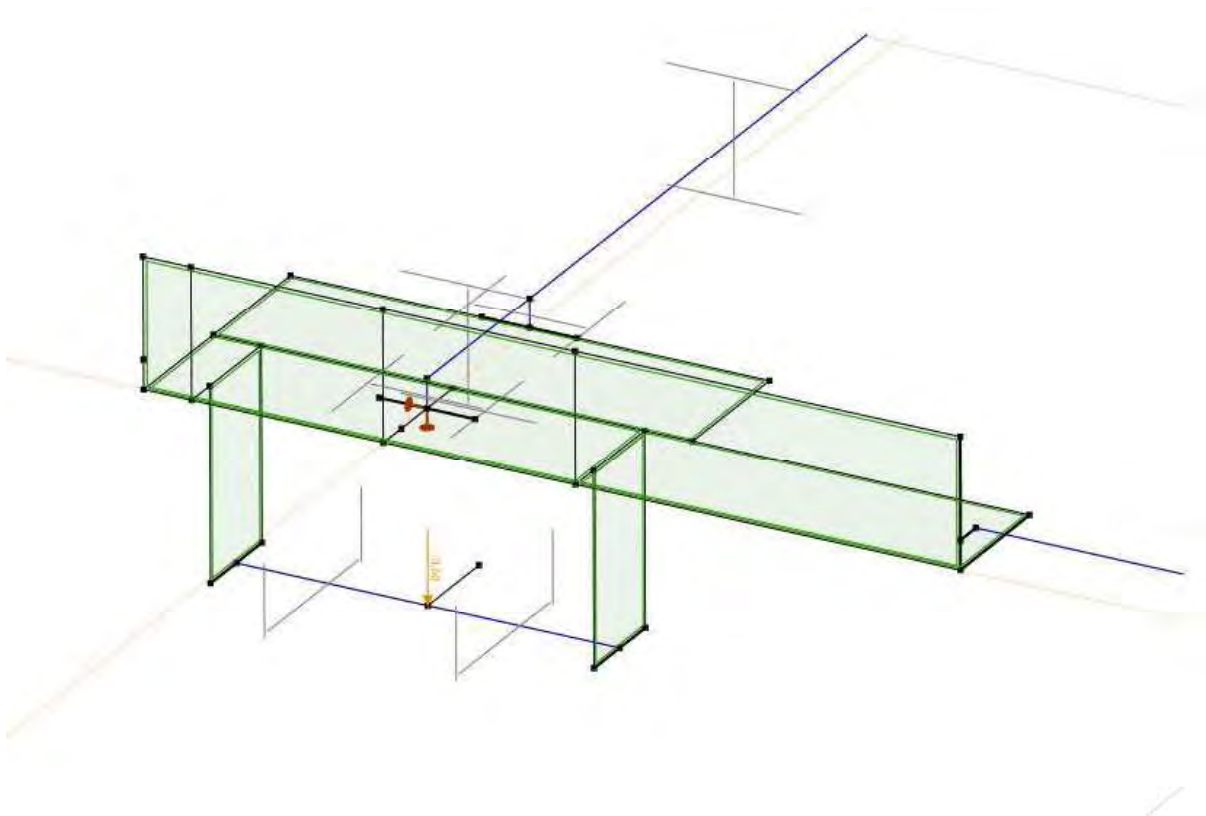


Figuur 8 Principedetail bevestiging post-isolator aan rand

De ligger wordt belast door een kopmoment. Dit moment is volgens Tabel 3 gelijk aan 5,7 kNm. Ligger met praktisch gekozen profiel HE140A volstaat.

Kritisch aspect in de verbinding is de krachtsoverdracht van het buigend moment uit het vlak van de console naar de ligger. De onderrand wordt lokaal (tussen de console en HE-ligger) op torsie belast en de flens van het hoekprofiel wordt ook op buiging belast. Om de krachtsinleiding mogelijk te maken wordt de onderrand verstijfd met een schetsplaat waarmee de HE-ligger en diagonalen worden verbonden.

De controle is uitgevoerd met het programma AxisVM. Zowel buiging in het vlak als buiging uit het vlak is gecontroleerd. Als minimaal profiel van de onderrand is uitgegaan van L140x140x13. Voor de schetsplaatdikte is 20 mm ingevoerd. De maximale drukkracht in de rand is in combinatie met de buiging meegenomen, hoewel deze van kleine grootte is op het einde van de traverse (30 kN).



Figuur 9 Rekenmodel krachtsinleiding post-isolator aan onderrand

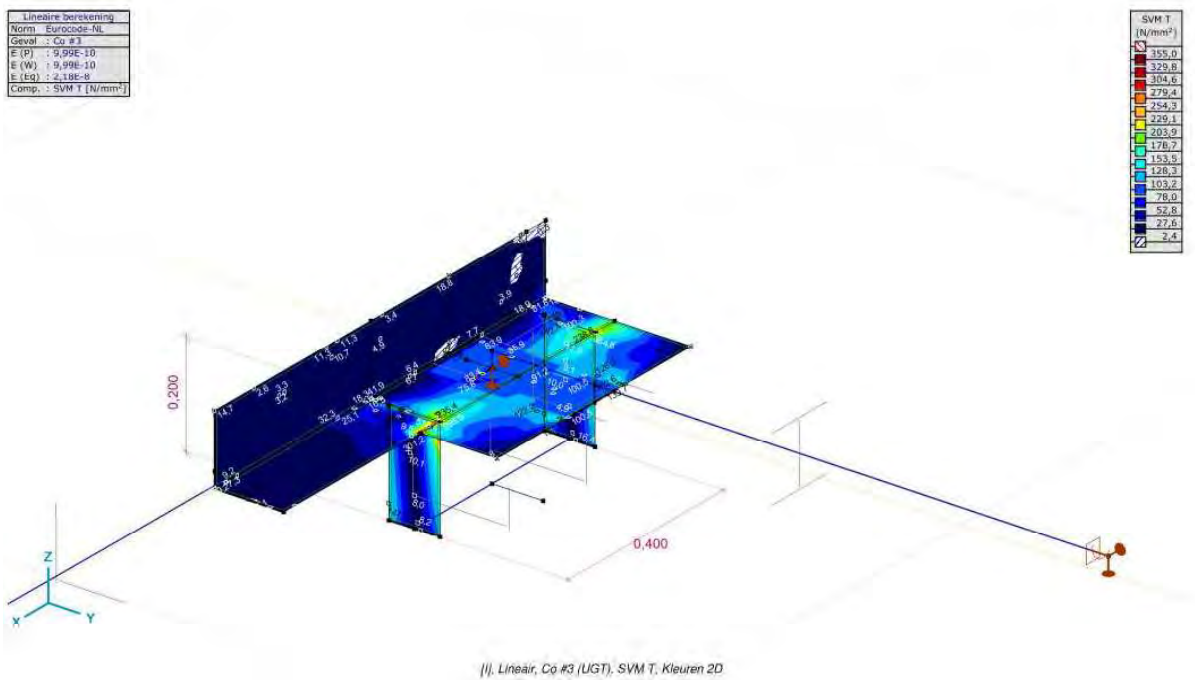
De belastingen zijn ontleend aan Tabel 2 en Tabel 3 voor de 380 kV post-isolator. De belastingen zijn in AxisVM gecombineerd met het verticale gewicht, en met twee richtingen van M_x en M_y , waarbij belastinggevallen zijn verminderd tot een factor 0,71.

Tabel 4 Belastingen op console

Var.	$F_{z,Ed}$ [kN]	$F_{x,Ed}$ [kN]	$F_{y,Ed}$ [kN]	$M_{x,Ed}$ [kNm]	$M_{y,Ed}$ [kNm]
M_x			2,5	5,7	
M_y		4,4			13,9
F_z	3,5				
N	30				

Uit de berekening blijkt dat de combinatie van spanningen door torsie en buiging toelaatbaar is.

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Gevol	Co #3
E (P)	: 9,99E+10
E (W)	: 9,99E+10
E (EQ)	: 2,18E+8
Comp.	: SVM T [N/mm ²]



Figuur 10 Spanningen in de maatgevende belastingcombinatie

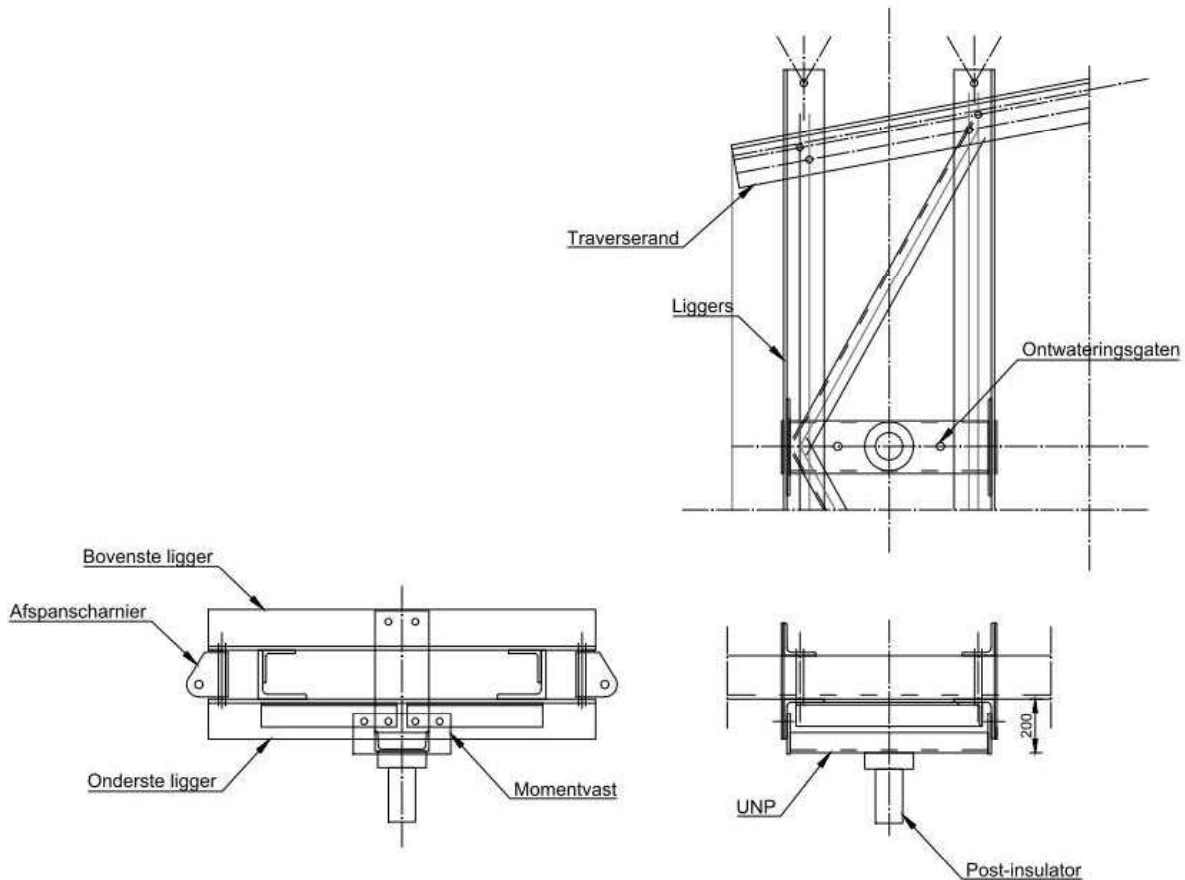
In het model treden elastisch berekend bij hoeken spanningsconcentraties op. Zie Figuur 10. In de uitvoer opgenomen in de bijlage blijkt dat de hoogste spanning 339 N/mm² bedraagt. De toetsing is:

$$U.C. = 339 \text{ N/mm}^2 / 355 \text{ N/mm}^2 = 0,95 \leq 1,00 \text{ OK.}$$

De staalprofielen en schetsplaten voldoen.

4 CONTROLE AFSPANLIGGERS

De afspankettingen van de hoekmast worden bevestigd tussen twee paren van hoekprofielen. De liggers worden belast op buiging in het geval van een lijnhoek. Als gevolg van de belasting van het afspanscharnier wordt het hoekprofiel ook op lokale buiging belast.



Figuur 11 Principe van de afspanliggers. De uitragende ligger wordt in het geval van een lijnhoek op buiging belast door de kracht uit de afspanketting

De profielen worden gecontroleerd op buiging met het programma AxisVM, de profielen worden geschematiseerd met plaalementen.

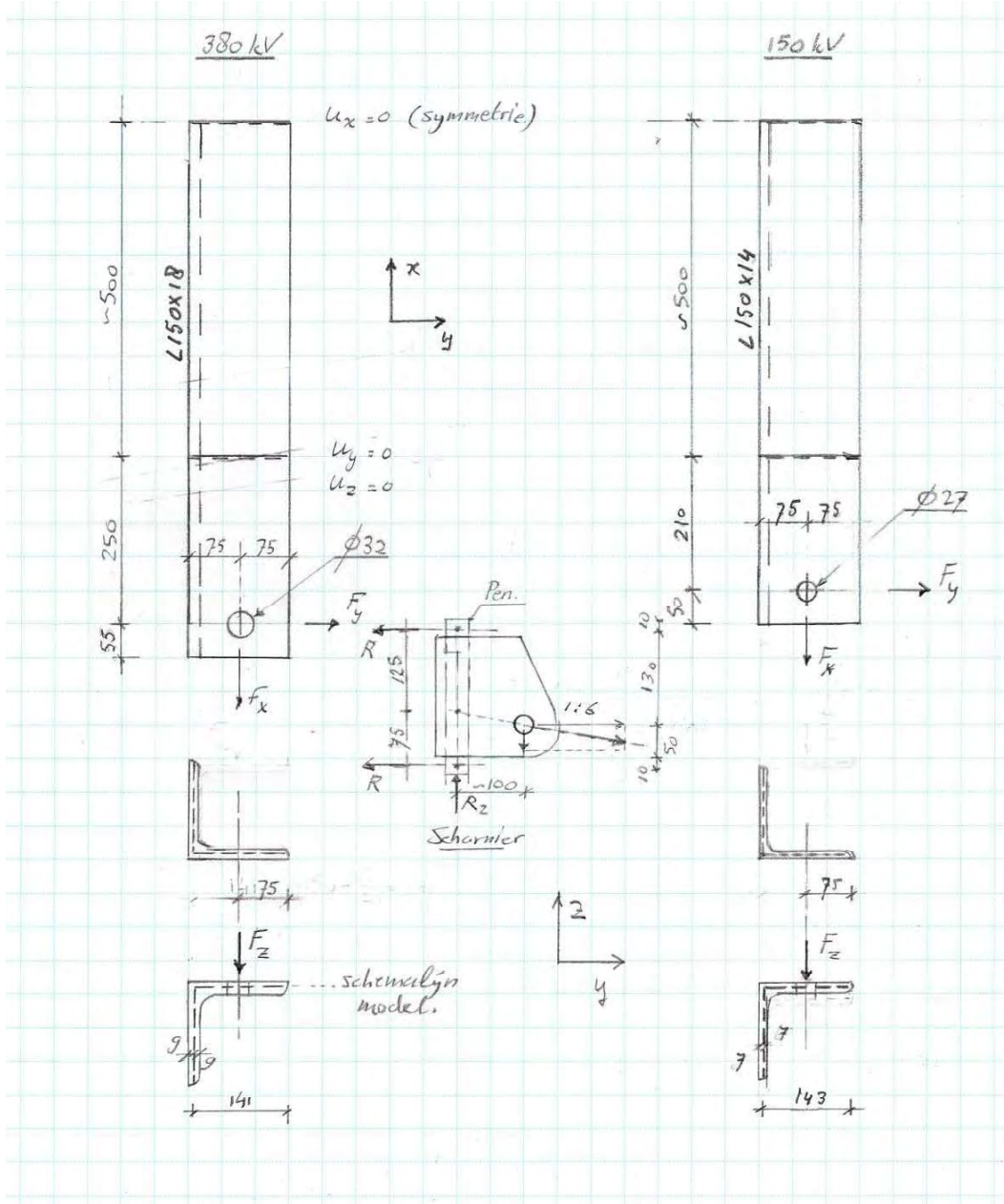
Vanwege uniformiteit over de masttypes in afspanscharnieren wordt de controle uitgevoerd op basis van het masttype met de grootste lijnhoek en de grootste uitkraging. Dit is de HC+0-mast van het solo-type, omdat de ondertraverse de grootste breedteverandering heeft, met bijbehorend grootste uitkraging.

In het UO zal de verbinding verder in detail moeten worden gecontroleerd. Omdat de plaatbuiging bepalend is voor het profiel dat wordt toegepast, wordt nu de controle van de liggers op buiging uitgevoerd.

De profielen zijn uniform over alle solo- en combihoekmasttypes. De controleberekening omvat daarom zowel de profielen voor de 150 kV als 380 kV afspanketting, respectievelijk L150x150x14 en L150x150x18.

Voorlopig worden bovenste en onderste ligger gelijk genomen, in UO-fase kan de bovenste ligger nog geoptimaliseerd worden omdat deze niet door de verticale belasting belast wordt.

Schema



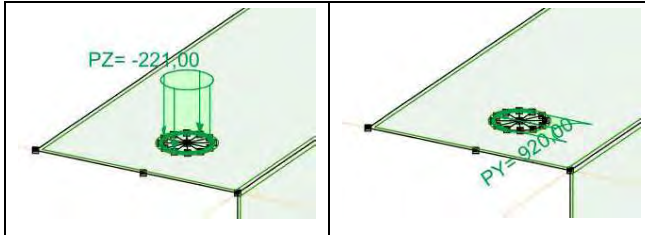
Figuur 12 Schematisering liggers

De helft van de ligger wordt berekend met symmetrie randvoorwaarden. De zwaartelij van de plaatdikte is het uitgangspunt voor de geometrie. De verbinding met de traverserand wordt vereenvoudigd tot een lijnoplegging aan de bovenflens met fixatie van y- en z-richting. De berekening is lineair-elastisch.

Tabel 5 Geleiderbelastingen

Belastingcombinatie	Spanning	Fxtotaal	Fytotaal	Fztotaal	Ftrekhead
ULS 3_120	380 kV	220,0	142,3	44,4	261,6
	150 kV	109,9	71,0	22,2	130,7

De belastingen worden omgezet naar een lijnlast rondom het gat voor de pen. De x- en y-belasting op de helft van de omtrek, de verticale belasting (z-richting) rondom de gehele omtrek.



Figuur 13 Invoer van belastingen als lijnlast rondom boutgat

De belasting van Tabel 5 wordt verdeeld over twee kettingen. Vanwege de geometrie van het afspanscharnier wordt circa 65% van de belasting verdeeld naar de onderste ligger.

Tabel 6 Schematisering belasting

	d (mm)	Omtrek bij Fx (mm)	Omtrek bij Fy (mm)	Omtrek bij Fz (mm)
380 kV	32	50,3	50,3	100,5
150 kV	27	42,4	42,4	84,8
Verhouding afdracht		0,65	0,65	1

De lijnbelasting wordt berekend met:

$$q = 1/2 \cdot k \cdot F / O$$

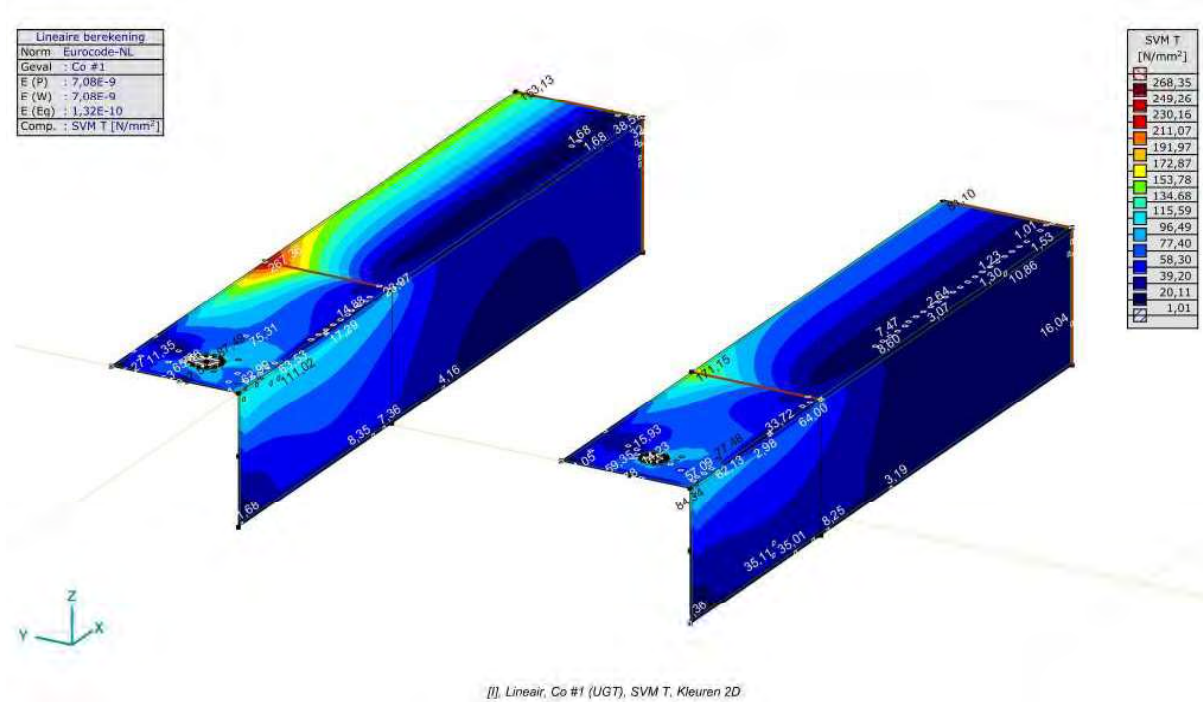
In Tabel 7 zijn de lijnlasten berekend met bovenstaande formule. Deze zijn in AxisVM ingevoerd.

Tabel 7 lijnlast rond gat

	qx (kN/m)	qy (kN/m)	qz (kN/m)
380 kV	1422	920	221
150 kV	842	544	131

Toetsing

Zie de uitvoer van AxisVM. De combinatie van buiging en lokale buiging op het bovenzvlak van het hoekprofiel ter plaatse van de lijnoplegging is maatgevend.



Figuur 14 Maximale spanning in hoekprofiel voor 380 kV en 150 kV

Toetsing:

L150x18: U.C. : $267 / 355 = 0,75 \leq 1,00$ OK

L150x14: U.C. : $171 / 355 = 0,48 \leq 1,00$ OK

De profielen voldoen.

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

AxisVM X5 R4h - Geregistreerd aan DNV GL - Energy
Post aan onderstrand HA_s,axs




Rapport

Rapport, Inhoudsopgave

Onderdeel		Pagina	Onderdeel	Pagina
Materialen		3	[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), Tx, Lijnen (gevuld)	22
Knoppen en staven		4	[I], Linear, Co #1 (UGT), eR, Lijnen	23
Dikte		5	[I], Linear, Co #2 (UGT), eR, Lijnen	24
Profielen		6	[I], Linear, Co #3 (UGT), eR, Lijnen	25
Domeinen		7	[I], Linear, Co #4 (UGT), eR, Lijnen	26
Knooppieggingen		7	[I], Linear, Co #5 (UGT), eR, Lijnen	27
Mx: Knoopbelastingen		8	[I], Linear, Co #6 (UGT), eR, Lijnen	28
Mx		9	[I], Linear, Co #1 (UGT), SVM T, Kleuren 2D	29
My: Knoopbelastingen		10	[I], Linear, Co #2 (UGT), SVM T, Kleuren 2D	30
My		11	[I], Linear, Co #3 (UGT), SVM T, Kleuren 2D	31
Fz: Knoopbelastingen		12	[I], Linear, Co #4 (UGT), SVM T, Kleuren 2D	32
Fz		13	[I], Linear, Co #5 (UGT), SVM T, Kleuren 2D	33
N: Knoopbelastingen		14	[I], Linear, Co #6 (UGT), SVM T, Kleuren 2D	34
N		15	[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), SVM B, Iso vlakken 3D	35
Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen		16	[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), SVM C, Iso vlakken 3D	36
[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), Nx, Lijnen (gevuld)		17	[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), SVM T, Iso vlakken 3D	37
[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), My, Lijnen (gevuld)		18	Vlakspanningen [Linear, Omhullende (Alle UGT)]	38
[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), Mz, Lijnen (gevuld)		19	[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), S;x:minmax, Lijnen (gevuld)	39
[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), Vz, Lijnen (gevuld)		20	Staatspanningen [Linear, Omhullende (Alle UGT)]	40
[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), Vy, Lijnen (gevuld)		21	Interne krachten knooppiegging [Linear, Omhullende (Alle UGT)]	41

Project:
 Constructeur: DNV GL - Energy
 Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Materialen

Naam	Type	Nationale norm	Materiaalnorm	Model	E_x [N/mm ²]	E_y [N/mm ²]	E_z [N/mm ²]	ν	α_T [1/°C]	ρ [kg/m ³]	Materiaal kleur	Contour kleur	Structuur	P_1
I S 355	Staal	Eurocode-NL	10025-2	Lineair	210000	210000	210000	0,30	1,2E-5	7850				f_y [N/mm ²] = 355,00

Naam	f_{t1} [N/mm ²]	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{14}
I S 355	f_{t1} [N/mm ²] = 510,00													

Naam: Materiaalnaam; **Type:** Type materiaal; **Model:** Materiaal model; **E_x:** Elasticiteitsmodulus in lokale x richting; **E_y:** Elasticiteitsmodulus in lokale y richting; **E_z:** Elasticiteitsmodulus in lokale z richting; **ν :** Poisson's verhouding; **α_T :** Warmteuitzettingscoëfficiënt; **ρ :** Dichtheid; **Materiaal kleur:** Materiaalkleur;
Contour kleur: Contourkleur; **P₁, P₂, P₃, P₄, P₅, P₆, P₇, P₈, P₉, P₁₀, P₁₁, P₁₂, P₁₃, P₁₄:** Ontwerpparameter;

Project:

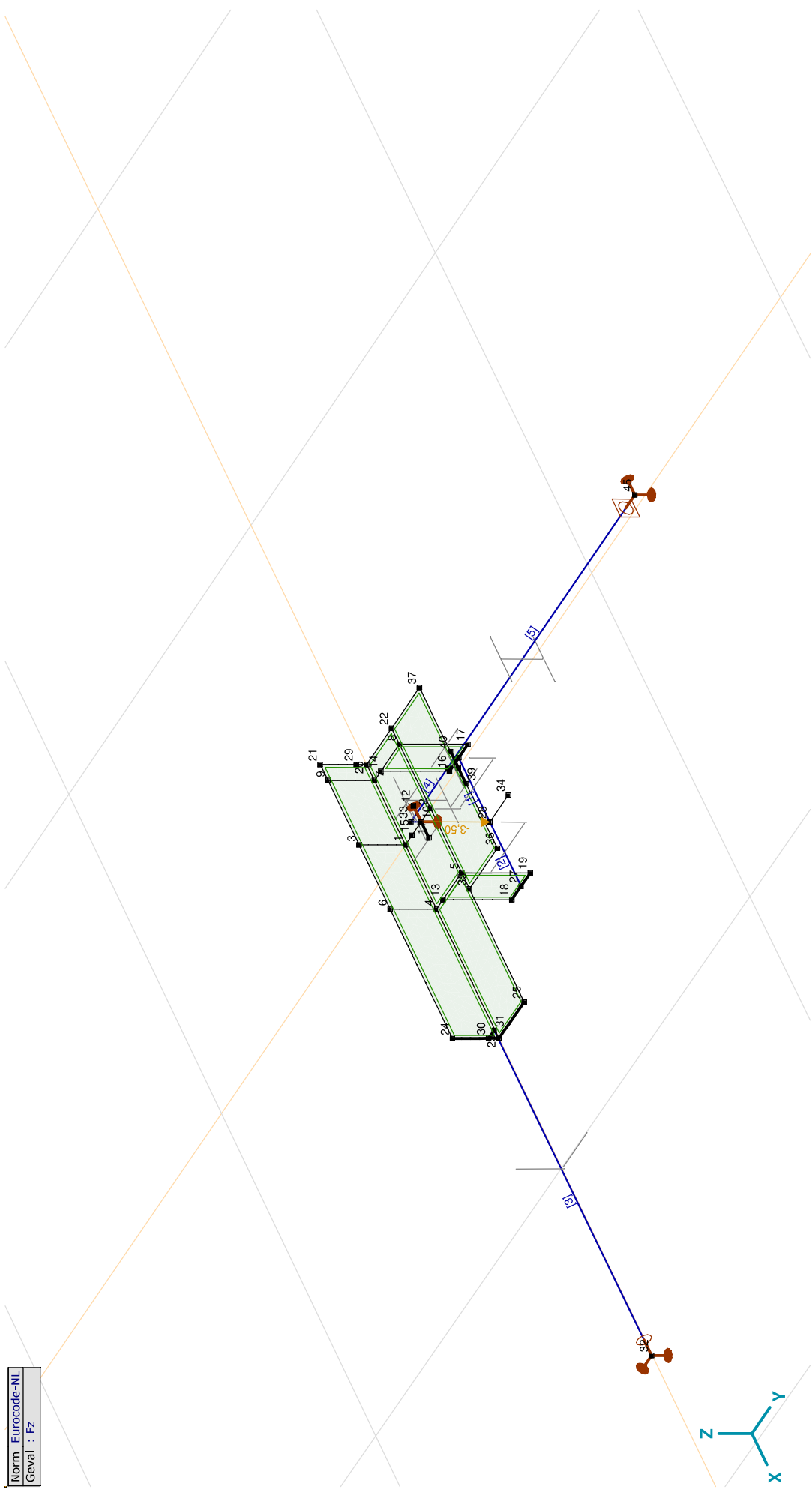
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

18-5-2021

Pag. 4

Norm Eurocode-NL
Geval : Fz



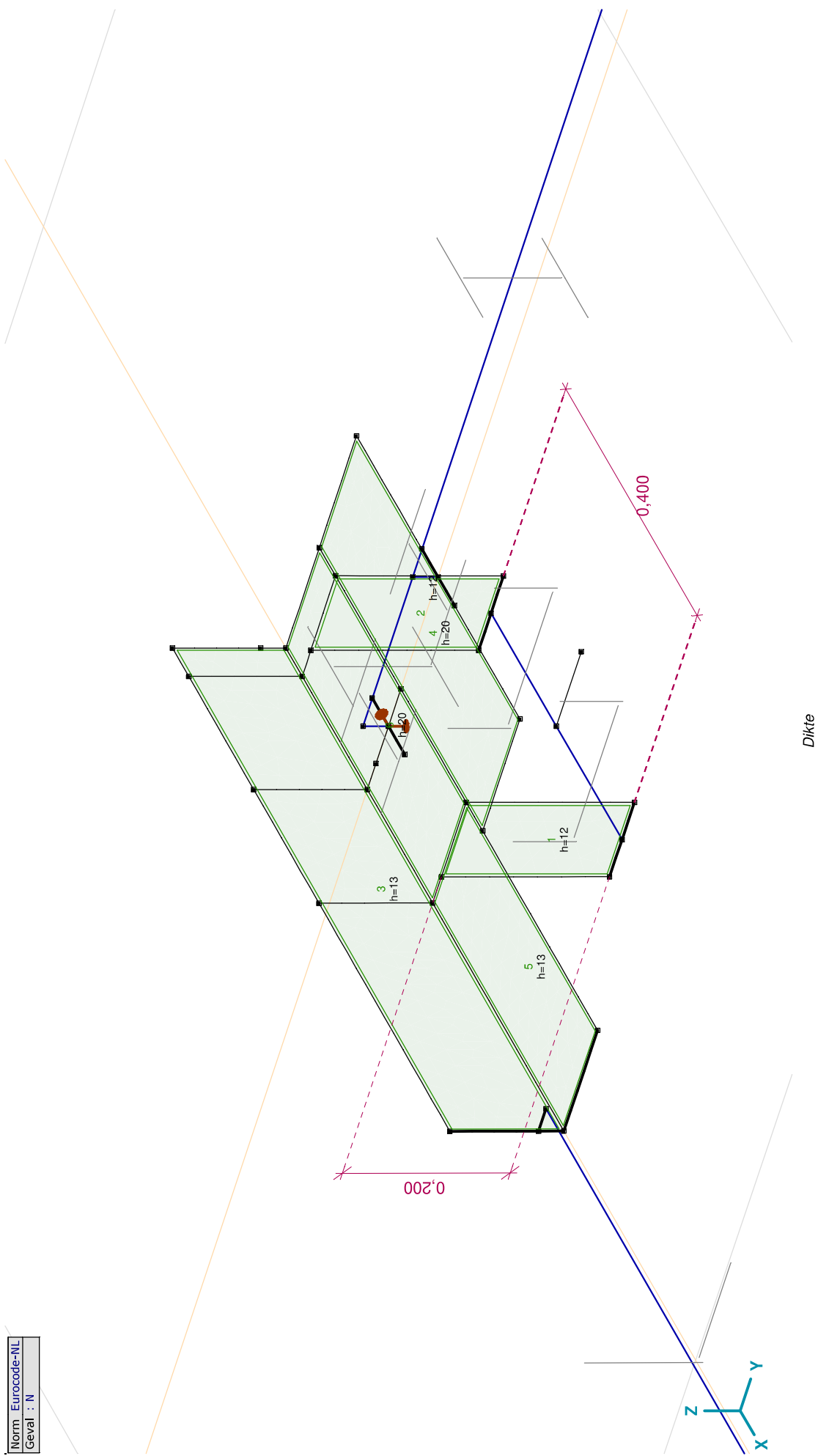
Knopen en staven

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Norm Eurocode-NL
Geval : N



Dikte

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

18-5-2021

Pag. 6

Profielen

Naam	Tekening	Productie	Vorm	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	r1 [mm]	r2 [mm]	r3 [mm]	Ax [mm ²]	Ay [mm ²]	Az [mm ²]	Ix [mm ⁴]	Iy [mm ⁴]	Iz [mm ⁴]
1 U 200		Gewalst	U	200,0	75,0	8,5	11,5	11,5	6,0	0	3218,52	931,26	1555,63	121078,6	1,9E+07	1477534,0
2 L 150X150X14		Gewalst	L	150,0	150,0	14,0	14,0	16,0	8,0	0	4031,60	1760,18	1776,16	278959,0	8453331,0	8453331,0
3 HE 140 A		Gewalst	I	133,0	140,0	5,5	8,5	12,0	0	0	3142,19	2147,66	704,86	81932,8	1E+07	3893251,0
4 L 140X140X13		Gewalst	L	140,0	140,0	13,0	13,0	15,0	7,5	0	3495,25	1525,43	1539,45	208736,7	6384907,0	6384907,0

Naam	Iyz [mm ⁴]	I1 [mm ⁴]	I2 [mm ⁴]	α [°]	Iω [mm ⁶]	W1,el,t [mm ³]	W1,el,b [mm ³]	W2,el,t [mm ³]	W2,el,b [mm ³]	W1,pl [mm ³]	W2,pl [mm ³]	iy [mm]	iz [mm]	Hy [mm]	Hx [mm]
1 U 200	0	1,9E+07	1477534,0	0	8,9E+09	191091,8	191091,8	26935,4	73344,2	227755,3	51850,6	77,1	21,4	75,0	200,0
2 L 150X150X14	-4971153,0	1,3E+07	3482178,0	45,00	4,2E+08	126567,2	126567,2	65498,4	58536,3	200109,5	102485,0	45,8	45,8	150,0	150,0
3 HE 140 A	0	1E+07	3893251,0	0	1,5E+10	155382,8	155382,8	55617,9	55617,9	173525,9	84852,6	57,3	35,2	140,0	133,0
4 L 140X140X13	-3754641,0	1E+07	2630265,0	45,00	2,7E+08	102424,9	102424,9	53024,7	47412,5	161917,9	82940,4	42,7	42,7	140,0	140,0

Naam	yG [mm]	zG [mm]	ys [mm]	zs [mm]	S.p.
1 U 200	20,1	100,0	-38,7	0	8
2 L 150X150X14	42,1	42,1	-33,9	-33,9	4
3 HE 140 A	70,0	66,5	0	0	9
4 L 140X140X13	39,2	39,2	-31,7	-31,7	4

Naam: Doorsnede naam; **Productie:** Productieproces; **Vorm:** Profiel; **h:** Doorsnede hoogte; **b:** Doorsnede breedte; **tw:** Lijfdikte; **tf:** Flensdikte; **r1, r2, r3:** Afrondingswaarden; **Ax:** Doorsnede-oppervlak; **Ay, Az:** Afschuivingsoppervlak; **Ix:** Torsieaagheidsmoment; **Iy, Iz:** Buigtraagheidsmoment; **Iyz:** Centrifugaal traagheidsmoment; **I1, I2:** Hoofdbuigtraagheidsmoment; **α:** Hoofdrichtingen; **Iω:** Krommingsconstante; **W1,el,t, W1,el,b, W2,el,t, W2,el,b:** Elasticiteitsmodulus; **W1,pl, W2,pl:** Plasticiteitsmodulus; **iy, iz:** Traagheidsstraal; **Hy:** Afmeting in lokale Y-richting; **Hx:** Afmeting in lokale Z-richting; **yG:** Y-coördinaat van het zwaartepunt; **zG:** Z-coördinaat van het zwaartepunt; **ys:** Y-coördinaat van het afschuivingsmiddelpunt (torsie); **zs:** Z-coördinaat van het afschuivingsmiddelpunt (torsie); **S.p.:** Spanningspunten;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s_axs

18-5-2021

Pag. 7

Domeinen

Element type	Materiaal	Ref _x	Ref _z	Dikte [mm]	k, buiging [l]	k, torsie [l]	k, afschuiving [l]	Oppervlakte [m ²]	Gat	Mesh
1 # Schaal	S 355	Auto	Auto	12				0,020	-	✓
2 # Schaal	S 355	Auto	Auto	12				0,020	-	✓
3 # Schaal	S 355	Auto	Auto	13				0,115	-	✓
4 # Schaal	S 355	Auto	Auto	20				0,075	-	✓
5 # Schaal	S 355	Auto	Auto	13				0,054	-	✓
6 # Schaal	S 355	Auto	Auto	20				0,061	-	✓

Element type: Plaatlement type; **Ref_x:** Referentie voor lokale X-richting; **Ref_z:** Referentie voor lokale Z-richting; **k, buiging:** Buigsterkte coefficient; **k, torsie:** Torsiesterkte coefficient; **k, afschuiving:** Dwarskrachtsterkte coefficient; **Oppervlakte:** Domein oppervlak; **Gat:** Aantal gaten in domein; **Mesh:** Gegeneerde mesh;

Knooppopleggingen

Knoop	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	32	1,600	0,030
2	45	0	1,285
3	10	0	0,085

Knoop	Type	Naam _x	K _x [kN/m]	K _{x,y} [kN/m]	Naam _y	K _y [kN/m]	K _{y,v} [kN/m]	Naam _z	K _z [kN/m]	K _{z,v} [kN/m]	Naam _{xx}	K _{xx} [kNm/rad]	K _{xx,v} [kNm/rad]	Naam _{yy}
1	32	Glob.	—	—	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - rotatie	1E+10	1E+10	—
2	45	Glob.	Vast - translatie	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	—	—	—	Vast - rotatie
3	10	Glob.	Vast - translatie	1E+10	—	—	—	Vast - translatie	1E+10	1E+10	—	—	—	—

Knoop	K _{yy} [kNm/rad]	K _{yy,v} [kNm/rad]	Naam _{zz}	K _{zz} [kNm/rad]	K _{z,v} [kNm/rad]
1	32	—	—	—	—
2	45	1E+10	—	—	—
3	10	—	—	—	—

Knoop: Ondersteunde knoop; **Type:** Opleggingstype; **Naam_x:** Naam van de veereigenschappen; **K_x:** Initiele stijfheid; **K_y:** Trillingsstijfheid; **Naam_y:** Naam van de veereigenschappen; **K_y:** Trillingsstijfheid; **Naam_z:** Naam van de veereigenschappen; **K_z:** Trillingsstijfheid; **Naam_{xx}:** Naam van de veereigenschappen; **K_{xx}:** Initiele stijfheid; **K_{xx,v}:** Trillingsstijfheid; **Naam_{yy}:** Naam van de veereigenschappen; **K_{yy}:** Trillingsstijfheid; **Naam_{zz}:** Naam van de veereigenschappen; **K_{zz}:** Trillingsstijfheid; **K_{z,v}:** Trillingsstijfheid;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Mx: Knoopbelastingen

	<i>Richting</i>	<i>F_x</i> [kN]	<i>F_y</i> [kN]	<i>F_z</i> [kN]	<i>M_x</i> [kNm]	<i>M_y</i> [kNm]	<i>M_z</i> [kNm]
28	Global	0	2,50	0	5,70	0	0

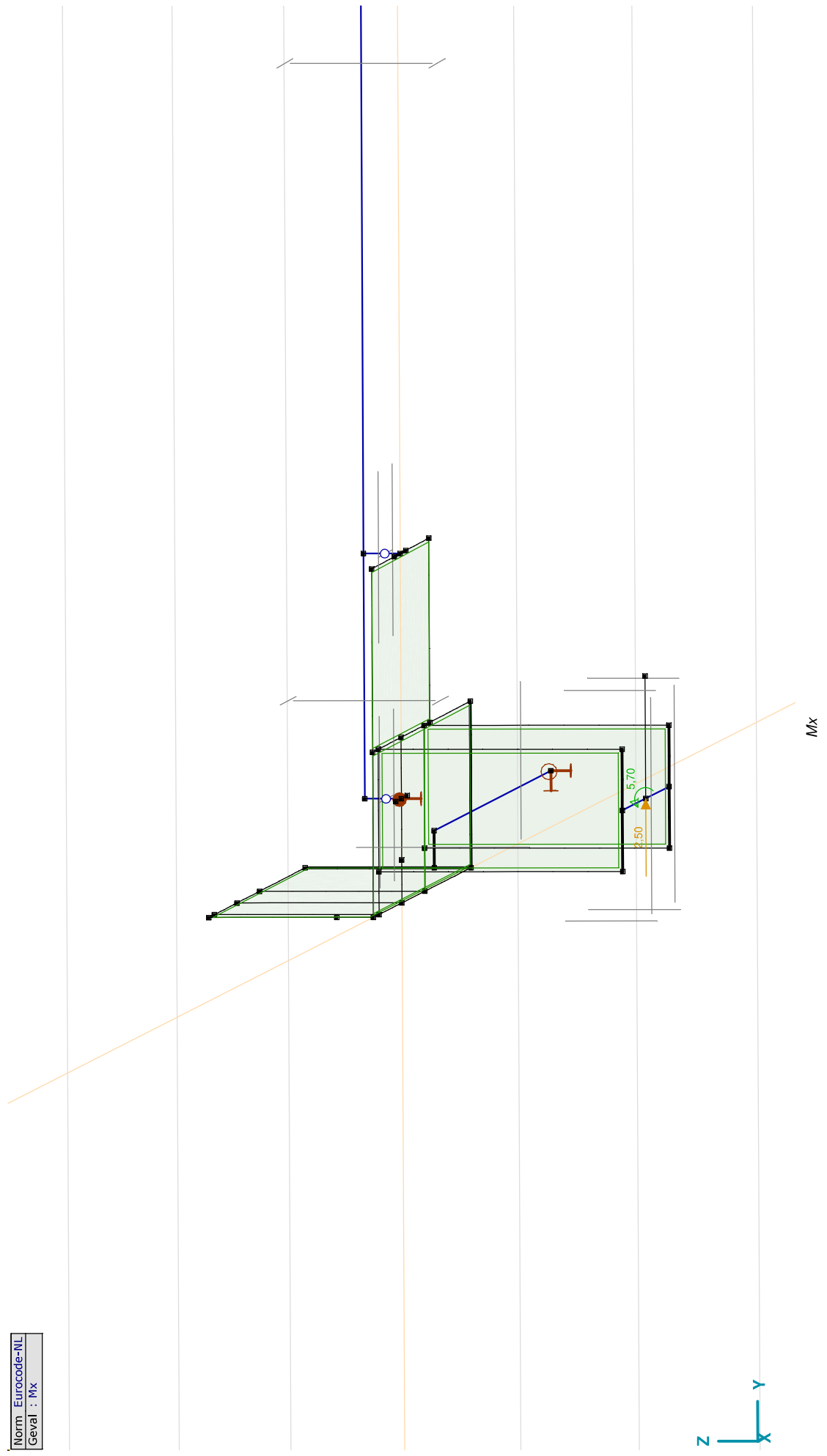
F_x, F_y, F_z: Belastingkracht component; **M_x, M_y, M_z:** Belastingmoment component;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axs

Norm	Eurocode-NL
Geval	Mx



Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Post aan onderrand HA_s.axes****My: Knoopbelastingen**

	<i>Richting</i>	<i>F_x</i> [kN]	<i>F_y</i> [kN]	<i>F_z</i> [kN]	<i>M_x</i> [kNm]	<i>M_y</i> [kNm]	<i>M_z</i> [kNm]
28	Global	4,40	0	0	0	13,90	0

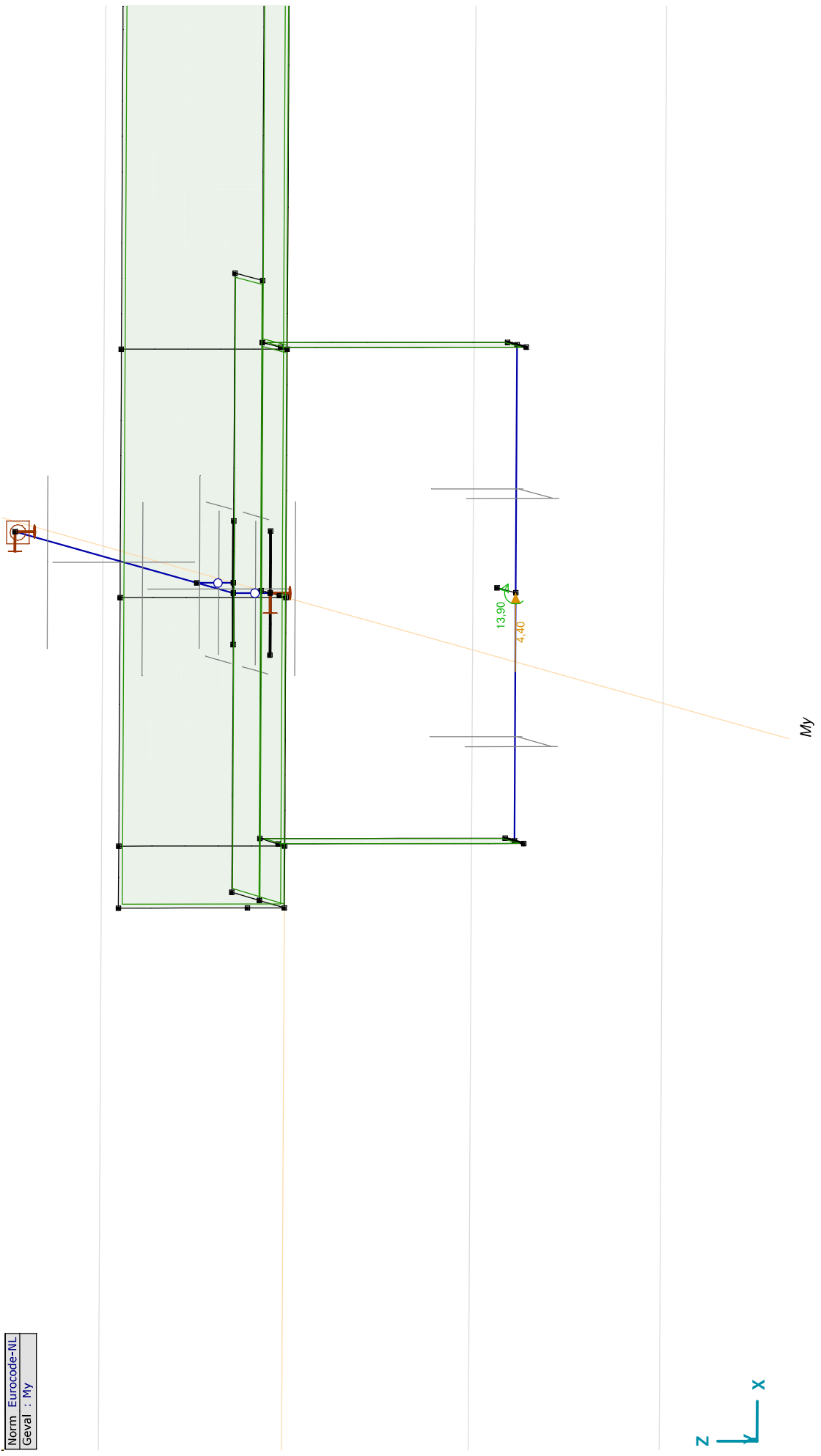
F_x, F_y, F_z: Belastingkracht component; **M_x, M_y, M_z:** Belastingmoment component;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axs

Norm	Eurocode-NL
Geval	My



Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Post aan onderrand HA_s.axs****Fz: Knoopbelastingen**

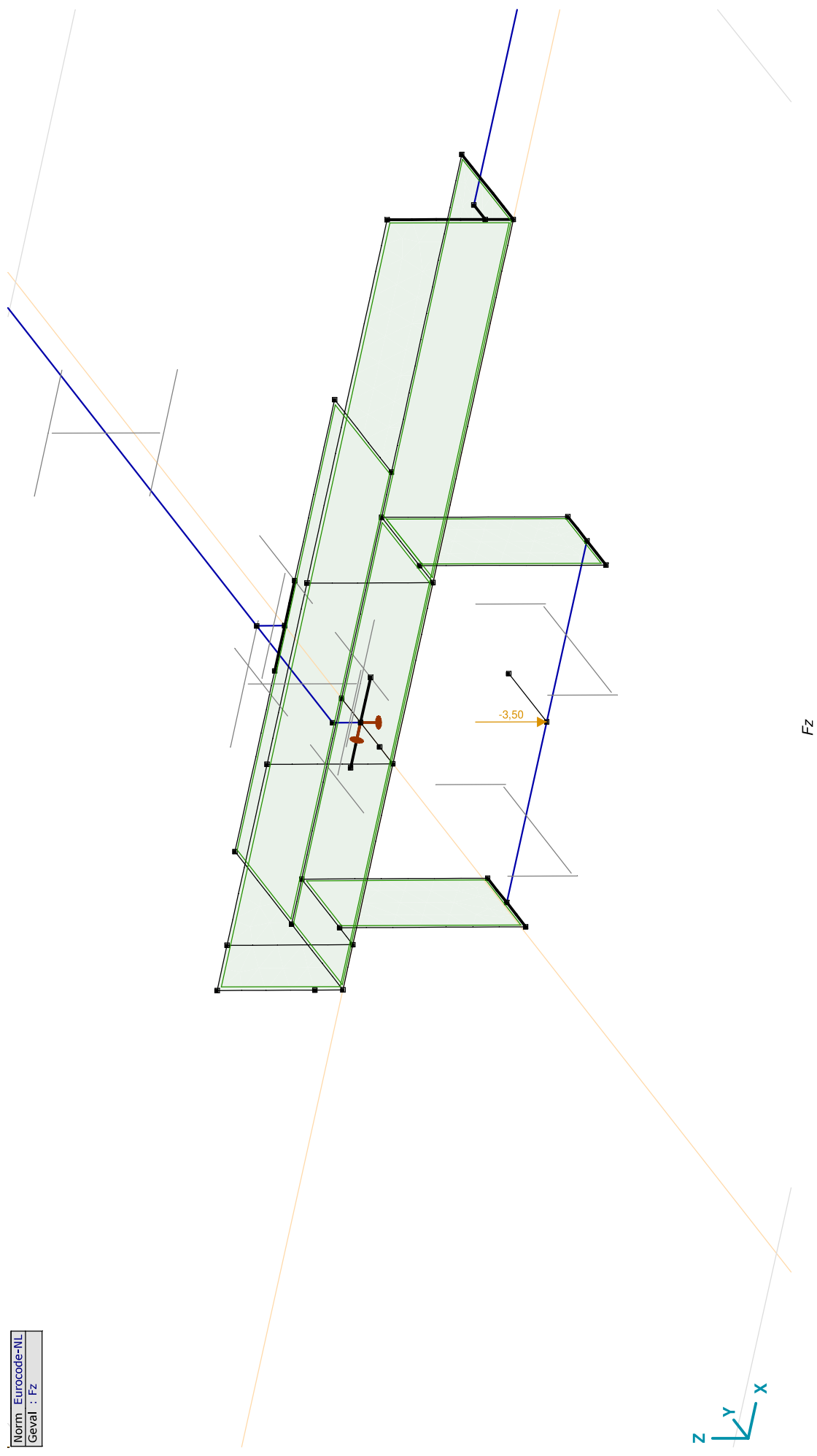
	<i>Richting</i>	<i>F_x</i> [kN]	<i>F_y</i> [kN]	<i>F_z</i> [kN]	<i>M_x</i> [kNm]	<i>M_y</i> [kNm]	<i>M_z</i> [kNm]
28	Global	0	0	-3,50	0	0	0

F_x, F_y, F_z: Belastingkracht component; **M_x, M_y, M_z:** Belastingmoment component;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy
Model: Post aan onderand HA_s.axes

Norm	Eurocode-NL
Geval	Fz



Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Post aan onderrand HA_s.axes**

N: Knoopbelastingen

	<i>F_x</i> [kN]	<i>F_y</i> [kN]	<i>F_z</i> [kN]	<i>M_x</i> [kNm]	<i>M_y</i> [kNm]	<i>M_z</i> [kNm]
32	Global	-30,00	0	0	0	0

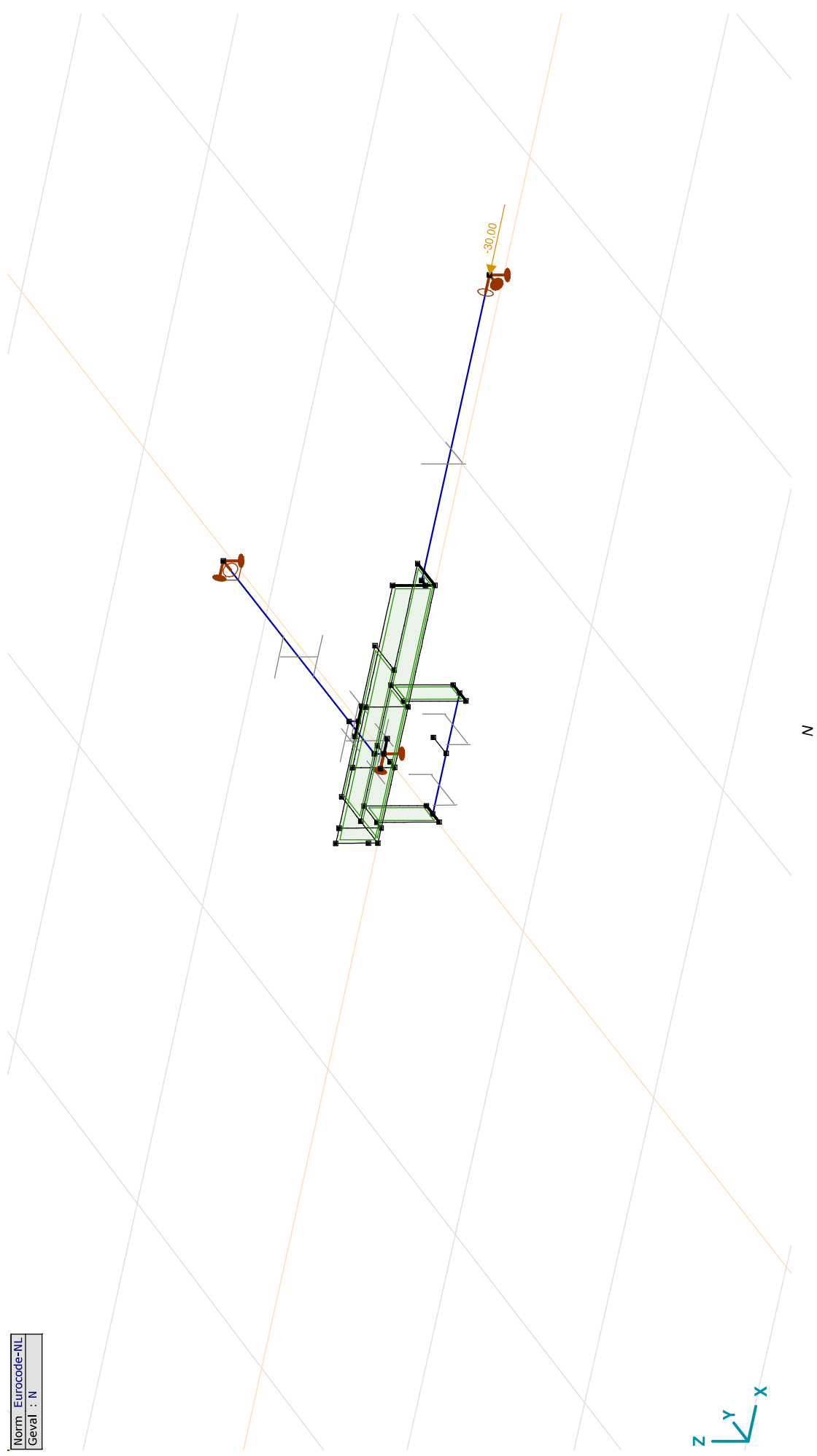
F_x, F_y, F_z: Belastingkracht component; **M_x**, **M_y**, **M_z**: Belastingmoment component;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axs

Norm	Eurocode-NL
Geval	: N



Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen

	<i>Naam</i>	<i>Type</i>	<i>Mx</i>	<i>My</i>	<i>Fz</i>	<i>N</i>	<i>Commentaar</i>
1	Co #1	UGT	1,00	0	1,00	1,00	
2	Co #2	UGT	0	1,00	1,00	1,00	
3	Co #3	UGT	-1,00	0	1,00	1,00	
4	Co #4	UGT	0	-1,00	1,00	1,00	
5	Co #5	UGT	0,71	0,71	1,00	1,00	
6	Co #6	UGT	-0,71	-0,71	1,00	1,00	

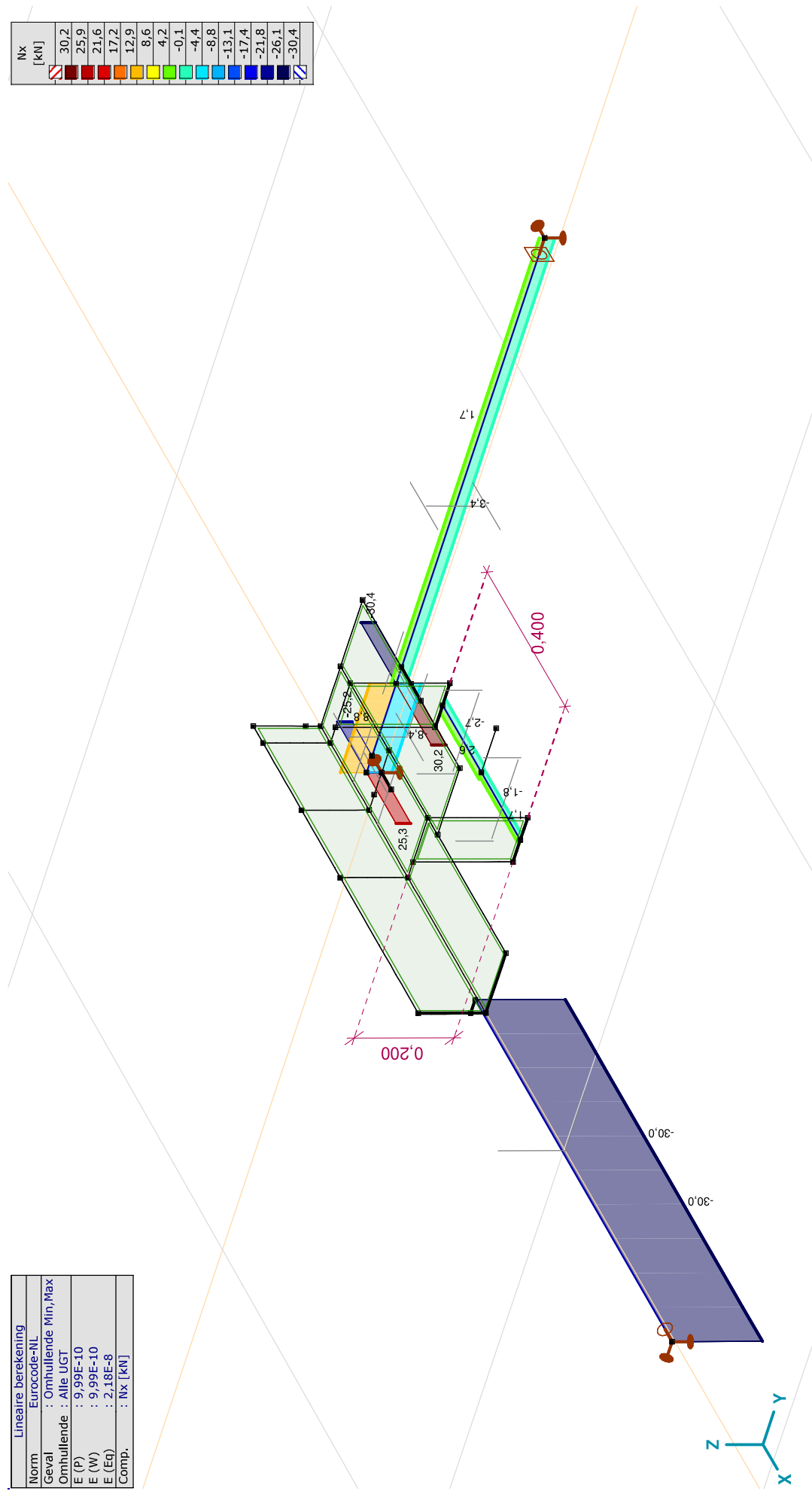
Naam: Naam belastingcombinatie; **Type**: Type belastingcombinatie; **Mx, My, Fz, N**: Factor;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy
 Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 9.99E-10
E (W)	: 9.99E-10
E (Eq)	: 2.18E-8
Comp.	: Nx [kN]

	Nx [kN]
	30,2
	25,9
	21,6
	17,2
	12,9
	8,6
	4,2
	-0,1
	-4,4
	-8,8
	-13,1
	-17,4
	-21,8
	-26,1
	-30,4



[[], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Nx, Lijnen (gevuld)]

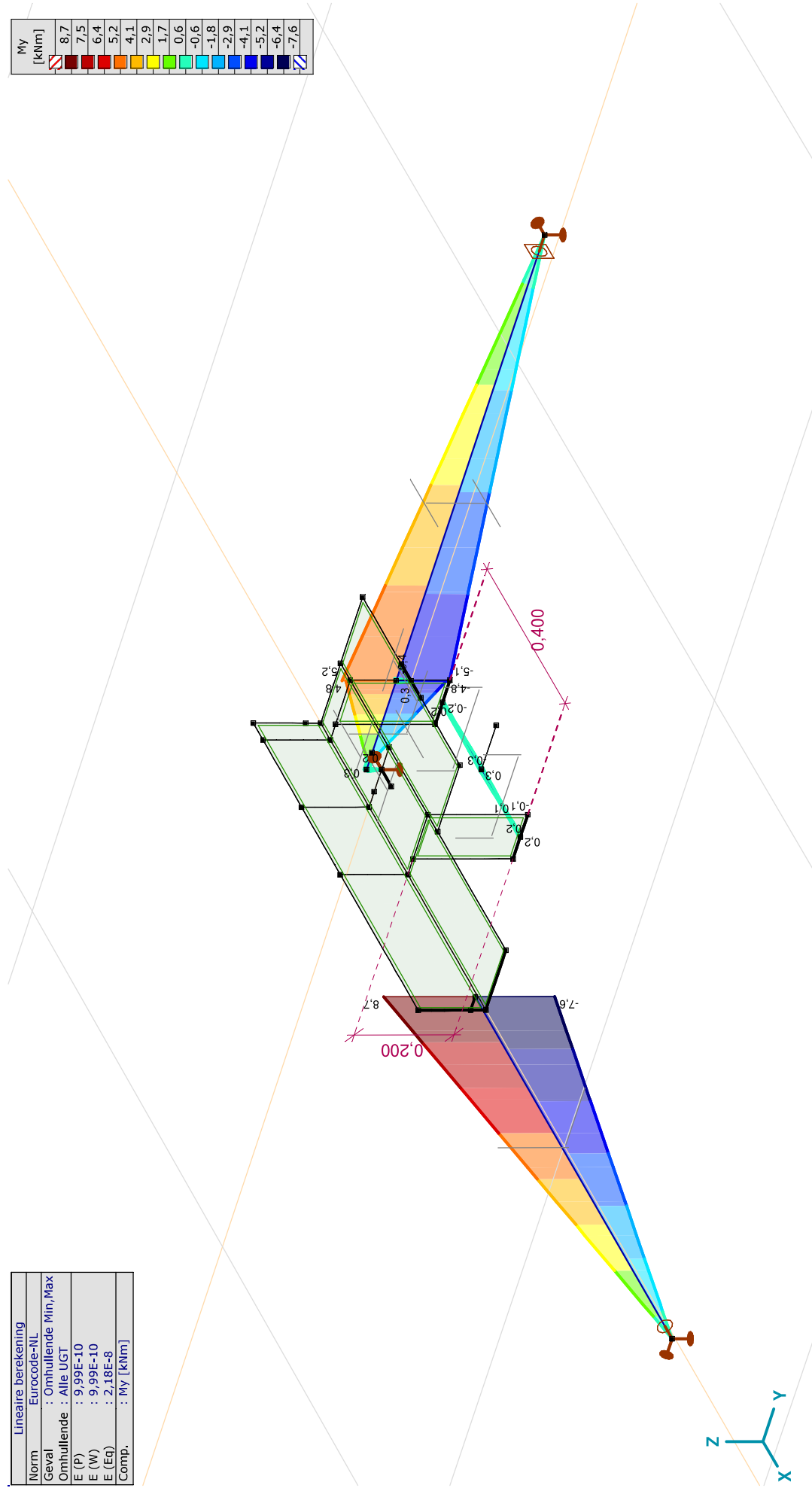
Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 9.99E-10
E (W)	: 9.99E-10
E (Eq)	: 2.18E-8
Comp.	: My [kNm]

My [kNm]	8.7
	7.5
	6.4
	5.2
	4.1
	2.9
	1.7
	0.6
	-0.6
	-1.8
	-2.9
	-4.1
	-5.2
	-6.4
	-7.6



[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), My, Lijnen (gevuld)

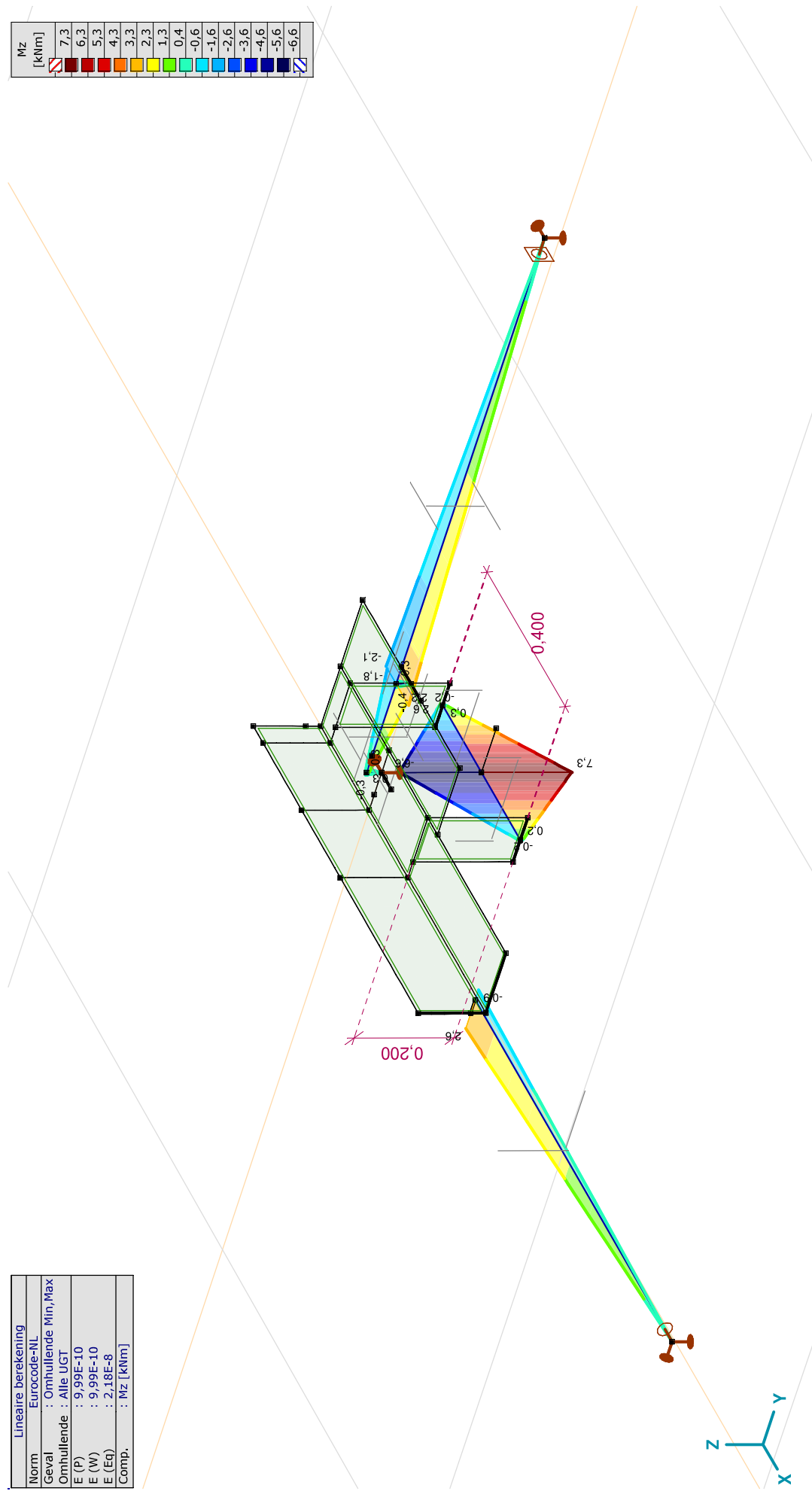
Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 9.99E-10
E (W)	: 9.99E-10
E (Eq)	: 2.18E-8
Comp.	: Mz [kNm]

Mz [kNm]	
7.3	
6.3	
5.3	
4.3	
3.3	
2.3	
1.3	
0.4	
-0.6	
-1.6	
-2.6	
-3.6	
-4.6	
-5.6	
-6.6	



[[], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Mz, Lijnen (gevuld)

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

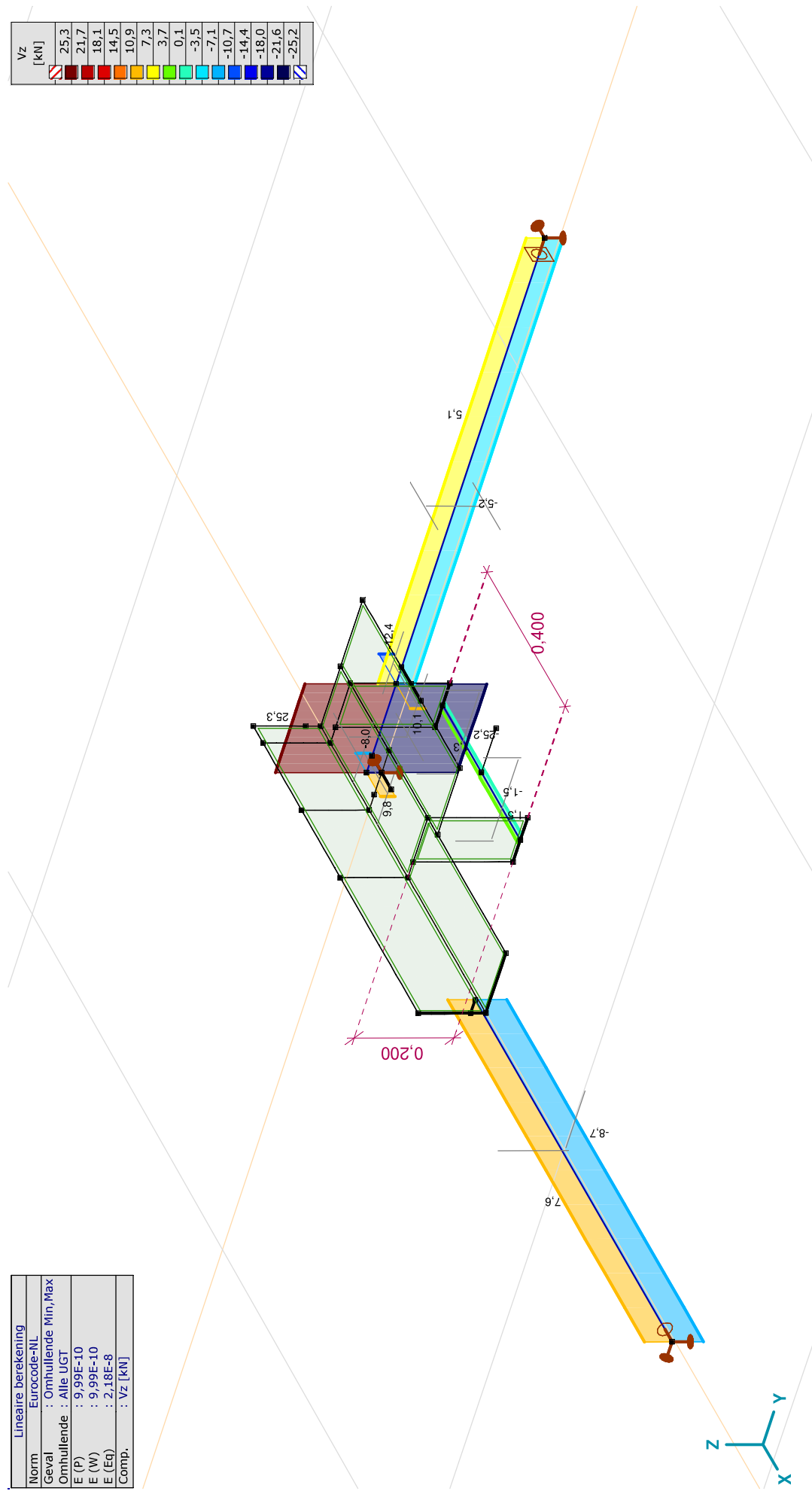
Model: Post aan onderrand HA_s.axes

18-5-2021

Pag. 20

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 9.99E-10
E (W)	: 9.99E-10
E (Eq)	: 2.18E-8
Comp.	: Vz [kN]

Vz [kN]
25,3
21,7
18,1
14,5
10,9
7,3
3,7
0,1
-3,5
-7,1
-10,7
-14,4
-18,0
-21,6
-25,2



[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Vz, Lijnen (gevuld)

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

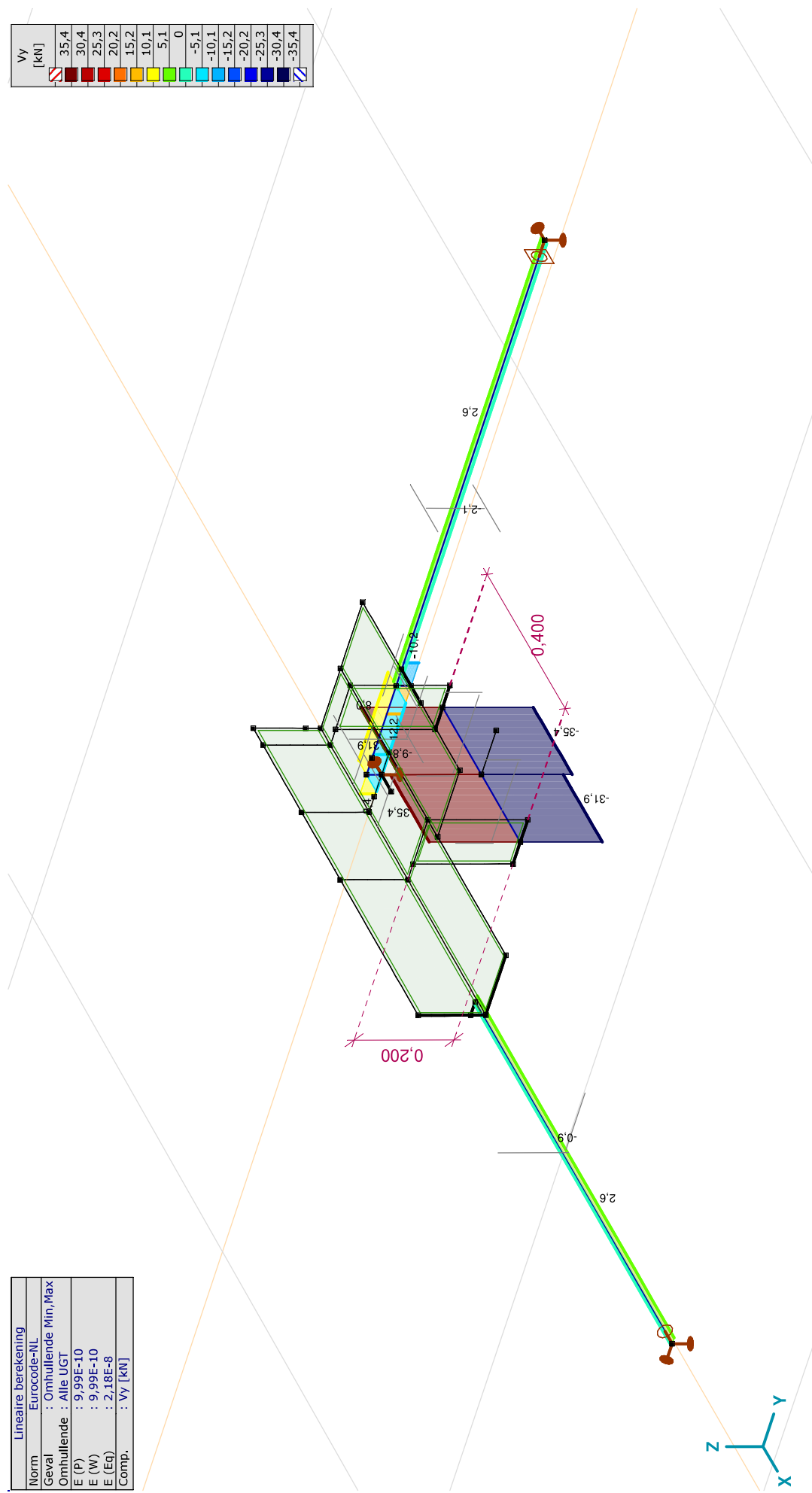
Model: Post aan onderrand HA_s.axes

18-5-2021

Pag. 21

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 9.99E-10
E (W)	: 9.99E-10
E (Eq)	: 2.18E-8
Comp.	: Vy [kN]

Vy [kN]	
35,4	
30,4	
25,3	
20,2	
15,2	
10,1	
5,1	
0	
-5,1	
-10,1	
-15,2	
-20,2	
-25,3	
-30,4	
-35,4	



[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Vy, Lijnen (gevuld)

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

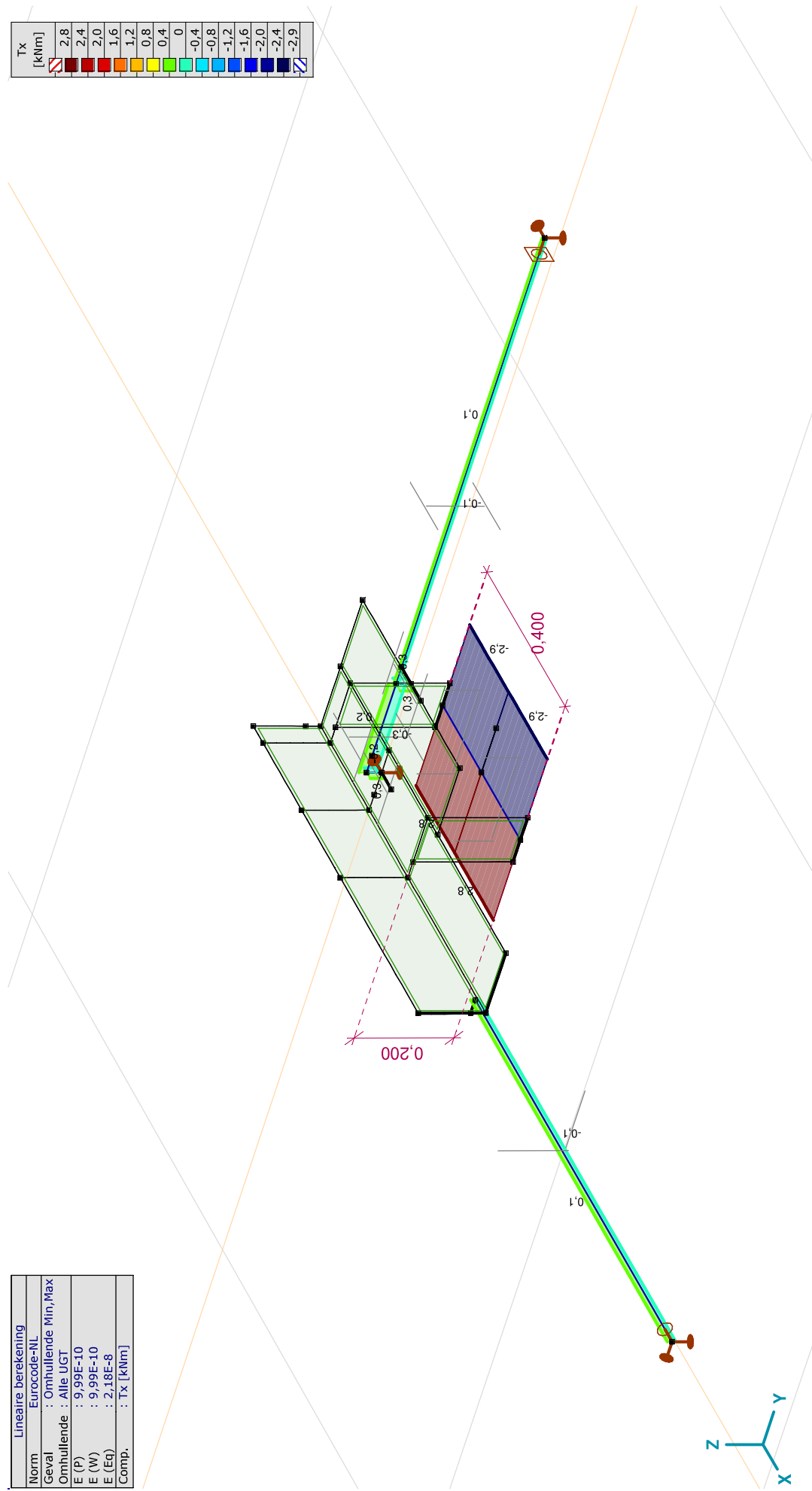
Model: Post aan onderrand HA_s.axes

18-5-2021

Pag. 22

Lineaire berekening	
Norm	: Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 9.99E-10
E (W)	: 9.99E-10
E (Eq)	: 2.18E-8
Comp.	: Tx [kNm]

Tx [kNm]
2.8
2.4
2.0
1.6
1.2
0.8
0.4
0
-0.4
-0.8
-1.2
-1.6
-2.0
-2.4
-2.9



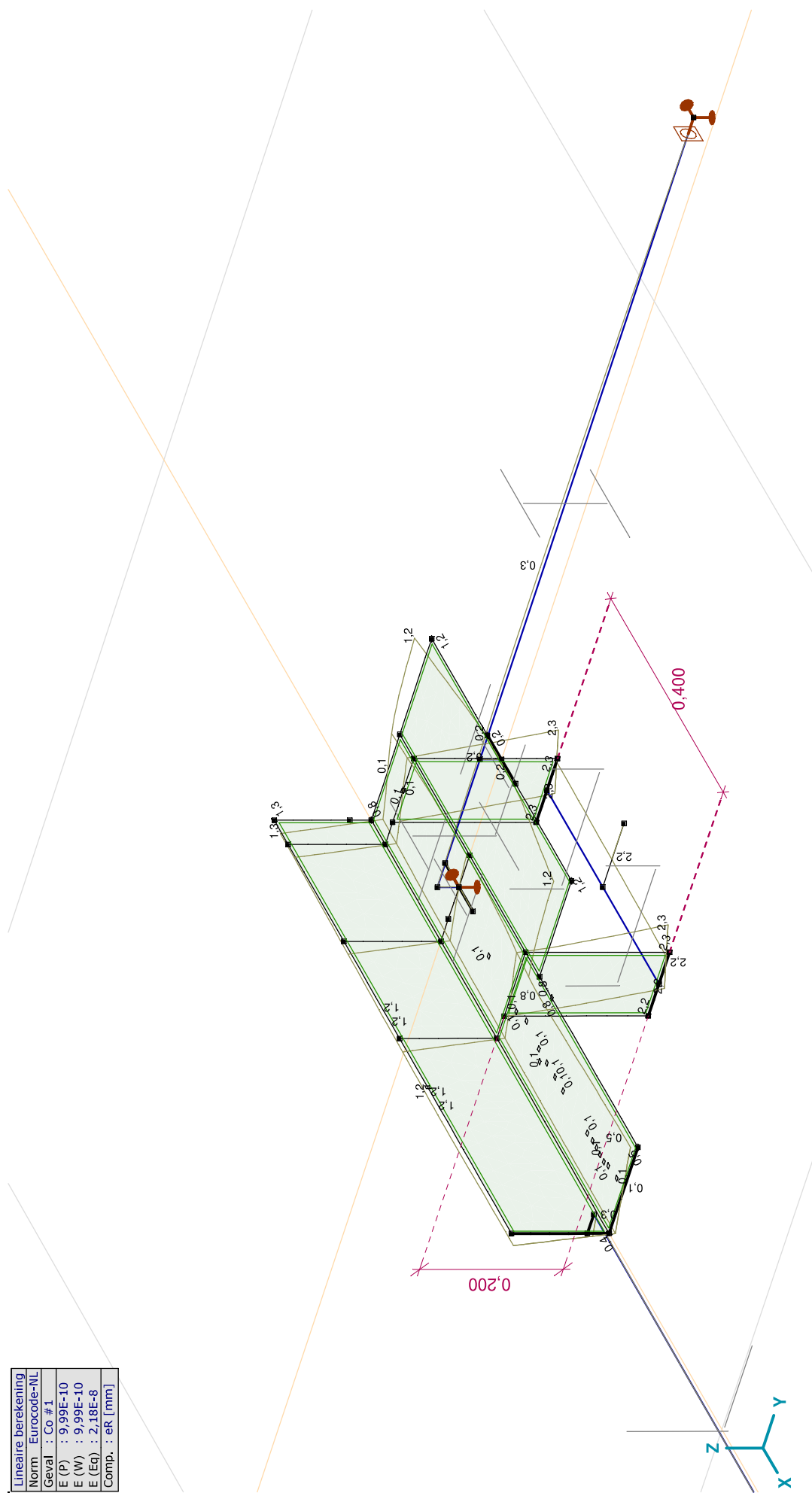
[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Tx, Lijnen (gevuld)

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #1
E (P) : 9,99E-10
E (W) : 9,99E-10
E (Eq) : 2,18E-8
Comp. : eR [mm]



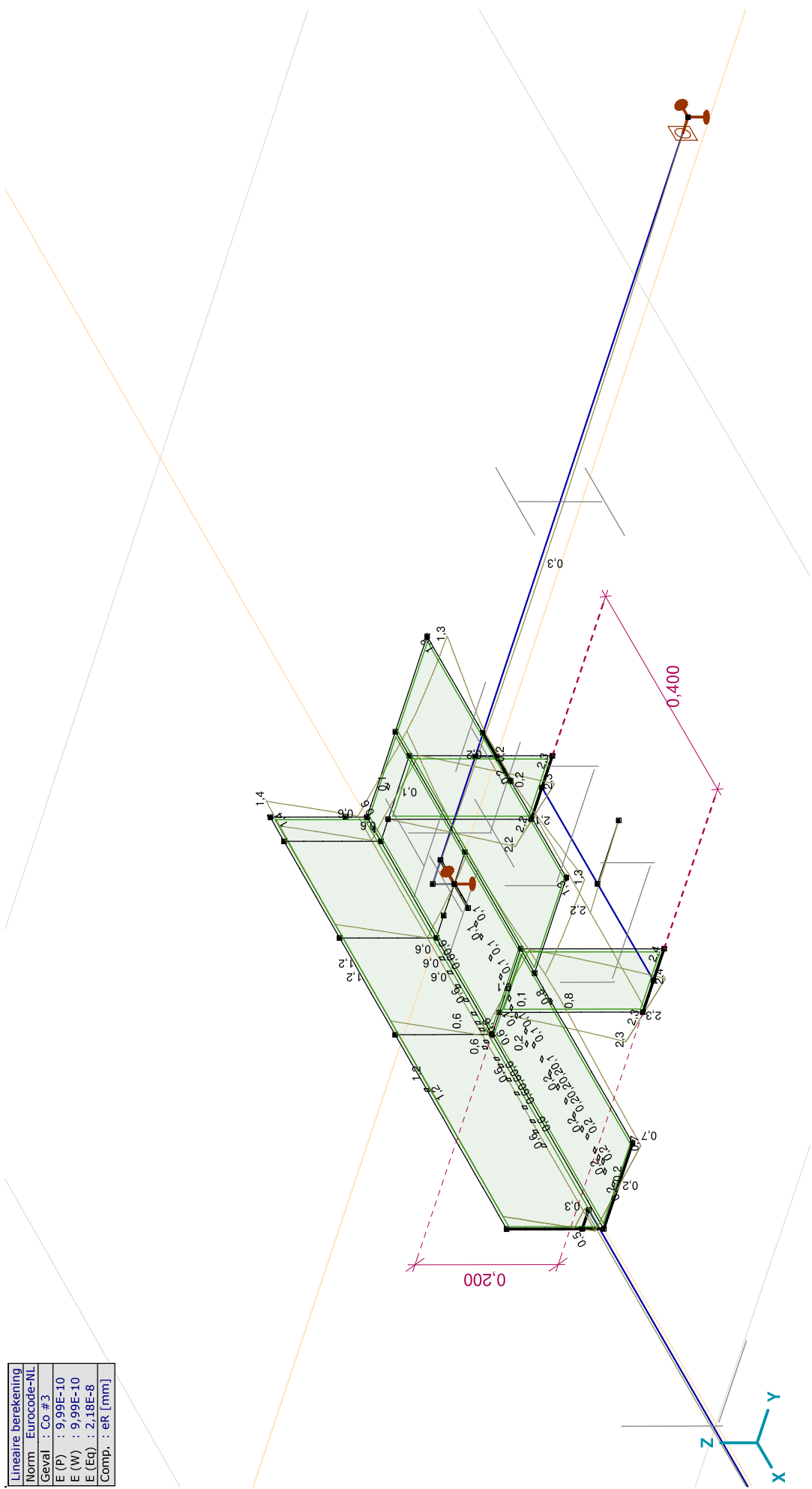
[1], Linear, Co #1 (UGT), eR, Lijnen

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #3
E (P) : 9,99E-10
E (W) : 9,99E-10
E (Eq) : 2,18E-8
Comp. : eR [mm]



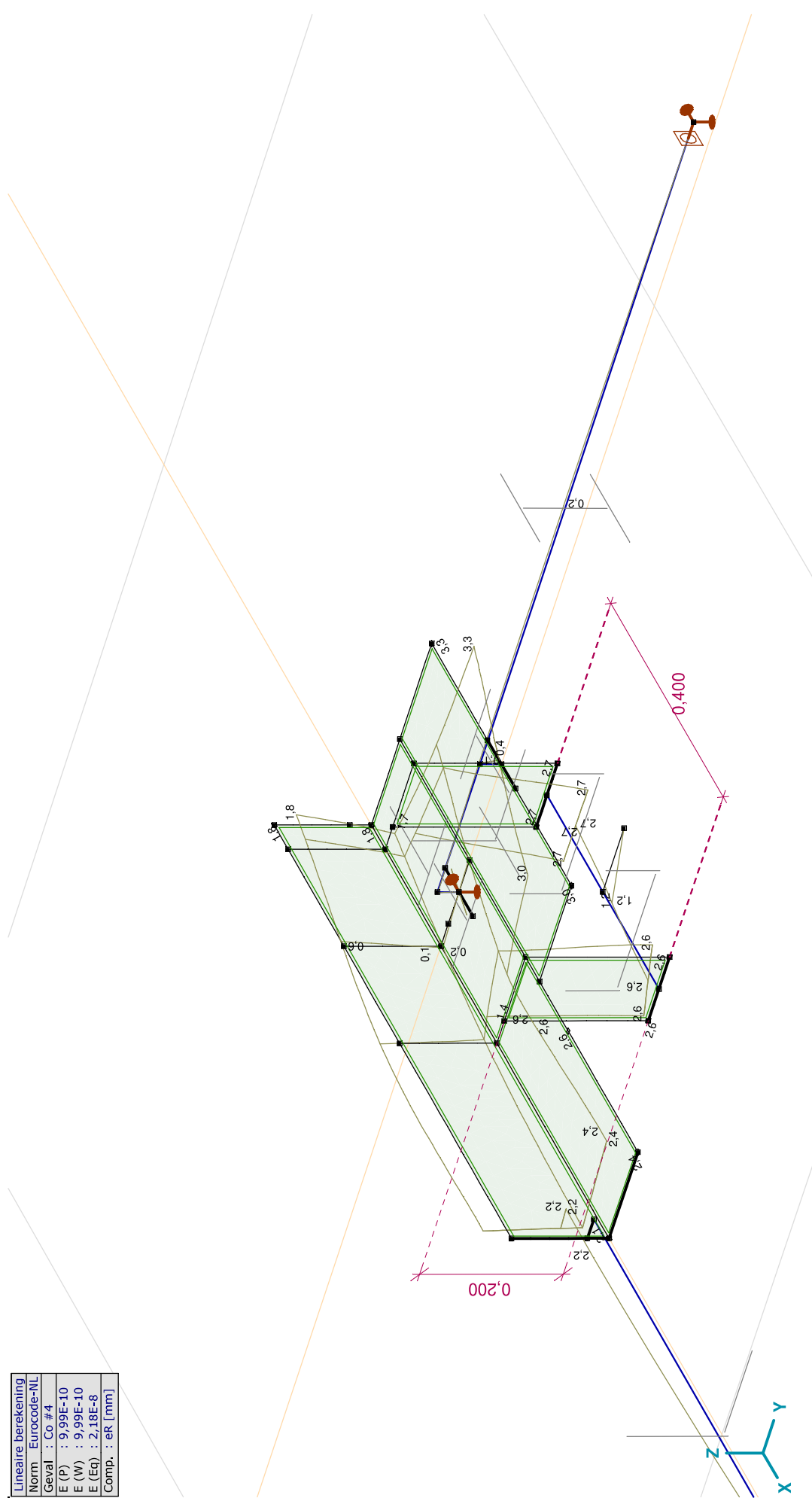
[1], Lineair, Co #3 (UGT), eR, Lijnen

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #4
E (P) : 9,99E-10
E (W) : 9,99E-10
E (Eq) : 2,18E-8
Comp. : eR [mm]



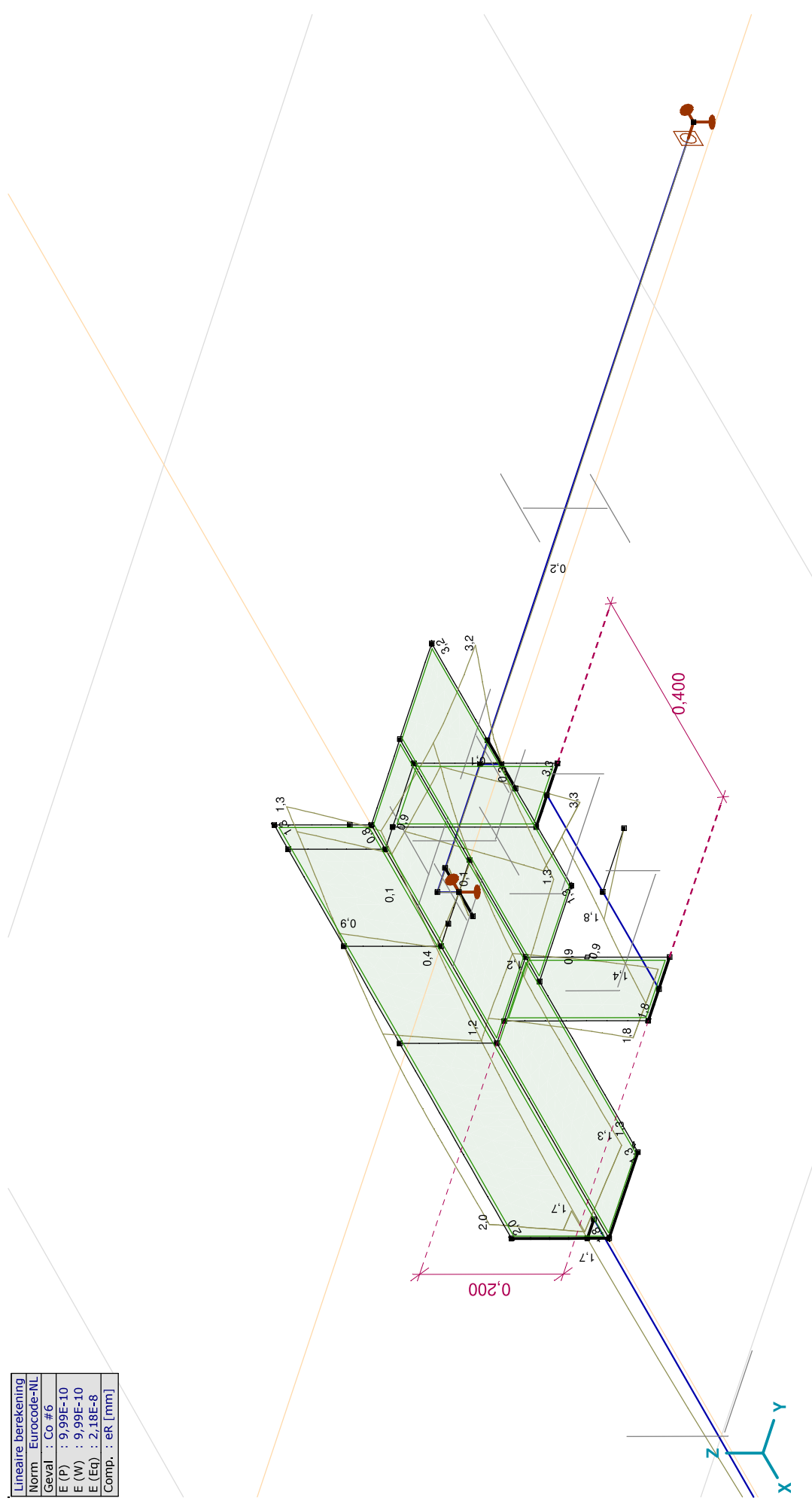
[1], Lineair, Co #4 (UGT), eR, Lijnen

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #6
E (P) : 9,99E-10
E (W) : 9,99E-10
E (Eq) : 2,18E-8
Comp. : eR [mm]

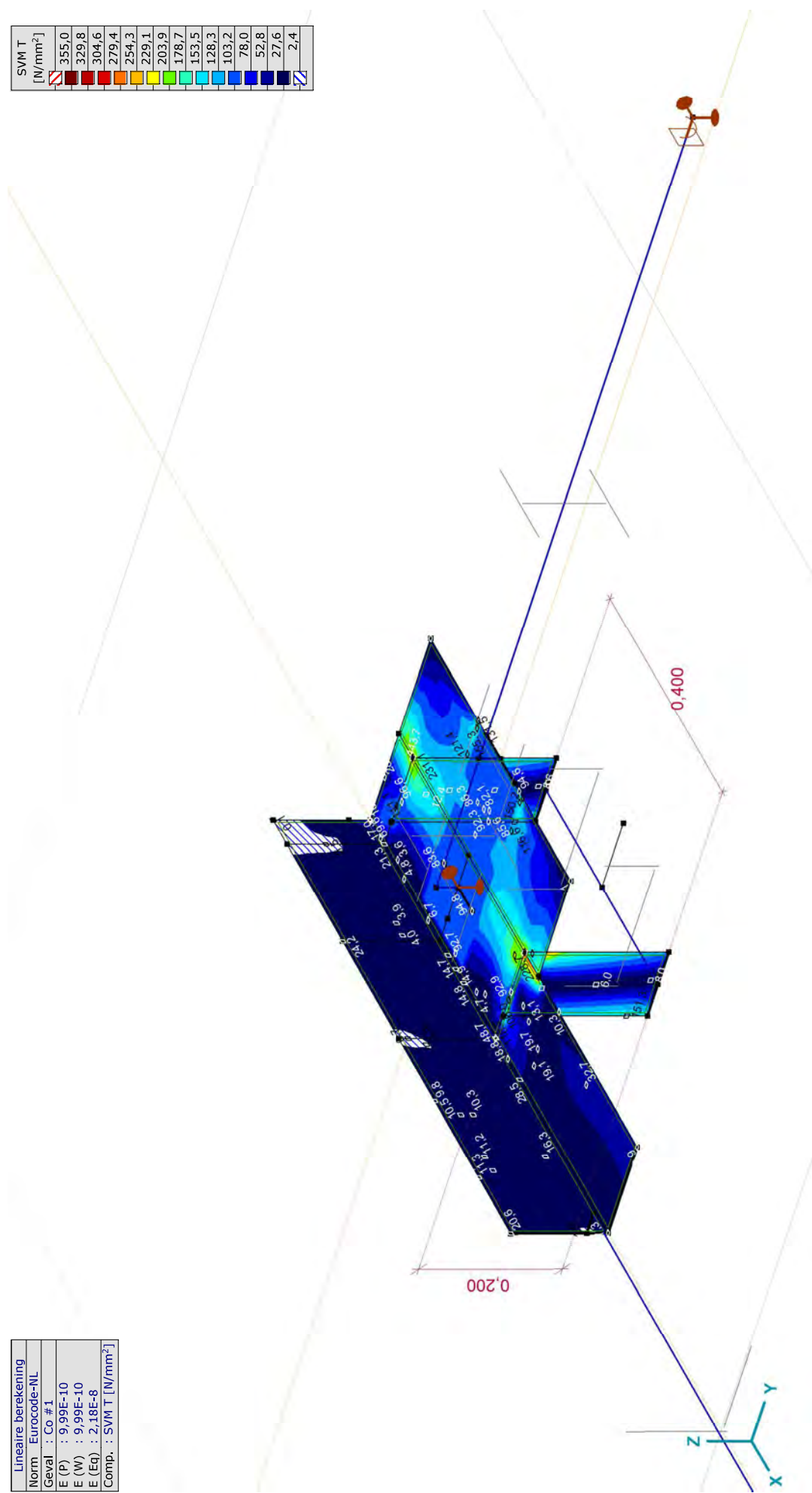


Project:

Constructeur: DNV GL - Energy
 Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #1
E (P) : 9,99E-10
E (W) : 9,99E-10
E (Eq) : 2,18E-8
Comp. : SVM T [N/mm ²]

SVM T [N/mm ²]
355,0
329,8
304,6
279,4
254,3
229,1
203,9
178,7
153,5
128,3
103,2
78,0
52,8
27,6
2,4



[I], Lineair, Co #1 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

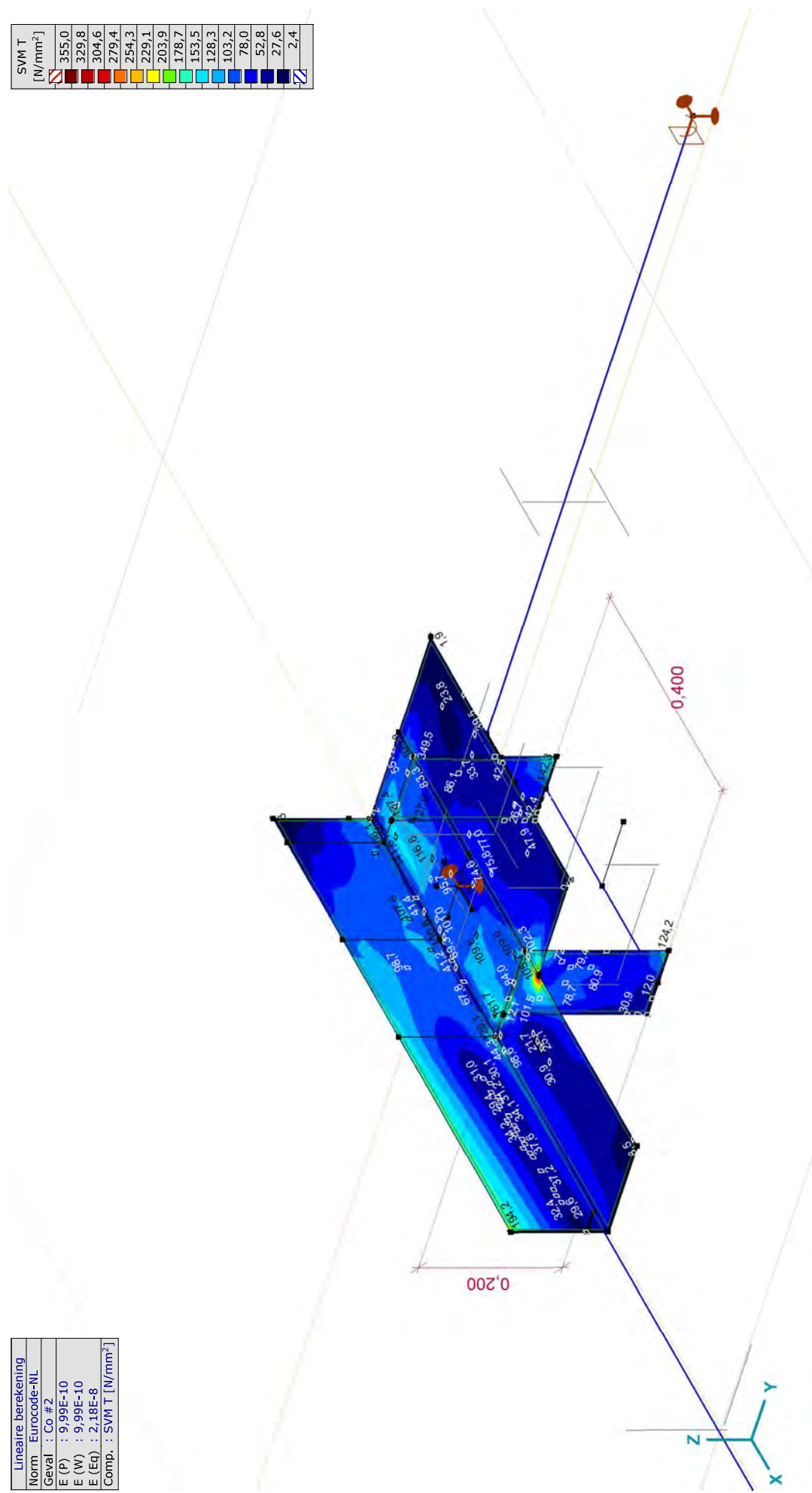
Model: Post aan onderrand HA_s.axes

18-5-2021

Pag. 30

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #2
E (P) : 9,99E-10
E (W) : 9,99E-10
E (Eq) : 2,18E-8
Comp. : SVM T [N/mm ²]

SVM T [N/mm ²]
355,0
329,8
304,6
279,4
254,3
229,1
203,9
178,7
153,5
128,3
103,2
78,0
52,8
27,6
2,4



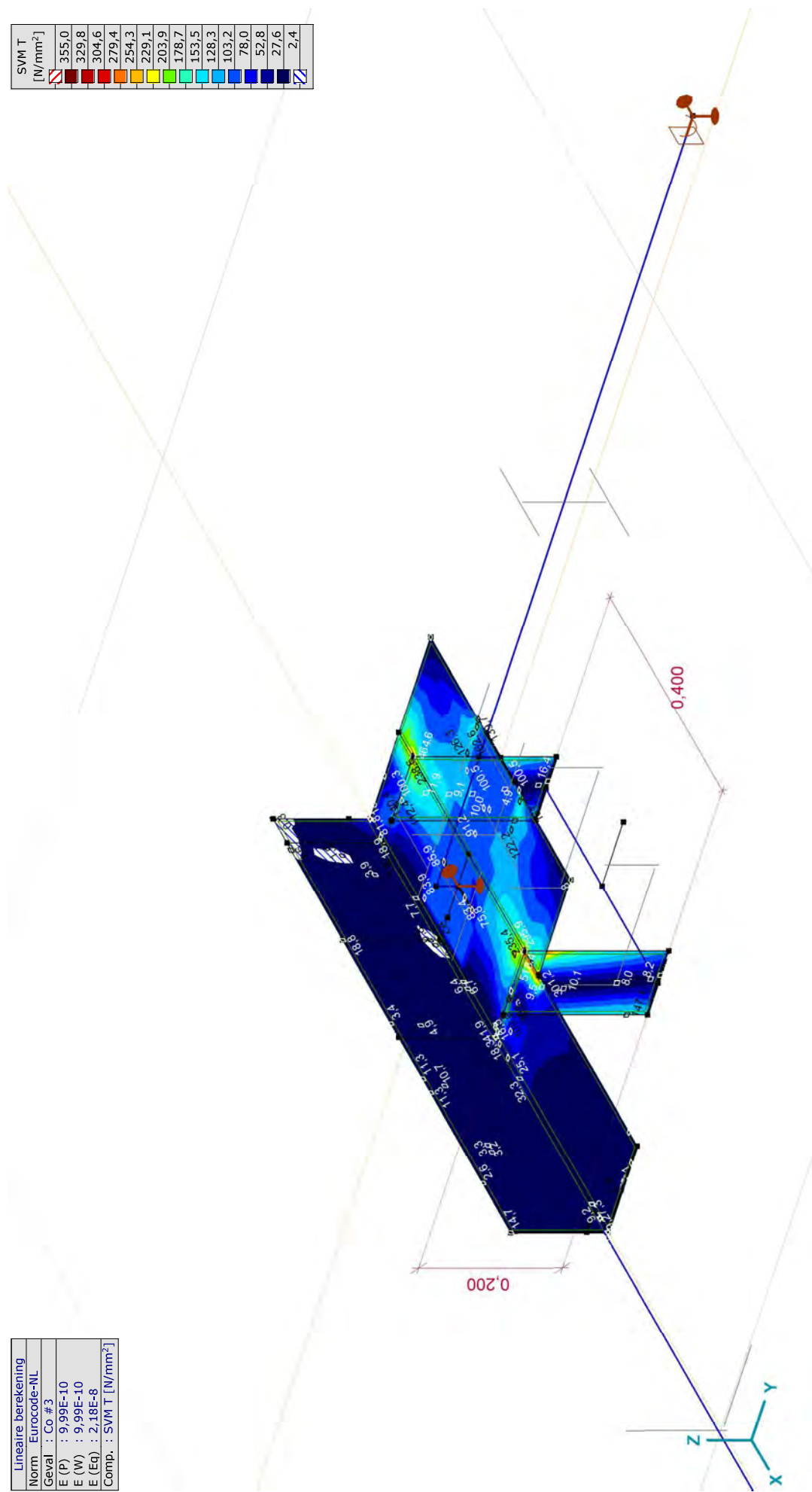
[J], Lineair, Co #2 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy
 Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #3
E (P) : 9,99E-10
E (W) : 9,99E-10
E (Eq) : 2,18E-8
Comp. : SVM T [N/mm ²]

SVM T [N/mm ²]
355,0
329,8
304,6
279,4
254,3
229,1
203,9
178,7
153,5
128,3
103,2
78,0
52,8
27,6
2,4



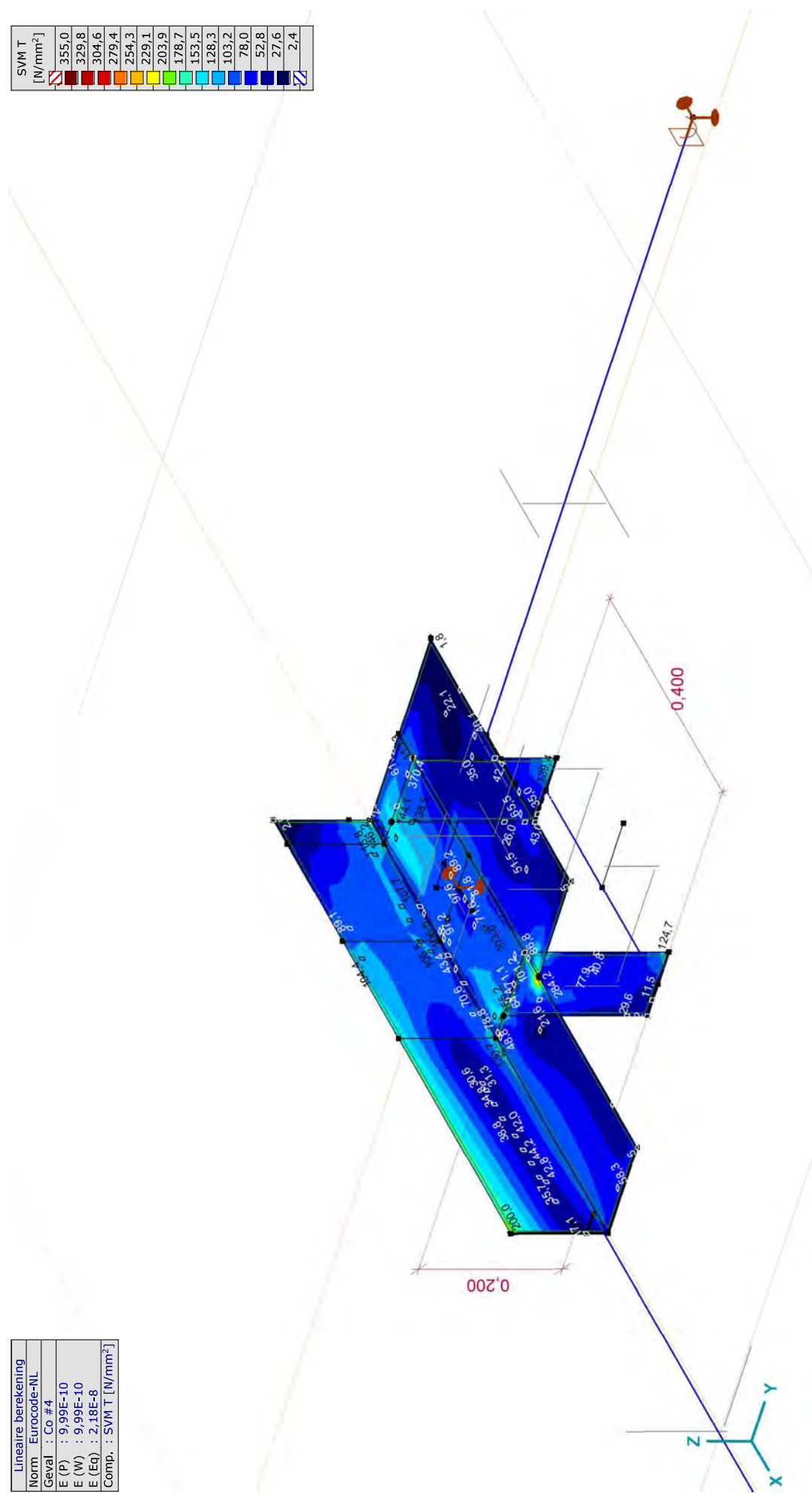
[I], Lineair, Co #3 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy
 Model: Post aan onderrand HA_s.axs

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #4
E (P) : 9,99E-10
E (W) : 9,99E-10
E (Eq) : 2,18E-8
Comp. : SVM T [N/mm ²]

SVM T [N/mm ²]
355,0
329,8
304,6
279,4
254,3
229,1
203,9
178,7
153,5
128,3
103,2
78,0
52,8
27,6
2,4



[J], Lineair, Co #4 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

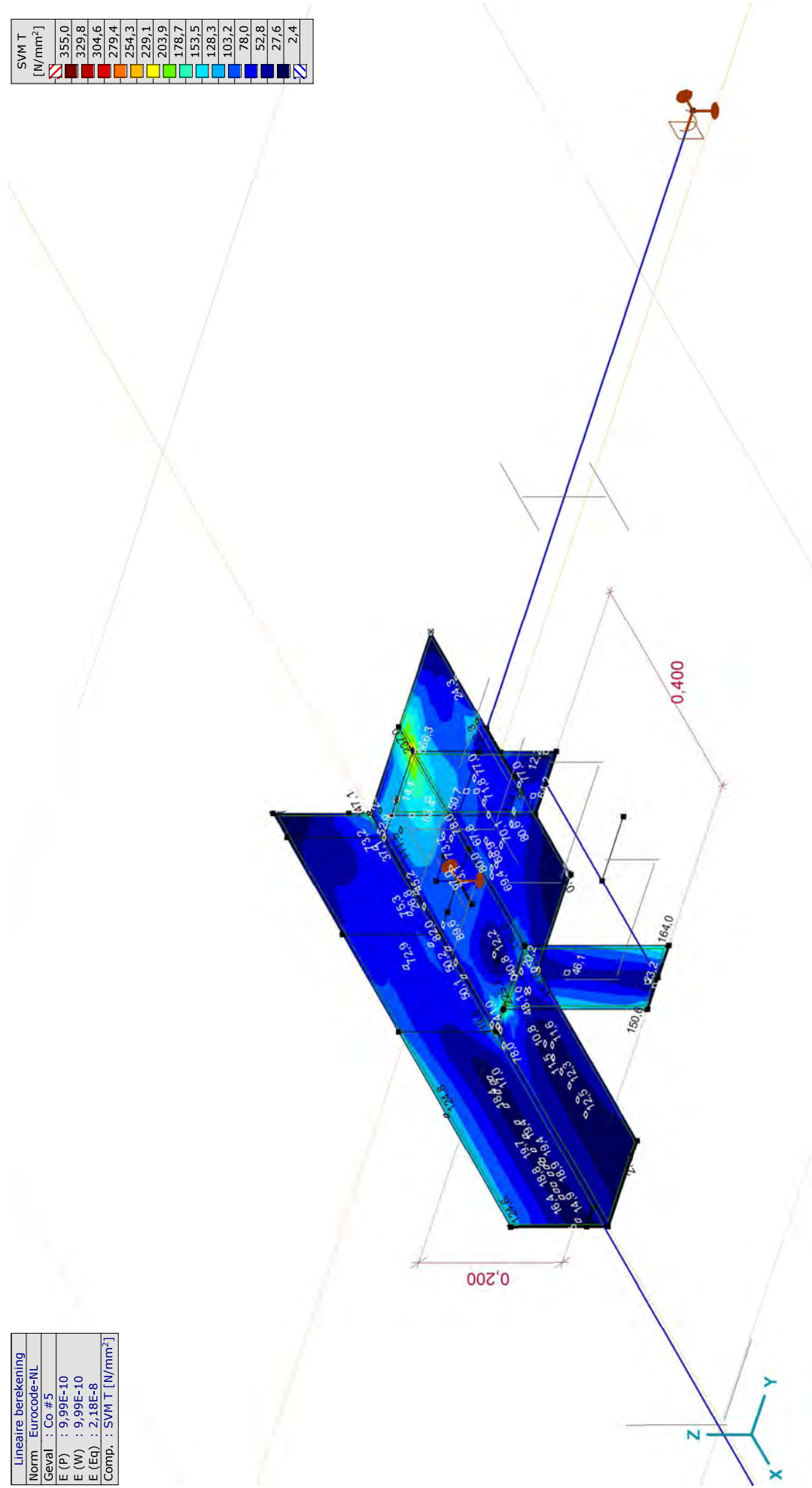
Model: Post aan onderrand HA_s.axes

18-5-2021

Pag. 33

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #5
E (P) : 9,99E-10
E (W) : 9,99E-10
E (Eq.) : 2,18E-8
Comp. : SVM T [N/mm ²]

SVM T [N/mm ²]
355,0
329,8
304,6
279,4
254,3
229,1
203,9
178,7
153,5
128,3
103,2
78,0
52,8
27,6
2,4



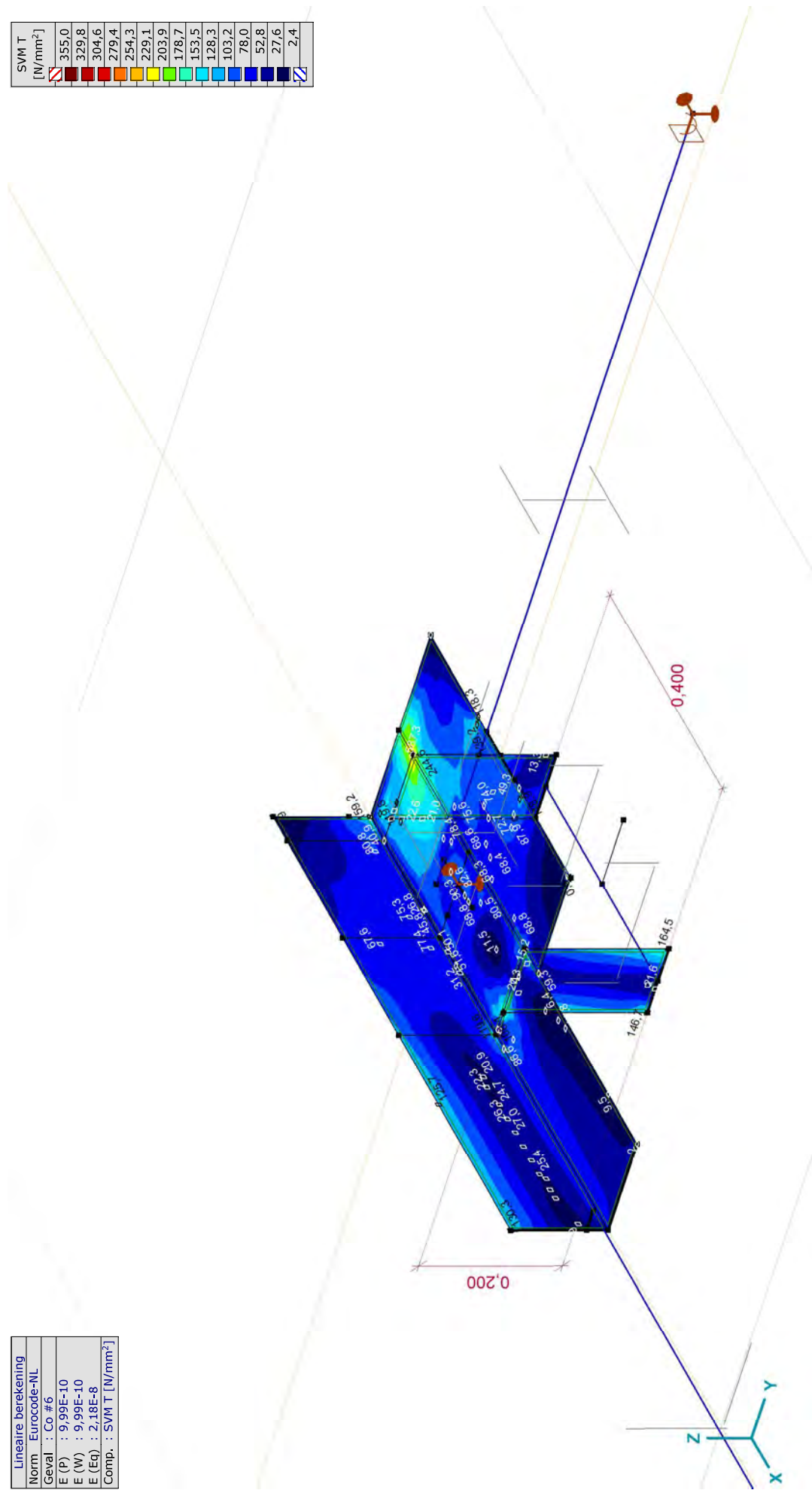
[J], Lineair, Co #5 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy
 Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #6
E (P) : 9,99E-10
E (W) : 9,99E-10
E (Eq) : 2,18E-8
Comp. : SVM T [N/mm ²]

SVM T [N/mm ²]
355,0
329,8
304,6
279,4
254,3
229,1
203,9
178,7
153,5
128,3
103,2
78,0
52,8
27,6
2,4



[J], Lineair, Co #6 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

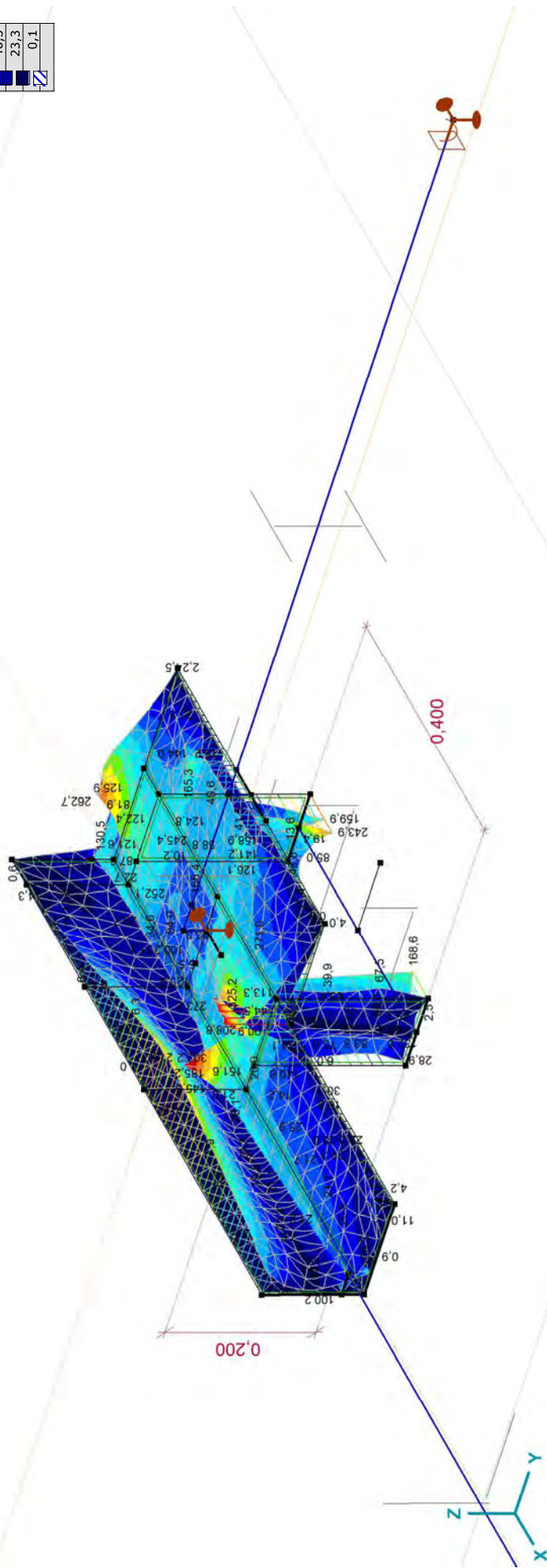
Model: Post aan onderrand HA_s.axes

18-5-2021

Pag. 35

Lineaire berekening	
Norm	: Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 9,99E-10
E (W)	: 9,99E-10
E (Eq)	: 2,18E-8
Comp.	: SVM B [N/mm ²]

SVM B [N/mm ²]
325,2
302,0
278,8
255,6
232,3
209,1
185,9
162,7
139,4
116,2
93,0
69,8
46,5
23,3
0,1



[1], Lineair, Omhullende (Alle UGT), SVM B, Iso vlakken 3D

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

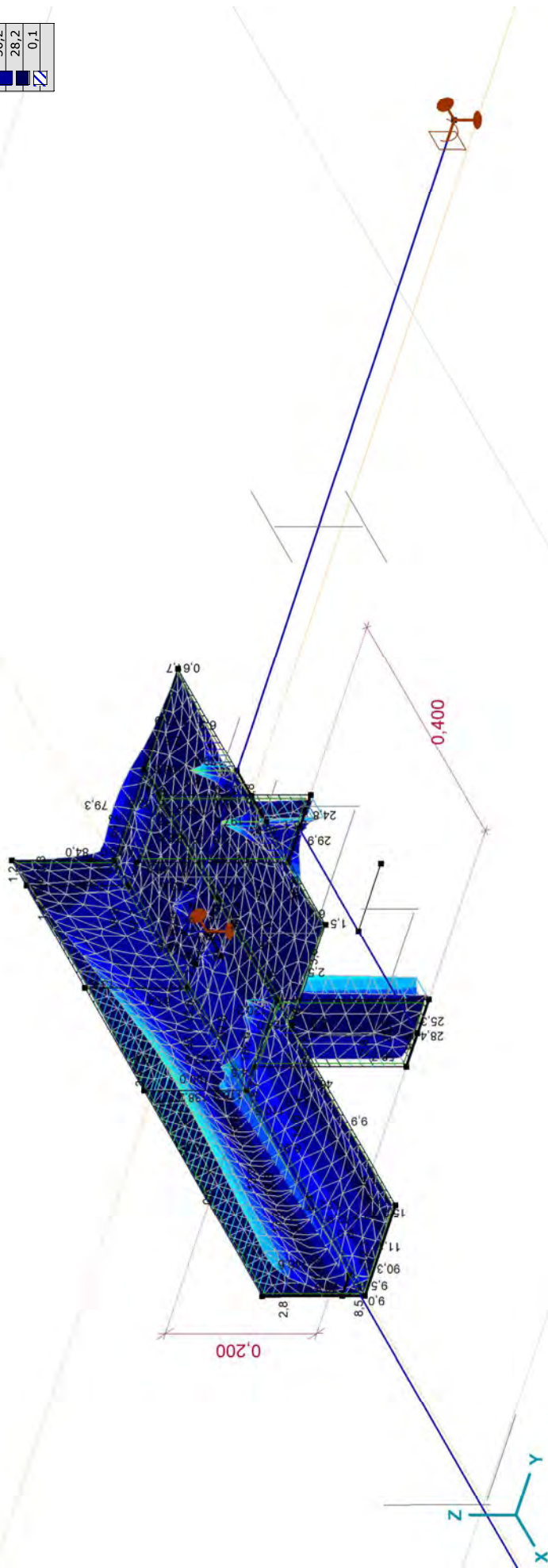
Model: Post aan onderrand HA_s.axes

18-5-2021

Pag. 36

Lineaire berekening	
Norm	: Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 9.99E-10
E (W)	: 9.99E-10
E (Eq)	: 2.18E-8
Comp.	: SVM C [N/mm ²]

SVM C [N/mm ²]	
392,9	
364,9	
336,8	
308,7	
280,7	
252,6	
224,6	
196,5	
168,5	
140,4	
112,3	
84,3	
56,2	
28,2	
0,1	



[1], Lineair, Omhullende (Alle UGT), SVM C, Iso vlakken 3D

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

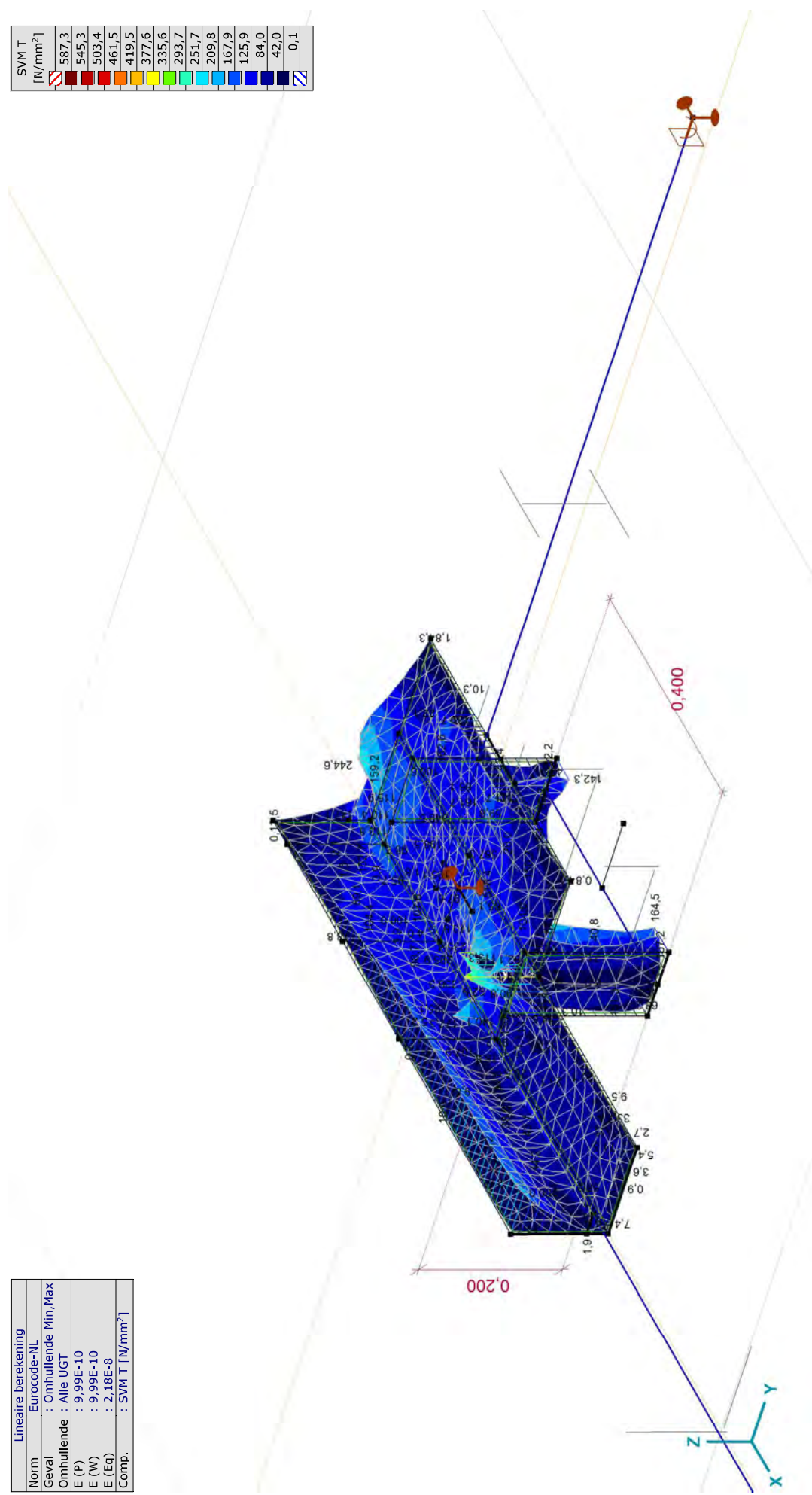
Model: Post aan onderrand HA_s.axes

18-5-2021

Pag. 37

Lineaire berekening	
Norm	: Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 9.99E-10
E (W)	: 9.99E-10
E (Eq)	: 2.18E-8
Comp.	: SVM T [N/mm ²]

SVM T [N/mm ²]
587,3
545,3
503,4
461,5
419,5
377,6
335,6
293,7
251,7
209,8
167,9
125,9
84,0
42,0
0,1



[1], Lineair, Omhullende (Alle UGT), SVM T, Iso vlakken 3D

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

18-5-2021

Pag. 38

Vlakspanningen [Lineair, Omhullende (Alle UGT)]

Knoop	C	min. max.	Geval	Oppervlak	Pos.	Sxx [N/mm ²]	Syy [N/mm ²]	Szz [N/mm ²]	Sxy [N/mm ²]	Sxz [N/mm ²]	Syz [N/mm ²]	SVM [N/mm ²]	S1 [N/mm ²]	S2 [N/mm ²]	aS [°]
Ext.															
13	Sxx	min	Co #6	Sch 165	B	-339,3	-198,1	0	37,2	0	0	302,2	-188,9	-348,5	76,10
13		max	Co #5	Sch 165	B	330,1	210,5	0	-47,7	0	0	301,0	346,8	193,8	-19,30
8	Syy	min	Co #5	Sch 65	T	-59,0	-551,7	0	-123,0	0	0	566,3	-30,0	-580,8	-13,27
8		max	Co #6	Sch 65	T	60,8	572,1	0	127,3	0	0	587,3	602,1	30,8	76,76
1	Szz	min	Co #1	Sch 280	T	-7,8	-0,7	0	1,3	0	0	7,8	-0,5	-8,0	80,09
1		max	Co #1	Sch 280	T	-7,8	-0,7	0	1,3	0	0	7,8	-0,5	-8,0	80,09
5	Sxy	min	Co #3	Sch 1	T	53,8	488,3	0	-133,9	0	0	518,4	526,2	15,9	-74,18
35		max	Co #2	Sch 159	T	-263,4	-202,3	0	136,7	0	0	336,3	-92,8	-373,0	51,30
40	Sxz	min	Co #1	Sch 554	C	-0,3	-4,0	0	0	-70,4	-86,0	192,6	-0,3	-4,0	0,59
40		max	Co #3	Sch 554	C	-0,1	3,3	0	0	71,7	89,6	198,8	3,3	-0,1	-89,37
39	Syz	min	Co #1	Sch 550	C	-0,3	-4,0	0	0	68,3	-86,6	191,0	-0,3	-4,0	0,59
39		max	Co #3	Sch 550	C	-0,1	3,3	0	0	-69,9	90,1	197,6	3,3	-0,1	-89,37
21	SVM	min	Co #1	Sch 803	B	0	-0,1	0	0	0	0	0,1	0	-0,1	11,54
8		max	Co #6	Sch 65	T	60,8	572,1	0	127,3	0	0	587,3	602,1	30,8	76,76
1	S1	min	Co #3	Sch 280	T	-2,1	-2,4	0	0,5	0	0	2,4	-1,7	-2,8	37,00
1		max	Co #3	Sch 280	T	-2,1	-2,4	0	0,5	0	0	2,4	-1,7	-2,8	37,00
1	S2	min	Co #4	Sch 280	T	-26,8	-1,4	0	-25,4	0	0	51,3	14,4	-42,6	-58,30
1		max	Co #4	Sch 280	T	-26,8	-1,4	0	-25,4	0	0	51,3	14,4	-42,6	-58,30
1	aS	min	Co #4	Sch 280	T	-26,8	-1,4	0	-25,4	0	0	51,3	14,4	-42,6	-58,30
1		max	Co #4	Sch 280	T	-26,8	-1,4	0	-25,4	0	0	51,3	14,4	-42,6	-58,30

Knoop: Index; **C:** Extreme component; **min.** max.: Extreme type; **Geval:** Belastinggeval van de extreme; **Oppervlak:** Vlak behorend bij knoop; **Pos.:** Punt voor spanningsberekening; **Sxx:** Normaalspanning in lokale x-richting; **Syy:** Normaalspanning in lokale y-richting;

Szz: Normaalspanning in lokale z-richting; **Sxy:** Torsie-/Schuifspanning; **Sxz:** Draal/alschuifspanning; **SVM:** Von Mises spanning; **S1:** Primaire spanning 1; **S2:** Primaire spanning 2; **aS:** Richting primaire spanning;

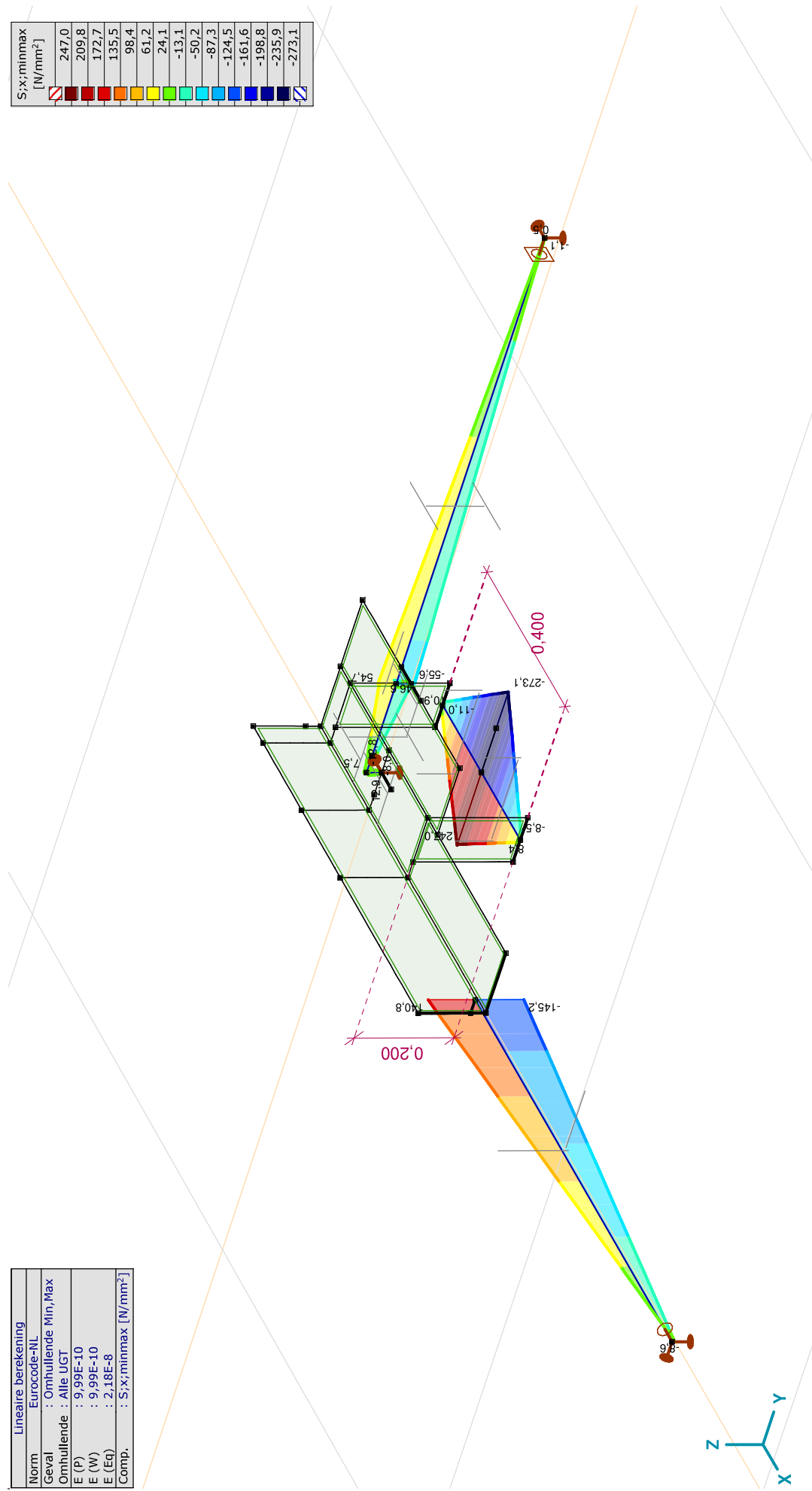
Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 9,99E-10
E (W)	: 9,99E-10
E (Eq)	: 2,18E-8
Comp.	: S;x;minmax [N/mm ²]

S;x;minmax [N/mm ²]
247,0
209,8
172,7
135,5
98,4
61,2
24,1
-13,1
-50,2
-87,3
-124,5
-161,6
-198,8
-235,9
-273,1



[1], Lineair, Omhullende (Alle UGT), S;x;minmax, Lijnen (gevuld)

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Staatspanningen [Lineair, Omhullende (Alle UGT)]

Ext.	Prof.	Doorsnede naam	C	min. max.	Geval	Pos. [m]	Knoop	S _x :min [N/mm ²]	S _x :max [N/mm ²]	V _{min} [N/mm ²]	V _{max} [N/mm ²]	S _{omin} [N/mm ²]	S _{omax} [N/mm ²]	V _y :gem [N/mm ²]	V _z :gem [N/mm ²]
1	1	U 200	S _x :min	min	Co #4	0,200	(28)	-273,1	99,1	0	54,7	0,8	276,5	-11,0	-0,3
7	3	HE 140 A	max	max	Co #3	0	(38)	9,6	9,6	4,7	11,7	12,6	22,4	-3,2	-0,5
7	3	HE 140 A	S _x :max	min	Co #1	0	(38)	-9,7	-9,7	2,1	9,9	10,4	19,7	3,9	-0,2
1	1	U 200	max	max	Co #2	0,200	(28)	-89,6	247,0	0	52,2	0,8	250,9	9,9	0,3
1	1	U 200	V _{min}	min	Co #1	0	(26)	-0,5	2,0	0	272,2	0,2	471,5	-0,5	-0,4
7	3	HE 140 A	max	max	Co #2	0	(38)	0,5	0,5	34,9	41,0	60,5	71,1	0,4	-3,9
3	4	L 140X140X13	V _{max}	min	Co #5	0	(31)	-103,9	64,1	0	5,0	8,6	104,0	-0,1	1,5
1	1	U 200	max	max	Co #3	0	(26)	-2,2	0,5	0	272,6	0,3	472,2	-0,5	0,4
2	1	U 200	max	max	Co #1	0	(28)	-12,4	5,8	0	272,8	0,2	472,5	0,5	0,4
2	1	U 200	S _{omin}	min	Co #6	0,200	(27)	-1,7	4,3	0	228,8	0,2	396,3	-6,9	-0,5
7	3	HE 140 A	max	max	Co #2	0,030	(44)	-2,5	3,5	34,9	41,0	60,5	71,1	0,4	-3,9
3	4	L 140X140X13	S _{omax}	min	Co #5	1,000	(32)	-8,6	-8,6	0	5,0	8,6	12,2	-0,1	1,5
1	1	U 200	max	max	Co #3	0,200	(28)	-16,5	6,6	0	272,6	0,3	472,2	-0,5	0,4
2	1	U 200	max	max	Co #1	0	(28)	-12,4	5,8	0	272,8	0,2	472,5	0,5	0,4
1	1	U 200	V _y :gem	min	Co #4	0	(26)	-11,0	3,5	0	54,7	0,8	94,8	-11,0	-0,3
2	1	U 200	max	max	Co #2	0	(28)	-270,5	98,6	0	55,1	0,6	274,1	11,0	0,3
4	3	HE 140 A	V _z :gem	min	Co #3	0	(33)	-5,0	-0,4	4,0	40,0	6,9	69,3	-0,4	-8,0
4	3	HE 140 A	max	max	Co #1	0	(33)	0,8	4,8	1,7	38,7	3,0	67,0	-0,2	8,0

Prof.: Profiel; C: Extreme component; min. max.: Extreme type; Geval: Belastinggeval van de extreme; Pos.: Lokale X-positie van de doorsnede op de staaf; S_x:min: Doorsnede minimum normaalspanning; S_x:max: Doorsnede maximum normaalspanning;V_{min}: Doorsnede minimum afschuifspanning; V_{max}: Doorsnede maximum afschuifspanning; Somin: Doorsnede minimum Von Mises spanning; Somax: Doorsnede maximum Von Mises spanning; V_y:gem: Afschuifspanning in lokale Y-richting; V_z:gem: Afschuifspanning in lokale Z-richting;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

18-5-2021

Pag. 41

Interne krachten knooppoplegging [Lineair, Omhullende (Alle UGT)]

Knoop	X [m]	Y [m]	Z [m]	Type	C	min. max.	Geval	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Rr [kN]	Rcx [kNm]	Rcy [kNm]	Rrz [kNm]	αR	
1	32	1,600	0,030	Glob.	Ry	min	Co #4		-2,6	8,7	9,1	0			0,299	
						max	Co #2		0,9	-7,6	7,6	-0,1			0,1	-0,119
						min	Co #2		0,9	-7,6	7,6	-0,1			0,1	-0,119
						max	Co #4		-2,6	8,7	9,1	0			0	0,299
2	45	0	1,285	Glob.	Rx	min	Co #4	-2,1	2,6	0,4	3,4			0,1	9,132	
						max	Co #2	2,6	-0,9	-0,3	2,8			0,1	-9,372	
						min	Co #3	0,3	-1,7	-5,1	5,4			0	0	-0,346
						max	Co #1	0,1	3,4	5,2	6,2			0	0	0,664
						min	Co #3	0,3	-1,7	-5,1	5,4			0	0	-0,346
						max	Co #1	0,1	3,4	5,2	6,2			0	0	0,664
3	10	0	0,085	Glob.	Rx	min	Co #4	-32,3		-12,6	34,7				-2,571	
						max	Co #2	-28,2	-0,9	4,4	28,5					6,453
						min	Co #4	-32,3	-2,6	-12,6	34,7					-2,571
						max	Co #2	-28,2	4,4	4,4	28,5					6,453
Ext.	3	10	0	Glob.	Rx	min	Co #4	-32,3		-12,6	34,7				-2,571	
						max	Co #2	2,6	-0,9	-0,3	2,8			-0,1	0,1	-9,372
						min	Co #4	0,1	-2,6	8,7	9,1	0				0,299
						max	Co #1	0,1	3,4	5,2	6,2			0	0	0,664
1	32	1,600	0,030	Glob.	Rz	min	Co #4	-32,3	-2,6	-12,6	34,7	0			-2,571	
						max	Co #4	-32,3	-2,6	8,7	9,1	0				0,299

Knoop: Ondersteunde knoop; **Type:** Opleggingstype; **C:** Extreme component; **min, max.:** Extreme type; **Geval:** Belastinggeval van de extreme; **Rx:** X-component opleggingsreactiekracht; **Ry:** Y-component opleggingsreactiekracht; **Rz:** Z-component opleggingsreactiekracht; **Rr:** Resulterende opleggingsreactiekracht; **Rcx:** X-component opleggingsreactiemoment; **Rcy:** Y-component opleggingsreactiemoment; **Rrz:** Resulterende opleggingsreactiemoment; **Rrr:** Resulterende opleggingsreactiemoment; **αR :** Verhouding verticale oplegkracht / horizontale oplegkracht;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

AxisVM X5 R4h · Geregistreerd aan DNV GL - Energy
Model 1.axs

Rapport

Rapport, Inhoudsopgave

	<i>Onderdeel</i>	<i>Pagina</i>	<i>Onderdeel</i>	<i>Pagina</i>
Tekening		3	Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen	14
Tekening2		4	[I], Linear, Co #1 (UGT), SVM T, Kleuren 2D	15
Materialen		5	[I], Linear, Co #2 (UGT), SVM T, Kleuren 2D	16
Domeinen		5	[I], Linear, Co #1 (UGT), SVM C, Kleuren 2D	17
Lijnopleggingen		6	[I], Linear, Co #2 (UGT), SVM C, Kleuren 2D	18
Fx		7	[I], Linear, Co #1 (UGT), eY, Lijnen	19
Fx: Oppervlak lijnlast		8	[I], Linear, Co #2 (UGT), eY, Lijnen	20
Fy1		9	[I], Linear, Co #1 (UGT), eZ, Lijnen	21
Fy1: Oppervlak lijnlast		10	[I], Linear, Co #2 (UGT), eZ, Lijnen	22
Fy2		11	[I], Linear, Co #1 (UGT), Ry (lijnoppl.), Doorsnedelijn	23
Fy2: Oppervlak lijnlast		12	[I], Linear, Co #2 (UGT), Ry (lijnoppl.), Doorsnedelijn	24
Fz		13	[I], Linear, Co #1 (UGT), Rz (lijnoppl.), Doorsnedelijn	25
Fz: Oppervlak lijnlast		14	[I], Linear, Co #2 (UGT), Rz (lijnoppl.), Doorsnedelijn	26

Project:

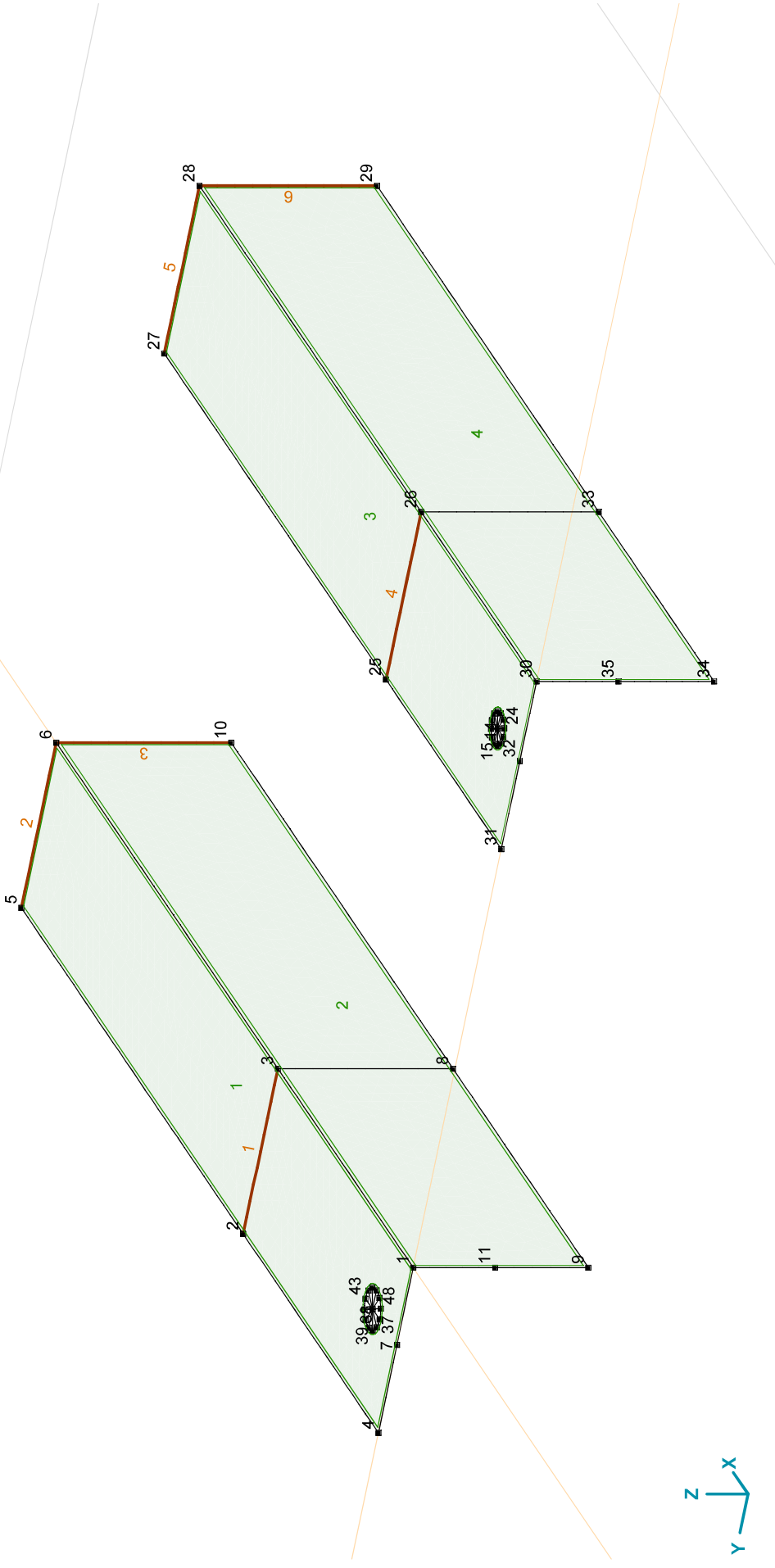
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 3

Norm Eurocode-NL



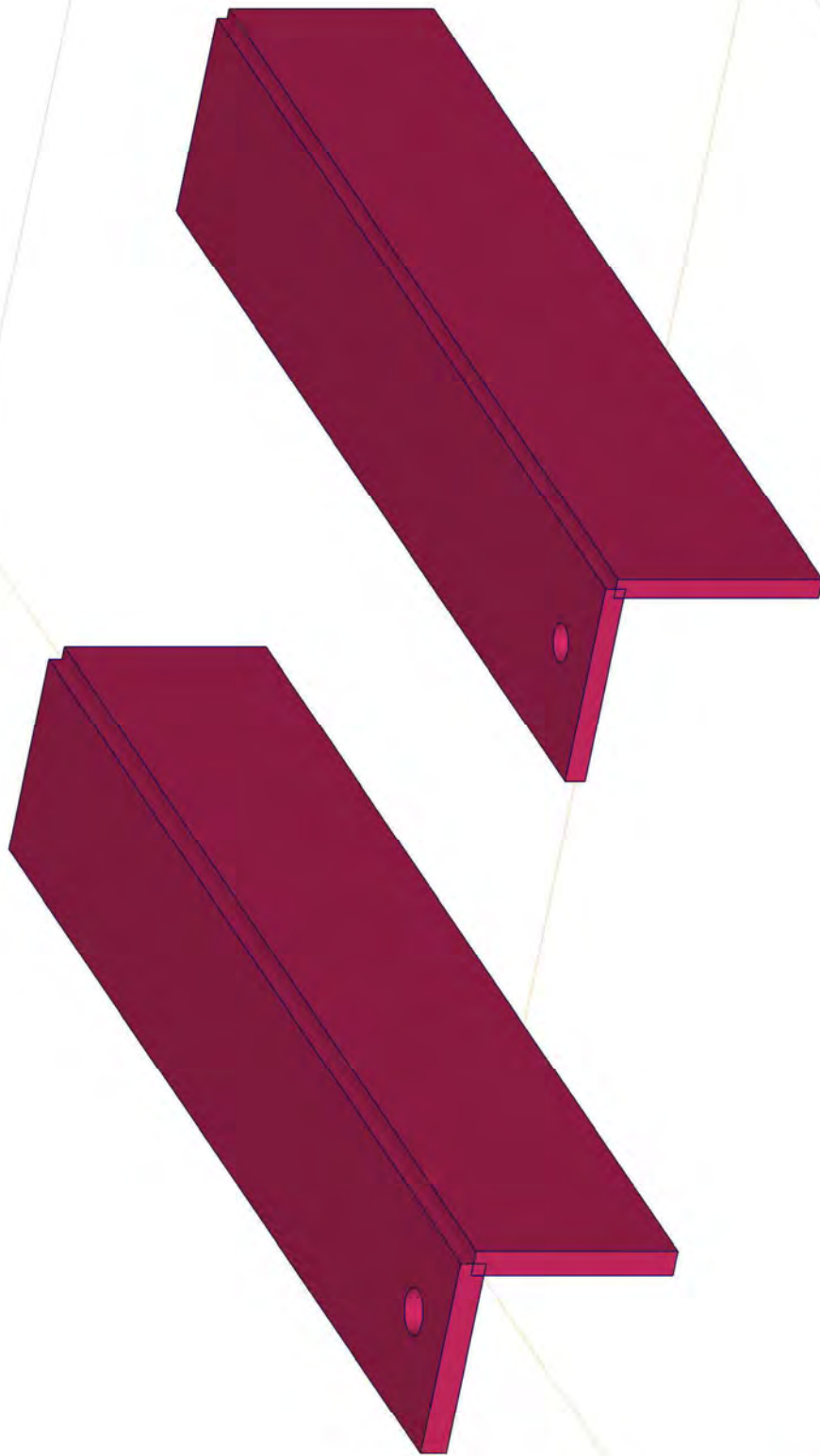
Tekening

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

Norm Eurocode-NL



Tekening2

Project:




Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 5

Materialen

Naam	Type	Nationale norm	Materiaalnorm	Model	E_x [N/mm ²]	E_y [N/mm ²]	ν	α_T [1/°C]	ρ [kg/m ³]	Materiaal kleur	Contour kleur	Structuur	
1	S 355	Staal	Eurocode-NL	10025-2	Lineair	210000	210000	0,30	1,2E-5	7850			

Naam	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{14}
1	S 355	f_y [N/mm ²] = 355,00	f_u [N/mm ²] = 510,00	f_y^* [N/mm ²] = 335,00	f_u^* [N/mm ²] = 470,00									

Naam: Materiaalnaam; Type: Type materiaal; Model: Materiaal model; E_x : Elasticiteitsmodulus in lokale x richting; E_y : Elasticiteitsmodulus in lokale y richting; ν : Poisson's verhouding; α_T : Warmteuitzettingscoëfficiënt; ρ : Dichtheid; **Materiaal kleur**: Materiaalkleur; **Contour Meur**: Contourkleur; $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}, P_{11}, P_{12}, P_{13}, P_{14}$: Ontwerpparameter;

Domeinen

Element type	Materiaal	Ref _x	Ref _z	Dikte [mm]	k, buiging	k, torsie	k, afschuiving	Oppervlakte [m ²]	Gat	Mesh
1	# Schaal S 355	Auto	Auto	18				0,113	1	✓
2	# Schaal S 355	Auto	Auto	18				0,114	-	✓
3	# Schaal S 355	Auto	Auto	14				0,108	1	✓
4	# Schaal S 355	Auto	Auto	14				0,109	-	✓

Element type: Plaalement type; **Ref_x**: Referentie voor lokale X-richting; **Ref_z**: Referentie voor lokale Z-richting; **k, buiging**: Buigsterkte coefficient; **k, torsie**: Torsiesterkte coefficient; **k, afschuiving**: Dwarskrachtsterkte coefficient; **Oppervlakte**: Domein oppervlakte; **Gat**: Aantal gaten in domein; **Mesh**: Gegeneerde mesh;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 6

Lijnopleggingen

Lijn	Type	Ref. elem.	Rx [kN/m/m]	Ry [kN/m/m]	Rz [kN/m/m]	Rxx [kNm/rad/m]	Ryy [kNm/rad/m]	Rzz [kNm/rad/m]	NL(x)	NL(y)	NL(z)
1	Rand (2034)	Domein 1	0	1E+7	1E+7	0	0	0		Symmetrisch	Symmetrisch
2	Rand (1959)	Domein 1	1E+10	0	0	0	0	0	Symmetrisch		
3	Rand (104)	Domein 2	1E+10	0	0	0	0	0	Symmetrisch		
4	Rand (3938)	Domein 3	0	1E+7	1E+7	0	0	0		Symmetrisch	Symmetrisch
5	Rand (3866)	Domein 3	1E+10	0	0	0	0	0	Symmetrisch		
6	Rand (5718)	Domein 4	1E+10	0	0	0	0	0	Symmetrisch		

Lijn	NL(xx)	NL(yy)	NL(zz)	F(x) [kN/m]	F(y) [kN/m]	F(z) [kN/m]	M(x) [kNm/m]	M(y) [kNm/m]	M(z) [kNm/m]
1	Rand (2034)								
2	Rand (1959)								
3	Rand (104)								
4	Rand (3938)								
5	Rand (3866)								
6	Rand (5718)								

Lijn: Ondersteund lijnelement; **Type:** Opleggingstype; **Ref. elem.:** Referentie-element; **Rx, Ry, Rz:** Verplaatsingslijfheid; **Rxx, Ryy, Rzz:** Rotatieslijfheid; **NL(x), NL(y), NL(z), NL(xx), NL(yy), NL(zz):** Niet-lineaire parameters; **F(x):** Weerstand in X-richting; **F(y):** Weerstand in Y-richting; **F(z):** Weerstand in Z-richting; **M(x):** Weerstandsmoment in X-richting; **M(y):** Weerstandsmoment in Y-richting; **M(z):** Weerstandsmoment in Z-richting.

Project:

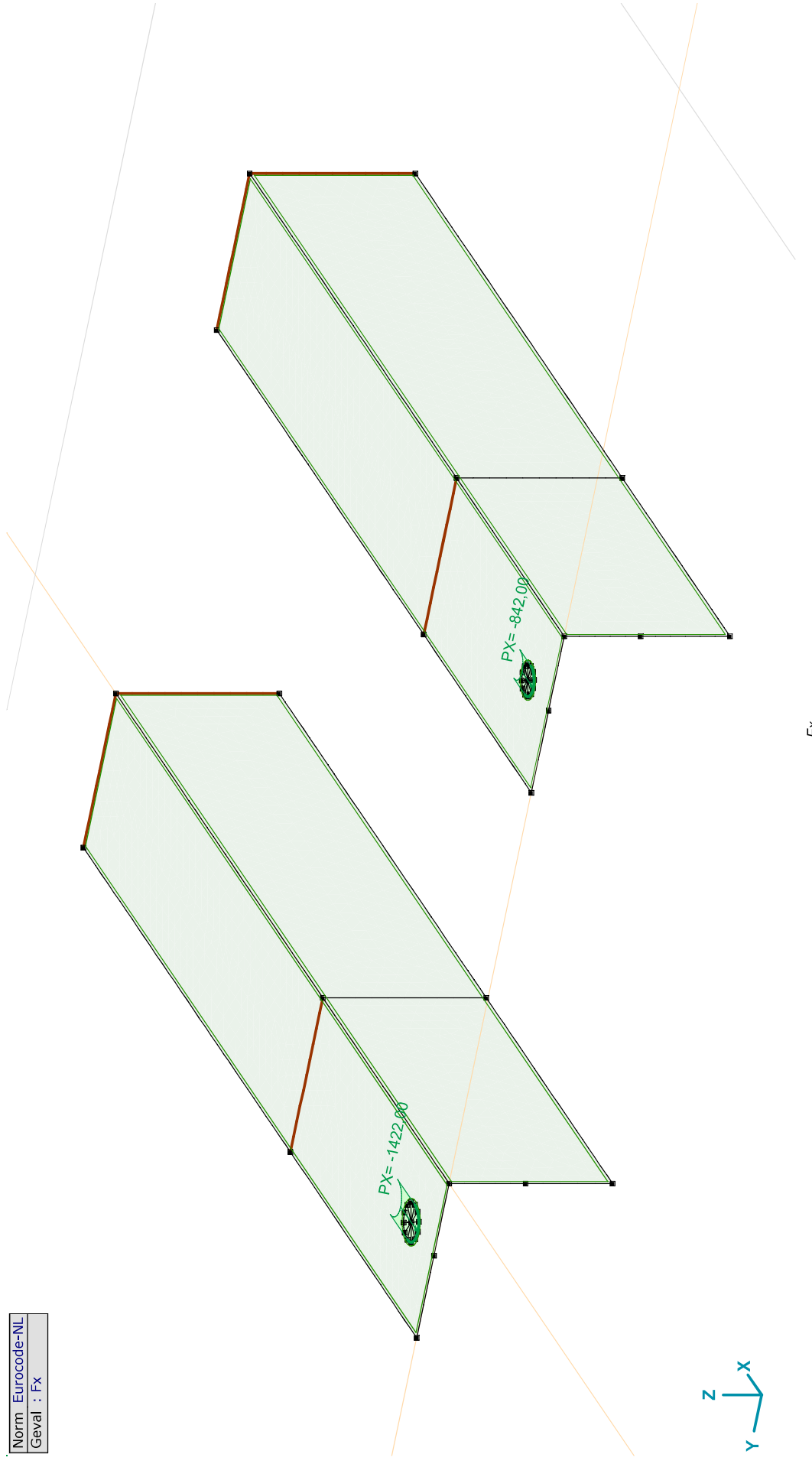
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 7

Norm: Eurocode-NL
Geval: Fx



Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axis**

21-2-2021

Pag. 8

Fx: Oppervlak lijnlast

	Richting	p_x [kN/m]	p_y [kN/m]	p_z [kN/m]	p_m [kNm/m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	Richting	dL [m]
1	Global	-1422,00	0	0	0	0,055	0,082	0	(0,055; 0,066; 0,000)	0
		-1422,00	0	0	0	0,055	0,050	0	-	0,050
4	Global	-842,00	0	0	0	0,050	-0,419	0	(0,050; -0,432; 0,000)	0
		-842,00	0	0	0	0,050	-0,445	0	-	0,041

p_x , p_y , p_z : Belastingkracht component; **p_m :** Belastingmoment component; **X:** Belasting in X-richting; **Y:** Belasting in Y-richting; **Z:** Belasting in Z-richting;

Project:

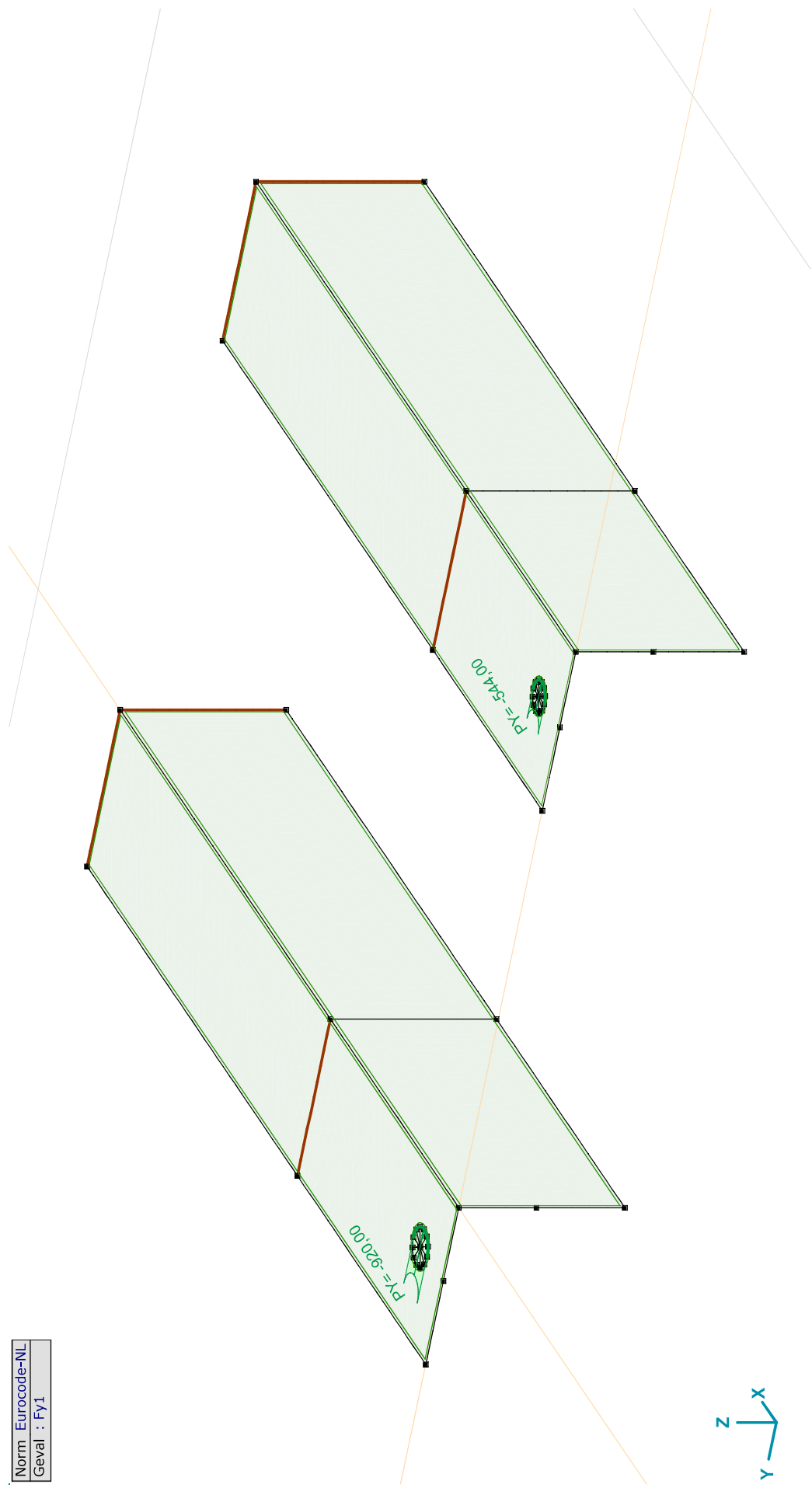
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 9

Norm: Eurocode-NL
Geval: FY1



FY1

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 10

Fy1: Oppervlak lijnlast

	Richting	p_x [kN/m]	p_y [kN/m]	p_z [kN/m]	p_m [kNm/m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	Richting	dL [m]
5	Global	0	-920,00	0	0	0,071	0,066	0	(0,055; 0,066; 0,000)	0
		0	-920,00	0	0	0,039	0,066	0	-	0,050
7	Global	0	-544,00	0	0	0,037	-0,432	0	(0,050; -0,432; 0,000)	0
		0	-544,00	0	0	0,063	-0,432	0	-	0,041

p_x , p_y , p_z : Belastingkracht component; **p_m :** Belastingmoment component; **X:** Belasting in X-richting; **Y:** Belasting in Y-richting; **Z:** Belasting in Z-richting;

Project:

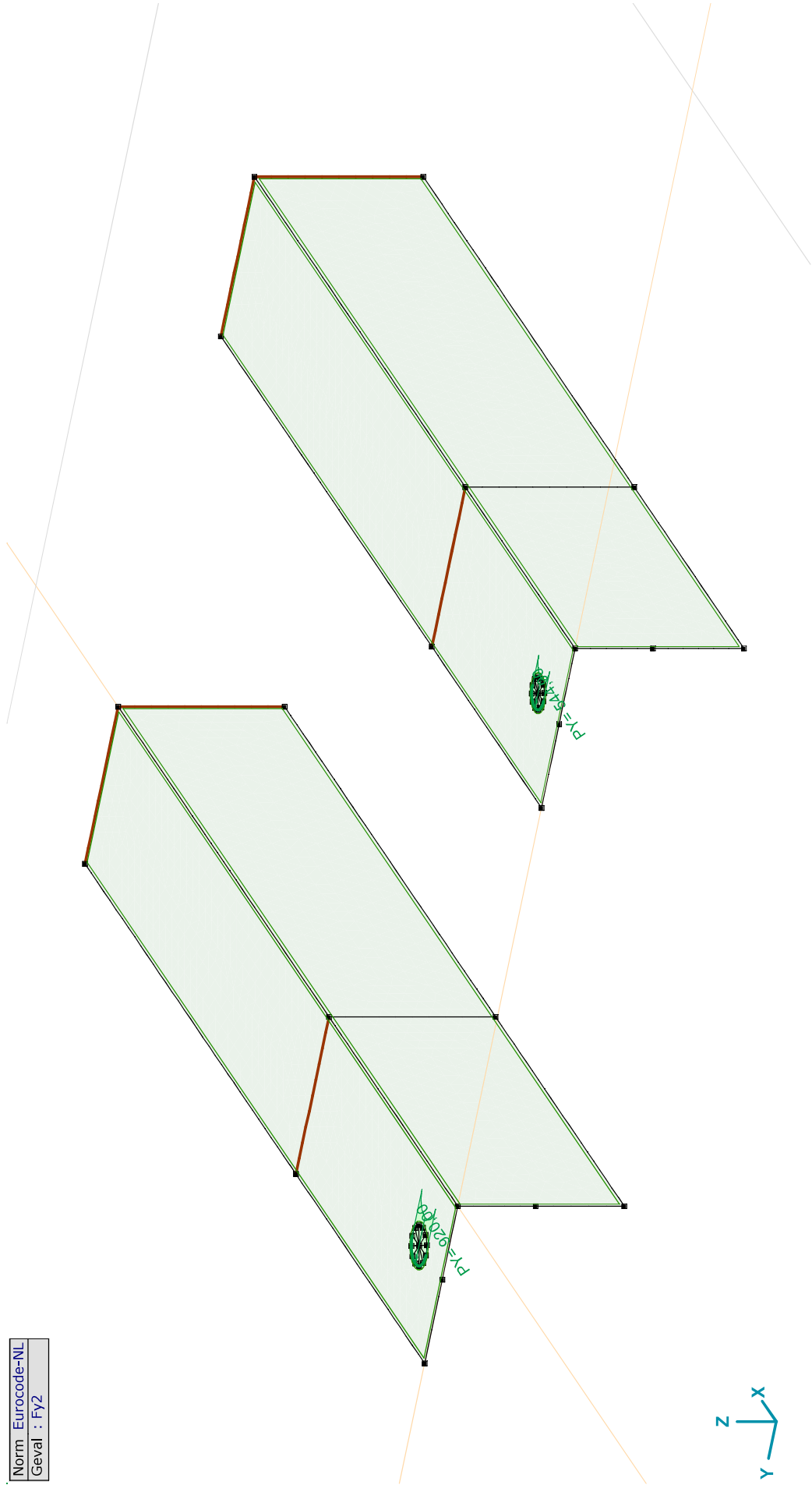
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 11

Norm: Eurocode-NL
Geval: FY2



FY2

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 12

Fy2: Oppervlak lijnlast

	Richting	p_x [kN/m]	p_y [kN/m]	p_z [kN/m]	p_m [kNm/m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	Richting	dL [m]
6	Global	0	920,00	0	0	0,071	0,066	0	(0,055; 0,066; 0,000)	0
		0	920,00	0	0	0,039	0,066	0	-	0,050
8	Global	0	544,00	0	0	0,063	-0,432	0	(0,050; -0,432; 0,000)	0
		0	544,00	0	0	0,037	-0,432	0	-	0,041

p_x , p_y , p_z : Belastingkracht component; **p_m :** Belastingmoment component; **X:** Belasting in X-richting; **Y:** Belasting in Y-richting; **Z:** Belasting in Z-richting;

Project:

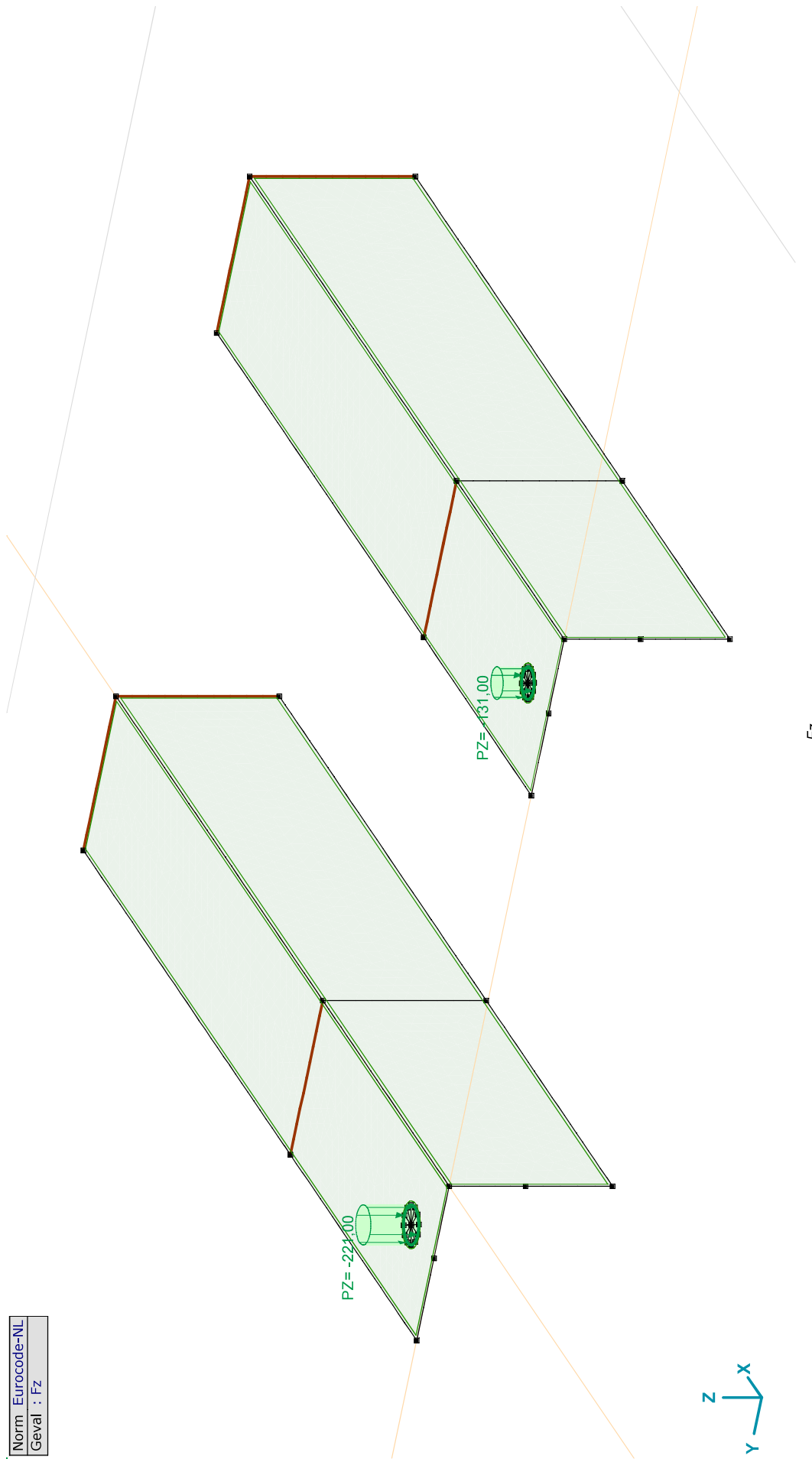
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 13

Norm: Eurocode-NL
Geval: Fz



Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 14

Fz: Oppervlak lijnlast

	Richting	p_x [kN/m]	p_y [kN/m]	p_z [kN/m]	p_m [kNm/m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	Richting	dL [m]
2	Global	0	0	-221,00	0	0,071	0,066	0	(0,055; 0,066; 0,000)	0
		0	0	-221,00	0	0,071	0,066	0	-	0,101
3	Global	0	0	-131,00	0	0,063	-0,432	0	(0,050; -0,432; 0,000)	0
		0	0	-131,00	0	0,063	-0,432	0	-	0,082

p_x , p_y , p_z : Belastingkracht component; **p_m :** Belastingmoment component; **X:** Belasting in X-richting; **Y:** Belasting in Y-richting; **Z:** Belasting in Z-richting;

Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen

	Naam	Type	F_x	F_{y1}	F_{y2}	F_z	Commentaar
1	Co #1	UGT	1,00	1,00	0	1,00	
2	Co #2	UGT	1,00	0	1,00	1,00	

Naam: Naam belastingcombinatie; **Type:** Type belastingcombinatie; **F_x , F_{y1} , F_{y2} , F_z :** Factor;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

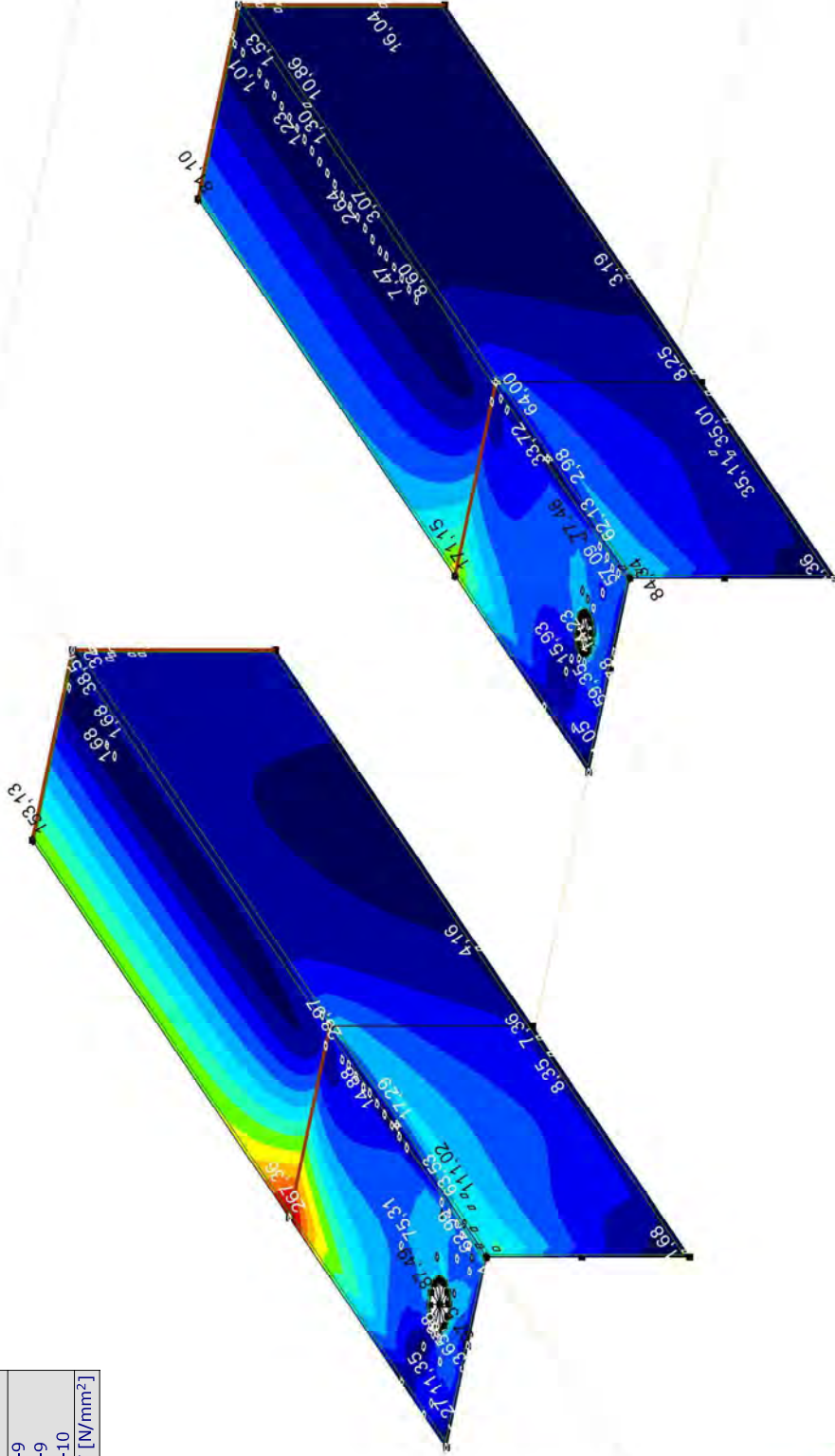
Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 15

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #1
E (P) : 7,08E-9
E (W) : 7,08E-9
E (Eq) : 1,32E-10
Comp. : SVM T [N/mm ²]

SVM T [N/mm ²]
268,35
249,26
230,16
211,07
191,97
172,87
153,78
134,68
115,59
96,49
77,40
58,30
39,20
20,11
1,01



[I]. Lineair, Co #1 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

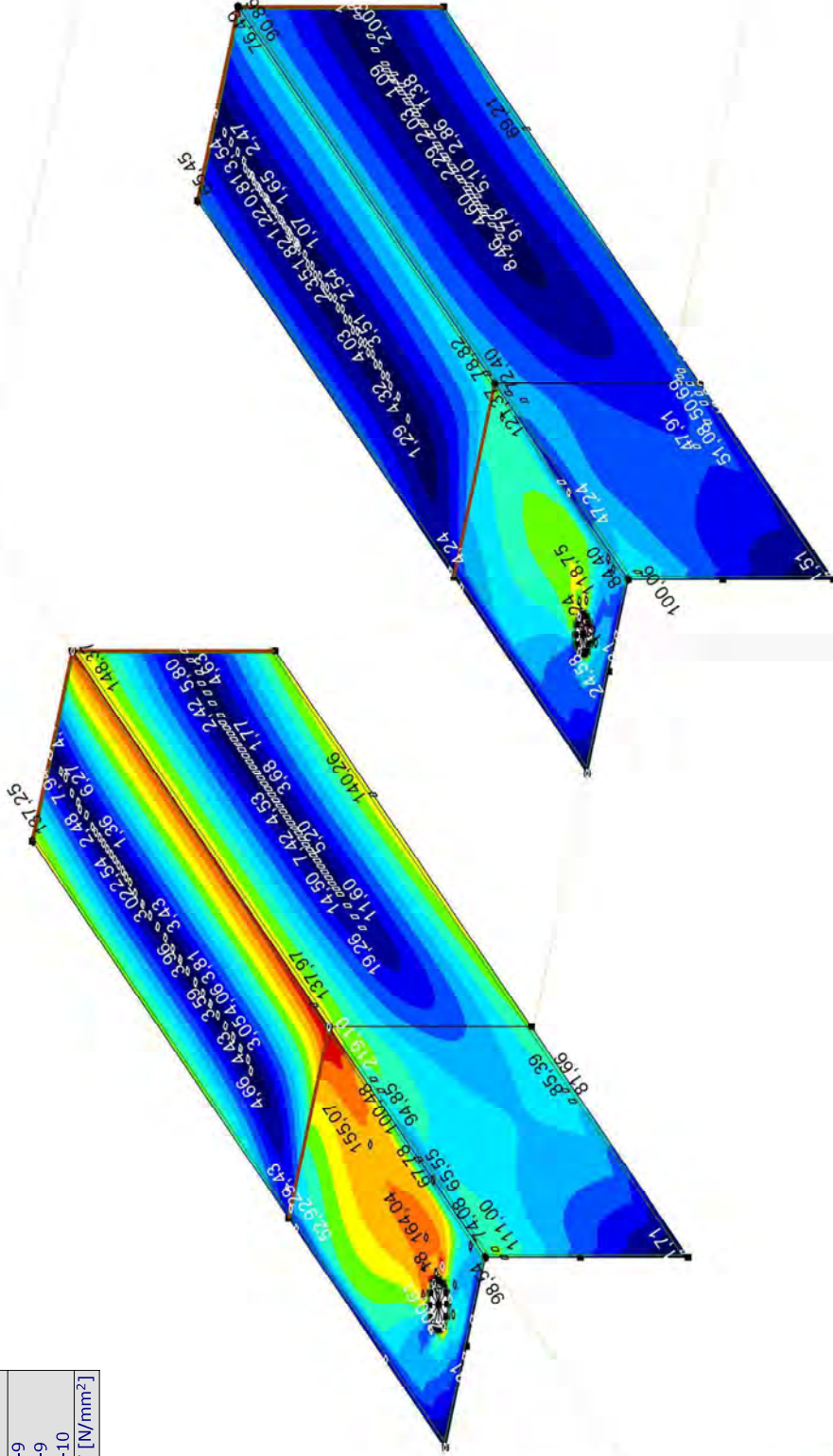
Model: Model 1.axis

21-2-2021

Pag. 16

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #2
E (P) : 7,08E-9
E (W) : 7,08E-9
E (Eq) : 1,32E-10
Comp. : SVM T [N/mm ²]

SVM T [N/mm ²]
219,10
203,50
187,90
172,30
156,70
141,10
125,50
109,90
94,30
78,70
63,10
47,49
31,89
16,29
0,69



[1]. Lineair, Co #2 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

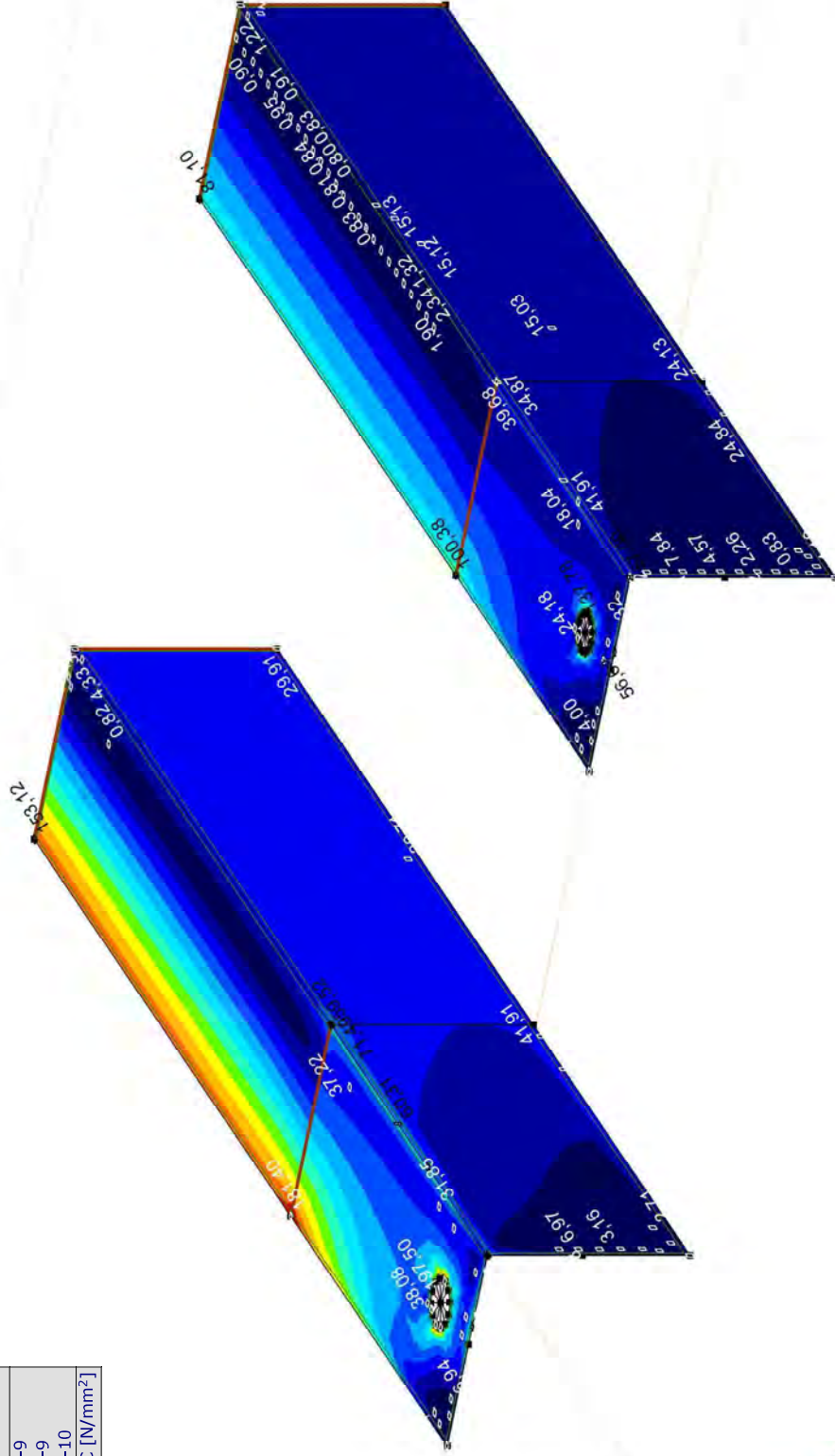
Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 17

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #1
E (P) : 7,08E-9
E (W) : 7,08E-9
E (Eq) : 1,32E-10
Comp. : SVM C [N/mm ²]

SVM C [N/mm ²]
197,50
183,41
169,32
155,23
141,15
127,06
112,97
98,88
84,79
70,71
56,62
42,53
28,44
14,36
0,27



III. Lineair, Co #1 (UGT), SVM C, Kleuren 2D

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

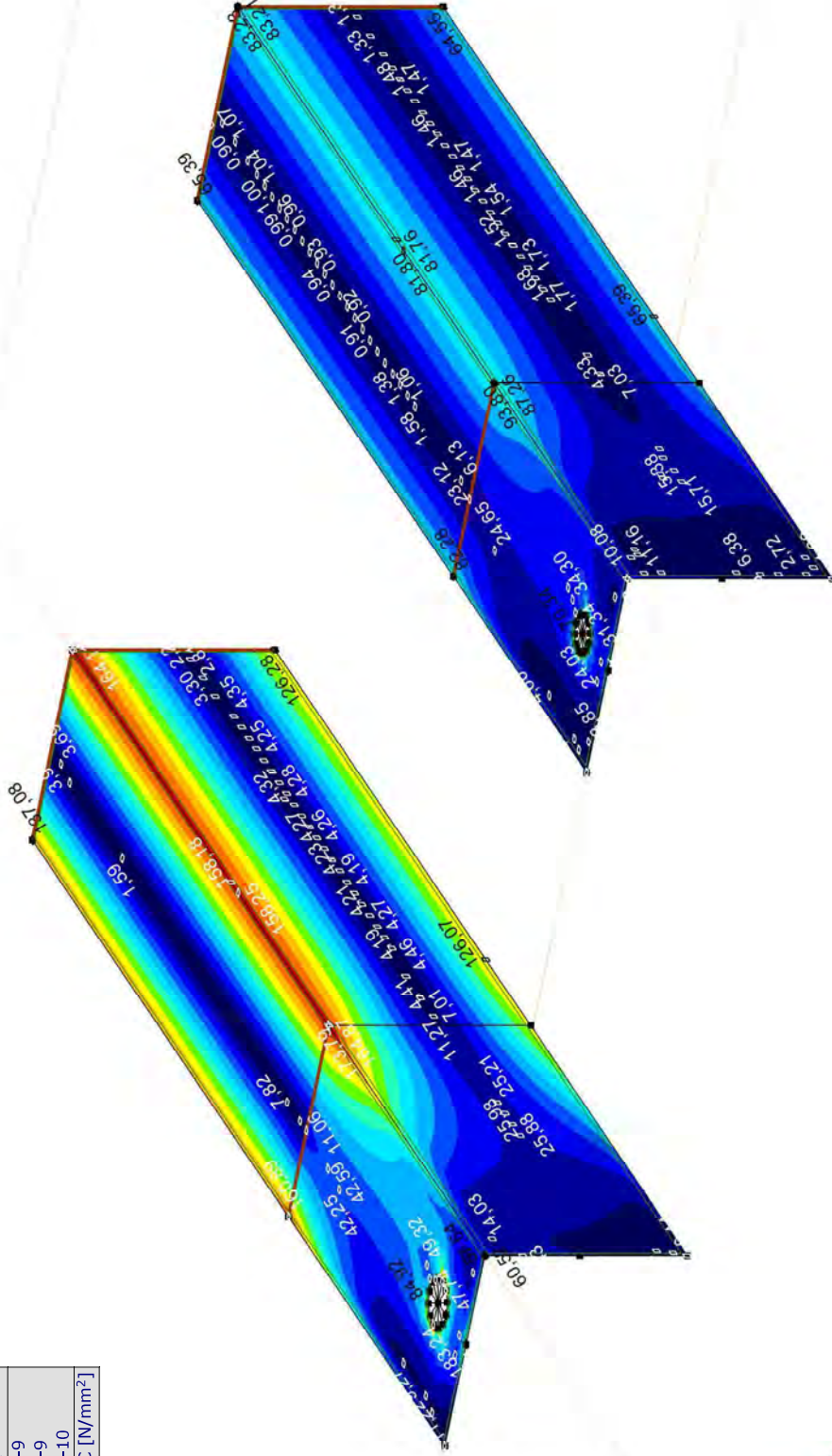
Model: Model 1.axs

21-2-2021

Pag. 18

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #2
E (P) : 7,08E-9
E (W) : 7,08E-9
E (Eq) : 1,32E-10
Comp. : SVM C [N/mm ²]

SVM C [N/mm ²]
192,93
179,17
165,42
151,66
137,90
124,14
110,38
96,62
82,86
69,10
55,35
41,59
27,83
14,07
0,31



III. Lineair, Co #2 (UGT), SVM C, Kleuren 2D

Project:

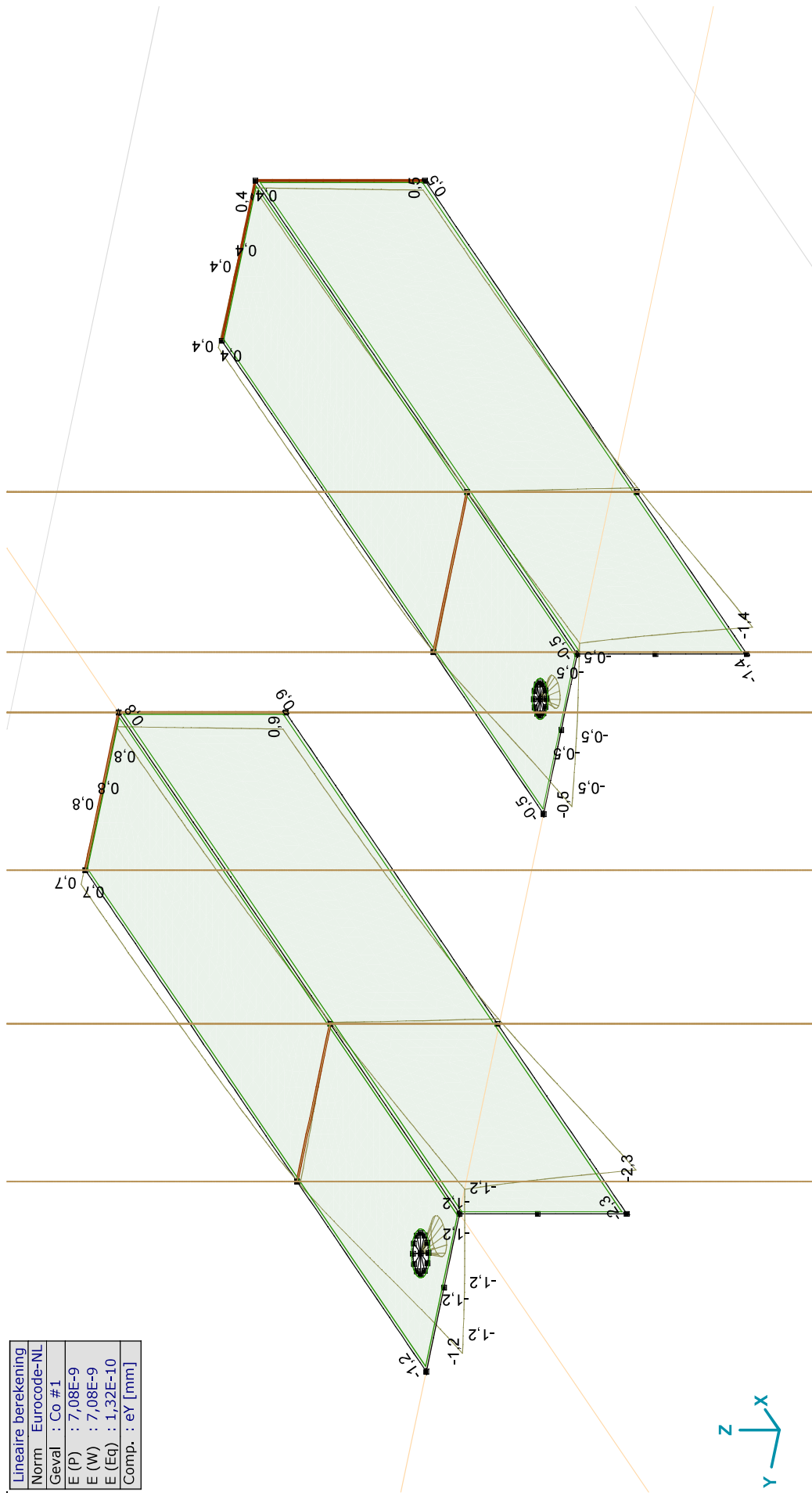
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axis**

21-2-2021

Pag. 19

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #1
E (P)	: 7,08E-9
E (W)	: 7,08E-9
E (Eq)	: 1,32E-10
Comp.	: eY [mm]



[[J. Lineair, Co #1 (UGT), eY, Lijnen

Project:

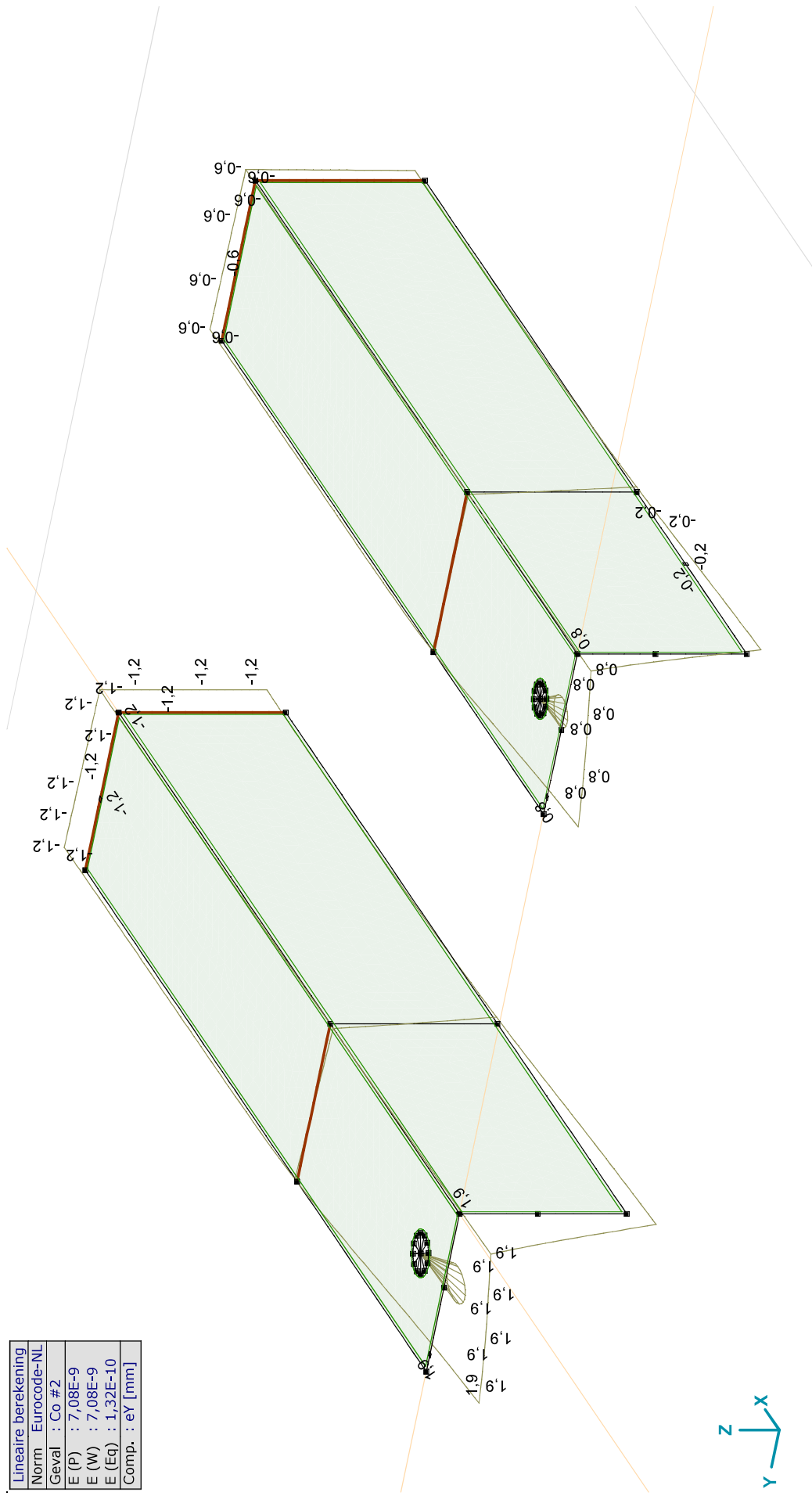
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axis**

21-2-2021

Pag. 20

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #2
E (P) : 7,08E-9
E (W) : 7,08E-9
E (Eq) : 1,32E-10
Comp. : eY [mm]



[1]. Lineair, Co #2 (UGT), eY, Lijnen

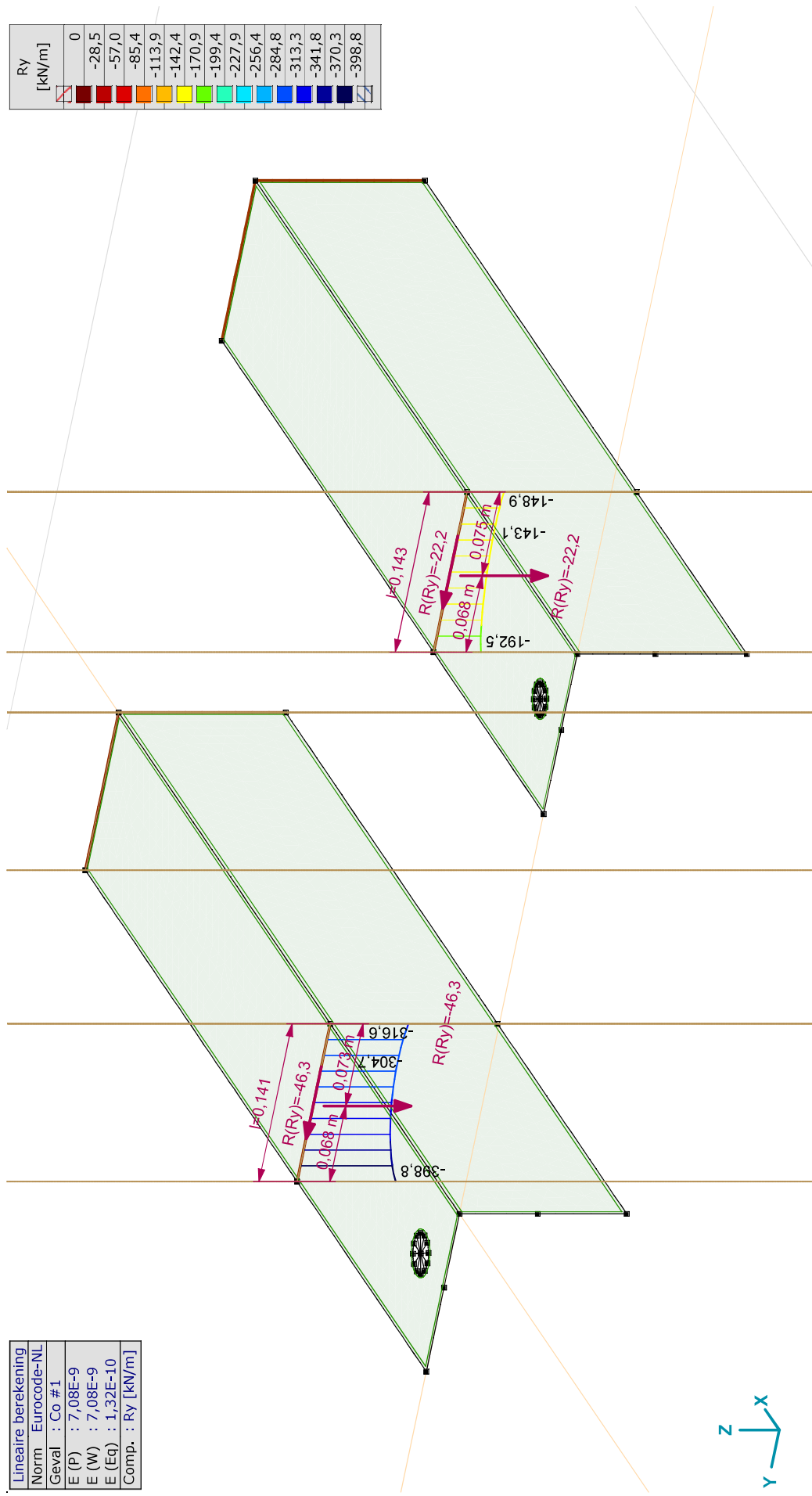
Project:
 Constructeur: DNV GL - Energy
 Model: Model 1.axs

21-2-2021

Pag. 23

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #1
E (P) : 7,08E-9
E (W) : 7,08E-9
E (Eq) : 1,32E-10
Comp. : Ry [kN/m]

Ry [kN/m]	0
	-28,5
	-57,0
	-85,4
	-113,9
	-142,4
	-170,9
	-199,4
	-227,9
	-256,4
	-284,8
	-313,3
	-341,8
	-370,3
	-398,8



III. Lineair, Co #1 (UGT), Ry (lijnopp.), Doorsnedelij

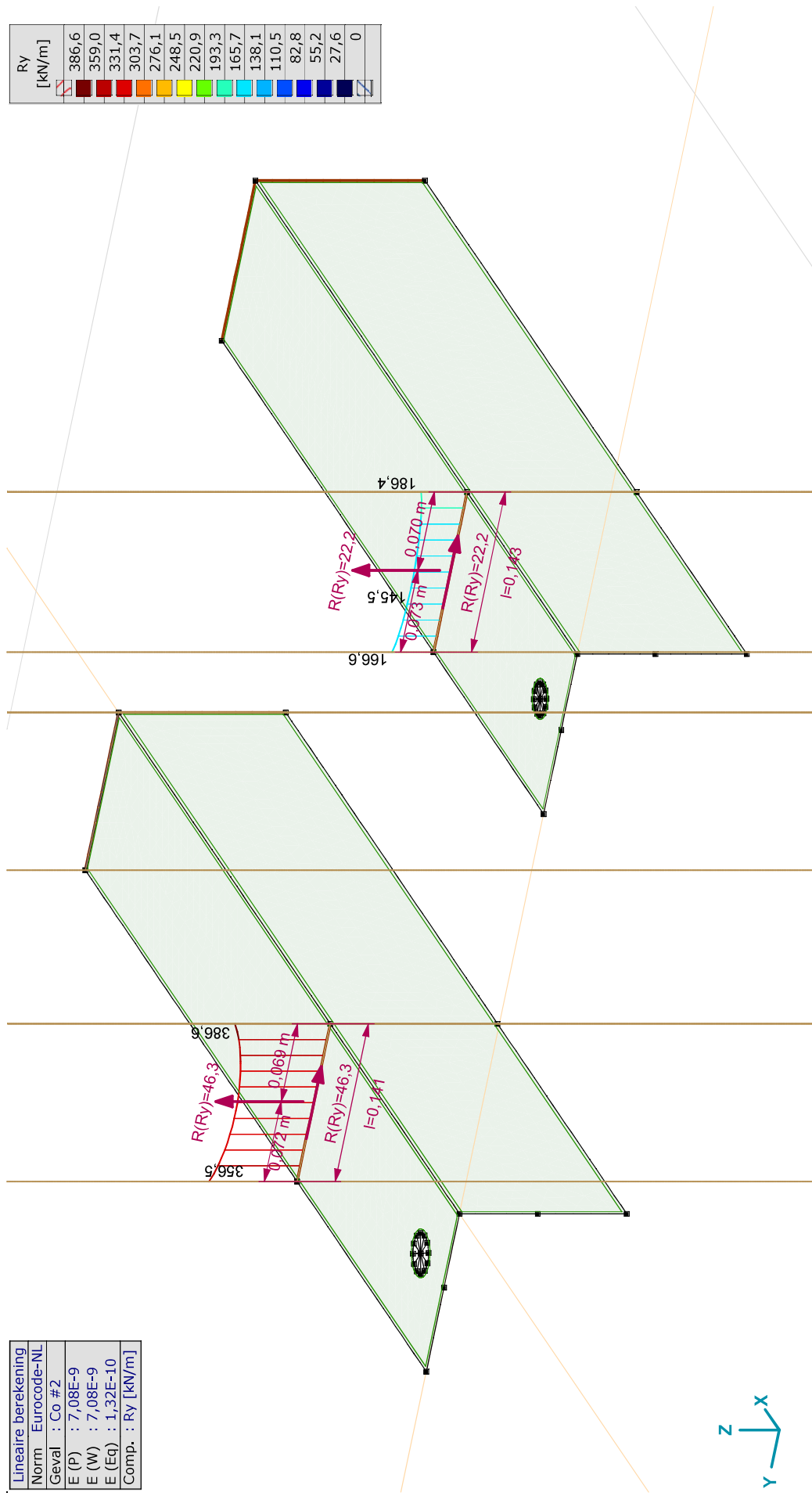
Project:
 Constructeur: DNV GL - Energy
 Model: **Model 1.axis**

21-2-2021

Pag. 24

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co. #2
E (P)	: 7,08E-9
E (W)	: 7,08E-9
E (Eq)	: 1,32E-10
Comp.	: Ry [kN/m]

Ry [kN/m]	
386,6	
359,0	
331,4	
303,7	
276,1	
248,5	
220,9	
193,3	
165,7	
138,1	
110,5	
82,8	
55,2	
27,6	
0	



III. Lineair, Co #2 (UGT), Ry (lijnopp.), Doorsnedelij

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

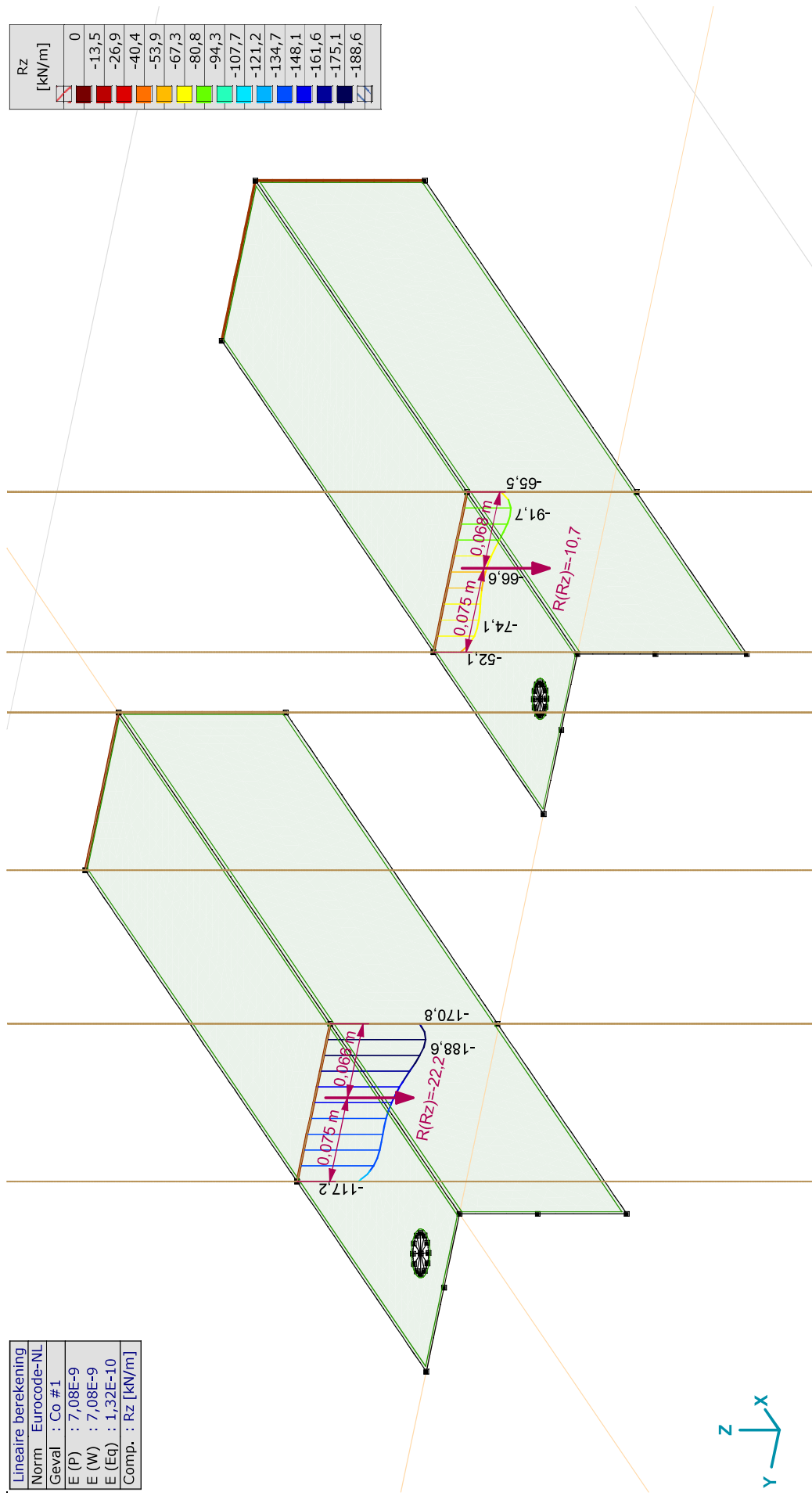
Model: **Model 1.axis**

21-2-2021

Pag. 25

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #1
E (P) : 7,08E-9
E (W) : 7,08E-9
E (Eq) : 1,32E-10
Comp. : Rz [kN/m]

Rz [kN/m]	0
	-13,5
	-26,9
	-40,4
	-53,9
	-67,3
	-80,8
	-94,3
	-107,7
	-121,2
	-134,7
	-148,1
	-161,6
	-175,1
	-188,6



III. Lineair, Co #1 (UGT), Rz (lijnopp.), Doorsnedelij

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

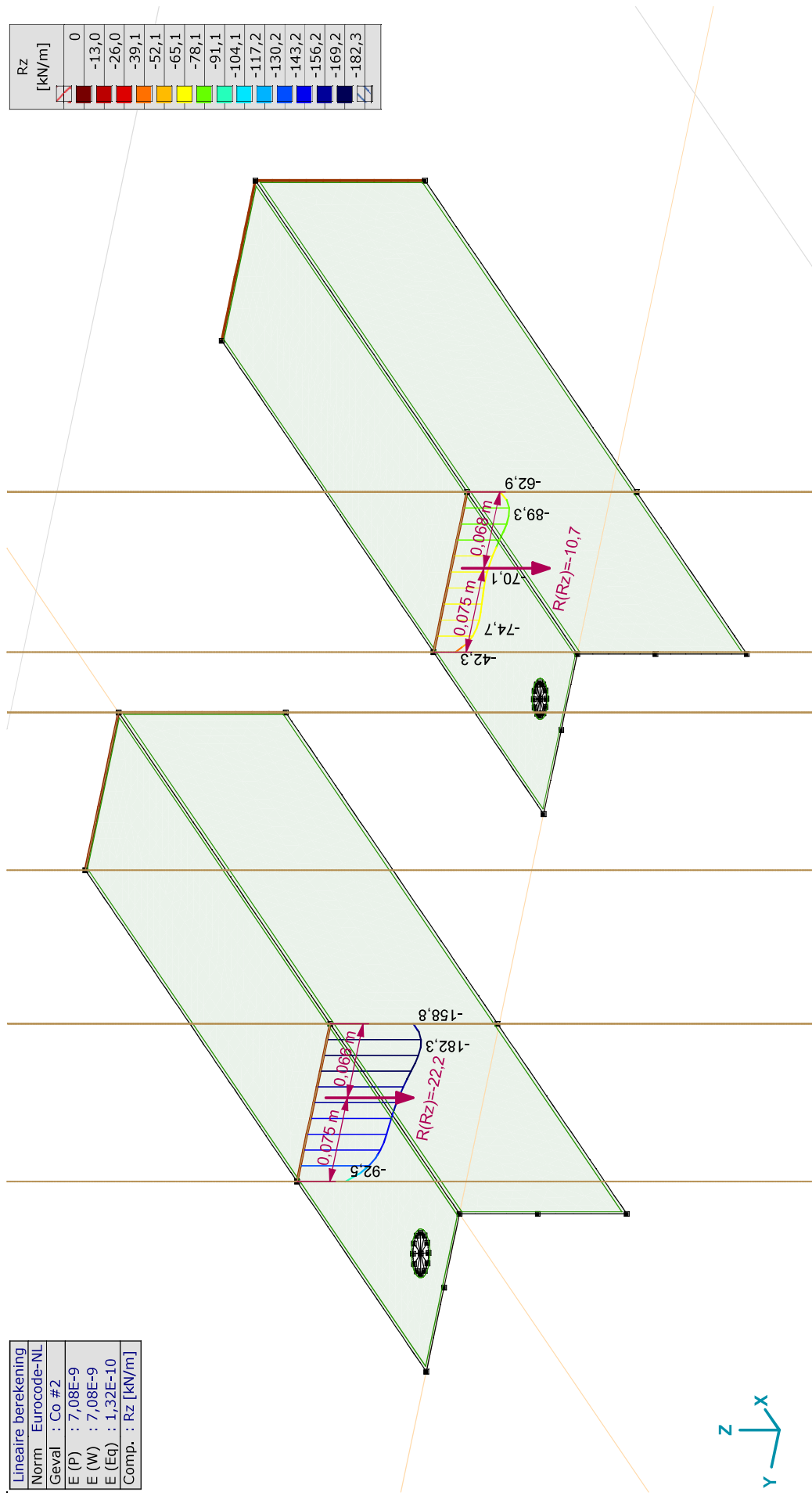
Model: **Model 1.axis**

21-2-2021

Pag. 26

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #2
E (P)	: 7,08E-9
E (W)	: 7,08E-9
E (Eq)	: 1,32E-10
Comp.	: Rz [kN/m]

Rz [kN/m]	0
	-13,0
	-26,0
	-39,1
	-52,1
	-65,1
	-78,1
	-91,1
	-104,1
	-117,2
	-130,2
	-143,2
	-156,2
	-169,2
	-182,3



III. Lineair, Co #2 (UGT), Rz (lijnopp.), Doorsnedelij

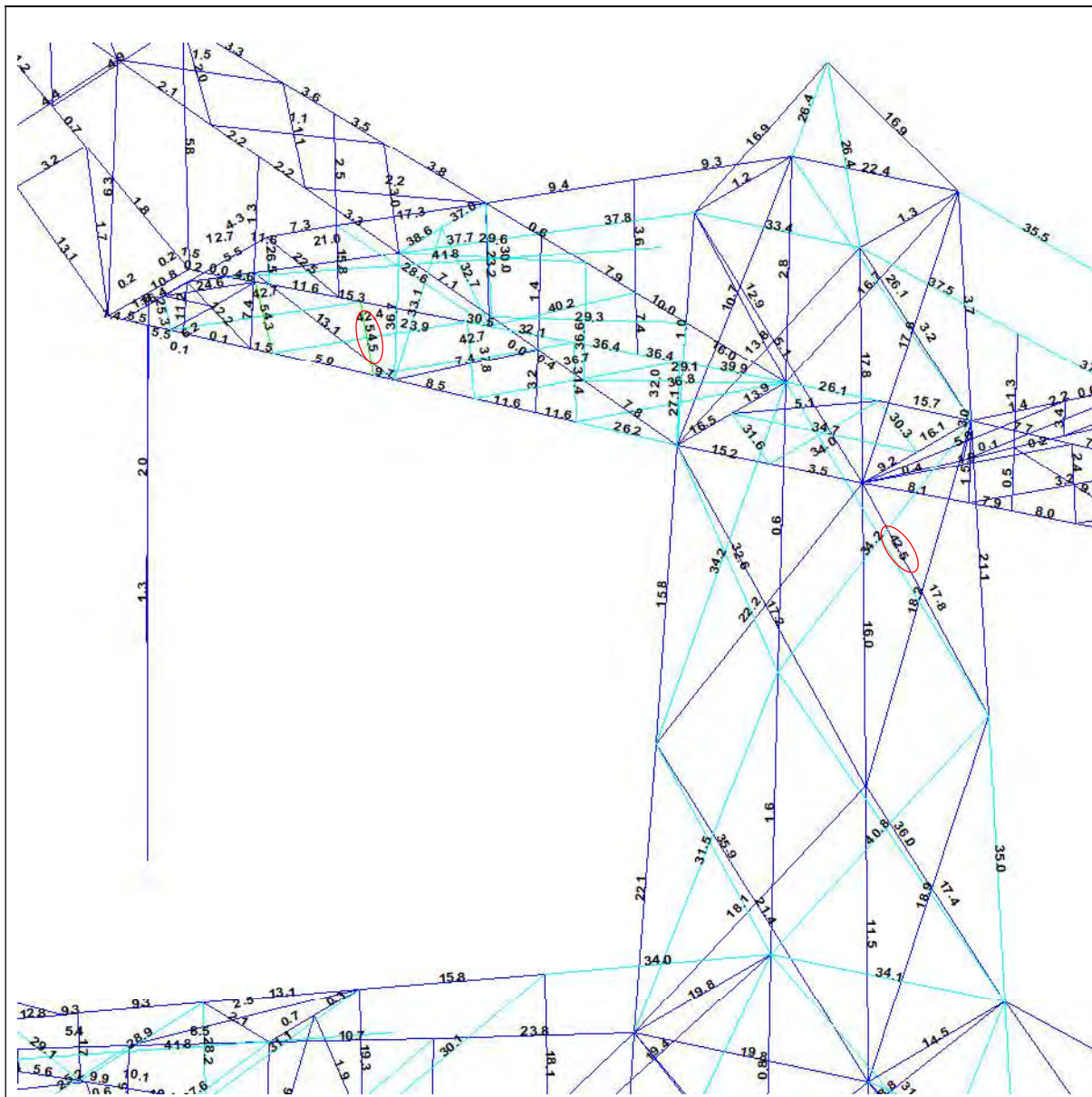


APPENDIX F

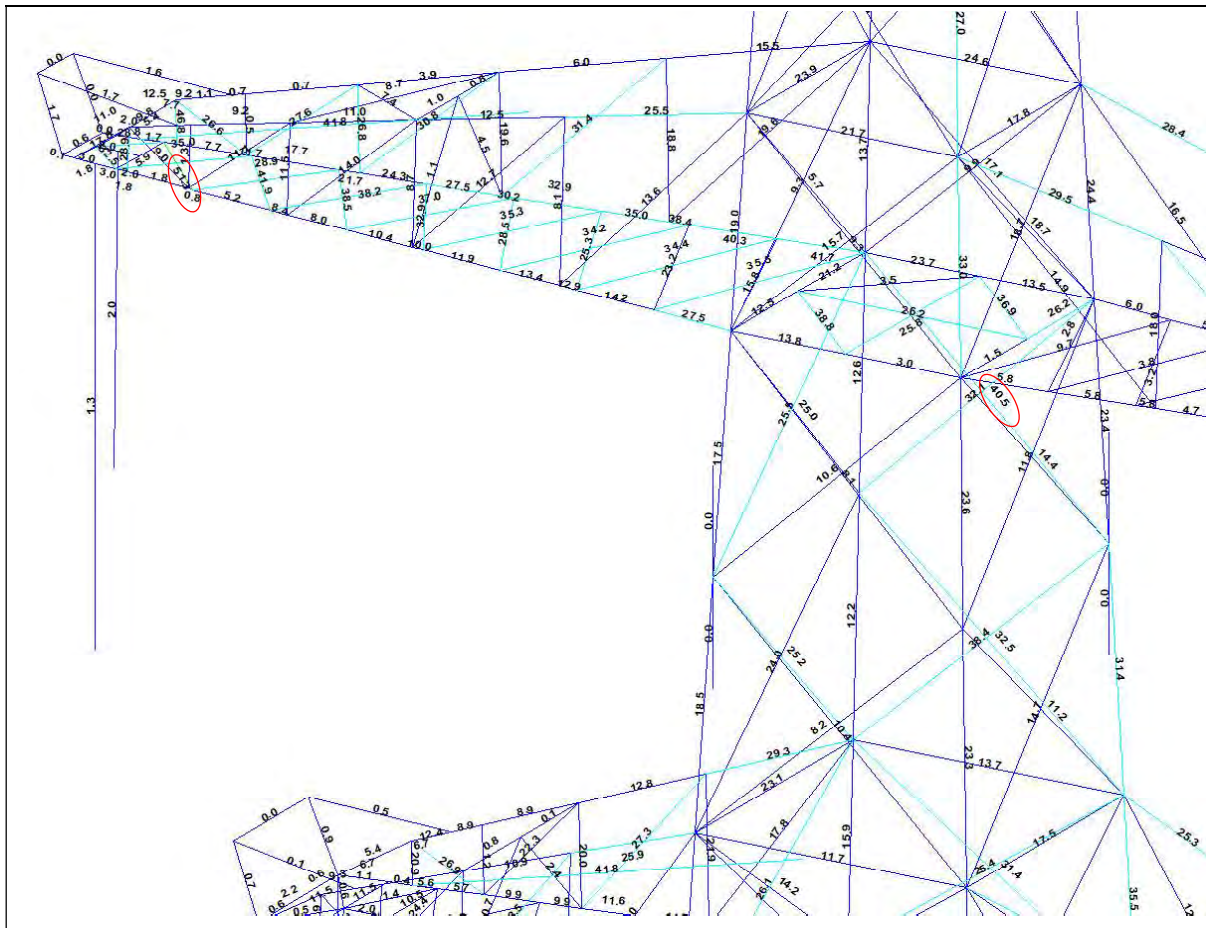
Sterkte-coördinatie

In 5.5.1 van het uitgangspuntenrapport is beschreven dat aan sterkte-coördinatie wordt voldaan als de U.C. van de staven in de traverse 10 procentpunt groter is dan de U.C. van de staven in het mastlichaam. Uitgangspunt is belastingcombinatie 5a, geleiderbreuk. In deze Appendix wordt getoetst of de U.C. van de staven in het mastlichaam voldoende laag is ten opzichte van de U.C. van de staven in de traverse.

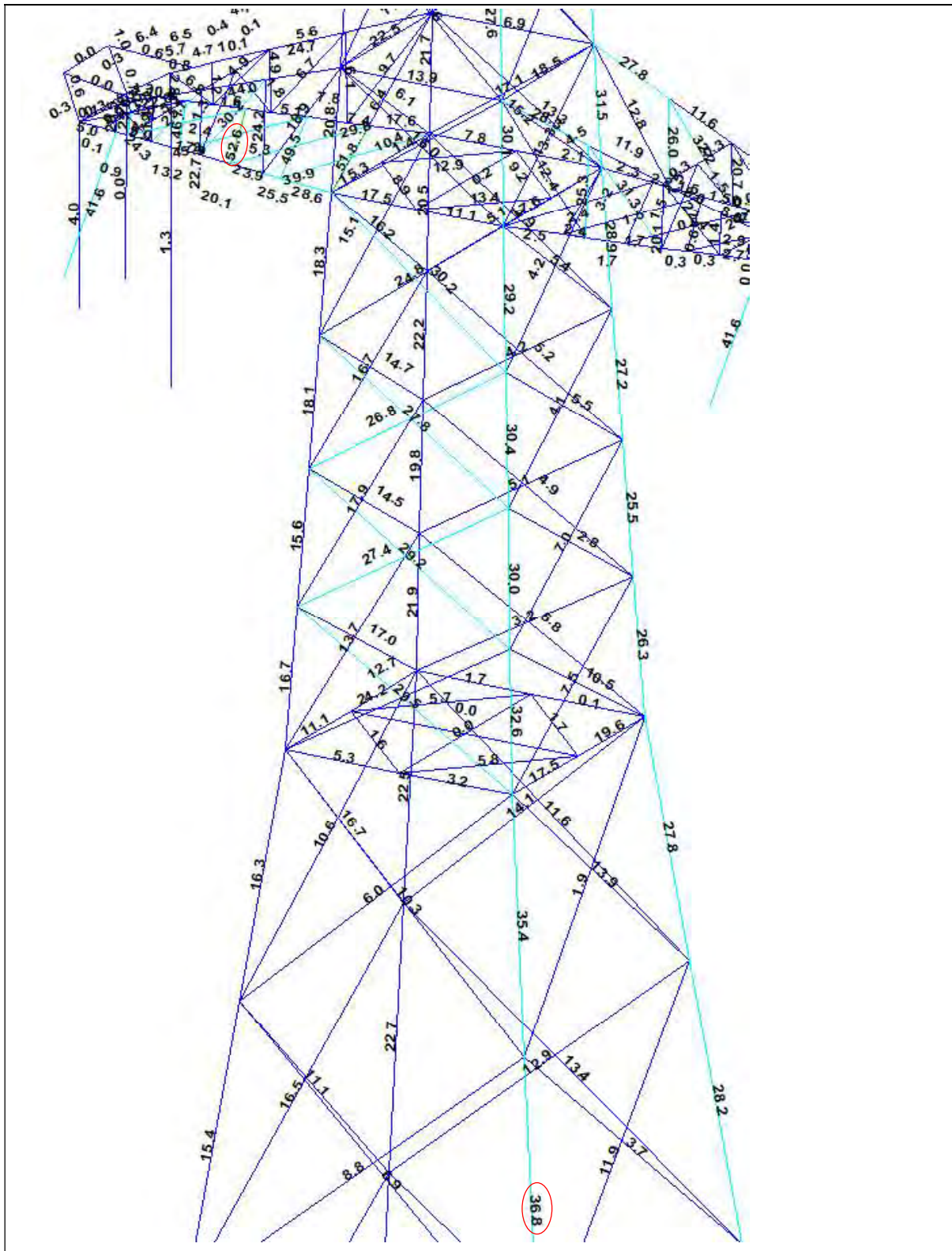
Aangezien alle masttypen in de groep van solo-masten dezelfde mastkop delen, wordt enkel masttype HB+19/s getoetst. Mogelijk dat andere typen een hoger of lager worden belast, maar dat levert geen verschil op in de verhouding van uitnutting tussen de verschillende onderdelen.



Boventraverse – diagonalen bovenstuk 2: $54,5 / 42,5 = 1,28 \geq 1,10$ OK.



Middentraverse – diagonalen bovenstuk 1: 51,3 / 40,5 = 1,26 ≥ 1,10 OK.



Ondertraverse - leg: $52,6 / 36,8 = 1,43 \geq 1,10$ OK.

APPENDIX G

Galloping

Uitgangspunten

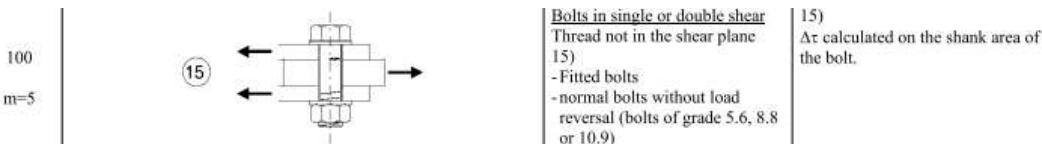
In het uitgangspuntendocument is beschreven dat wordt uitgegaan van een materiaalfactor voor vermoeiing $\gamma_{mf} = 1,15$. Dit komt overeen met de “Safe-life methode” met “Low consequence” van tabel 3.1 van NEN-EN 1993-1-9 of met “Damage tolerant” en “High consequence”.

Assessment method	Consequence of failure	
	Low consequence	High consequence
Damage tolerant	1,00	1,15
Safe life	1,15	1,35

Voor staven met gatverzwakking met bouten in ruime gaten geldt volgens fig. 8.1 van NEN-EN 1993-1-9 categorie 50, met $m=3$



Voor niet voorgespannen bouten belast op afschuiving geldt volgens fig. 8.1 van NEN-EN 1993-1-9 categorie 100, met $m=5$.



Het belastingspectrum is in de NNA (NEN-EN 50341-2-15) als volgt gedefinieerd.

Table 4.11/NL.1 Load spectra line galloping for tension supports

Load spectra line galloping for tension supports		Number of load cycles in 50 years	
Number	Peak-to-peak load	Ice region A	Ice region B
1	2·EDS	7.000	3.000
2	1,5·EDS	36.000	17.000
3	1,0·EDS	125.000	65.000
4	0,5·EDS	482.000	265.000

Aanpak

De vier belastingen van 0,5 tot 2,0EDS hebben een vaste onderlinge verhouding. Aangezien het aantal wisselingen zich in het $m=3$ gebied van de vermoeiingskromme bevindt vanwege $n < 2 \times 10^6$, kan een relatie worden afgeleid tussen de grootte van de spanningswissel met bijvoorbeeld 1,0EDS en de spanningswisseling die bij 2×10^6 wisselingen op basis van het spectrum nog net toelaatbaar is. Dit staat bekend als de equivalente spanningen methode. Via de factor lambda kan de spanningswisseling worden berekend.

$$\lambda = \left[\frac{\sum \Delta\sigma_i^m \cdot n_i}{2 \cdot 10^6} \right]^{\frac{1}{m}}$$

Toepassen van de formule voor een spanning van 1 N/mm² bij 1,0EDS levert:

Helling Ijsgebied Wisseling	m=3		m=5	
	A	B	A	B
	$\sigma_i^m \times n_i$	$\sigma_i^m \times n_i$	$\sigma_i^m \times n_i$	$\sigma_i^m \times n_i$
2,0EDS	5,60E+04	2,40E+04	2,24E+05	9,60E+04
1,5EDS	1,22E+05	5,74E+04	2,73E+05	1,29E+05
1,0EDS	1,25E+05	6,50E+04	1,25E+05	6,50E+04
0,5EDS	6,03E+04	3,31E+04	1,51E+04	8,28E+03
$\Sigma \sigma_i^m \times n_i$	3,63E+05	1,80E+05	6,37E+05	2,98E+05
$\lambda = (\Sigma \sigma_i n_i / 2 \times 10^6)^{1/m}$	0,57	0,45	0,80	0,68

Voor ijsgebied A is de toelaatbare spanningswisseling bij 1,0 EDS en 125.000 wisselingen dus 1/0,57 (175%) van de toelaatbare spanningswisseling bij een aantal wisselingen van $2,0 \times 10^6$. Er kan ook worden gesteld dat als de spanningswisselingen van 1,0 EDS 363.000 maal voorkomen, dezelfde schade wordt behaald als de vier niveaus afzonderlijk. Deze aanpak is gehanteerd.

- In de berekening van de mast wordt telkens één afspanpunt van de geleiders belast met een trekkracht in lijnrichting van 1,0 EDS.
- Het aantal wisselingen dat deze trekkracht voorkomt wordt vergroot om het hele spectrum te vervangen, dit is afhankelijk van ijsgebied en m-factor.
- Voor iedere staaf in de constructie wordt de schade berekend als gevolg van de trekkracht voor elke geleider.
- De schade wordt gesommeerd over alle geleiders.
- De toetsing is uitgedrukt als de verhouding tussen de optredende spanningswisseling bij $n = 2 \times 10^6$ wisselingen en de toelaatbare spanningswisseling (43 MPa voor het staalprofiel en 87 MPa voor de bout).

Resultaten

In de tabellen zijn de resultaten van mast HB+19/s gegeven. Vanwege de exponentiële invloed van het spanningsniveau heeft de verdeling van de U.C.'s een grote variatie. Het meest zwaar belast zijn de diagonalen in het ondervlak van de traverse in de nabijheid van de afspanpunten en de randen van de traverse. De conclusie is dat de staven en bouten voldoen.



Check galloping - 140qr

Datum: 29-7-2021
 Auteur: JSN
 Versie: 1.0

RLI-TLB
 HB+19/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					$\Delta F;0$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	DC;0 [Mpa]	$\Delta\sigma;c;0$ [Mpa]	UC opp.	$\Delta F;1;b$ [kN]	Bout [mm2]	$\Delta\sigma;1;b$ [Mpa]	DC;1;b [Mpa]	$\Delta\sigma;c;1;b$ [Mpa]	UC bout			
100	Main leg	80x80x8	2	M20	17.1	1230	1054	16.3	50	43	0.37	23.9	314	38.1	100	87	0.44			
101	Main leg	130x130x12	4	M24	23.6	3000	2688	8.8	50	43	0.20	34.4	452	19.0	100	87	0.22			
102	Main leg	130x130x12	8	M24	48.8	3000	2688	18.2	50	43	0.42	71.4	452	19.7	100	87	0.23			
103	Main leg	150x150x14	8	M24	93.6	4014	3650	25.6	50	43	0.59	130.3	452	36.0	100	87	0.41			
104	Main leg	150x150x14	8	M24	113.6	4014	3650	31.1	50	43	0.72	157.2	452	43.5	100	87	0.50			
105	Main leg	200x200x20	8	M24	163.6	7640	7120	23.0	50	43	0.53	225.9	452	62.5	100	87	0.72			
106	Main leg	200x200x20	0		194.9	7640	7640	25.5	50	43	0.59	266.9	0	0.0	100	87	0.00			
107	Main leg	200x200x20	12	M24	210.8	7640	7120	29.6	50	43	0.68	285.5	452	52.6	100	87	0.61			
108	Main leg	250x250x24	12	M24	243.3	11492	10868	22.4	50	43	0.51	325.4	452	60.0	100	87	0.69			
109	Main leg	250x250x24	14	M24	265.1	11492	10868	24.4	50	43	0.56	350.2	452	55.3	100	87	0.64			
110	Main leg	200x200x20	28	M24	284.3	7640	7120	39.9	50	43	0.92	371.1	452	29.3	100	87	0.34			
111	Main leg	200x200x20	24	M24	298.1	7640	7120	41.9	50	43	0.96	384.9	452	35.5	100	87	0.41			
119.2	Main leg	200x200x20	24	M24	303.0	7640	7120	42.6	50	43	0.98	386.1	452	35.6	100	87	0.41			
120.2	Main leg	200x200x20	24	M24	301.1	7640	7120	42.3	50	43	0.97	378.5	452	34.9	100	87	0.40			
121.2	Main leg	200x200x20	24	M24	291.6	7640	7120	41.0	50	43	0.94	362.1	452	33.4	100	87	0.38			
122.2	Main leg	200x200x20	24	M24	269.3	7640	7120	37.8	50	43	0.87	331.6	452	30.6	100	87	0.35			
123.2	Main leg	200x200x20	24	M24	269.0	7640	7120	37.8	50	43	0.87	331.3	452	30.5	100	87	0.35			
200	Diag front face	90x90x8	2	M24	17.2	1390	1182	14.5	50	43	0.33	25.3	452	28.0	100	87	0.32			
201	Diag front face	140x140x13	5	M24	106.7	3521	3183	33.5	50	43	0.77	150.9	452	66.8	100	87	0.77			
202	Diag front face	130x130x12	5	M24	86.9	3000	2688	32.3	50	43	0.74	122.8	452	54.3	100	87	0.62			
203	Diag front face	130x130x12	4	M24	67.5	3000	2688	25.1	50	43	0.58	101.1	452	55.9	100	87	0.64			
204	Diag front face	150x150x14	5	M24	98.3	4014	3650	26.9	50	43	0.62	132.3	452	58.5	100	87	0.67			
205	Diag front face	150x150x12	5	M24	88.5	3480	3168	27.9	50	43	0.64	118.9	452	52.6	100	87	0.60			
206	Diag front face	150x150x12	5	M24	75.1	3480	3168	23.7	50	43	0.55	101.3	452	44.8	100	87	0.52			
207	Diag front face	150x150x14	5	M24	71.4	4014	3650	19.6	50	43	0.45	89.5	452	39.6	100	87	0.46			
208	Diag front face	150x150x12	5	M24	62.8	3480	3168	19.8	50	43	0.46	78.3	452	34.6	100	87	0.40			
209	Diag front face	150x150x12	4	M24	57.4	3480	3168	18.1	50	43	0.42	71.9	452	39.8	100	87	0.46			
210	Diag front face	150x150x12	4	M24	54.1	3480	3168	17.1	50	43	0.39	68.2	452	37.7	100	87	0.43			
219.2	Diag front face	150x150x12	4	M24	54.1	3480	3168	17.1	50	43	0.39	67.4	452	37.3	100	87	0.43			
220.2	Diag front face	150x150x12	3	M24	42.2	3480	3168	13.3	50	43	0.31	52.3	452	38.6	100	87	0.44			
221.2	Diag front face	150x150x12	3	M24	33.3	3480	3168	10.5	50	43	0.24	41.2	452	30.4	100	87	0.35			
222.2	Diag front face	160x160x15	4	M24	36.6	4671	4281	8.5	50	43	0.20	49.0	452	27.1	100	87	0.31			
223.2	Diag front face	150x150x14	4	M24	41.9	4014	3650	11.5	50	43	0.26	55.5	452	30.7	100	87	0.35			
300	Diag side face	90x90x8	2	M24	14.2	1390	1182	12.0	50	43	0.28	20.2	452	22.3	100	87	0.26			
301	Diag side face	140x140x13	5	M24	103.1	3521	3183	32.4	50	43	0.74	152.0	452	67.3	100	87	0.77			



Check galloping - 140gr

Datum: 29-7-2021
 Auteur: JSN
 Versie: 1.0

RLI-TLB
 HB+19/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					$\Delta F;0$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	DC;0 [Mpa]	$\Delta\sigma;c;0$ [Mpa]	UC opp. [kN]	$\Delta F;1$ Bout [mm2]	$\Delta\sigma;1$ Bout [Mpa]	DC;1 [Mpa]	$\Delta\sigma;c;1$ [Mpa]	UC bout				
302	Diag side face	130x130x12	5	M24	83.9	3000	2688	31.2	50	43	0.72	123.7	452	54.7	100	87	0.63			
303	Diag side face	130x130x12	4	M24	66.7	3000	2688	24.8	50	43	0.57	98.7	452	54.6	100	87	0.63			
304	Diag side face	150x150x14	5	M24	92.1	4014	3650	25.2	50	43	0.58	125.3	452	55.4	100	87	0.64			
305	Diag side face	150x150x12	5	M24	82.8	3480	3168	26.1	50	43	0.60	112.6	452	49.8	100	87	0.57			
306	Diag side face	150x150x12	5	M24	70.2	3480	3168	22.1	50	43	0.51	95.3	452	42.2	100	87	0.48			
307	Diag side face	150x150x14	5	M24	77.0	4014	3650	21.1	50	43	0.49	100.3	452	44.4	100	87	0.51			
308	Diag side face	150x150x12	5	M24	68.3	3480	3168	21.6	50	43	0.50	89.0	452	39.4	100	87	0.45			
309	Diag side face	150x150x12	4	M24	63.4	3480	3168	20.0	50	43	0.46	82.7	452	45.8	100	87	0.53			
310	Diag side face	150x150x12	4	M24	58.9	3480	3168	18.6	50	43	0.43	76.9	452	42.5	100	87	0.49			
319.2	Diag side face	150x150x12	4	M24	55.1	3480	3168	17.4	50	43	0.40	68.8	452	38.0	100	87	0.44			
320.2	Diag side face	150x150x12	3	M24	43.0	3480	3168	13.6	50	43	0.31	53.7	452	39.6	100	87	0.46			
321.2	Diag side face	150x150x12	3	M24	33.9	3480	3168	10.7	50	43	0.25	42.4	452	31.2	100	87	0.36			
322.2	Diag side face	160x160x15	4	M24	38.0	4671	4281	8.9	50	43	0.20	51.2	452	28.3	100	87	0.33			
323.2	Diag side face	150x150x14	4	M24	46.6	4014	3650	12.8	50	43	0.29	62.9	452	34.8	100	87	0.40			
400	Horizontal lower ca.	160x160x15	10	M24	55.9	4671	4281	13.1	50	43	0.30	83.5	452	18.5	100	87	0.21			
401	Lower chord lower ca.	150x150x14	10	M24	101.2	3521	3183	31.8	50	43	0.73	154.5	452	34.2	100	87	0.39			
402	Lower chord lower ca.	140x140x13	0		87.7	3521	3521	24.9	50	43	0.57	133.8	0	0.0	100	87	0.00			
403	Lower chord lower ca.	140x140x13	0		68.9	3521	3521	19.6	50	43	0.45	105.2	0	0.0	100	87	0.00			
404	Lower chord lower ca.	140x140x13	0		36.1	3521	3521	10.2	50	43	0.24	55.1	0	0.0	100	87	0.00			
405	Lower chord lower ca.	140x140x13	0		8.8	3521	3521	2.5	50	43	0.06	13.2	0	0.0	100	87	0.00			
410	Horizontal lower ca.	120x120x10	3	M24	15.8	2320	2060	7.7	50	43	0.18	22.0	452	16.2	100	87	0.19			
411	Beam lower ca.	150x150x18 (not coupled)	2	M24	27.2	10200	9732	2.8	50	43	0.06	41.5	452	45.9	100	87	0.53			
413	Beam lower ca.	HEA140	0		1.1	3140	3140	0.3	50	43	0.01	1.6	0	0.0	100	87	0.00			
414	Beam lower ca.	UNP220	0		3.9	3740	3740	1.0	50	43	0.02	6.0	0	0.0	100	87	0.00			
426	Upper chord lower ca.	80x80x8	4	M20	13.5	1230	1054	12.8	50	43	0.29	20.5	314	16.3	100	87	0.19			
427	Upper chord lower ca.	80x80x8	0		10.2	1230	1230	8.3	50	43	0.19	15.5	0	0.0	100	87	0.00			
428	Upper chord lower ca.	80x80x8	0		5.4	1230	1230	4.4	50	43	0.10	7.4	0	0.0	100	87	0.00			
429	Upper chord lower ca.	80x80x8	0		5.4	1230	1230	4.4	50	43	0.10	7.5	0	0.0	100	87	0.00			
430	Upper chord lower ca.	80x80x8	3	M20	5.1	1230	1054	4.9	50	43	0.11	7.0	314	7.4	100	87	0.09			
431	Hand rail	60x60x6	1	M16	0.1	690	582	0.2	50	43	0.00	0.1	201	0.7	100	87	0.01			
432	Hand rail	100x50x6	2	M16	0.0	870	762	0.0	50	43	0.00	0.0	201	0.0	100	87	0.00			
433	Hand rail	60x60x6	1	M16	0.1	690	582	0.1	50	43	0.00	0.1	201	0.4	100	87	0.00			
434	Stability bracing lower ca.	50x50x5	1	M16	0.1	480	390	0.1	50	43	0.00	0.1	201	0.3	100	87	0.00			
440	Vertical side face lower ca.	60x60x6	1	M16	2.7	690	582	4.7	50	43	0.11	4.2	201	20.8	100	87	0.24			
441	Vertical side face lower ca.	60x60x6	1	M16	3.8	690	582	6.6	50	43	0.15	5.8	201	29.0	100	87	0.33			



Check galloping - 140gr

Datum: 29-7-2021
 Auteur: JSN
 Versie: 1.0

RLI-TLB
 HB+19/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					ΔF_i [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta \sigma_i$ [Mpa]	DC _i [Mpa]	$\Delta \sigma_c$ [Mpa]	UC opp.	ΔF_i [kN]	Bout [mm2]	$\Delta \sigma_i$ [Mpa]	DC _i [Mpa]	$\Delta \sigma_c$ [Mpa]	UC			
442	Vertical side face lower ca.	50x50x5	1	M16	0.0	480	390	0.1	50	43	0.00	0.0	201	0.2	100	87	0.00			
443	Vertical side face lower ca.	60x60x6	2	M16	7.6	690	582	13.0	50	43	0.30	11.5	201	28.7	100	87	0.33			
460	Diag side face lower ca.	80x80x6	1	M20	2.9	940	808	3.6	50	43	0.08	4.4	314	14.2	100	87	0.16			
461	Diag side face lower ca.	60x60x6	1	M16	5.1	690	582	8.8	50	43	0.20	7.8	201	38.8	100	87	0.45			
462	Diag side face lower ca.	60x60x6	2	M16	7.7	690	582	13.3	50	43	0.30	11.8	201	29.3	100	87	0.34			
463	Diag side face lower ca.	60x60x6	2	M16	8.2	690	582	14.2	50	43	0.33	12.6	201	31.3	100	87	0.36			
464	Stability bracing lower ca.	50x50x5	1	M16	0.1	480	390	0.2	50	43	0.00	0.1	201	0.4	100	87	0.01			
475	Diag lower plane lower ca.	70x70x6	2	M20	17.2	810	678	25.4	50	43	0.58	26.3	314	41.8	100	87	0.48			
476	Diag lower plane lower ca.	70x70x6	2	M20	20.9	810	678	30.8	50	43	0.71	31.9	314	50.8	100	87	0.58			
477	Diag lower plane lower ca.	70x70x6	2	M20	24.2	810	678	35.7	50	43	0.82	36.9	314	58.8	100	87	0.68			
478	Diag lower plane lower ca.	70x70x7	2	M20	28.7	940	786	36.5	50	43	0.84	43.8	314	69.7	100	87	0.80			
479	Diag lower plane lower ca.	60x60x6	2	M16	11.8	690	582	20.4	50	43	0.47	18.1	201	45.0	100	87	0.52			
480	Diag lower plane lower ca.	60x60x6	2	M16	0.5	690	582	0.8	50	43	0.02	0.7	201	1.8	100	87	0.02			
485	Plan bracing lower ca.	120x120x10	3	M24	19.5	2320	2060	9.5	50	43	0.22	26.9	452	19.8	100	87	0.23			
486	Plan bracing lower ca.	120x120x10	2	M24	0.1	2320	2060	0.0	50	43	0.00	0.1	452	0.1	100	87	0.00			
500	Horizontal mid ca.	180x180x16	10	M24	110.9	5540	5124	21.6	50	43	0.50	166.1	452	36.8	100	87	0.42			
501	Lower chord mid ca.	160x160x15	10	M24	181.2	4671	4281	42.3	50	43	0.97	276.7	452	61.2	100	87	0.70			
502	Lower chord mid ca.	160x160x15	0	0	163.0	4671	4671	34.9	50	43	0.80	248.8	0	0.0	100	87	0.00			
503	Lower chord mid ca.	160x160x15	0	0	134.9	4671	4671	28.9	50	43	0.66	205.9	0	0.0	100	87	0.00			
504	Lower chord mid ca.	160x160x15	0	0	113.6	4671	4671	24.3	50	43	0.56	173.4	0	0.0	100	87	0.00			
505	Lower chord mid ca.	160x160x15	0	0	43.4	4671	4671	9.3	50	43	0.21	66.3	0	0.0	100	87	0.00			
506	Lower chord mid ca.	160x160x15	0	0	43.5	4671	4671	9.3	50	43	0.21	66.3	0	0.0	100	87	0.00			
507	Lower chord mid ca.	160x160x15	0	0	0.5	4671	4671	0.1	50	43	0.00	0.8	0	0.0	100	87	0.00			
509	Horizontal mid ca.	120x120x10	3	M24	38.1	2320	2060	18.5	50	43	0.42	53.0	452	39.1	100	87	0.45			
510	Beam mid ca.	150x150x18 (not coupled)	2	M24	26.4	10200	9732	2.7	50	43	0.06	40.2	452	44.5	100	87	0.51			
511	Beam mid ca.	HEA140	0	0	2.7	3140	3140	0.9	50	43	0.02	4.1	0	0.0	100	87	0.00			
512	Beam mid ca.	UNP220	0	0	7.2	3740	3740	1.9	50	43	0.04	11.0	0	0.0	100	87	0.00			
526	Upper chord mid ca.	100x100x10	4	M24	22.5	1920	1660	13.6	50	43	0.31	33.7	452	18.6	100	87	0.21			
527	Upper chord mid ca.	100x100x10	0	0	22.8	1920	1920	11.9	50	43	0.27	34.2	0	0.0	100	87	0.00			
528	Upper chord mid ca.	100x100x10	0	0	21.5	1920	1920	11.2	50	43	0.26	32.3	0	0.0	100	87	0.00			
529	Upper chord mid ca.	100x100x10	0	0	20.3	1920	1920	10.6	50	43	0.24	30.5	0	0.0	100	87	0.00			
530	Upper chord mid ca.	100x100x10	0	0	20.3	1920	1920	10.6	50	43	0.24	30.5	0	0.0	100	87	0.00			
531	Upper chord mid ca.	100x100x10	3	M24	23.5	1920	1660	14.2	50	43	0.33	35.5	452	26.1	100	87	0.30			
533	Hand rail	60x60x6	1	M16	0.4	690	582	0.6	50	43	0.01	0.5	201	2.7	100	87	0.03			
534	Hand rail	100x50x6	2	M16	0.0	870	762	0.0	50	43	0.00	0.0	201	0.0	100	87	0.00			



Check galloping - 140gr

Datum: 29-7-2021
 Auteur: JSN
 Versie: 1.0

RLI-TLB
 HB+19/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					$\Delta F;0$ [kN]	Brutt [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	DC;0 [Mpa]	$\Delta\sigma;c;0$ [Mpa]	UC opp. [kN]	$\Delta F;b$ [mm2]	Opp. Bout [mm2]	$\Delta\sigma;i;b$ [Mpa]	DC;b [Mpa]	$\Delta\sigma;c;b$ [Mpa]	UC bout			
535	Hand rail	60x60x6	1	M16	0.2	690	582	0.4	50	43	0.01	0.3	201	1.7	100	87	0.02			
536	Stability bracing mid ca.	50x50x5	1	M16	0.2	480	390	0.5	50	43	0.01	0.3	201	1.6	100	87	0.02			
537	Stability bracing mid ca.	50x50x5	1	M16	1.4	480	390	3.7	50	43	0.08	2.1	201	10.7	100	87	0.12			
540	Vertical side face mid ca.	60x60x6	1	M16	2.2	690	582	3.7	50	43	0.09	3.3	201	16.4	100	87	0.19			
541	Vertical side face mid ca.	60x60x6	1	M16	2.4	690	582	4.1	50	43	0.09	3.7	201	18.2	100	87	0.21			
542	Vertical side face mid ca.	50x50x5	1	M16	3.0	480	390	7.6	50	43	0.17	4.5	201	22.5	100	87	0.26			
543	Vertical side face mid ca.	50x50x5	1	M16	0.2	480	390	0.6	50	43	0.01	0.4	201	1.9	100	87	0.02			
544	Vertical side face mid ca.	60x60x6	1	M16	10.8	690	582	18.6	50	43	0.43	16.4	201	81.7	100	87	0.94			
560	Diag side face mid ca.	80x80x6	1	M20	2.3	940	808	2.8	50	43	0.07	3.5	314	11.1	100	87	0.13			
561	Diag side face mid ca.	60x60x6	1	M16	4.1	690	582	7.1	50	43	0.16	6.3	201	31.5	100	87	0.36			
562	Diag side face mid ca.	50x50x5	2	M16	4.9	480	390	12.5	50	43	0.29	7.4	201	18.5	100	87	0.21			
563	Diag side face mid ca.	60x60x6	2	M16	7.1	690	582	12.2	50	43	0.28	10.8	201	26.9	100	87	0.31			
564	Diag side face mid ca.	60x60x6	2	M16	8.0	690	582	13.7	50	43	0.32	12.2	201	30.3	100	87	0.35			
565	Stability bracing mid ca.	50x50x5	1	M16	0.3	480	390	0.8	50	43	0.02	0.5	201	2.4	100	87	0.03			
575	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	9.3	690	582	16.0	50	43	0.37	14.2	201	35.4	100	87	0.41			
576	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	12.4	690	582	21.3	50	43	0.49	18.9	201	47.1	100	87	0.54			
577	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	13.0	690	582	22.3	50	43	0.51	19.8	201	49.2	100	87	0.57			
578	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	14.8	690	582	25.5	50	43	0.59	22.6	201	56.3	100	87	0.65			
579	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	17.1	690	582	29.4	50	43	0.68	26.1	201	65.0	100	87	0.75			
580	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	20.0	690	582	34.3	50	43	0.79	30.5	201	75.8	100	87	0.87			
581	Diag lower plane mid ca.	70x70x7	2	M20	25.8	940	786	32.8	50	43	0.75	39.4	314	62.7	100	87	0.72			
582	Diag lower plane mid ca.	70x70x7	2	M20	30.7	940	786	39.1	50	43	0.90	46.9	314	74.6	100	87	0.86			
583	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	11.9	690	582	20.4	50	43	0.47	18.1	201	45.1	100	87	0.52			
584	Plan bracing mid ca.	120x120x12	4	M24	92.5	2750	2438	38.0	50	43	0.87	128.8	452	71.3	100	87	0.82			
585	Plan bracing mid ca.	120x120x10	3	M24	58.3	2320	2060	28.3	50	43	0.65	81.3	452	59.9	100	87	0.69			
600	Horizontal top ca.	160x160x15	10	M24	108.8	4671	4281	25.4	50	43	0.58	161.5	452	35.7	100	87	0.41			
601	Lower chord top ca.	140x140x13	10	M24	138.5	3521	3183	43.5	50	43	1.00	211.5	452	46.8	100	87	0.54			
602	Lower chord top ca.	140x140x13	0		123.8	3521	3521	35.2	50	43	0.81	189.0	0	0.0	100	87	0.00			
603	Lower chord top ca.	140x140x13	0		103.7	3521	3521	29.5	50	43	0.68	158.4	0	0.0	100	87	0.00			
604	Lower chord top ca.	140x140x13	0		37.9	3521	3521	10.8	50	43	0.25	57.7	0	0.0	100	87	0.00			
605	Lower chord top ca.	140x140x13	0		37.9	3521	3521	10.8	50	43	0.25	57.8	0	0.0	100	87	0.00			
606	Lower chord top ca.	140x140x13	0		6.1	3521	3521	1.7	50	43	0.04	8.3	0	0.0	100	87	0.00			
607	Earth peak lower chord	80x80x8	2	M20	8.3	1230	1054	7.9	50	43	0.18	11.3	314	18.0	100	87	0.21			
608	Earth peak lower chord	80x80x8	0		7.7	1230	1230	6.2	50	43	0.14	10.6	0	0.0	100	87	0.00			
609	Earth peak lower chord	80x80x8	0		7.9	1230	1230	6.4	50	43	0.15	10.9	0	0.0	100	87	0.00			



Check galloping - 140gr

Datum: 29-7-2021
 Auteur: JSN
 Versie: 1.0

RLI-TLB
 HB+19/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede									
					$\Delta F;0$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	DC;0 [Mpa]	$\Delta\sigma;c;0$ [Mpa]	UC opp. [kN]	$\Delta F;b$ [kN]	Bout [mm2]	$\Delta\sigma;i;b$ [Mpa]	DC;b [Mpa]	$\Delta\sigma;j;b$ [Mpa]	UC bout							
610	Horizontal top ca.	120x120x10	3	M24	35.7	2320	2060	17.3	50	43	0.40	49.1	452	36.2	100	87	0.42							
611	Beam top ca.	150x150x18 (not coupled)	2	M24	26.8	10200	9732	2.8	50	43	0.06	40.9	452	45.3	100	87	0.52							
612	Beam top ca.	HEB220	0		2.3	9104	9104	0.2	50	43	0.01	3.4	0	0.0	100	87	0.00							
613	Earth peak horizontal	50x50x5	1	M16	0.7	480	390	1.8	50	43	0.04	1.0	201	5.2	100	87	0.06							
614	Earth peak horizontal	50x50x5	1	M16	0.7	480	390	1.9	50	43	0.04	1.1	201	5.3	100	87	0.06							
615	Earth peak horizontal	50x50x5	1	M16	0.0	480	390	0.0	50	43	0.00	0.0	201	0.1	100	87	0.00							
616	Beam top ca.	UNP220	0		5.0	3740	3740	1.3	50	43	0.03	7.6	0	0.0	100	87	0.00							
625	Upper chord top ca.	100x100x10	4	M24	34.1	1920	1660	20.5	50	43	0.47	52.0	452	28.8	100	87	0.33							
626	Upper chord top ca.	100x100x10	4	M24	34.0	1920	1660	20.5	50	43	0.47	51.8	452	28.7	100	87	0.33							
627	Upper chord top ca.	100x100x10	4	M24	14.2	1920	1660	8.5	50	43	0.20	20.0	452	11.0	100	87	0.13							
628	Upper chord top ca.	100x100x10	4	M24	13.2	1920	1660	7.9	50	43	0.18	19.9	452	11.0	100	87	0.13							
629	Upper chord top ca.	100x100x10	3	M24	13.9	1920	1660	8.4	50	43	0.19	21.1	452	15.6	100	87	0.18							
630	Earth peak upper chord	100x100x10	4	M24	51.0	1920	1660	30.7	50	43	0.71	70.2	452	38.8	100	87	0.45							
631	Earth peak upper chord	100x100x10	0		47.2	1920	1920	24.6	50	43	0.57	66.3	0	0.0	100	87	0.00							
632	Earth peak upper chord	100x100x10	4	M24	43.1	1920	1660	25.9	50	43	0.60	60.5	452	33.4	100	87	0.38							
633	Earth peak upper chord	100x100x10	0		40.1	1920	1920	20.9	50	43	0.48	56.4	0	0.0	100	87	0.00							
634	Earth peak upper chord	100x100x10	0		32.0	1920	1920	16.6	50	43	0.38	44.9	0	0.0	100	87	0.00							
635	Earth peak upper chord	100x100x10	0		25.8	1920	1920	13.4	50	43	0.31	36.2	0	0.0	100	87	0.00							
636	Earth peak upper chord	100x100x10	2	M20	18.1	1920	1700	10.6	50	43	0.24	25.3	314	40.3	100	87	0.46							
638	Stability bracing top ca.	60x60x6	1	M16	10.2	690	582	17.5	50	43	0.40	15.5	201	77.1	100	87	0.89							
639	Earth peak beam	HEB160	2	M20	4.6	5430	5254	0.9	50	43	0.02	6.4	314	10.3	100	87	0.12							
640	Vertical side face top ca.	50x50x5	1	M16	1.4	480	390	3.7	50	43	0.09	2.1	201	10.5	100	87	0.12							
641	Vertical side face top ca.	60x60x6	2	M16	14.0	690	582	24.0	50	43	0.55	21.2	201	52.9	100	87	0.61							
642	Vertical side face top ca.	60x60x6	2	M16	3.8	690	582	6.6	50	43	0.15	5.8	201	14.4	100	87	0.17							
643	Vertical side face top ca.	60x60x6	1	M16	6.3	690	582	0.4	50	43	0.01	0.3	201	1.5	100	87	0.02							
644	Vertical side face top ca.	60x60x6	1	M16	6.3	690	582	10.9	50	43	0.25	9.7	201	48.0	100	87	0.55							
645	Earth peak vertical side face	50x50x5	1	M16	0.1	690	582	0.2	50	43	0.01	0.2	201	1.0	100	87	0.01							
646	Earth peak vertical side face	50x50x5	1	M16	0.2	480	390	0.5	50	43	0.01	0.3	201	1.3	100	87	0.02							
647	Earth peak vertical side face	50x50x5	1	M16	0.4	480	390	1.1	50	43	0.02	0.6	201	2.8	100	87	0.03							
660	Diag side face top ca.	50x50x5	1	M16	3.1	480	390	8.0	50	43	0.18	4.6	201	22.8	100	87	0.26							
661	Diag side face top ca.	80x80x8	1	M20	5.8	1230	1054	5.5	50	43	0.13	8.9	314	28.2	100	87	0.32							
662	Diag side face top ca.	70x70x6	2	M16	6.0	810	702	8.6	50	43	0.20	8.9	201	22.2	100	87	0.26							
663	Earth peak diag side face	50x50x5	1	M16	0.1	480	390	0.2	50	43	0.00	0.1	201	0.6	100	87	0.01							
664	Earth peak diag side face	50x50x5	1	M16	0.5	480	390	1.2	50	43	0.03	0.7	201	3.2	100	87	0.04							
665	Stability bracing top ca.	80x80x8	2	M16	17.5	1230	1086	16.2	50	43	0.37	26.7	201	66.4	100	87	0.76							



Check galloping - 140gr

Datum: 29-7-2021
 Auteur: JSN
 Versie: 1.0

RLI-TLB
 HB+19/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					$\Delta F;0$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	DC;0 [Mpa]	$\Delta\sigma;c;0$ [Mpa]	UC opp.	$\Delta F;b$ [kN]	Opp. Bout [mm2]	$\Delta\sigma;i;b$ [Mpa]	DC;b [Mpa]	$\Delta\sigma;j;b$ [Mpa]	UC bout			
675	Diag lower plane top ca.	60x60x6	2	M16	14.0	690	582	24.1	50	43	0.55	21.4	201	53.3	100	87	0.61			
676	Diag lower plane top ca.	60x60x6	2	M16	16.5	690	582	28.3	50	43	0.65	25.1	201	62.5	100	87	0.72			
677	Diag lower plane top ca.	60x60x6	2	M16	19.2	690	582	33.0	50	43	0.76	29.3	201	72.8	100	87	0.84			
678	Diag lower plane top ca.	70x70x7	2	M20	31.0	940	786	39.4	50	43	0.91	47.3	314	75.3	100	87	0.87			
679	Diag lower plane top ca.	70x70x7	2	M20	31.4	940	786	39.9	50	43	0.92	47.9	314	76.3	100	87	0.88			
680	Diag lower plane top ca.	60x60x6	2	M16	12.0	690	582	20.6	50	43	0.47	18.3	201	45.4	100	87	0.52			
681	Earth peak diag lower plane	60x60x6	1	M16	0.3	690	582	0.6	50	43	0.01	0.5	201	2.5	100	87	0.03			
682	Earth peak diag lower plane	50x50x5	1	M16	2.1	480	390	5.4	50	43	0.12	3.0	201	15.1	100	87	0.17			
683	Earth peak diag upper plane	60x60x6	1	M20	10.0	690	558	18.0	50	43	0.41	15.1	314	48.0	100	87	0.55			
684	Earth peak diag upper plane	60x60x6	1	M20	11.0	690	558	19.7	50	43	0.45	16.5	314	52.6	100	87	0.61			
685	Earth peak diag upper plane	60x60x8	1	M20	12.4	900	724	17.1	50	43	0.39	18.6	314	59.1	100	87	0.68			
686	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	2.4	480	390	6.2	50	43	0.14	3.4	201	16.8	100	87	0.19			
687	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	2.7	480	390	6.9	50	43	0.16	3.8	201	18.8	100	87	0.22			
688	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	3.1	480	390	7.9	50	43	0.18	4.3	201	21.6	100	87	0.25			
689	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	3.7	480	390	9.4	50	43	0.22	5.2	201	25.7	100	87	0.30			
690	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	4.5	480	390	11.4	50	43	0.26	6.3	201	31.2	100	87	0.36			
691	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	5.8	480	390	14.8	50	43	0.34	8.1	201	40.3	100	87	0.46			
692	Earth peak diag upper plane	50x50x5	2	M16	7.4	480	390	19.0	50	43	0.44	10.4	201	25.9	100	87	0.30			
698	Plan bracing top ca.	120x120x10	2	M24	51.1	2320	2060	24.8	50	43	0.94	114.9	452	77.8	100	87	0.89			
699	Plan bracing top ca.	120x120x10	4	M24	83.8	2320	2060	40.7	50	43	0.94	114.9	452	63.5	100	87	0.73			
700.2	Hor. plan bracing hip structure	130x130x12	2	M20	0.9	3000	2736	0.3	50	43	0.01	1.2	314	1.9	100	87	0.02			
701.2	Hor. plan bracing hip structure	120x120x10	2	M20	0.3	2320	2100	0.1	50	43	0.00	0.4	314	0.6	100	87	0.01			
702.2	Hor. plan bracing hip structure	130x130x12 (not coupled)	1	M20	0.0	6000	5736	0.0	50	43	0.00	0.0	314	0.0	100	87	0.00			
703.2	2nd plan bracing	120x120x10	2	M24	7.7	2320	2060	3.7	50	43	0.09	9.8	452	10.8	100	87	0.12			
704	2nd plan bracing	80x80x8	2	M20	2.1	1230	1054	2.0	50	43	0.05	2.7	314	4.3	100	87	0.05			
705	2nd plan bracing	80x80x8 (not coupled)	1	M20	0.0	2460	2284	0.0	50	43	0.00	0.0	314	0.0	100	87	0.00			
710	Horizontal top of lower ca.	120x120x10	4	M24	14.5	2320	2060	7.0	50	43	0.16	18.4	452	10.2	100	87	0.12			
711	Horizontal top of lower ca.	120x120x10	2	M24	4.5	2320	2060	2.2	50	43	0.05	6.1	452	6.8	100	87	0.08			
712	Horizontal top of mid ca.	100x100x10	4	M24	14.5	1920	1660	8.7	50	43	0.20	18.9	452	10.4	100	87	0.10			
713	Horizontal top of mid ca.	100x100x10	4	M24	5.6	1920	1660	3.4	50	43	0.08	8.0	452	8.9	100	87	0.10			
714	Horizontal top of top ca.	100x100x10	4	M24	17.5	1920	1660	10.5	50	43	0.24	24.4	452	13.5	100	87	0.16			
715	Horizontal top of top ca.	100x100x10	2	M24	0.9	1920	1660	0.6	50	43	0.01	1.2	452	1.4	100	87	0.02			



Check galloping - 160qr

Datum: 29-7-2021
 Auteur: JSN
 Versie: 1.0

RLI-TLB
 HB+19/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					ΔF_o [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta\sigma_o$ [Mpa]	DC _o [Mpa]	$\Delta\sigma_{c;o}$ [Mpa]	opp. [mm2]	UC ΔF_o [kN]	Bout [mm2]	$\Delta\sigma_{i;b}$ [Mpa]	DC _{i;b} [Mpa]	$\Delta\sigma_{c;b}$ [Mpa]	UC bout			
100	Main leg	80x80x8	2	M20	18.0	1230	1054	17.1	50	43	0.39	25.0	314	39.9	100	87	0.46			
101	Main leg	130x130x12	4	M24	23.9	3000	2688	8.9	50	43	0.20	34.8	452	19.3	100	87	0.22			
102	Main leg	130x130x12	8	M24	46.6	3000	2688	17.4	50	43	0.40	68.3	452	18.9	100	87	0.22			
103	Main leg	150x150x14	8	M24	85.6	4014	3650	23.4	50	43	0.54	119.4	452	33.0	100	87	0.38			
104	Main leg	150x150x14	8	M24	103.0	4014	3650	28.2	50	43	0.65	143.8	452	39.8	100	87	0.46			
105	Main leg	200x200x20	8	M24	148.2	7640	7120	20.8	50	43	0.48	204.5	452	56.6	100	87	0.65			
106	Main leg	200x200x20	0		176.7	7640	7640	23.1	50	43	0.53	241.8	0	0.0	100	87	0.00			
107	Main leg	200x200x20	12	M24	190.8	7640	7120	26.8	50	43	0.62	258.5	452	47.7	100	87	0.55			
108	Main leg	250x250x24	12	M24	220.3	11492	10868	20.3	50	43	0.47	294.6	452	54.3	100	87	0.62			
109	Main leg	250x250x24	14	M24	240.1	11492	10868	22.1	50	43	0.51	317.2	452	50.1	100	87	0.58			
110	Main leg	200x200x20	28	M24	257.3	7640	7120	36.1	50	43	0.83	336.0	452	26.5	100	87	0.31			
111	Main leg	200x200x20	24	M24	269.9	7640	7120	37.9	50	43	0.87	348.5	452	32.1	100	87	0.37			
119.2	Main leg	200x200x20	24	M24	274.2	7640	7120	38.5	50	43	0.89	349.5	452	32.2	100	87	0.37			
120.2	Main leg	200x200x20	24	M24	272.5	7640	7120	38.3	50	43	0.88	342.6	452	31.6	100	87	0.36			
121.2	Main leg	200x200x20	24	M24	264.0	7640	7120	37.1	50	43	0.85	327.8	452	30.2	100	87	0.35			
122.2	Main leg	200x200x20	24	M24	243.8	7640	7120	34.2	50	43	0.79	300.3	452	27.7	100	87	0.32			
123.2	Main leg	200x200x20	24	M24	243.6	7640	7120	34.2	50	43	0.79	300.0	452	27.7	100	87	0.32			
200	Diag front face	90x90x8	2	M24	17.6	1390	1182	14.9	50	43	0.34	25.9	452	28.6	100	87	0.33			
201	Diag front face	140x140x13	5	M24	109.4	3521	3183	34.4	50	43	0.79	152.4	452	67.5	100	87	0.78			
202	Diag front face	130x130x12	5	M24	89.2	3000	2688	33.2	50	43	0.76	124.1	452	54.9	100	87	0.63			
203	Diag front face	130x130x12	4	M24	67.5	3000	2688	25.1	50	43	0.58	100.2	452	55.4	100	87	0.64			
204	Diag front face	150x150x14	5	M24	100.9	4014	3650	27.6	50	43	0.64	133.9	452	59.3	100	87	0.64			
205	Diag front face	150x150x12	5	M24	91.0	3480	3168	28.7	50	43	0.66	120.6	452	53.4	100	87	0.61			
206	Diag front face	150x150x12	5	M24	76.4	3480	3168	24.1	50	43	0.55	101.9	452	45.1	100	87	0.52			
207	Diag front face	150x150x14	5	M24	72.7	4014	3650	19.9	50	43	0.46	90.0	452	39.8	100	87	0.46			
208	Diag front face	150x150x12	5	M24	64.2	3480	3168	20.3	50	43	0.47	79.1	452	35.0	100	87	0.40			
209	Diag front face	150x150x12	4	M24	59.1	3480	3168	18.6	50	43	0.43	72.9	452	40.3	100	87	0.46			
210	Diag front face	150x150x12	4	M24	55.3	3480	3168	17.5	50	43	0.40	68.7	452	38.0	100	87	0.44			
219.2	Diag front face	150x150x12	4	M24	56.4	3480	3168	17.8	50	43	0.41	70.1	452	38.8	100	87	0.45			
220.2	Diag front face	150x150x12	3	M24	43.9	3480	3168	13.9	50	43	0.32	54.4	452	40.1	100	87	0.46			
221.2	Diag front face	150x150x12	3	M24	34.7	3480	3168	10.9	50	43	0.25	42.9	452	31.6	100	87	0.36			
222.2	Diag front face	160x160x15	4	M24	36.2	4671	4281	8.5	50	43	0.19	48.2	452	26.7	100	87	0.31			
223.2	Diag front face	150x150x14	4	M24	41.6	4014	3650	11.4	50	43	0.26	54.5	452	30.2	100	87	0.35			
300	Diag side face	90x90x8	2	M24	14.8	1390	1182	12.5	50	43	0.29	20.8	452	23.1	100	87	0.27			
301	Diag side face	140x140x13	5	M24	106.7	3521	3183	33.5	50	43	0.77	156.6	452	69.3	100	87	0.80			



Check galloping - 160gr

Datum: 29-7-2021
 Auteur: JSN
 Versie: 1.0

RLI-TLB
 HB+19/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede				
					$\Delta F;0$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	DC;0 [Mpa]	$\Delta\sigma;c;0$ [Mpa]	UC opp. [kN]	$\Delta F;1$ [kN]	Bout [mm2]	$\Delta\sigma;1$ [Mpa]	DC;1 [Mpa]	$\Delta\sigma;c;1$ [Mpa]	UC bout		
302	Diag side face	130x130x12	5	M24	86.8	3000	2688	32.3	50	43	0.774	127.4	452	56.4	100	87	0.65		
303	Diag side face	130x130x12	4	M24	68.5	3000	2688	25.5	50	43	0.59	100.9	452	55.8	100	87	0.64		
304	Diag side face	150x150x14	5	M24	95.7	4014	3650	26.2	50	43	0.60	130.0	452	57.5	100	87	0.66		
305	Diag side face	150x150x12	5	M24	86.1	3480	3168	27.2	50	43	0.63	116.8	452	51.7	100	87	0.59		
306	Diag side face	150x150x12	5	M24	72.9	3480	3168	23.0	50	43	0.53	98.9	452	43.8	100	87	0.50		
307	Diag side face	150x150x14	5	M24	79.9	4014	3650	21.9	50	43	0.50	104.0	452	46.0	100	87	0.53		
308	Diag side face	150x150x12	5	M24	71.0	3480	3168	22.4	50	43	0.52	92.4	452	40.9	100	87	0.47		
309	Diag side face	150x150x12	4	M24	65.7	3480	3168	20.7	50	43	0.48	85.6	452	47.3	100	87	0.54		
310	Diag side face	150x150x12	4	M24	60.8	3480	3168	19.2	50	43	0.44	79.2	452	43.8	100	87	0.50		
319.2	Diag side face	150x150x12	4	M24	57.6	3480	3168	18.2	50	43	0.42	71.8	452	39.7	100	87	0.46		
320.2	Diag side face	150x150x12	3	M24	45.0	3480	3168	14.2	50	43	0.33	56.1	452	41.4	100	87	0.48		
321.2	Diag side face	150x150x12	3	M24	35.5	3480	3168	11.2	50	43	0.26	44.3	452	32.7	100	87	0.38		
322.2	Diag side face	160x160x15	4	M24	37.3	4671	4281	8.7	50	43	0.20	50.2	452	27.8	100	87	0.32		
323.2	Diag side face	150x150x14	4	M24	46.8	4014	3650	12.8	50	43	0.30	63.0	452	34.9	100	87	0.40		
400	Horizontal lower ca.	160x160x15	10	M24	54.9	4671	4281	12.8	50	43	0.30	81.1	452	17.9	100	87	0.21		
401	Lower chord lower ca.	150x150x14	10	M24	96.7	3521	3183	30.4	50	43	0.70	147.6	452	32.7	100	87	0.38		
402	Lower chord lower ca.	140x140x13	0		82.2	3521	3521	23.3	50	43	0.54	125.5	0	0.0	100	87	0.00		
403	Lower chord lower ca.	140x140x13	0		62.1	3521	3521	17.6	50	43	0.41	94.9	0	0.0	100	87	0.00		
404	Lower chord lower ca.	140x140x13	0		27.8	3521	3521	7.9	50	43	0.18	42.4	0	0.0	100	87	0.00		
405	Lower chord lower ca.	140x140x13	0		9.0	3521	3521	2.6	50	43	0.06	13.6	0	0.0	100	87	0.00		
410	Horizontal lower ca.	120x120x10	3	M24	15.8	2320	2060	7.7	50	43	0.18	21.6	452	15.9	100	87	0.18		
411	Beam lower ca.	150x150x18 (not coupled)	2	M24	27.7	10200	9732	2.8	50	43	0.07	42.3	452	46.8	100	87	0.54		
413	Beam lower ca.	HEA140	0		1.1	3140	3140	0.3	50	43	0.01	1.6	0	0.0	100	87	0.00		
414	Beam lower ca.	UNP220	0		4.0	3740	3740	1.1	50	43	0.02	6.1	0	0.0	100	87	0.00		
426	Upper chord lower ca.	80x80x8	4	M20	13.3	1230	1054	12.6	50	43	0.29	20.2	314	16.1	100	87	0.18		
427	Upper chord lower ca.	80x80x8	0		10.0	1230	1230	8.1	50	43	0.19	15.1	0	0.0	100	87	0.00		
428	Upper chord lower ca.	80x80x8	0		5.3	1230	1230	4.3	50	43	0.10	7.1	0	0.0	100	87	0.00		
429	Upper chord lower ca.	80x80x8	0		5.3	1230	1230	4.3	50	43	0.10	7.1	0	0.0	100	87	0.00		
430	Upper chord lower ca.	80x80x8	3	M20	5.2	1230	1054	4.9	50	43	0.11	6.9	314	7.4	100	87	0.08		
431	Hand rail	60x60x6	1	M16	0.1	690	582	0.2	50	43	0.00	0.1	201	0.7	100	87	0.01		
432	Hand rail	100x50x6	2	M16	0.0	870	762	0.0	50	43	0.00	0.0	201	0.0	100	87	0.00		
433	Hand rail	60x60x6	1	M16	0.1	690	582	0.1	50	43	0.00	0.1	201	0.4	100	87	0.00		
434	Stability bracing lower ca.	50x50x5	1	M16	0.1	480	390	0.1	50	43	0.00	0.1	201	0.4	100	87	0.00		
440	Vertical side face lower ca.	60x60x6	1	M16	2.7	690	582	4.7	50	43	0.11	4.2	201	20.7	100	87	0.24		
441	Vertical side face lower ca.	60x60x6	1	M16	3.8	690	582	6.5	50	43	0.15	5.8	201	28.9	100	87	0.33		



Check galloping - 160gr

Datum: 29-7-2021
 Auteur: JSN
 Versie: 1.0

RLI-TLB
 HB+19/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					ΔF;o [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	Δσ;i;o [Mpa]	DC;o [Mpa]	Δσ;c;o [Mpa]	UC opp. [kN]	ΔF;i;b [mm2]	Bout [mm2]	Opp. Bout [mm2]	Δσ;i;b [Mpa]	DC;b [Mpa]	Δσ;c;b [Mpa]	UC bout		
442	Vertical side face lower ca.	50x50x5	1	M16	0.0	480	390	0.1	50	43	0.00	0.0	201	0.1	100	87	0.00			
443	Vertical side face lower ca.	60x60x6	2	M16	7.4	690	582	12.8	50	43	0.29	11.4	201	28.3	100	87	0.32			
460	Diag side face lower ca.	80x80x6	1	M20	2.9	940	808	3.6	50	43	0.08	4.4	314	14.1	100	87	0.16			
461	Diag side face lower ca.	60x60x6	1	M16	5.1	690	582	8.7	50	43	0.20	7.7	201	38.5	100	87	0.44			
462	Diag side face lower ca.	60x60x6	2	M16	7.7	690	582	13.2	50	43	0.30	11.7	201	29.2	100	87	0.34			
463	Diag side face lower ca.	60x60x6	2	M16	8.1	690	582	14.0	50	43	0.32	12.4	201	30.9	100	87	0.35			
464	Stability bracing lower ca.	50x50x5	0.1	M16	0.1	480	390	0.2	50	43	0.00	0.1	201	0.5	100	87	0.01			
475	Diag lower plane lower ca.	70x70x6	2	M20	17.5	810	678	25.8	50	43	0.59	26.7	314	42.5	100	87	0.49			
476	Diag lower plane lower ca.	70x70x6	2	M20	21.3	810	678	31.4	50	43	0.72	32.5	314	51.7	100	87	0.59			
477	Diag lower plane lower ca.	70x70x6	2	M20	24.6	810	678	36.3	50	43	0.83	37.5	314	59.7	100	87	0.69			
478	Diag lower plane lower ca.	70x70x7	2	M20	29.1	940	786	37.1	50	43	0.85	44.5	314	70.8	100	87	0.81			
479	Diag lower plane lower ca.	60x60x6	2	M16	12.0	690	582	20.7	50	43	0.48	18.4	201	45.7	100	87	0.53			
480	Diag lower plane lower ca.	60x60x6	2	M16	0.4	690	582	0.7	50	43	0.02	0.6	201	1.6	100	87	0.02			
485	Plan bracing lower ca.	120x120x10	3	M24	20.2	2320	2060	9.8	50	43	0.23	27.6	452	20.3	100	87	0.23			
486	Plan bracing lower ca.	120x120x10	2	M24	0.0	2320	2060	0.0	50	43	0.00	0.1	452	0.1	100	87	0.00			
500	Horizontal mid ca.	180x180x16	10	M24	112.8	5540	5124	22.0	50	43	0.51	168.1	452	37.2	100	87	0.43			
501	Lower chord mid ca.	160x160x15	10	M24	181.7	4671	4281	42.4	50	43	0.98	277.3	452	61.4	100	87	0.71			
502	Lower chord mid ca.	160x160x15	0		162.2	4671	4671	34.7	50	43	0.80	247.6	0	0.0	100	87	0.00			
503	Lower chord mid ca.	160x160x15	0		132.4	4671	4671	28.3	50	43	0.65	202.1	0	0.0	100	87	0.00			
504	Lower chord mid ca.	160x160x15	0		109.9	4671	4671	23.5	50	43	0.54	167.7	0	0.0	100	87	0.00			
505	Lower chord mid ca.	160x160x15	0		36.0	4671	4671	7.7	50	43	0.18	54.9	0	0.0	100	87	0.00			
506	Lower chord mid ca.	160x160x15	0		36.1	4671	4671	7.7	50	43	0.18	55.0	0	0.0	100	87	0.00			
507	Lower chord mid ca.	160x160x15	0		0.5	4671	4671	0.1	50	43	0.00	0.8	0	0.0	100	87	0.00			
509	Horizontal mid ca.	120x120x10	3	M24	39.4	2320	2060	19.1	50	43	0.44	54.9	452	40.5	100	87	0.47			
510	Beam mid ca.	150x150x18 (not coupled)	2	M24	27.1	10200	9732	2.8	50	43	0.06	41.4	452	45.8	100	87	0.53			
511	Beam mid ca.	HEA140	0		2.7	3140	3140	0.9	50	43	0.02	4.1	0	0.0	100	87	0.00			
512	Beam mid ca.	UNP220	0		7.5	3740	3740	2.0	50	43	0.05	11.4	0	0.0	100	87	0.00			
526	Upper chord mid ca.	100x100x10	4	M24	22.9	1920	1660	13.8	50	43	0.32	34.3	452	19.0	100	87	0.22			
527	Upper chord mid ca.	100x100x10	0		23.2	1920	1920	12.1	50	43	0.28	34.8	0	0.0	100	87	0.00			
528	Upper chord mid ca.	100x100x10	0		21.9	1920	1920	11.4	50	43	0.26	32.9	0	0.0	100	87	0.00			
529	Upper chord mid ca.	100x100x10	0		20.6	1920	1920	10.7	50	43	0.25	30.9	0	0.0	100	87	0.00			
530	Upper chord mid ca.	100x100x10	0		20.6	1920	1920	10.7	50	43	0.25	30.9	0	0.0	100	87	0.00			
531	Upper chord mid ca.	100x100x10	3	M24	23.9	1920	1660	14.4	50	43	0.33	35.9	452	26.5	100	87	0.30			
533	Hand rail	60x60x6	1	M16	0.4	690	582	0.6	50	43	0.01	0.6	201	2.8	100	87	0.03			
534	Hand rail	100x50x6	2	M16	0.0	870	762	0.0	50	43	0.00	0.0	201	0.0	100	87	0.00			



Check galloping - 160gr

Datum: 29-7-2021
 Auteur: JSN
 Versie: 1.0

RLI-TLB
 HB+19/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					ΔF_i [kN]	Brutt [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta \sigma_i$ [Mpa]	DC _i [Mpa]	$\Delta \sigma_c$ [Mpa]	UC opp.	ΔF_i [kN]	Bout [mm2]	$\Delta \sigma_i$ [Mpa]	DC _i [Mpa]	$\Delta \sigma_c$ [Mpa]	UC			
535	Hand rail	60x60x6	1	M16	0.2	690	582	0.4	50	43	0.01	0.3	201	1.7	100	87	0.02			
536	Stability bracing mid ca.	50x50x5	1	M16	0.2	480	390	0.6	50	43	0.01	0.3	201	1.7	100	87	0.02			
537	Stability bracing mid ca.	50x50x5	1	M16	1.5	480	390	3.8	50	43	0.09	2.2	201	11.0	100	87	0.13			
540	Vertical side face mid ca.	60x60x6	1	M16	2.2	690	582	3.7	50	43	0.09	3.3	201	16.4	100	87	0.19			
541	Vertical side face mid ca.	60x60x6	1	M16	2.4	690	582	4.1	50	43	0.09	3.6	201	18.1	100	87	0.21			
542	Vertical side face mid ca.	50x50x5	1	M16	2.9	480	390	7.6	50	43	0.17	4.5	201	22.4	100	87	0.26			
543	Vertical side face mid ca.	50x50x5	1	M16	0.2	480	390	0.6	50	43	0.01	0.4	201	1.9	100	87	0.02			
544	Vertical side face mid ca.	60x60x6	1	M16	10.7	690	582	18.4	50	43	0.42	16.2	201	80.8	100	87	0.93			
560	Diag side face mid ca.	80x80x6	1	M20	2.3	940	808	2.8	50	43	0.06	3.5	314	11.0	100	87	0.13			
561	Diag side face mid ca.	60x60x6	1	M16	4.1	690	582	7.1	50	43	0.16	6.3	201	31.5	100	87	0.36			
562	Diag side face mid ca.	50x50x5	2	M16	4.8	480	390	12.4	50	43	0.28	7.4	201	18.3	100	87	0.21			
563	Diag side face mid ca.	60x60x6	2	M16	7.0	690	582	12.1	50	43	0.28	10.7	201	26.7	100	87	0.31			
564	Diag side face mid ca.	60x60x6	2	M16	7.8	690	582	13.3	50	43	0.31	11.8	201	29.4	100	87	0.34			
565	Stability bracing mid ca.	50x50x5	1	M16	0.3	480	390	0.8	50	43	0.02	0.5	201	2.5	100	87	0.03			
575	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	10.0	690	582	17.1	50	43	0.39	15.2	201	37.8	100	87	0.43			
576	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	12.8	690	582	21.9	50	43	0.50	19.5	201	48.5	100	87	0.56			
577	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	13.3	690	582	22.9	50	43	0.53	20.3	201	50.6	100	87	0.58			
578	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	15.2	690	582	26.2	50	43	0.60	23.3	201	57.9	100	87	0.67			
579	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	17.6	690	582	30.2	50	43	0.70	26.9	201	66.8	100	87	0.77			
580	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	20.5	690	582	35.2	50	43	0.81	31.3	201	77.9	100	87	0.90			
581	Diag lower plane mid ca.	70x70x7	2	M20	26.4	940	786	33.6	50	43	0.77	40.3	314	64.2	100	87	0.74			
582	Diag lower plane mid ca.	70x70x7	2	M20	31.4	940	786	40.0	50	43	0.92	48.0	314	76.4	100	87	0.88			
583	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	12.3	690	582	21.1	50	43	0.49	18.8	201	46.7	100	87	0.54			
584	Plan bracing mid ca.	120x120x12	4	M24	96.9	2750	2438	39.8	50	43	0.91	134.9	452	74.6	100	87	0.86			
585	Plan bracing mid ca.	120x120x10	3	M24	61.0	2320	2060	29.6	50	43	0.68	85.0	452	62.7	100	87	0.72			
600	Horizontal top ca.	160x160x15	10	M24	109.5	4671	4281	25.6	50	43	0.59	161.1	452	35.7	100	87	0.41			
601	Lower chord top ca.	140x140x13	10	M24	135.9	3521	3183	42.7	50	43	0.98	207.5	452	45.9	100	87	0.53			
602	Lower chord top ca.	140x140x13	0	0	120.2	3521	3521	34.1	50	43	0.79	183.4	0	0.0	100	87	0.00			
603	Lower chord top ca.	140x140x13	0	0	99.1	3521	3521	28.1	50	43	0.65	151.2	0	0.0	100	87	0.00			
604	Lower chord top ca.	140x140x13	0	0	30.0	3521	3521	8.5	50	43	0.20	45.5	0	0.0	100	87	0.00			
605	Lower chord top ca.	140x140x13	0	0	30.0	3521	3521	8.5	50	43	0.20	45.5	0	0.0	100	87	0.00			
606	Lower chord top ca.	140x140x13	0	0	5.7	3521	3521	1.6	50	43	0.04	7.5	0	0.0	100	87	0.00			
607	Earth peak lower chord	80x80x8	2	M20	7.6	1230	1054	7.2	50	43	0.17	10.2	314	16.2	100	87	0.19			
608	Earth peak lower chord	80x80x8	0	0	6.7	1230	1230	5.5	50	43	0.13	9.1	0	0.0	100	87	0.00			
609	Earth peak lower chord	80x80x8	0	0	7.1	1230	1230	5.8	50	43	0.13	9.6	0	0.0	100	87	0.00			



Check galloping - 160gr

Datum: 29-7-2021
 Auteur: JSN
 Versie: 1.0

RLI-TLB
 HB+19/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					$\Delta F;0$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	DC;0 [Mpa]	$\Delta\sigma;c;0$ [Mpa]	UC opp. [kN]	$\Delta F;0$ [kN]	Bout [mm2]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	DC;b [Mpa]	$\Delta\sigma;c;b$ [Mpa]	UC bout			
610	Horizontal top ca.	120x120x10	3	M24	37.1	2320	2060	18.0	50	43	0.41	50.8	452	37.4	100	87	0.43			
611	Beam top ca.	150x150x18 (not coupled)	2	M24	28.0	10200	9732	2.9	50	43	0.07	42.7	452	47.2	100	87	0.54			
612	Beam top ca.	HEB220	0		2.3	9104	9104	0.3	50	43	0.01	3.5	0	0.0	100	87	0.00			
613	Earth peak horizontal	50x50x5	1	M16	0.7	480	390	1.8	50	43	0.04	1.0	201	5.1	100	87	0.06			
614	Earth peak horizontal	50x50x5	1	M16	0.7	480	390	1.8	50	43	0.04	1.1	201	5.2	100	87	0.06			
615	Earth peak horizontal	50x50x5	1	M16	0.0	480	390	0.0	50	43	0.00	0.0	201	0.1	100	87	0.00			
616	Beam top ca.	UNP220	0		5.2	3740	3740	1.4	50	43	0.03	8.0	0	0.0	100	87	0.00			
625	Upper chord top ca.	100x100x10	4	M24	34.7	1920	1660	20.9	50	43	0.48	53.0	452	29.3	100	87	0.34			
626	Upper chord top ca.	100x100x10	4	M24	34.6	1920	1660	20.8	50	43	0.48	52.8	452	29.2	100	87	0.34			
627	Upper chord top ca.	100x100x10	4	M24	13.2	1920	1660	7.9	50	43	0.18	19.7	452	10.9	100	87	0.13			
628	Upper chord top ca.	100x100x10	4	M24	13.0	1920	1660	7.8	50	43	0.18	19.6	452	10.9	100	87	0.12			
629	Upper chord top ca.	100x100x10	3	M24	13.7	1920	1660	8.3	50	43	0.19	20.8	452	15.4	100	87	0.18			
630	Earth peak upper chord	100x100x10	4	M24	51.6	1920	1660	31.1	50	43	0.72	71.1	452	39.3	100	87	0.45			
631	Earth peak upper chord	100x100x10	0		47.5	1920	1920	24.7	50	43	0.57	66.7	0	0.0	100	87	0.00			
632	Earth peak upper chord	100x100x10	4	M24	42.8	1920	1660	25.8	50	43	0.59	60.1	452	33.2	100	87	0.38			
633	Earth peak upper chord	100x100x10	0		39.7	1920	1920	20.7	50	43	0.48	55.7	0	0.0	100	87	0.00			
634	Earth peak upper chord	100x100x10	0		31.0	1920	1920	16.1	50	43	0.37	43.5	0	0.0	100	87	0.00			
635	Earth peak upper chord	100x100x10	0		24.5	1920	1920	12.8	50	43	0.29	34.4	0	0.0	100	87	0.00			
636	Earth peak upper chord	100x100x10	2	M20	16.3	1920	1700	9.6	50	43	0.22	22.9	314	36.4	100	87	0.42			
638	Stability bracing top ca.	60x60x6	1	M16	10.6	690	582	18.2	50	43	0.42	16.1	201	80.2	100	87	0.92			
639	Earth peak beam	HEB160	2	M20	4.8	5430	5254	0.9	50	43	0.02	6.7	314	10.7	100	87	0.12			
640	Vertical side face top ca.	50x50x5	1	M16	1.5	480	390	3.8	50	43	0.09	2.2	201	10.9	100	87	0.13			
641	Vertical side face top ca.	60x60x6	2	M16	14.5	690	582	24.9	50	43	0.57	22.0	201	54.8	100	87	0.63			
642	Vertical side face top ca.	60x60x6	2	M16	3.8	690	582	6.5	50	43	0.15	5.7	201	14.2	100	87	0.16			
643	Vertical side face top ca.	60x60x6	1	M16	0.2	690	582	0.3	50	43	0.01	0.3	201	1.4	100	87	0.02			
644	Vertical side face top ca.	60x60x6	1	M16	6.1	690	582	10.5	50	43	0.24	9.4	201	46.6	100	87	0.54			
645	Earth peak vertical side face	60x60x6	1	M16	0.1	690	582	0.2	50	43	0.01	0.2	201	1.0	100	87	0.01			
646	Earth peak vertical side face	50x50x5	1	M16	0.2	480	390	0.5	50	43	0.01	0.3	201	1.3	100	87	0.01			
647	Earth peak vertical side face	50x50x5	1	M16	0.4	480	390	1.0	50	43	0.02	0.5	201	2.6	100	87	0.03			
660	Diag side face top ca.	50x50x5	1	M16	3.2	480	390	8.2	50	43	0.19	4.7	201	23.6	100	87	0.27			
661	Diag side face top ca.	80x80x8	1	M20	5.8	1230	1054	5.5	50	43	0.13	8.7	314	27.8	100	87	0.32			
662	Diag side face top ca.	70x70x6	2	M16	5.9	810	702	8.4	50	43	0.19	8.8	201	21.8	100	87	0.25			
663	Earth peak diag side face	50x50x5	1	M16	0.1	480	390	0.2	50	43	0.00	0.1	201	0.5	100	87	0.01			
664	Earth peak diag side face	50x50x5	1	M16	0.4	480	390	1.2	50	43	0.03	0.6	201	3.0	100	87	0.03			
665	Stability bracing top ca.	80x80x8	2	M16	18.2	1230	1086	16.8	50	43	0.39	27.7	201	69.0	100	87	0.79			



Check galloping - 160gr

Datum: 29-7-2021
 Auteur: JSN
 Versie: 1.0

RLI-TLB
 HB+19/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					ΔF_i [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta\sigma_i$ [Mpa]	DC _i [Mpa]	$\Delta\sigma_c$ [Mpa]	UC opp.	ΔF_i [kN]	Bout [mm2]	$\Delta\sigma_i$ [Mpa]	DC _i [Mpa]	$\Delta\sigma_c$ [Mpa]	UC			
675	Diag lower plane top ca.	60x60x6	2	M16	15.0	690	582	25.8	50	43	0.59	22.9	201	57.0	100	87	0.66			
676	Diag lower plane top ca.	60x60x6	2	M16	17.1	690	582	29.4	50	43	0.68	26.1	201	65.0	100	87	0.75			
677	Diag lower plane top ca.	60x60x6	2	M16	19.9	690	582	34.2	50	43	0.79	30.4	201	75.6	100	87	0.87			
678	Diag lower plane top ca.	70x70x7	2	M20	32.2	940	786	41.0	50	43	0.94	49.2	314	78.3	100	87	0.90			
679	Diag lower plane top ca.	70x70x7	2	M20	32.6	940	786	41.5	50	43	0.95	49.8	314	79.3	100	87	0.91			
680	Diag lower plane top ca.	60x60x6	2	M16	12.5	690	582	21.5	50	43	0.49	19.1	201	47.4	100	87	0.55			
681	Earth peak diag lower plane	60x60x6	1	M16	0.3	690	582	0.6	50	43	0.01	0.5	201	2.5	100	87	0.03			
682	Earth peak diag lower plane	50x50x5	1	M16	2.0	480	390	5.3	50	43	0.12	3.0	201	14.9	100	87	0.17			
683	Earth peak diag upper plane	60x60x6	1	M20	10.4	690	558	18.7	50	43	0.43	15.6	314	49.8	100	87	0.57			
684	Earth peak diag upper plane	60x60x6	1	M20	11.5	690	558	20.5	50	43	0.47	17.2	314	54.7	100	87	0.63			
685	Earth peak diag upper plane	60x60x8	1	M20	12.9	900	724	17.8	50	43	0.41	19.3	314	61.4	100	87	0.71			
686	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	2.5	480	390	6.3	50	43	0.14	3.4	201	17.1	100	87	0.20			
687	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	2.8	480	390	7.1	50	43	0.16	3.9	201	19.4	100	87	0.22			
688	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	3.2	480	390	8.1	50	43	0.19	4.5	201	22.2	100	87	0.26			
689	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	3.8	480	390	9.7	50	43	0.22	5.3	201	26.5	100	87	0.30			
690	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	4.6	480	390	11.8	50	43	0.27	6.4	201	32.1	100	87	0.37			
691	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	5.9	480	390	15.2	50	43	0.35	8.3	201	41.4	100	87	0.48			
692	Earth peak diag upper plane	50x50x5	2	M16	7.6	480	390	19.4	50	43	0.45	10.6	201	26.4	100	87	0.30			
698	Plan bracing top ca.	120x120x10	2	M24	53.3	2320	2060	25.9	50	43	0.60	73.0	452	80.8	100	87	0.93			
699	Plan bracing top ca.	120x120x10	4	M24	87.5	2320	2060	42.5	50	43	0.98	119.6	452	66.2	100	87	0.76			
700.2	Hor. plan bracing hip structure	130x130x12	2	M20	0.9	3000	2736	0.3	50	43	0.01	1.1	314	1.8	100	87	0.02			
701.2	Hor. plan bracing hip structure	120x120x10	2	M20	0.3	2320	2100	0.1	50	43	0.00	0.4	314	0.6	100	87	0.01			
702.2	Hor. plan bracing hip structure	130x130x12 (not coupled)	1	M20	0.0	6000	5736	0.0	50	43	0.00	0.0	314	0.0	100	87	0.00			
703.2	2nd plan bracing	120x120x10	2	M24	8.1	2320	2060	3.9	50	43	0.09	10.2	452	11.3	100	87	0.13			
704	2nd plan bracing	80x80x8	2	M20	2.2	1230	1054	2.1	50	43	0.05	2.8	314	4.5	100	87	0.05			
705	2nd plan bracing	80x80x8 (not coupled)	1	M20	0.0	2460	2284	0.0	50	43	0.00	0.0	314	0.0	100	87	0.00			
710	Horizontal top of lower ca.	120x120x10	4	M24	14.9	2320	2060	7.2	50	43	0.17	18.8	452	10.4	100	87	0.12			
711	Horizontal top of lower ca.	120x120x10	2	M24	2.7	2320	2060	1.3	50	43	0.03	3.7	452	4.0	100	87	0.05			
712	Horizontal top of mid ca.	100x100x10	4	M24	15.0	1920	1660	9.0	50	43	0.21	19.6	452	10.9	100	87	0.12			
713	Horizontal top of mid ca.	100x100x10	4	M24	3.2	1920	1660	2.0	50	43	0.04	4.8	452	5.3	100	87	0.06			
714	Horizontal top of top ca.	100x100x10	4	M24	18.1	1920	1660	10.9	50	43	0.25	25.2	452	14.0	100	87	0.16			
715	Horizontal top of top ca.	100x100x10	2	M24	0.9	1920	1660	0.6	50	43	0.01	1.3	452	1.4	100	87	0.02			



About DNV

DNV is the independent expert in risk management and assurance, operating in more than 100 countries. Through its broad experience and deep expertise DNV advances safety and sustainable performance, sets industry benchmarks, and inspires and invents solutions.

Whether assessing a new ship design, optimizing the performance of a wind farm, analyzing sensor data from a gas pipeline or certifying a food company's supply chain, DNV enables its customers and their stakeholders to make critical decisions with confidence.

Driven by its purpose, to safeguard life, property, and the environment, DNV helps tackle the challenges and global transformations facing its customers and the world today and is a trusted voice for many of the world's most successful and forward-thinking companies.