

## B.15 Fundatierapport opstijgpunt

ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN

# Rapport fundaties 150 en 380 kV- opstijgpunten

TenneT TSO B.V.

**Meridian doc.nr.:** 002.678.00 0969129

**Rapport nr.:** 21-1660, Rev. 3

**Datum:** 2022-05-02

**DATUM:** 04-05-2022

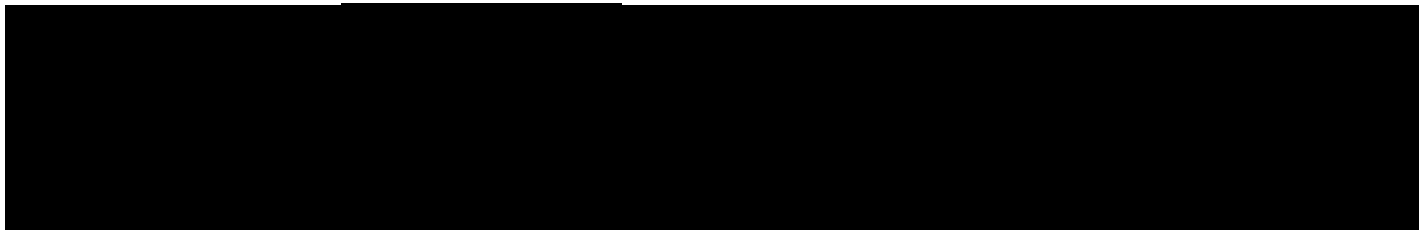
**STATUS TENNET:** DEFINITIEF

**REVISIE TENNET:** 1.0





Projectnaam:	Zuid-West 380 kV Oost Verbindingen	Energy Systems
Rapport titel:	Rapport fundaties 150 en 380 kV- opstijgpunten	DNV Netherlands B.V.
Klant:	TenneT TSO B.V.,	Utrechtseweg 310-B50
Contactpersoon klant:	[REDACTED]	6812 AR Arnhem
Datum uitgave:	2022-05-02	
Project nr.:	10124719	
Organisatie unit:	TDT	Tel: 026 356 9111
Meridian doc.nr.:	002.678.00 0969129	Handelsregister Arnhem 09006404
Rapport nr.:	21-1660, Rev. 3	



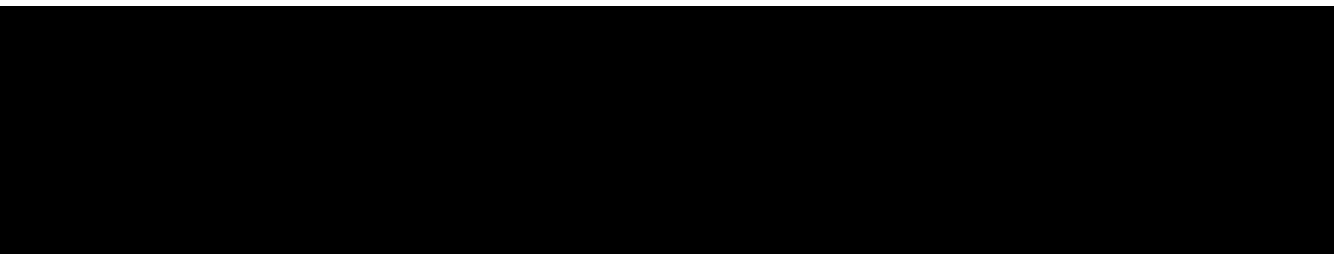
Copyright © DNV 2022. All rights reserved. Unless otherwise agreed in writing: (i) This publication or parts thereof may not be copied, reproduced or transmitted in any form, or by any means, whether digitally or otherwise; (ii) The content of this publication shall be kept confidential by the customer; (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: --

Trefwoorden:

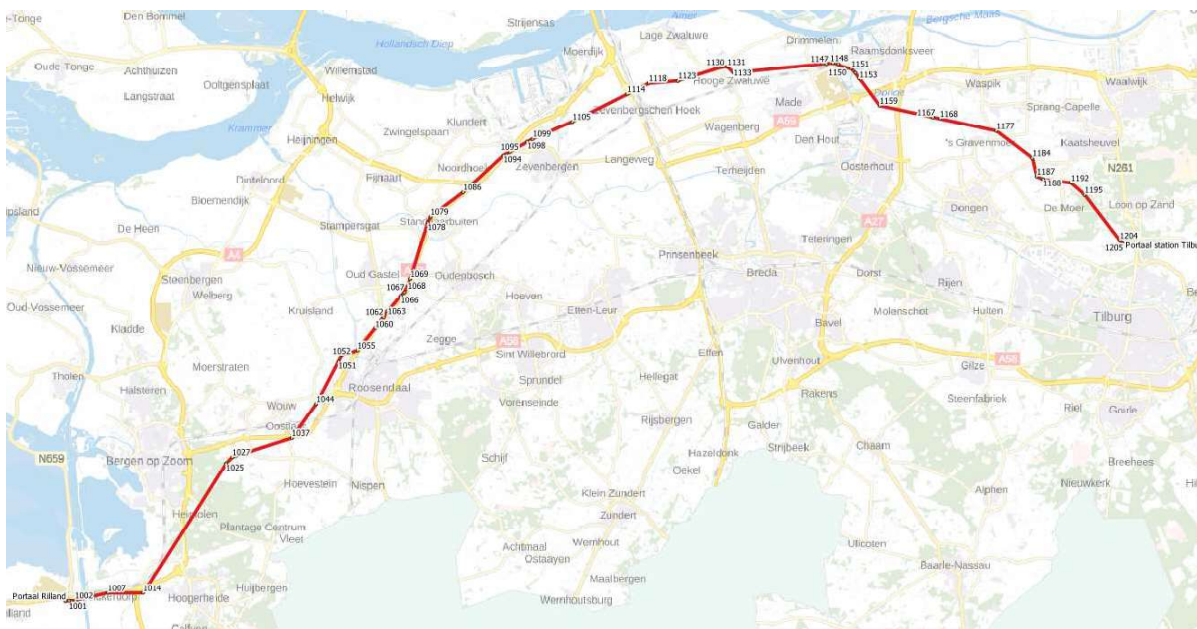


## Inhoudsopgave

1	INLEIDING .....	1
2	UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN .....	3
2.1	Normen	3
2.2	TenneT-specificaties	3
2.3	Materialen	3
2.4	Software	4
2.5	Gevolgsklasse en referentieperiode	4
2.6	Gebruikte gegevens	4
2.7	Sonderingen	4
2.8	Beschrijving grondopbouw	4
2.9	Uitgangspunten geotechniek	8
3	FUNDATIES COMPONENTEN OPSTIJGPUNTEN .....	11
3.1	Inleiding	11
3.2	EA-3_so	11
3.3	EA-3_co	12
3.4	HA+0_ci	13
3.5	HA+3_ca	14
4	TOETSING NIEUWE FUNDATIES OPSTIJGPUNT .....	15
4.1	Aanpak	15
4.2	Resultaten	15
5	CONCLUSIE .....	17
Appendix A	Uitvoer Technosoft paalfunderingen	
Appendix B	Berekening fundaties van de opstijgpunten	

## 1 INLEIDING

In het basisontwerp van de vakwerk masten 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.



**Figuur 1 Globale ligging tracé met hoekmastnummers**

Het definitieve tracé van de hoogspanningslijn is nog niet vastgesteld. Daardoor zijn sonderingen op de precieze mastlocaties nog niet in uitvoering. Dit heeft tot gevolg dat voor het ontwerp van de fundaties nog geen sonderingen beschikbaar zijn. Om toch een ontwerp op te kunnen stellen is door TenneT een geotechnisch lengteprofiel opgesteld uitgaande van sonderingen in de nabijheid van het tracé. Dit lengteprofiel vormt het uitgangspunt voor de berekeningen.

De uitvoeringsfase van de fundaties zal in de vorm van een UAV GC contractvorm plaatsvinden. Dat houdt in dat in de uitvoeringsfase de sonderingen door de opdrachtnemer worden uitgevoerd. Vervolgens kan de opdrachtnemer het definitieve fundatieontwerp opstellen. De voorliggende rapportage is bedoeld om richting te geven aan het ontwerp op basis van de nu beschikbare gegevens. Het is een indicatie wat verwacht wordt in de uitvoeringsfase.

In het project worden voor mastfundaties en opstijpunten enkelpaalsfunderingen en meerpaalsfunderingen toegepast afhankelijk van de bodemgesteldheid, het type constructie en de belasting.

Deze rapportage bevat de beschrijving van het constructieve ontwerp van de fundaties van de nieuwe opstijpunten (OSP's) in de nieuwe 380/150 kV combilijn RLL-TLB en de toetsing aan de eisen uit de geotechnische normen en TenneT-specificaties. Het gaat om de opstijpunten bij mast 1014, 1025, 1051, 1066, 1098, 1099, 1114, 1147, 1153, 1167, 1168 en 1204.

De fundaties van de opstijpunten bestaan uit verschillende typen poeren, balken of platen, met palen eronder. Op de poeren komen de volgende componenten te staan:

- een OSA (overspanningsafleider), dit is een op een balk ingeklemde stalen buiskolom met daarop de OSA. Gedurende de loop van het project is uit studies gebleken dat de OSA niet noodzakelijk zijn voor de 150 kV-

inlissingen en het begin van de 380 kV-kabelverbinding bij mast 1014. De fundaties voor de 150 kV OSA's zijn opgenomen in deze rapportage, maar moeten als optioneel worden beschouwd. De 380 kV OSA bij 1014 is buiten de uitwerking gelaten.

- een KES (kabeleindsluiting) dit is een vakwerkkolom op een balk met daarop de eindsluiting, met een bocht gaat de kabel naar beneden de grond in.
- een afspanconstructie via een grondafspanning (GRA), dat wil zeggen een voetplaat met gaffelstrippen op een balk waar een trekkracht door de geleider op wordt uitgeoefend.
- een afspanconstructie via een verhoogde (bundel)afspanning (BUA), dat wil zeggen een vakwerkkolom op een plaat waar een trekkracht door één of meerdere geleiders op wordt uitgeoefend.

Er zijn vier masttypes die verbonden zijn met opstijgpunten namelijk de types EA-3\_so, EA-3\_co, HA+0\_ci en HA+3\_ca.

Bij EA-3\_so komen de volgende types OSP-componenten voor namelijk KES 380 en GRA 380 (twee typen geometrie). Het gaat om mast 1014.

Bij EA-3\_co komen de volgende types OSP-componenten voor namelijk OSA150 (deze OSA is optioneel), KES 150 (twee typen geometrie), GRA 150, OSA 380, KES 380 en BUA 380. Het gaat om mast 1025.

Bij HA+0\_ci komen de volgende types OSP-componenten voor namelijk OSA150 (deze OSA is optioneel), KES 150 (twee typen geometrie) en GRA 150. Het gaat om de masten 1051,1066,1098,1099, 1147, 1153, 1167, 1168 en 1204.

Bij HA+3\_ca komen de volgende types OSP-componenten voor namelijk OSA150 (deze OSA is optioneel), KES 150 (twee typen geometrie) en GRA 150 (met een andere belasting dan bij type HA+0\_ci). Het gaat om mast 1114.

De fundaties worden in de volgende volgorde behandeld, namelijk de tweepaalspoeren OSA 150, KES 150 (geometrie 1 en 2), GRA 150 (sondering 20 en 21), OSA 380, KES 380, GRA 380 (geometrie 1 en 2) en de vierpaalspoer BUA 380.

Buiten de scope van dit DO-rapport valt de controle van de wapening in de betonconstructies en de wapening van palen.

In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten en randvoorwaarden vanuit de van toepassing zijnde normen en TenneT-specificaties opgenomen. In hoofdstuk 3 zijn de fundatieontwerpen van de nieuwe opstijgpunten opgenomen en in hoofdstuk 4 de toetsing van de opstijgpunten. In hoofdstuk 5 zijn vervolgens de conclusies opgenomen.

Het constructieve ontwerp van de fundaties van de mastconstructies (hoek- en eindmasten) wordt behandeld in het DNV rapport 21-1250 (Meridiannummer 002.678.00 0950632).

## 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/C2:2011	"Grondslagen van het ontwerp"
NEN-EN 1991-1-4+A1+C2:2011	"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 1993-1-8+C2:2011/NB:2011 nl	"Ontwerp en berekening van staalconstructies, deel 1-8: ontwerp en berekening van verbindingen"
NEN-EN 1997-1+C1+A1:2016/NB:2016 nl	"Geotechnisch – Algemeen"
CUR 2001-4	"Ontwerpregels voor trekpalen"

### 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
PVE.04.000	Bouwkunde
SPE.04.004	Specificatie Constructieberekeningen
SPE 04.009	Paalfunderingen

### 2.3 Materialen

Voor het ontwerp van de funderingen wordt uitgegaan van de eigenschappen volgens Tabel 3.

**Tabel 3 Materialen nieuwe constructies**

Onderdeel	Materiaal
Staalsoort	S355J0 ( $t \leq 16$ mm) S355J2 ( $16 < t \leq 40$ mm)
Boutkwaliteit	8.8 gerolde draad
Betonkwaliteit	C30/37 met $E = 10000$ kN/m <sup>2</sup> om gescheurd beton te modelleren.
Wapeningsstaal	B500

## 2.4 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
Geotechnische berekeningen	Technosoft paalfunderingen	V6.70

## 2.5 Gevolgklasse en referentieperiode

Alle funderingen zijn nieuwbouw, daarom geldt als uitgangspunt voor de gevolgklasse CC2 met een referentieperiode van 50 jaar.

## 2.6 Gebruikte gegevens

De belastingen vanuit de componenten van het OSP worden ontleend aan de rapportage 002.678.00 0935998, Rapport "21-0966 Rapport ondersteuningsconstructies OSP's".

In Tabel 5 zijn de tekeningnummers weergegeven waar het DO op is vastgelegd.

**Tabel 5 Bijbehorende tekeningen**

Tekening	Tekeningnummer	Meridiannummer
Overzicht fundatie OSP 1014	10124719-12-1010	002.678.00 0988860
Overzicht fundatie OSP 1025	10124719-12-1011	002.678.00 0988861
Overzicht fundatie OSP HA+0/ci	10124719-12-1012	002.678.00 0988862
Overzicht fundatie OSP HA+3/ca	10124719-12-1013	002.678.00 0988863

## 2.7 Sonderingen

Bij het opstellen van deze rapportage zijn nog geen sonderingen beschikbaar aangezien de mastlocaties nog niet definitief zijn vastgesteld. Om te komen tot een ontwerp is door TenneT samen met Movares een geotechnisch lengteprofiel samengesteld. In dit profiel zijn over de lengte van het tracé de hoogtegegevens van het maaiveld weergegeven vanuit de Algemene Hoogtekaart Nederland 3. De vanuit openbare bron (Dino-loket) beschikbare sonderingen in de nabijheid van het tracé zijn weergegeven. Dit betreft elektrische sonderingen in digitaal formaat. Van de mechanische sonderingen die beschikbaar zijn uit de asset-gegevens vanuit de hoogspanningslijnen in de nabijheid van het nieuwe tracé is geen gebruik gemaakt.

De sonderingen bevinden zich doorgaans in de directe nabijheid van het tracé (< 500 m afstand). Voor het verkrijgen van een indicatie is dit voldoende nauwkeurig. Lokaal kunnen echter grote verschillen optreden. Er wordt alleen gebruik gemaakt van sonderingen die dieper dan 20 m onder maaiveld eindigen en die gebruikt werden bij het bepalen van de fundaties van de steunmasten en hoekmasten RLL-TLB.

Indien uit nog uit te voeren veld- en bodemonderzoeken naar voren komt dat de sonderingen te veel verschillen (30%) dan is de CUR 114 (toezicht op realisatie van paalfunderingen) van toepassing door opdrachtnemer.

## 2.8 Beschrijving grondopbouw

In Tabel 6 is de grondopbouw volgens het geotechnisch lengteprofiel van TenneT opgenomen. Voor het beschrijven van de grondopbouw maken we gebruik van de sonderingen die beschikbaar zijn gesteld.

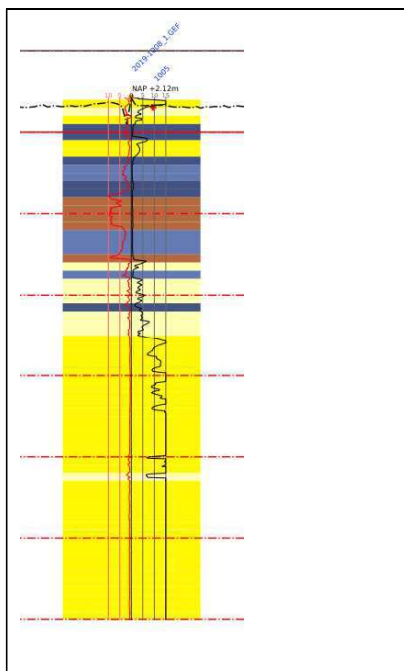
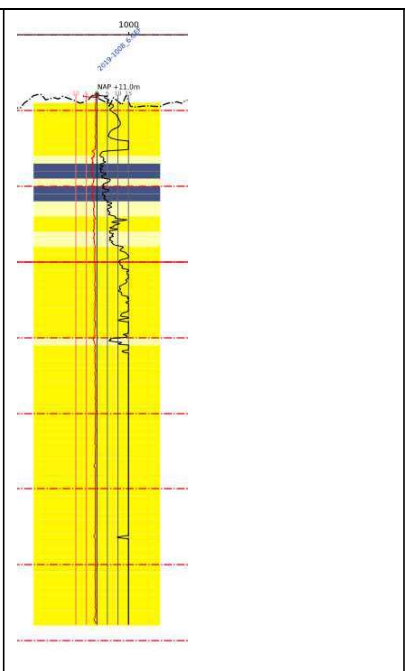
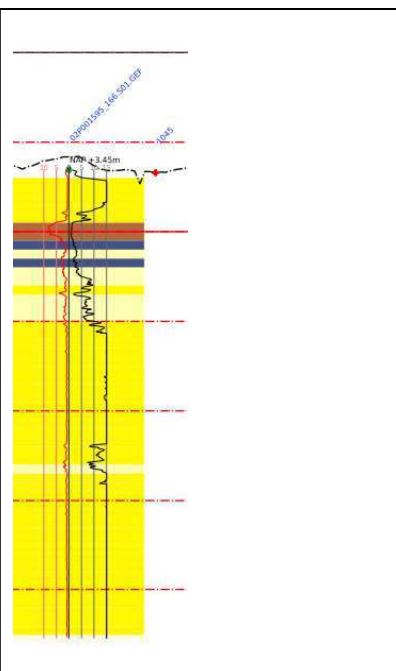


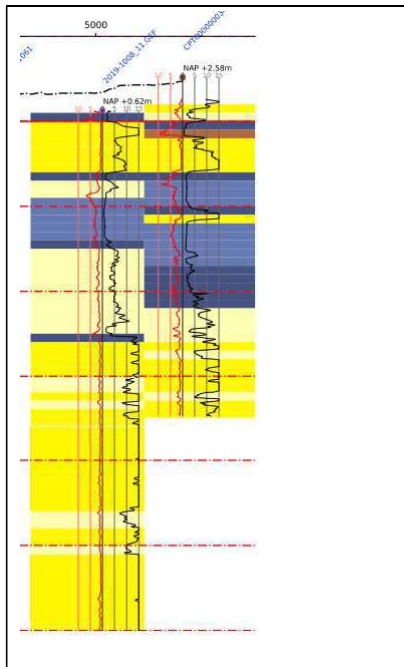
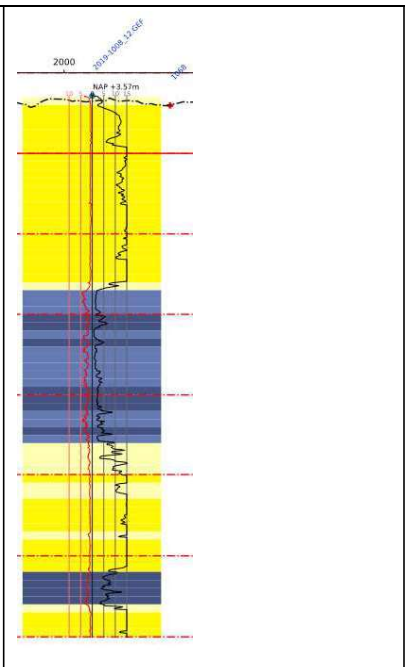
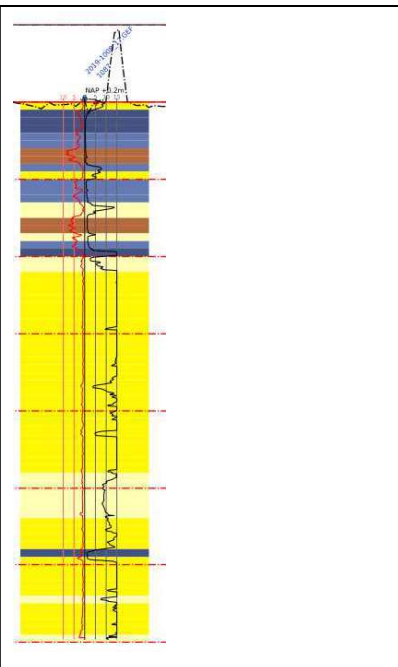
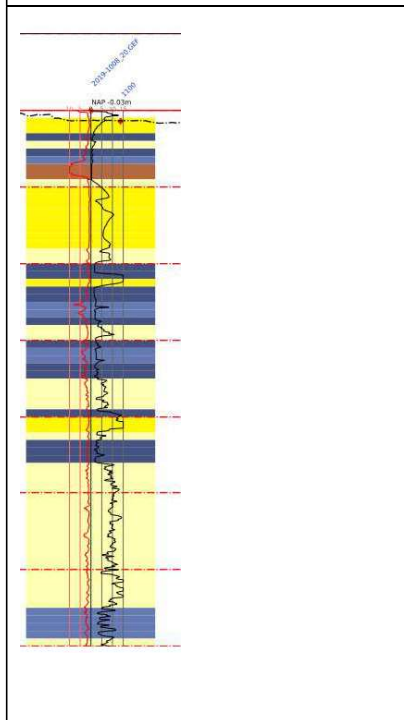
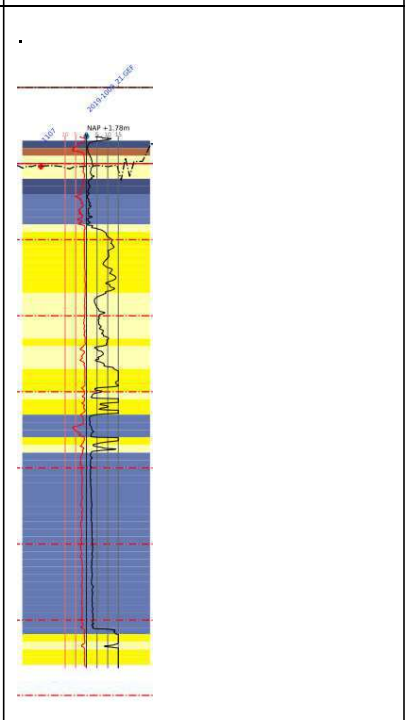
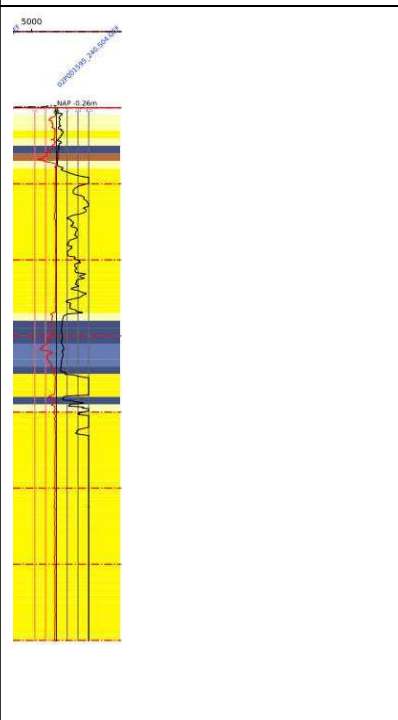
De sonderingen laten over de lengte verschillen zien in ondergrond. Westelijk van Geertruidenberg en dat betekent over circa tweederde van de lengte van het tracé is er een wisselend beeld van zandlagen en cohesieve lagen.

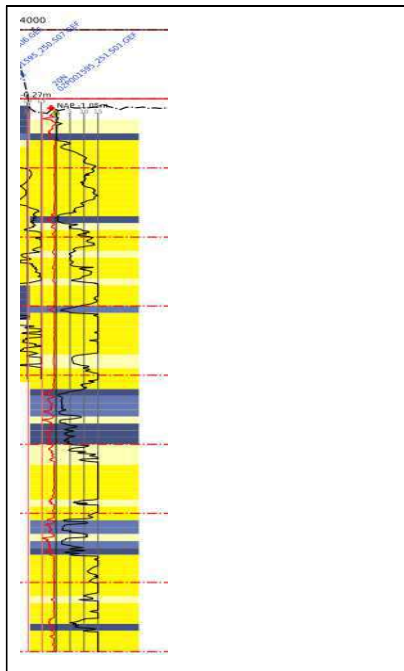
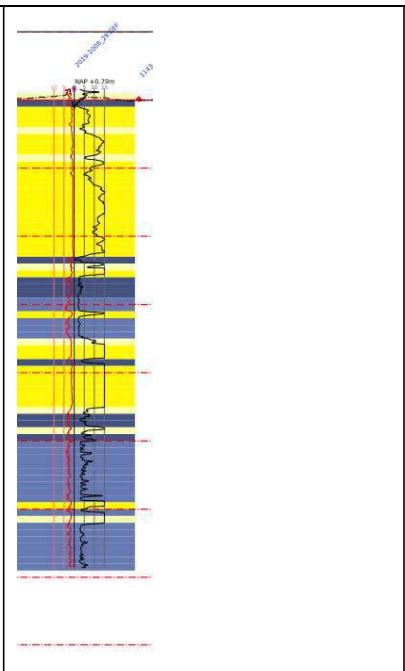
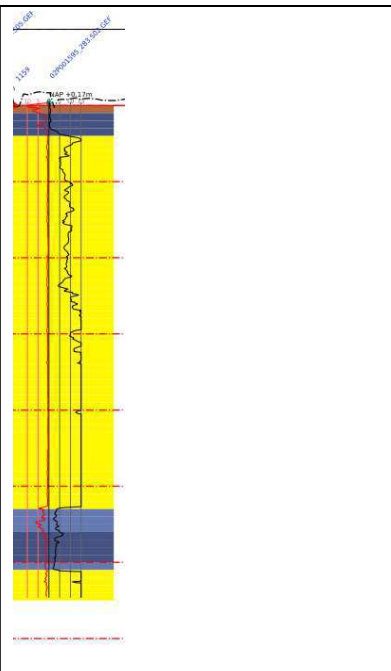
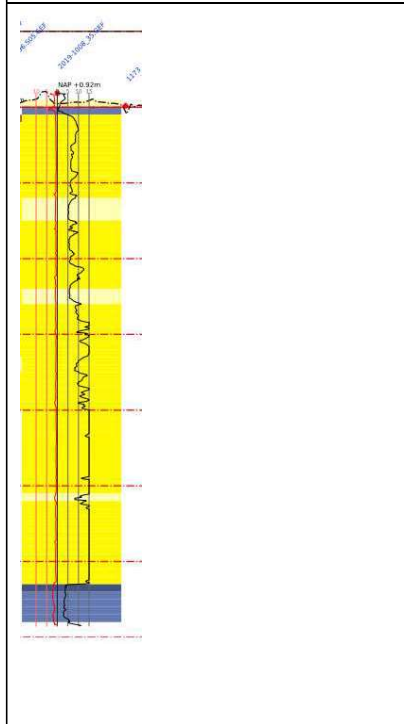
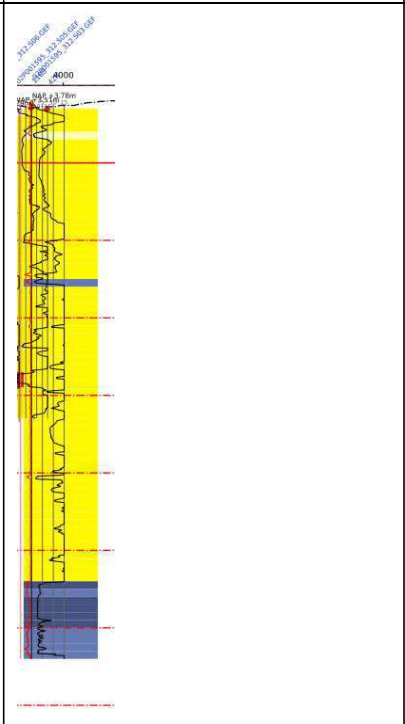
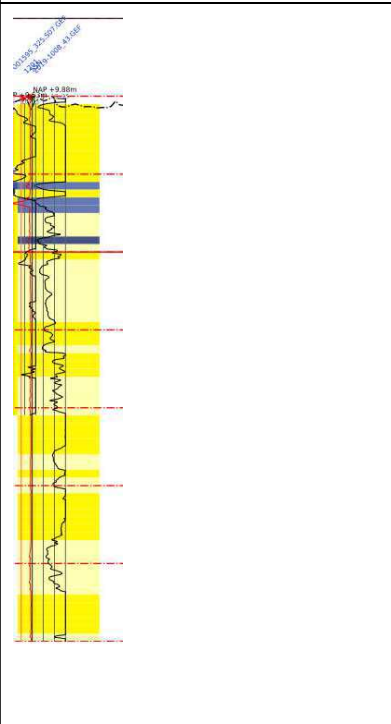
Noemenswaardig is hierbij dat de slappere lagen ook op vrij grote diepte voorkomen met een dikte van meerdere meters. De pakking van de zandlagen is over het algemeen tussen los en matig. Maar er zijn ook locaties met dicht gepakte lagen. Ondiep gelegen slappere lagen komen vooral voor tussen Standdaarbuiten en Moerdijk. Voor afdracht van de horizontale belastingen is dat ongunstig.

Globaal bevindt zich oostelijk van Geertruidenberg over de gehele diepte van de sondering een draagkrachtig zandpakket. Aandachtspunt zijn hier de dieper gelegen kleilagen, die voor de weerstand van de paalpunt op druk nadelige invloed hebben.

**Tabel 6 Overzicht voorbeeldsonderingen**

		
<p>Bij OSP mast 1014, s2019-1008_1.</p>	<p>Bij OSP mast 1025, s2019-1008_6.</p>	<p>Bij mast 1045, s166.S01 n.v.t. OSP</p>

		
<p>Bij OSP mast 1051, s2019-1008_11.</p>	<p>Bij OSP mast 1066, s2019-1008_12.</p>	<p>Bij mast 1087, s1008_17 n.v.t. OSP.</p>
		
<p>Bij OSP masten 1098/99, s1008_20.</p>	<p>Bij OSP mast 1114, s2019-1008_21.</p>	<p>Bij mast 1117, s240.S04 n.v.t. OSP.</p>

		
<p>Bij mast 1128, s251.S01 n.v.t. OSP.</p>	<p>Bij OSP mast 1147, s2019-1008_29.</p>	<p>Bij OSP mast 1153, s283.S02.</p>
		
<p>Bij OSP masten 1167/68, s1008_35.</p>	<p>Bij mast 1188, s312.S03 n.v.t. OSP.</p>	<p>Bij mast 1204, nr. 2019-1008_43.</p>

Voor het bepalen van de draagkracht van de palen maakt DNV gebruik van de sonderingen die beschikbaar zijn gesteld. Deze worden ingelezen in Technosoft paalfunderingen en daarmee wordt de grondopbouw laag per laag opnieuw bepaald ter plaatse van de sondering. Deze kan afwijken van het geotechnisch lengteprofiel.

## 2.9 Uitgangspunten geotechniek

### 2.9.1 Paalklassefactoren paaltypes

In Tabel 7 zijn de paalklassefactoren van de paaltypes uit deze rapportage op basis van NEN-EN 1997-1 samengevat waarmee de berekeningen worden uitgevoerd. Alle nieuwe palen worden uitgevoerd met een schroef-injectiepaal, omdat deze trillingsarm kan worden aangebracht en er weinig werkhoogte is benodigd. Indien een SI Ø323/450 niet voldoet wordt met een SI Ø508/670 gedimensioneerd.

**Tabel 7 Paalklassefactoren nieuwe funderingen**

SI Ø323/450	
Paalttype	Schroefinjectiepaal
Diameter stalen buis (m)	0,323
Diameter in berekening (m) <sup>1</sup>	0,387
Factor $\alpha_s$	0,009
Factor $\alpha_t$	0,009
Factor $\alpha_p$	0,63
Factor $\beta$	1,0

### 2.9.2 Kleef cohesieve lagen

In de berekeningen wordt de weerstand van de cohesieve lagen boven de draagkrachtige zandlaag meegenomen. Volgens opmerking (b) van 7.6.3.3 (8) van NEN-EN 1997-1 is de schachtwrijving tot 50% gereduceerd. Negatieve kleef is gerekend over de hoogte van de cohesieve laag en de grondlagen daarboven.

### 2.9.3 Correlatiefactoren

De correlatiefactoren  $ksi_3$  en  $ksi_4$  worden toegepast bij de bepaling van de karakteristieke weerstand van een paal. De waarden zijn afhankelijk van de aard van de constructie en het aantal beschikbare sonderingen. De correlatiefactoren zijn ontleend aan NEN-EN 1997-1:2016, bijlage A, tabel 10. Fundaties met één paal per hoekpunt, zoals tweepaalspoeren van de OSP, vallen onder "niet-stijf" met factoren volgens Tabel 8. Het aantal sonderingen dat wordt gebruikt hangt af van het dekkingsbereik van de sonderingen voor een van de vier hoekpunten. Voor het DO, waarin nog geen volledig grondonderzoek beschikbaar is, wordt uitgegaan van een dekkingsbereik per hoekpunt van één sondering.

**Tabel 8 Correlatiefactoren niet-stijf bouwwerk**

Aantal sonderingen	1	2	3	4
$ksi_3$	1,39	1,32	1,30	1,28
$ksi_4$	1,39	1,32	1,30	1,03

Fundaties met meer dan twee palen per hoekpunt in een blokpoer, zoals de vierpaalspoeren van de OSP, worden als "stijf bouwwerk" beschouwd, met correlatiefactoren volgens **Error! Reference source not found.** Ook hier wordt uitgegaan van één sondering, dus 1,26 voor zowel  $ksi_3$  als  $ksi_4$ .

**Tabel 9 Correlatiefactoren stijf bouwwerk**

Aantal sonderingen	1	2	3	4
$ksi_3$	1,26	1,20	1,18	1,17
$ksi_4$	1,26	0,96	0,94	0,93

<sup>1</sup> Uitgangspunt voor de nieuwe palen met groutomhulling is in de berekening de halve dikte van de groutschil

## 2.9.4 Materiaalfactor $\gamma_{m,var,qc}$

De parameter die de berekende draagkracht reduceert is de partiele factor  $\gamma_{m,var,qc}$  volgens NEN-EN 1997-1 artikel 7.6.3.3 (8) opmerking (d). Voor een paal die een wisselende belasting ondergaat tussen trek- en druk treedt een vermindering op van de schuifweerstand. Afhankelijk van de verhouding tussen uiterste trek- en drukkracht in de SLS is de  $\gamma_{m,var,qc}$  tussen de 1,0 en 1,5.

$$\gamma_{m,var,qc} = 1 + 0,25 \cdot \frac{F_{T,max,rep} - F_{T,min,rep}}{F_{T,max,rep}} \text{ en } \gamma_{m,var,qc} \leq 1,5$$

Voor Moldau hoekmasten is volgens het uitgangspuntenrapport een waarde van 1,25 van toepassing. Voor Moldau steunmasten met variatie waarbij de maximale drukbelasting minimaal gelijk is aan de trekbelasting levert de formule de waarde van 1,50 op.

Voor de masten van de stijpunten waarbij de op belastingrichting één kant op is, kan worden uitgegaan van een variatie tussen maximale trekbelasting en geringe trekbelasting. Dit levert een waarde van 1,25 op. Deze waarde zal worden gebruikt voor de vierpaalspoeren. Voor de tweepaalspoeren is met 1,50 gerekend.

## 2.9.5 Staaldikte funderingspalen

Voor het dimensioneren van stalen palen dient volgens TenneT-specificatie 04.009 rekening te worden gehouden met afname van staaldikte op basis van NEN 1993-5. Dit komt overeen met de CUR-aanbeveling 166 voor damwanden. Op dit moment is nog geen milieukundig onderzoek beschikbaar waaruit de agressiviteit of zuurtegraad van het grondwater (pH-waarde) kan worden afgeleid. De invloed van het zoutgehalte in het grondwater is gering<sup>2</sup>. Er moet uitgegaan worden van 100 jaar ontwerplevensduur.

Tabel 9.2. Aantasting (mm) van damwanden in bodem en ophogingen met of zonder grondwater (per blootgestelde zijde \*).

Beoogde levensduur (jaar)	5 ***)	25 ***)	50	75	100
Ongeroerde, schone bodem	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20
Verontreinigde bodem, geroerde grond	0,15	0,75	1,50	2,25	3,00
Zure bodem (veen, moeras)	0,20	1,00	1,75	2,50	3,25
Onverdichte grond (klei, zand) **)	0,18	0,70	1,20	1,70	2,20
Onverdicht, agressief ophoogmateriaal (bodemas, slakken, sintels)	0,50	2,00	3,25	4,50	5,75

**Figuur 2** Tabel 9.2 uit CUR 166

Voor het DO wordt uitgegaan van zure grond en minimaal 12,5 mm dikte. Met de gereduceerde dikte van 12,5-3,25=9,25 mm is gerekend. Omdat deze buisdikte niet voorkomt is met dikte 8 mm gerekend.

De aanwezigheid van zwerfstromen betekent een risico op snellere corrosie. In de nabijheid van stations is dit risico het grootst. Als mitigerende maatregel kan de buispaal geheel met gewapend beton worden gevuld zodat ook na corrosie van de stalen paal voldoende sterkte aanwezig blijft.

<sup>2</sup> Deltares, rapport 1209030, Corrosie van stalen damwandplanken in de grond;

## 2.9.6 Horizontale bedding

De beddingwaardes worden gebaseerd op ontwerprichtlijn CUR228. Waarden in Tabel 10 zijn hieruit afgeleid en gelden als gemiddelde waarden. De breedte van de grond die wordt gemobiliseerd door een paal ten opzichte van de breedte van de paal wordt uitgedrukt in de schelffactor. Empirische waarden voor de schelffactor worden gebruikt volgens Tabel 10.

**Tabel 10 Aan te houden waarden voor grondbeddingen en schelffactoren**

Grond	$k_n$	schelffactor	passieve druk
	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[-]
Veen	1500	1,2	2
Klei	3000	1,3	2
Zand	15000	2,0	3

Volgens NEN-EN 50341-2-15:2019 art. 8.2. NL.4 moet het effect van variatie van bedding op de krachtsverdeling worden beschouwd. De twee berekeningen per Axis model worden uitgevoerd met een lage veerwaarde ( $k$  uit de tabel gedeeld door  $\sqrt{2}$ ) en met een hoge veerwaarde ( $k$  uit de tabel maal  $\sqrt{2}$ ).

De reactie van de grondbedding op palen en poeren is gelimiteerd tot de grenswaarde van de maximale passieve gronddruk die zich kan ontwikkelen afhankelijk van de diepte. De bedding van de balk is daarbij nog gelimiteerd tot 50% van deze bedding. Voor de plaat is die weggelaten.

In de bijlage wordt verder ingegaan op de gehanteerde waarden in de berekening.

## 2.9.7 Verticale bedding

In de berekening van de tweepaalspoeren is een starre steun gehanteerd onder aan de palen. De verticale bedding van de paalpunt heeft geen invloed op de krachtsverdeling indien deze voor beide palen gelijk zijn.

In de berekening van de vierpaalspoeren heeft de verticale bedding van de paalpunt invloed op de krachtsverdeling. In de berekening is de invloed meegenomen van de verticale stijfheid. Er is gebruikt gemaakt van de empirische waarde  $1 \times 10^5$  kN/m.

### 3 FUNDATIES COMPONENTEN OPSTIJGPUNTEN

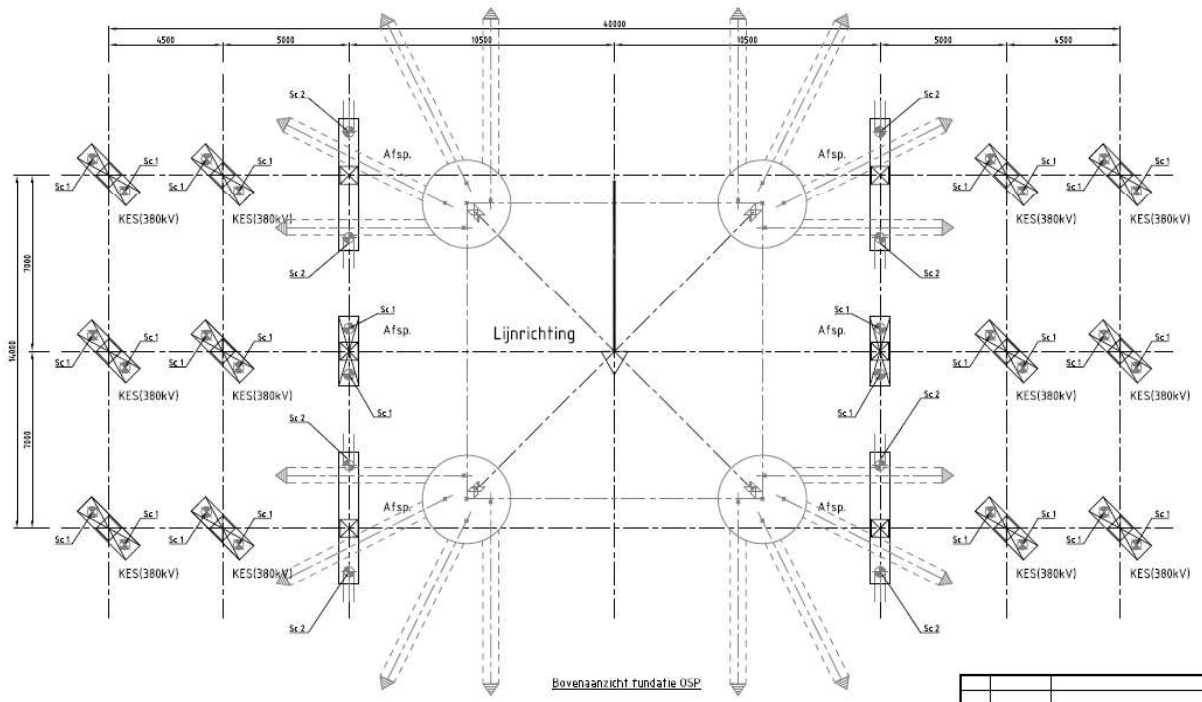
#### 3.1 Inleiding

De opzet van de opstijgpunten verschilt bij de twaalf locaties. Er zijn in de basis drie componenten aanwezig: de grondafspanning (GRA) of bundelafspanning (BUA) voor de isolator, de kabeleindsluiting (KES) en de overspanningsafleider (OSA). Alle poeren, zowel balken als platen, hebben een hoogte van 1 m en liggen met de bovenzijde boven maaiveld. De betonnen balken worden geplaatst op twee funderingspalen en de platen op vier. In de poeren zijn ankers opgenomen waarop de component wordt geplaatst.

De tweepaalspoeren OSA 150 (deze zijn optioneel) hebben een breedte van 0,75 m, de KES 150 (geometrie 1 symmetrisch en 2 met een overstek) hebben een breedte van 0,85 m, de GRA 150 ( berekend voor zowel sondering 20 als 21) hebben een breedte van 0,75 m, de OSA 380 hebben een breedte van 0,75 m, de KES 380 hebben een breedte van 0,90 m en de GRA 380 (geometrie 1 symmetrisch en 2 asymmetrisch) hebben ook een breedte van 0,75 m.

#### 3.2 EA-3\_so

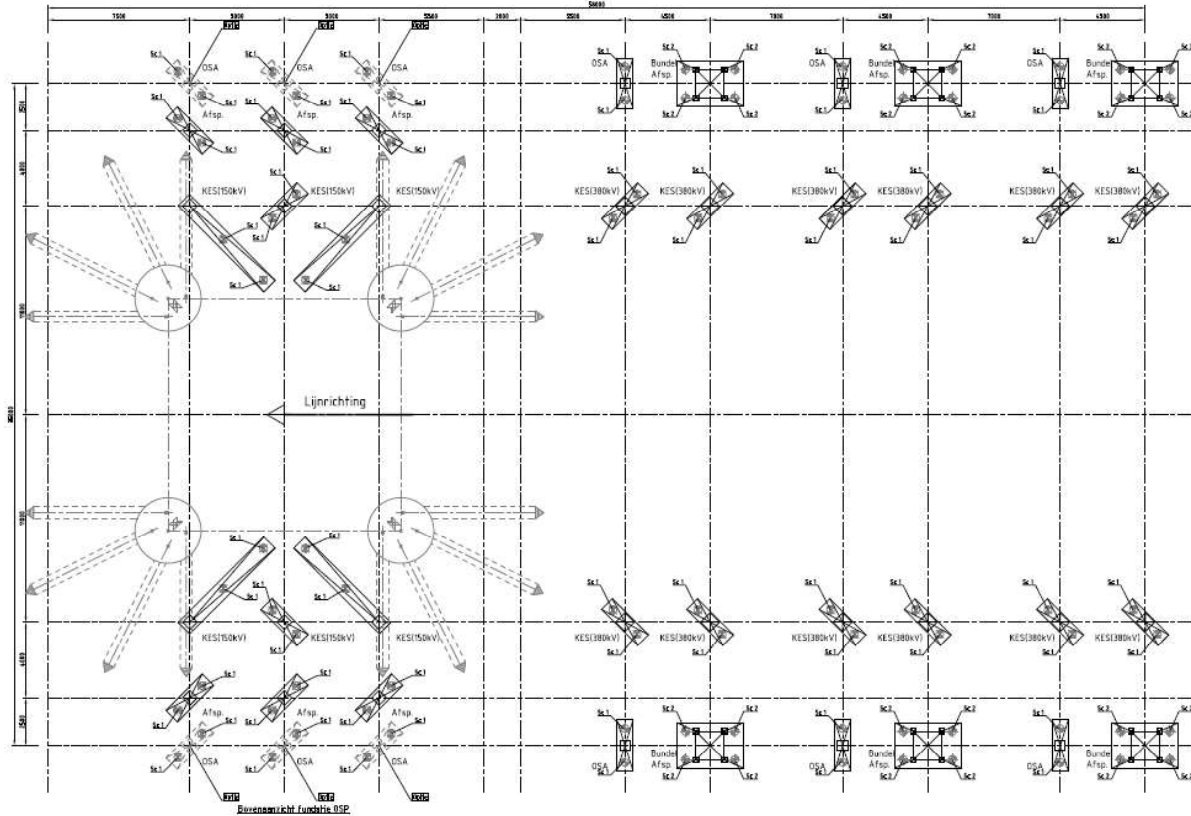
Bij EA-3\_so (mast 1014) komen de volgende types componenten voor namelijk KES 380 en GRA 380 (GRA met twee typen geometrie). Vanwege de schuine palen van de mast hebben de balken van de GRA 380 ook een langere versie waarbij de palen verder uit elkaar staan en beiden schoor staat met schoorstand 10 op 1. Dan worden de funderingspalen van de GRA 380 niet tegen die van de mast geschroefd. De scheefstand en positie is zodanig dat bij de dichtste nadering een afstand van tenminste driemaal de diameter van de grootste paal wordt bereikt tussen de palenschachten (circa 2 m). Zie Appendix B voor verdere toelichting.



Figuur 3 Overzicht van OSP masttype EA-3\_so

### 3.3 EA-3\_co

Bij EA-3\_co (mast 1025) komen de volgende types componenten voor namelijk OSA150 (optioneel), KES 150 (twee typen geometrie), GRA 150, OSA 380, KES 380 en BUA 380. Vanwege de schuine palen van de mast hebben de balken van de KES 150 ook een langere versie waarbij de balk voorzien is van een overstek. Dan worden de funderingspalen van de KES 150 niet tegen die van de mast geschroefd. De palen onder de plaat waar de BUA 380 op staat zijn diagonaal schoor gezet met een helling 10 op 1 om meer op trek en druk belast te worden dan op buiging.

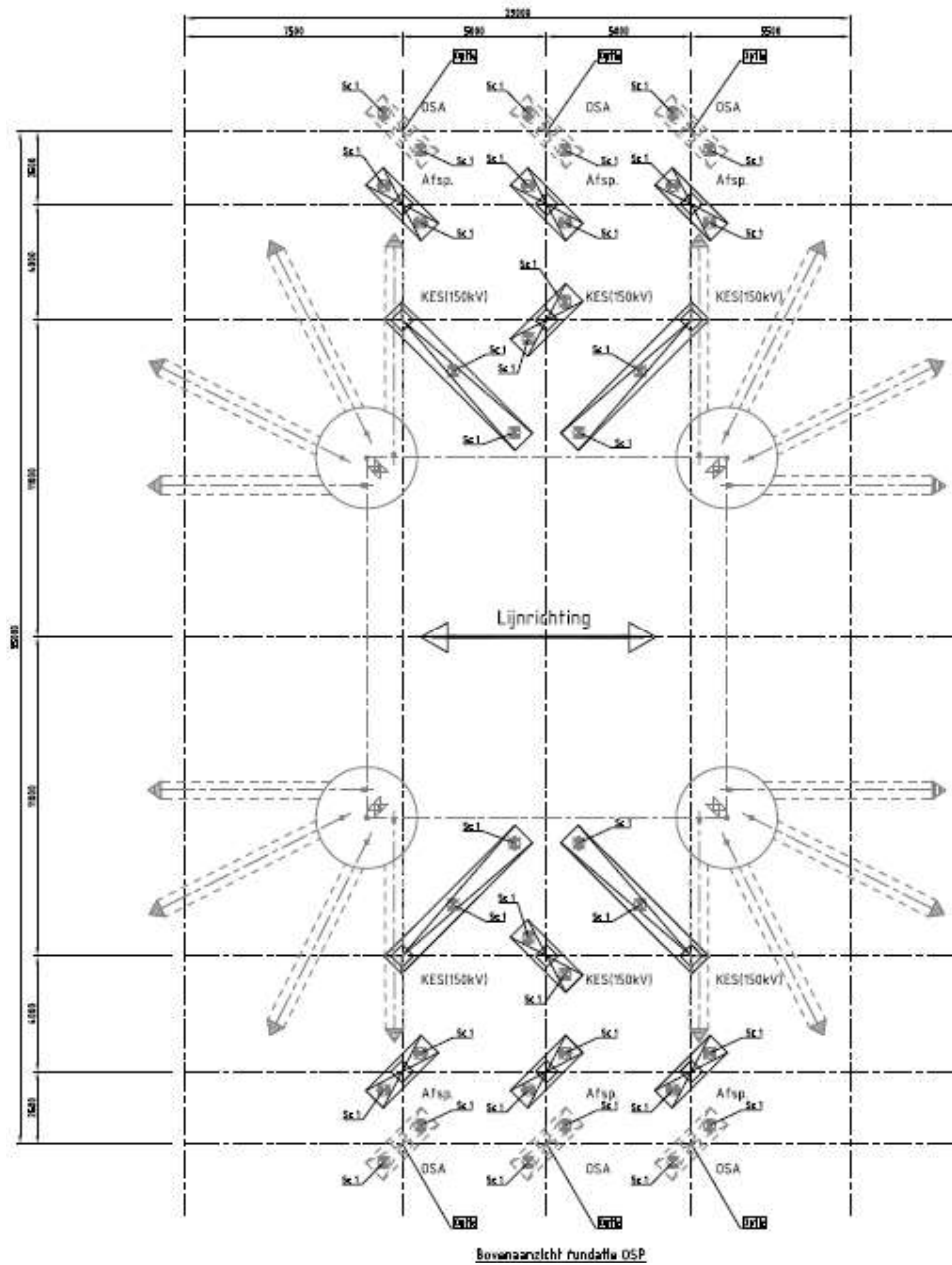


Figuur 4 Overzicht van OSP EA-3/co



### 3.4 HA+0\_ci

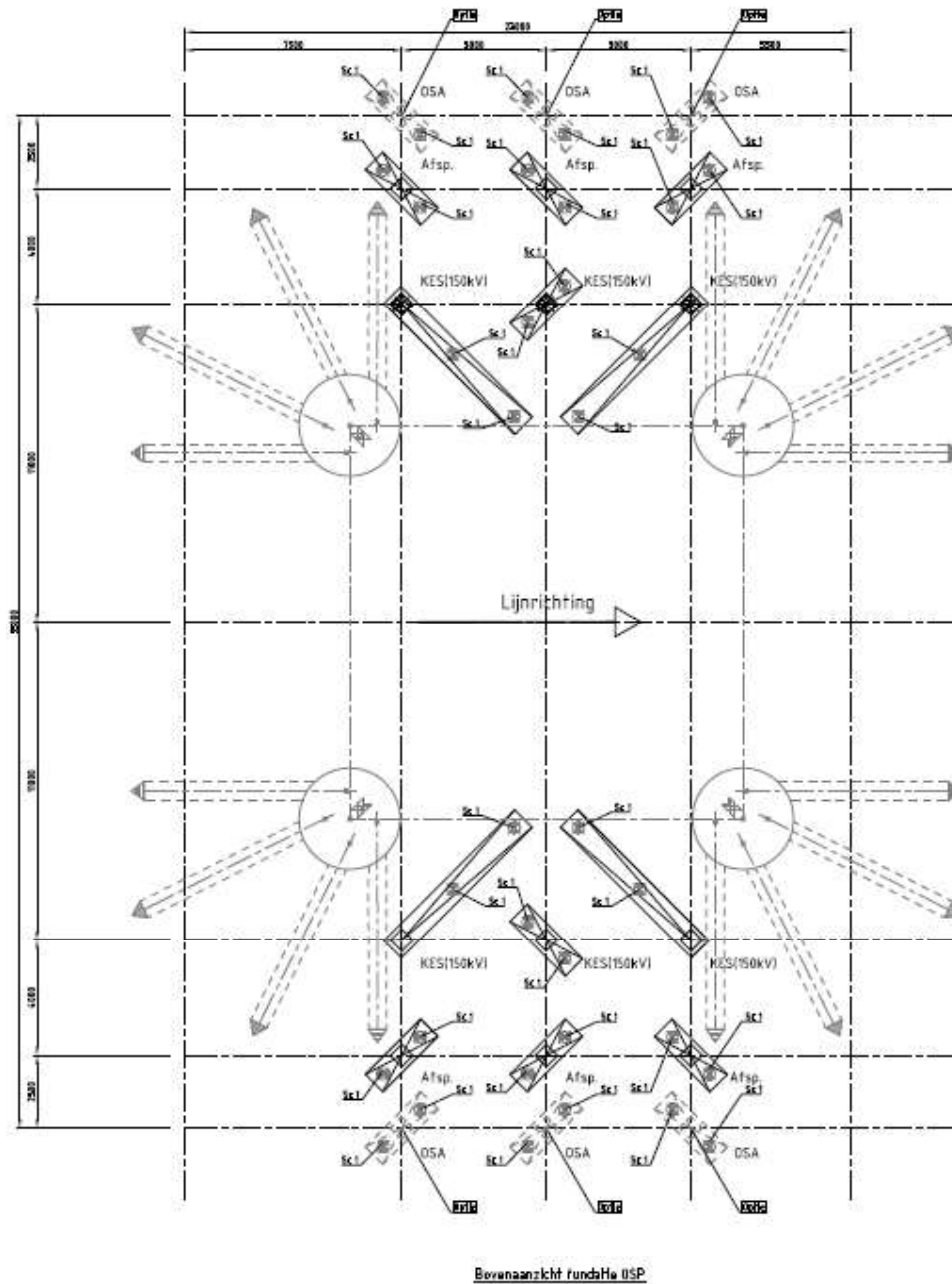
Bij HA+0\_ci (mast 1051,1066,1098,1099, 1147, 1153, 1167, 1168 en 1204) komen de volgende types componenten voor namelijk OSA150 (optioneel), KES 150 (twee typen geometrie) en GRA 150. Vanwege de schuine palen van de mast hebben de balken van de KES 150 ook een langere versie waarbij de balk voorzien is van een overstek. Dan worden de funderingspalen van de KES 150 niet tegen die van de mast geschroefd.



Figuur 5 Overzicht van OSP masttype HA+0\_ci

### 3.5 HA+3\_ca

Bij HA+3\_ca (mast 1114) komen de volgende types componenten voor namelijk OSA150 (optioneel), KES 150 (twee typen geometrie) en GRA 150 (met een andere belasting dan bij type HA+0\_ci). Vanwege de schuine palen van de mast hebben de balken van de KES 150 ook een langere versie waarbij de balk voorzien is van een overstek. Dan worden de funderingspalen van de KES 150 niet tegen die van de mast geschroefd.



Figuur 6 Overzicht van OSP masttype HA+3\_ca

## 4 TOETSING NIEUWE FUNDATIES OPSTIJGPUNT

### 4.1 Aanpak

De fundering wordt gecontroleerd op de volgende aspecten:

- De toetsing van de betonnen balken en plaat op buiging, dwarskracht en torsie
- De toetsing van de palen op buiging en normaalkracht. En op de verplaatsing in SLS conditie.
- Het geotechnisch draagvermogen van de palen op trek en druk.

In rapportage 002.678.00 0935998, DNV rapport 21-0966, zijn belastingen bepaald vanuit de componenten op de fundatie.

De toetsing van de balk en palen op buiging is uitgevoerd met het programma AxisVM. De geotechnische draagkracht wordt met TS/Paalfunderingen uitgevoerd, zie **Error! Reference source not found.**

### 4.2 Resultaten

De berekeningen zijn opgenomen in Appendix B. In Tabel 11 zijn de resultaten samengevat over alle onderzochte balk- en poertypes. De buigspanning in de paal voldoet. De verplaatsing en rotatie als gevolg van de kortsluitbelasting en windbelasting voldoet. De hoofdwapening in de balk is passend bij de betreffende balkafmeting. Naast de hoofdwapening moet nog rekening worden gehouden met wapening in de zijvlakken voor wringing en wapening voor het inleiden van de krachten in de palen.

**Tabel 11 Samenvatting resultaten toetsing opstijpunten**

	Berekend	Toelaatbaar		
Spanningsniveau buispaal	65	355 N/mm <sup>2</sup>	0,18	OK osp10
Max. u.c. paalbelasting druk	177	313 kN	0,57	OK osp10
Max. u.c. paalbelasting trek	158	334	0,47	OK osp10
Verplaatsing phi-r	0,0013	0,0020	0,65	OK osp10
Hoofdwapening balk	8Ø16			
Beugelwapening balk	Ø10-200			

De palen worden voornamelijk op druk belast. In Tabel 12 zijn de resultaten opgenomen voor druk en in Tabel 13 voor trek. Per opstijpunt zijn de maximale reacties over alle balken en poeren genomen. Uit de tabel blijkt dat de palen voldoen. Op het moment dat nieuwe sonderingen uitgevoerd zijn, kan het paalpuntniveau definitief worden bepaald.

**Tabel 12 Toetsing palen opstijpunten op druk**

Mast	Masttype	Component OSP	Paaltype	F <sub>Ed</sub> [kN]	Paalpunt niveau (t.o.v. N.A.P.)	F <sub>R,d,druk</sub> [kN]	U.C.
1014	EA-3_so	KES 380 geom.5	SI-paal 323/450	78	-13	404	0,19
1025 2pp	EA-3_co	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	177	0	604	0,29
1025 4pp	EA-3_co	BUA 380 geom.7	SI-paal 323/450	241	0	671	0,36
1051	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	177	-13	517	0,34
1066	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	177	-4,5	1185	0,15
1098/1099	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	177	-7,5	313	0,57
1114	HA+3_ca	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	177	-7,5	364	0,49
1147	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	177	-7,5	886	0,20
1153	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	177	-7,5	607	0,29
1167/1168	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	177	-7,5	563	0,31
1204	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	177	+2	686	0,26

**Tabel 13 Toetsing palen opstijgpunten op trek**

Mast	Masttype	Component OSP	Paaltype	F <sub>Ed</sub> [kN]	Paalpunt niveau (t.o.v. N.A.P.)	F <sub>R,d,trek</sub> [kN]	U.C.
1014	EA-3_so	GRA 380 geom.6.1	SI-paal 323/450	19	-13	166	0,11
1025 2pp	EA-3_co	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	10	0	272	0,06
1025 4pp	EA-3_co	BUA 380 geom.7	SI-paal 323/450	158	0	334	0,47
1051	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	10	-13	248	0,06
1066	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	10	-4,5	359	0,04
1098/1099	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	10	-7,5	97	0,16
1114	HA+3_ca	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	10	-7,5	159	0,10
1147	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	10	-7,5	249	0,06
1153	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	10	-7,5	198	0,08
1167/1168	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	10	-7,5	192	0,08
1204	HA+0_ci	KES 150 geom.2.2	SI-paal 323/450	10	+2	327	0,05

Druk is maatgevend. De OSP palen bij de masten 1014 en 1051 (sonderingen 1 en 11) zijn met zodanige lengte uitgevoerd dat de punt in een zandlaag staat.

## 5 CONCLUSIE

Deze rapportage bevat de beschrijving van het constructieve ontwerp van de fundaties van de nieuwe opstijgpunten in nieuwe 150 en 380 kV-lijnen (OSP) en de toetsing aan de eisen uit de geotechnische normen en TenneT-specificaties. Het gaat om de opstijgpunten bij de nieuwe masten met mastnummers 1014, 1025, 1051, 1066, 1098, 1099, 1114, 1147, 1153, 1167, 1168 en 1204.

De fundaties van de opstijgpunten bestaan uit verschillende typen betonnen poeren, balken met twee palen of platen met vier palen.

Deze balken en platen worden op buiging en wringing belast door de krachten vanuit de componenten en de afloper. De palen dragen de belastingen uit de balken en platen af via buiging en door druk. De palen, balken en platen zijn getoetst en voldoen. Er worden schroefinjectiepalen gebruikt.

De berekeningen zijn gebaseerd op bestaande sonderingen of op sonderingen in de nabijheid van de locatie. In de UO-fase moeten nieuwe sonderingen bij iedere locatie worden uitgevoerd om de definitieve berekeningen te kunnen maken.



## **APPENDIX A**

### **Berekening fundatie van de opstijgpunten**

---

Deze Appendix bevat de resultaten van de berekening van de paal draagvermogen.

- Nieuwe palen opstijgpunten op trek.
- Nieuwe palen opstijgpunten op druk.

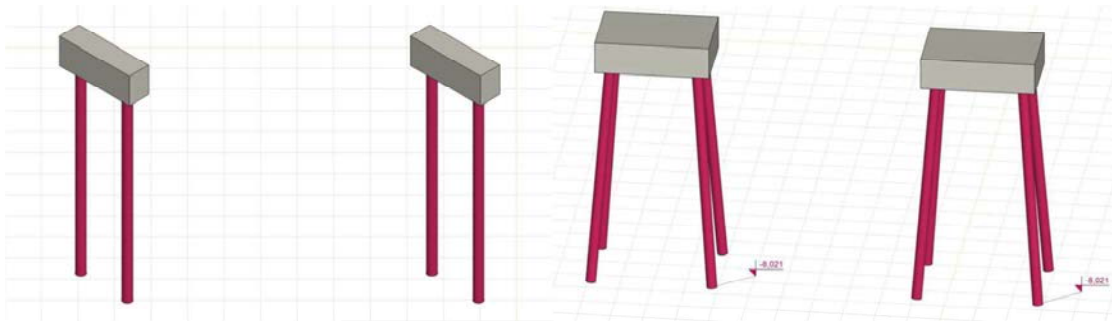
## APPENDIX B

### Berekening fundatie van de opstijpunten

In deze Appendix is het rekenmodel van de fundatiebalken van de opstijpunten opgenomen.

#### Schematisering

De poerconstructies worden geschematiseerd als betonbalken of een plaat met ondersteuning in de vorm van elastisch ondersteunde palen. De belasting grijpt aan in x- en y- en z-richting op het niveau van de poeren. Het programma AxisVM is gebruikt voor de berekening. Het model van één van de negen fundatietypes met balken (OSA 150 als voorbeeld) is in Figuur 7 weergegeven, ernaast het model voor de plaat (BUA 380).



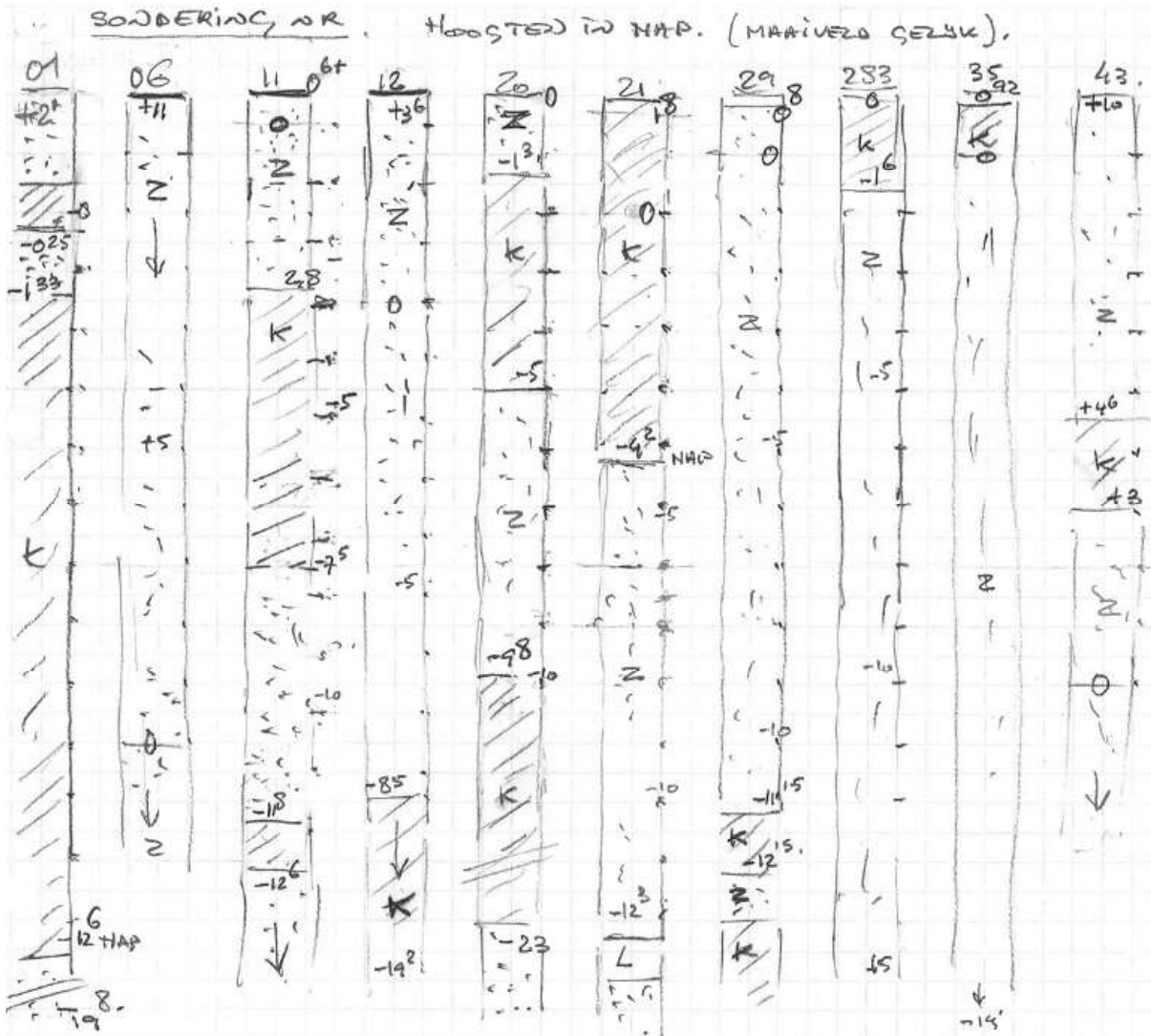
**Figuur 7** Rekenmodellen tweepaalspoeren en vierpaalspoer

In Tabel 14 zijn de uitgangspunten gegeven voor de beddingen tegen de palen. Volgens NEN-EN 50341-2-15:2019 art. 8.2. NL.4 moet het effect van variatie van bedding op de krachtsverdeling worden beschouwd. De twee berekeningen per Axis model worden uitgevoerd met een lage veerwaarde ( $k$  uit de tabel gedeeld door  $\sqrt{2}$ ) en met een hoge veerwaarde ( $k$  uit de tabel maal  $\sqrt{2}$ ).

**Tabel 14** Beddingwaarden

Paal	Grond	$k_h$ [kN/m <sup>3</sup> ]	schelp [-]	Diameter [m]	Gem. [kN/m]	Laag [kN/m]	Hoog [kN/m]
Ø323/450	Veen	1500	1,2	0,323	581	411	822
	Klei	3000	1,3	0,323	1260	891	1781
	Zand	15000	2,0	0,387	11595	8199	16398
Balk	Veen	1500	1	1,00	1500	1061	2121
	Klei	3000	1	1,00	3000	2121	4243
	Zand	15000	1	1,00	15000	10607	21213

De volgende bodemprofielen in Figuur 8 zijn vereenvoudigd afgeleid per sondering uit de resultaten van Technosoft software. Deze zijn naast elkaar gezet waarbij het maaiveld gelijk is gehouden. Daarbij staat voor de bovenste lagen "k" voor klei en "z" voor zand. De hoogten in N.A.P. staan erbij vermeld. Doel van deze schets is om in één oogopslag te kunnen zien welke sondering de grootste horizontale verplaatsing van de bovenste lagen geeft. Deze wordt gebruikt voor het doorrekenen met AxisVM van een type OSP die op meerdere plaatsen voorkomt. Bij de sondering met de zwakste tegendruk wordt de grootste verplaatsing of rotatie bereikt. Als die na berekening met AxisVM te groot is kan voor een groter paalttype gekozen worden of voor meer palen. Ook kunnen de vergelijkingsspanningen te hoog worden in de palen.



Figuur 8 Grondopbouw afgeleid uit sonderingen



In Tabel 15 staat het overzicht van de sonderingen met bijbehorende masten en van de bijbehorende OSP's met tweepaalspoeren en de vierpaalspoer. Er zijn zeven verschillende opstijgpunten. Bij de opstijgpunten KES 150 kV en GRA 380 kV komen twee verschillende geometrieën voor. Bij het opstijgpunt GRA 150 kV komen twee verschillende belastinggevallen voor. We komen dan tot tien AxisVM modellen OSP nummers 01 t./m. 10. Sommige OSP nummers komen voor bij verschillende masten en dus bij verschillende sonderingen. Dit is aangegeven met een x. Per AxisVM model wordt één maatgevende sondering gekozen waarmee gerekend wordt. Dit is aangegeven met een xM. Dat is de sondering per OSP nummer die de zwakste tegendruk geeft. Vier sonderingen zijn maatgevend, namelijk de sonderingen 19-1008\_1, 6, 20 en 21.

**Tabel 15 Overzicht OSP versus sonderingen**

OSP doel	geom./b.g.	OSP nr.	Mastnummers															
			1014		1025		1051		1066		1098 & 99 1114		1147		1153		1167 & 68 1204	
			1008_1	1008_6	1008_11	1008_12	1008_20	1008_21	1008_29	283.S02	1008_35	1008_43						
OSA 150 kV optie	geom.1	OSP 01		x	x	x	x	x	xM	x	x	x	x					
KES 150 kV	geom.2.1	OSP 02		x	x	x	x	x	xM	x	x	x	x					
KES 150 kV	geom.2.2	OSP 03		x	x	x	x	x	xM	x	x	x	x					
GRA 150 kV	b.g.3.1	OSP 04		x	x	x	x	xM		x	x	x	x					
GRA 150 kV	b.g.3.2	OSP 05							xM									
OSA 380 kV	geom.4	OSP 06		xM														
KES 380 kV	geom.5	OSP 07	xM	x														
GRA 380 kV	geom.6.1	OSP 08	xM															
GRA 380 kV	geom.6.2	OSP 09	xM															
BUA 380 kV	geom.7	OSP 10		xM														

De reacties van de grondbedding op palen en poeren is gelimiteerd tot de grenswaarde van de maximale passieve gronddruk die zich kan ontwikkelen afhankelijk van de diepte. De reacties van de grondbeddingen op de balken zijn daarbij gelimiteerd tot 50% van de maximale passieve gronddruk om de relatief stijve balk niet teveel te laten afdragen aan de grond(bedding). Voor de plaat is die om dezelfde reden de grondbedding geheel weggelaten.

Over de bovenste meters waar de grootste verplaatsingen optreden, is vanuit die overweging de reactie van de lijnondersteuning aan de paal in de berekening begrensd tot de grenswaarde van de maximale passieve gronddruk. Daarbij is drie meter aangehouden beginnende onder de onderzijden van balken en poeren. We nemen aan dat de grond daar enigszins ontspannen is.

Er is voor het bepalen van de gronddrukken uitgegaan van een volumiek gewicht van 17 kN/m<sup>3</sup>, met een grondwaterstand van 0,5 m beneden maaiveld.

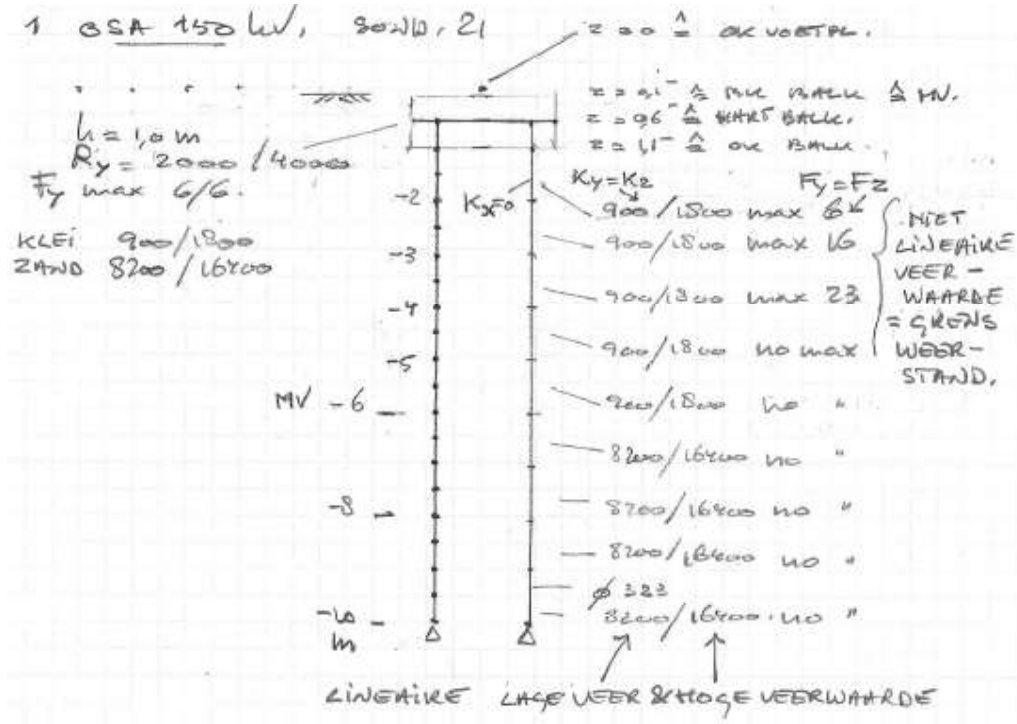
De methode van Bijlage C van NEN 1997-1 is gevolgd. De grenswaarde van de maximale passieve gronddruk is conservatief bepaald met de lage  $k_{pa}$  van klei, namelijk 2 kN/m<sup>3</sup>. In Tabel 16 zijn de maximale grondweerstand samengevat die zijn toegekend aan de elastische ondersteuning van de palen. Toegepast over de bovenste drie meters palen zijn de waarden per meter dus 6, 16 en 23 kN. Voor de paalbreedte geldt dat deze in cohesieve grond gelijk is aan de schachtbreedte. In zand komt daar de halve dikte van het grout bij. Wij rekenen met waarde zand in Technosoft en bij de bepaling van de passieve gronddruk.

**Tabel 16 Begrenzing passieve gronddruk**

Paal	Grond	Niveau [m]	$\rho$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$k_{pa}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	schelp [-]	Diameter [m]	Max. druk [kN]	Max. druk [kN] 50%
Ø323	Klei	0	0	2	1,3	0,323	0,0	0,0
		-1	12	2	1,3	0,387	6,0	3,0
		-2	19	2	1,3	0,387	15,6	7,8
		-3	26	2	1,3	0,387	22,6	11,3
Balk	Klei	0	0					
		-1	12	2	1	1	12,0	6,0

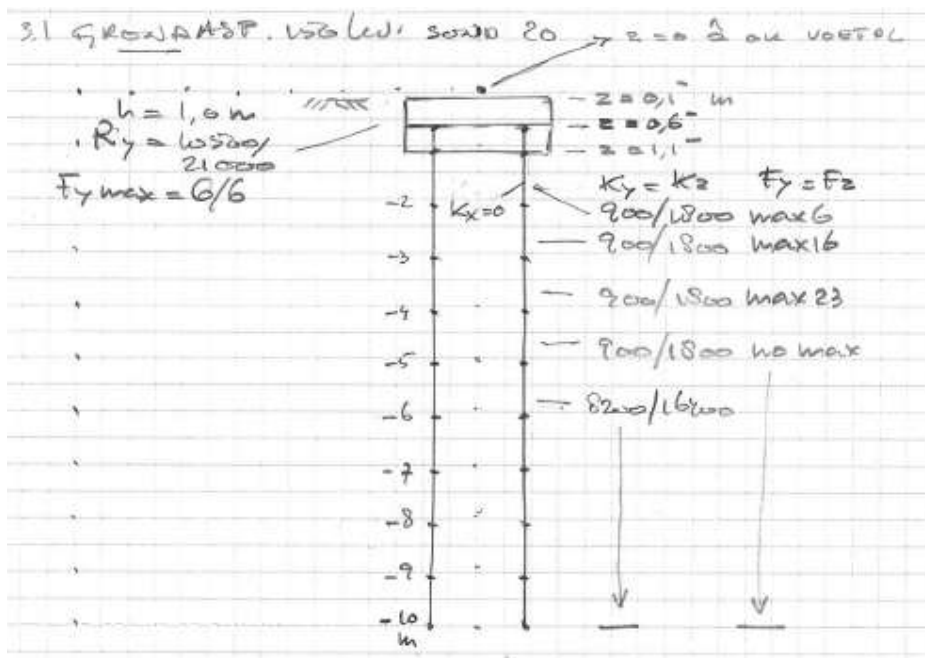
De betonbalken zijn volledig door grond ingebed. Hier is de maximale druk gelimiteerd tot 50% van de maximale passieve gronddruk zoals eerder vermeld, met waarde 6 kN/m.

De Axis modellen lopen tot -8 m door. Dit voldoet aan de minimum verticale lengte van 7 m. In Figuur 9 staat de schematisering van de beddingen op de constructie bij sondering 19-1008\_21 gegeven.



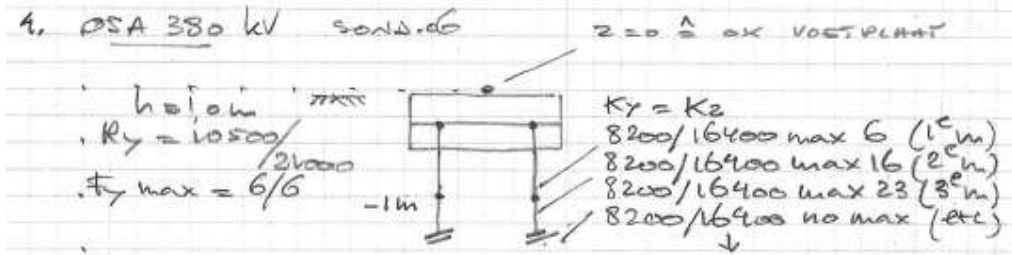
**Figuur 9 Beddingen op sondering 2019-1008\_21**

In Figuur 10 Beddingen op sondering 2019-1008\_20 staat de schematisering van de beddingen op de constructie bij sondering 19-1008\_20 gegeven.



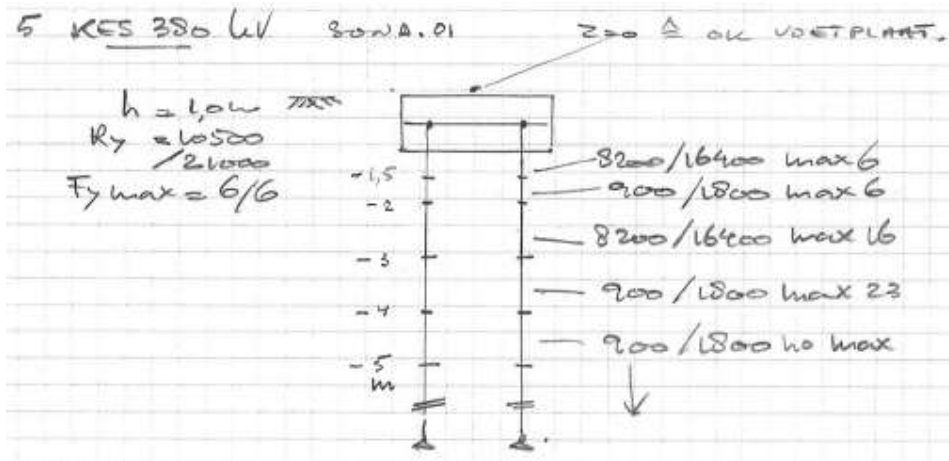
**Figuur 10 Beddingen op sondering 2019-1008\_20**

In Figuur 11 staat de schematisering van de beddingen op de constructie bij sondering 19-1008\_6 gegeven.



**Figuur 11 Beddingen op sondering 2019-1008\_6**

In Figuur 12 staat de schematisering van de beddingen op de constructie bij sondering 19-1008\_1 gegeven.

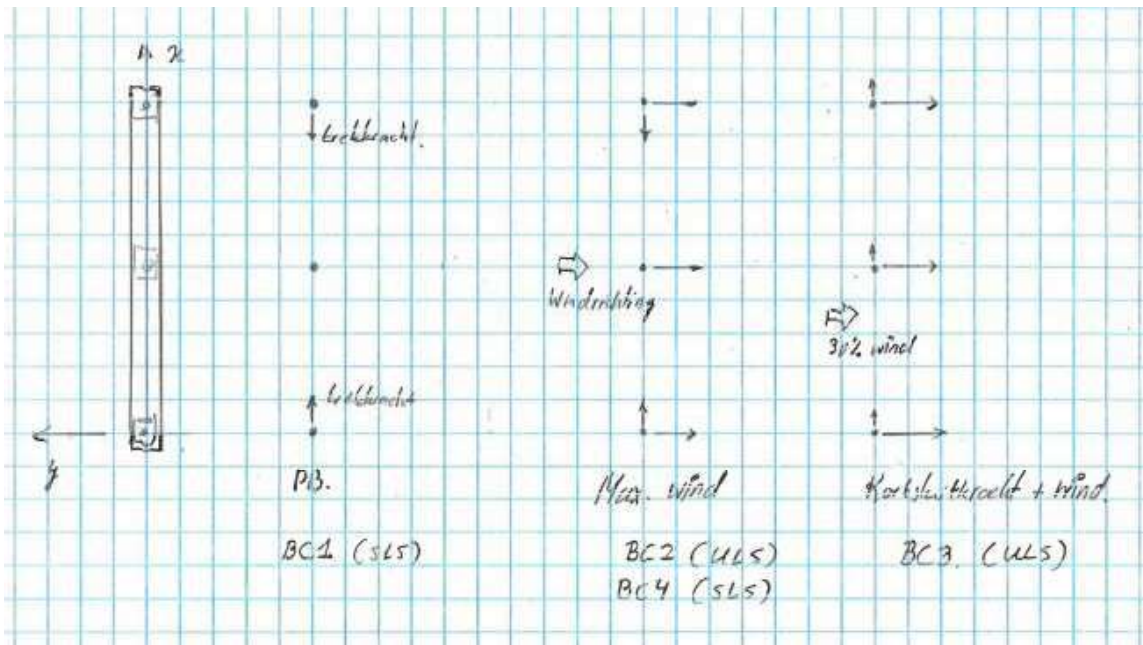


**Figuur 12 Beddingen op sondering 2019-1008\_1**

## Belastingen

De belastingen zijn ontleend aan de berekeningen zoals beschreven in 002.678.00 0935998, DNV rapport 21-0966. Er zijn drie belastingcombinaties gerekend, zie Figuur 13:

- permanente belasting (eigen gewicht en EDS-trekkkracht uit geleider). Eigen gewicht van de poeren wordt automatisch meegenomen door het programma. Vanwege extra elementen aan de componenten is 1,5 toeslag gehanteerd;
- maximale windbelasting;
- de combinatie van kortsluitbelasting en gereduceerde windbelasting, richting haaks op of evenwijdig aan de balk;
- De wind belasting als SLS, voor de beoordeling van verplaatsingen.



**Figuur 13 Onderzochte belastinggevallen**

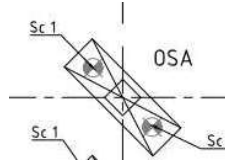
Alle componenten zijn volbelast gerekend. De herkomst van de belastingen worden aangegeven per type OSP (van de tien).

De belastingen van de OSP's zijn zowel opgenomen in de lokale richting van deze component als in de richting van de balk. Dit heeft te maken met de soms 45° gerooteerde opstelling. De balken van OSA 150 en GRA 150 worden daarom in diagonale richting gemodelleerd.

In Tabel 17 tot en met Tabel 24 zijn de belastingen opgenomen.

### Tabel 17 Belastingen OSA 150 kV

Masttype HA+0\_ci, HA+3\_ca en EA-3\_co, tek. 1011, 1012 en 1013  
Eén poertype

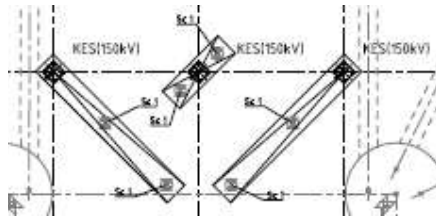


Onderdeel	Belastinggeval	$F_x$ (kN)	$F_y$ (kN)	$F_z$ (kN)	$M_x$ (kNm)	$M_y$ (kNm)
OSA150	Wind ULS	0,8	1,8	-3,1	-3,9	3,4
	Kortsluiting	0,6	7,1	-3,1	-28,8	2,3
	Wind SLS	0,8	1,2	-2,5	-2,6	3,4
	Permanent	0,6	0	-1,7	0	2,3

Herkomst is de berekening van de OSA met AxisVM. De belastingen gelden voor de SLS combinatie pb, en de ULS voor wind en kortsluiting. De belastingen zijn in het orthogonale stelsel, de x-richting is de lijnrichting in de plattegrond. De balk is in diagonale richting gemodelleerd.

### Tabel 18 Belastingen KES 150 kV

Masttype HA+0\_ci, HA+3\_ca en EA-3\_co, tek. 1011, 1012 en 1013  
Twee poertypes

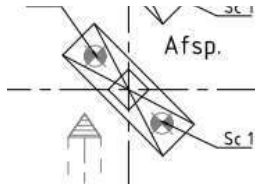


Onderdeel	Belastinggeval	$F_x$ (kN)	$F_y$ (kN)	$F_z$ (kN)	$M_x$ (kNm)	$M_y$ (kNm)
KES (lokaal)	ULS 1a_45	-2,7	-3,5	-15,8	-5,9	-2,3
	ULS_8_45	-5,2	-5,6	-15,8	-19,7	-16,1
	SLS 1a_45	-1,8	-2,4	-13,1	-4,0	-1,4
	SLS_7	0,2	-0,2	-13,4	-0,7	0,6

Dit is het resultaat uit reacties PLS-TOWER. Uitgangspunt is de lokale richting van de balk. De balk wordt in x- en y-richting gemodelleerd.

### Tabel 19 Belastingen GRA 150 kV

Masttype HA+0\_ci, HA+3\_ca en EA-3\_co, tek. 1011, 1012 en 1013  
Eén poertype



Onderdeel	Belastinggeval	$F_x$ (kN)	$F_y$ (kN)	$F_z$ (kN)
Grondafsp. 150 kV	Permanent	1,1	3	5,0
HA+0_ci	Wind ULS	4,2	8,1	18,4
EA-3_co	Kortsluiting	3,1	8,0	23,6
	Wind SLS	2,9	6,5	14,8

Dit geldt voor alle masten behalve mast 1014 en 1114. Ongunstigste is sondering 20. Gebaseerd op Appendix B mastrapport HA+0\_ci, omhullende van  $R_x$ ,  $R_y$  en  $R_z$ . De krachten gelden voor het orthogonale assenstelsel, de x-as is de lijnrichting. Balk is diagonaal gemodelleerd.

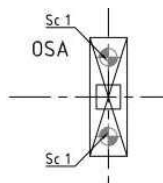
### Tabel 20 Belastingen GRA 150 kV (mast 1114)

Onderdeel	Belastinggeval	$F_x$ (kN)	$F_y$ (kN)	$F_z$ (kN)
Grondafsp. 150 kV	Permanent	1,0	2,7	5,0
HA+3_ca	Wind ULS	4,0	8,0	19,6
	Kortsluiting	2,7	7,0	22,8
	Wind SLS	2,9	6,4	14,8

Alleen mast 1114 met sondering 21. Gebaseerd op Appendix B mastrapport HA+3\_ca, omhullende van  $R_x$ ,  $R_y$  en  $R_z$ . De krachten gelden voor het orthogonale assenstelsel, de x-as is de lijnrichting. Balk dus diagonaal gemodelleerd.

### Tabel 21 Belastingen OSA 380 kV

Mast 1025, tek. 1011  
Eén poertype

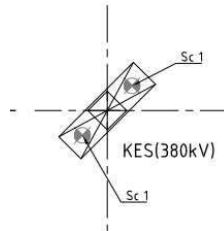


Onderdeel	Belastinggeval	$F_x$ (kN)	$F_y$ (kN)	$F_z$ (kN)	$M_x$ (kNm)	$M_y$ (kNm)
OSA380	Wind ULS	1,9	3,7	-7,3	-14,2	12,6
	Kortsluiting	1,3	9,8	-7,3	-62,5	8,4
	Wind SLS	1,9	2,5	-6,1	9,5	12,6
	Permanent	1,3	0	-6,1	0	8,4

Herkomst is de berekening van de OSA met AxisVM. De belastingen gelden voor de SLS combinatie pb, en de ULS voor wind en kortsluiting. Het max. moment belast de balk op torsie.

### Tabel 22 Belastingen KES 380 kV

Mast 1014 en 1025, tek. 1010 en 1011  
Eén poertype

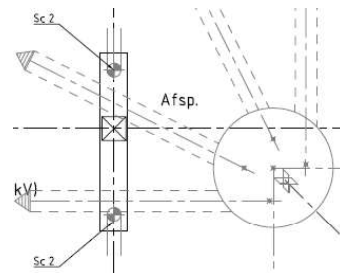
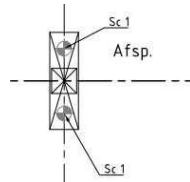


Onderdeel	Belastinggeval	$F_x$ (kN)	$F_y$ (kN)	$F_z$ (kN)	$M_x$ (kNm)	$M_y$ (kNm)
KES380 (lokaal)	ULS 8_0	-7,7	-6,9	-25,5	-44,8	-41,4
	ULS 8_90	-6,0	-8,7	-25,5	-49,0	-37,3
	SLS 1a_0	-5,2	-0,6	-21,2	-4,2	-9,6
	SLS 1a_90	0,6	-6,4	-21,2	-18,3	4,0
	SLS 7	0,4	-0,3	-21,2	-2,2	2,2

Dit is het resultaat uit reacties PLS-TOWER. Bestand: "OSP KES (380kV) 2.5m - Reacties PLS TOWER v1.4 v3.xlsx".  
ULS 8-combinaties zijn dominant voor sterkte. SLS-combinatie is alleen wind relevant, short circuit heeft geen BGT.  
SLS 7 is de permanente belasting. Uitgangspunt is de lokale richting van de balk. De balk wordt in x- en y-richting gemodelleerd.

### Tabel 23 Belastingen GRA 380 kV

Mast 1014 - tek. 1010



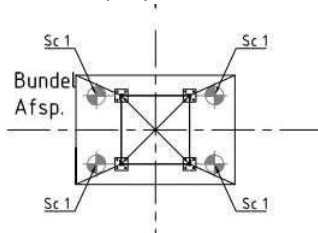
2 poertypes te berekenen

Onderdeel	Belastinggeval	$F_x$ (kN)	$F_y$ (kN)	$F_z$ (kN)
Grondafsp. 380 kV	Permanent	0,7	2,2	10,0
	Wind ULS	6,6	3,8	50,0
	Kortsluiting	0,0	3,2	64,0
	Wind SLS	4,7	3,0	39,4

Gebaseerd op Appendix B mastrapport EA-3\_so. Kortsluitbelasting gebaseerd op Appendix 21-0966 of mastrapport EA-3\_so. De krachten gelden voor het orthogonale assenstelsel, de x-as is in de balkrichting.

**Tabel 24 Belastingen BUA 380 kV**

Twee types met verschillende belasting, maar kunnen gelijk genomen worden  
Belasting komt uit vier pootjes vanuit de vakwerkkolom

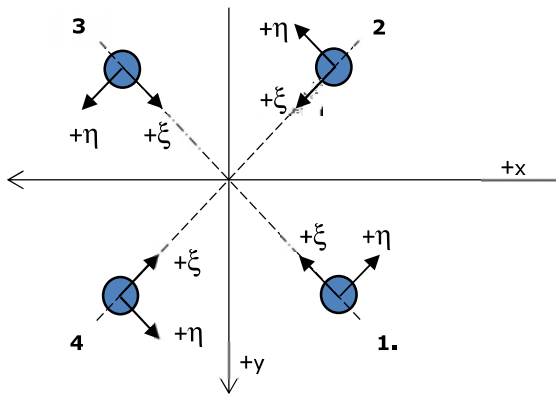


Belastingen op 4-paalspoeren		Belastingen gebaseerd op zwaarst belaste poer			
Stijl	Combinatie	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	
1	ULS 1a_105	0,5	-10,62	122,3	Max Mx, wind UGT
2	ULS 1a_105	34,6	-1,2	256,8	
3	ULS 1a_105	0,4	-13,5	-115,9	
4	ULS 1a_105	30,9	-0,89	-247,8	
1	ULS 1a_135	0,9	-8,55	193,7	Max My, wind UGT
2	ULS 1a_135	44,5	-1,32	302,3	
3	ULS 1a_135	0,6	-10,96	-183,8	
4	ULS 1a_135	41,3	-0,91	-290,7	
1	SLS 1a_105	0,4	-7,08	91,4	Max Mx, wind BGT
2	SLS 1a_105	25,1	-0,8	181,9	
3	SLS 1a_105	0,3	-9,11	-88,3	
4	SLS 1a_105	22,7	-0,66	-177,0	
1	SLS 1a_135	0,6	-5,71	142,2	Max My, wind BGT
2	SLS 1a_135	32,3	-0,89	215,5	
3	SLS 1a_135	0,5	-7,43	-136,3	
4	SLS 1a_135	30,1	-0,68	-208,4	
1	SLS 7	0,2	0	57,3	Permanent
2	SLS 7	11,4	-0,18	59,2	
3	SLS 7	0,2	-0,37	-62,1	
4	SLS 7	11,0	-0,18	-63,9	

Bron: Belastingen op basis berekening PLS-TOWER. Voor ULS en SLS de combinatie opgezocht met max Mx of My en de permanente belasting.



Onderaanzicht van de BUA.



Stijl 1 komt overeen met Axis knopen 80 en 181. Stijl 2 komt overeen met Axis knopen 78 en 179. Stijl 3 komt overeen met Axis knopen 4 en 111. Stijl 4 komt overeen met Axis knopen 38 en 145.

**Tabel 25 Belastingcombinaties BUA**

Naam	Type	EG (PERM1)	Perm SLS7 (PERM1)	WindULS 1a_105 (VER1)	WindULS 1a_135 (VER1)	WindSLS 1a_105 (VER1)	WindSLS 1a_135 (VER1)
Co #1	UGT	1,20	1,20	0,0	0,0	0,0	0,0
Co #2	UGT	1,35	1,35	0,0	0,0	0,0	0,0
Co #3	UGT	1,2	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Co #4	UGT	1,2	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
Co #5	UGT	0,6	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Co #6	UGT	0,6	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
Co #7	BGT Karakteristiek	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
Co #8	BGT Karakteristiek	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Co #9	BGT Quasi-blijvend	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Co #2. De 1,35 combinatie alleen PB.

Co #3 en 4. Combinaties van alle geleiderbelastingen factor 1,0 (zijn al rekenwaarden) met ongunstig effect eigen gewicht balk.

Co #5 en 6. Combinaties van alle geleiderbelastingen factor 1,0 (zijn al rekenwaarden) met gunstig effect eigen gewicht balk inclusief grondwaterdruk.

Co #7 en 8. SLS combinatie alleen eigen gewicht.

Co #9. SLS combinatie, alleen in combinatie wind, niet voor kortsluitbelasting.

## Toetsing

De fundering wordt gecontroleerd op de volgende aspecten:

- De buiging, dwarskracht en torsie in de betonnen balk, zijn de krachten opneembaar binnen de gekozen doorsnede en voldoet een indicatief bepaalde wapening.
- De toetsing van de palen op buiging en normaalkracht, voldoen de spanningen;
- Het geotechnisch draagvermogen van de palen op trek en druk;
- de verplaatsing in SLS-conditie. Als eis geldt 1/150 scheefstand, er wordt getoetst aan 1/500 omdat de vervorming van de kolom boven op de vervorming uit de fundatie komt. De uitbuiging onder de kortsluitbelasting hoeft niet te worden getoetst, er is geen schakelende apparatuur.

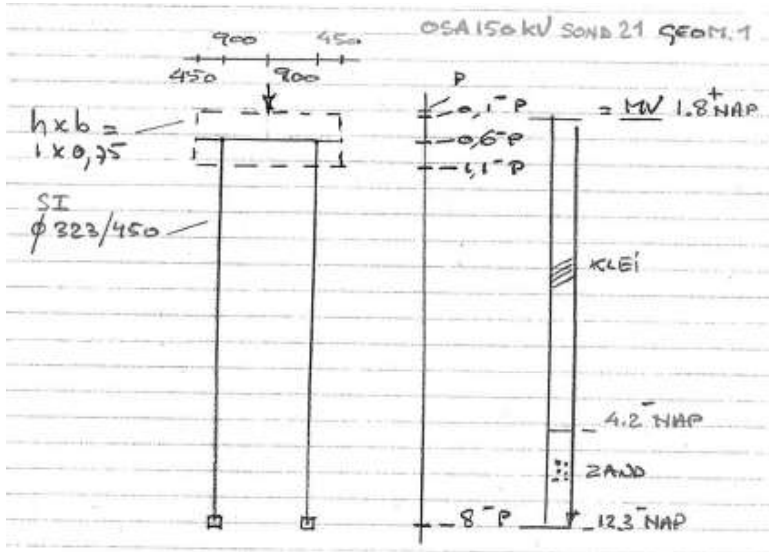
De gronddruk wordt niet getoetst, deze is immers reeds begrensd. Voor de toetsing van de betonconstructie wordt gebruikgemaakt van de DNV-spreadsheet "Beton". De spanning in de palen wordt rechtstreeks in AxisVM beoordeeld. Het draagvermogen van de palen is bepaald met TS/paalfunderingen.

In de volgende paragrafen wordt per OSP de toetsing uitgevoerd.

## OSP 01 OSA 150 kV sond 21 geom 1

### Schema

De betonbalken zijn groot  $b \times h = 750 \times 1000$  mm bij OSP 01 OSA 150 kV sond 21 geom 1. Zie de Figuur 14. Deze constructie komt voor bij de sonderingen 2019-1008-6, -11, -12, -20, -21, -29, -35, -43 en bij 02P001595\_283.S02 (die zich tussen -29 en -35 in bevindt op het lengteprofiel). Het grondprofiel met sond 21 is weergegeven ernaast. Dit grondprofiel is voor het Axis model gebruikt omdat daar de zwakste horizontale tegendruk in de bovenste lagen wordt verwacht waardoor de verplaatsing het grootst is aan de paalkop.



Figuur 14 OSP 01 OSA 150 kV sondering 21 geometrie 1

### Resultaten

Zie berekening AxisVM voor de doorsnedekrachten in de betonbalk. In Tabel 26 zijn de resultaten van AxisVM samengevat voor de balk. De toetsing van palen is in Tabel 27 opgenomen.

Tabel 26 Resultaten betonbalk OSP 01 OSA 150 kV sond 21 geom 1

Doorsnedekracht	Berekend
$V_{z,Ed}$	38 kN
$V_{y,Ed}$	2 kN
$M_{y,Ed}$	19 kNm
$M_{z,Ed}$	1 kNm
$M_{t,Ed}$	13 kNm

Tabel 27 Resultaten

OSP 01	Berekend	Toelaatbaar	
Spanningsniveau buispaal	27	355 N/mm <sup>2</sup>	0,08 OK
Max. paalbelasting druk	47	>313 kN	<0,15 OK
Max. paalbelasting trek	-	-	OK
Verplaatsing phi-x	0,0002	1/500=0,002	0,10 OK
Hoofdwapening balk	8Ø16	kN	
Beugelwapening balk	Ø10-200	kN	

Conclusie: de fundatie voldoet.

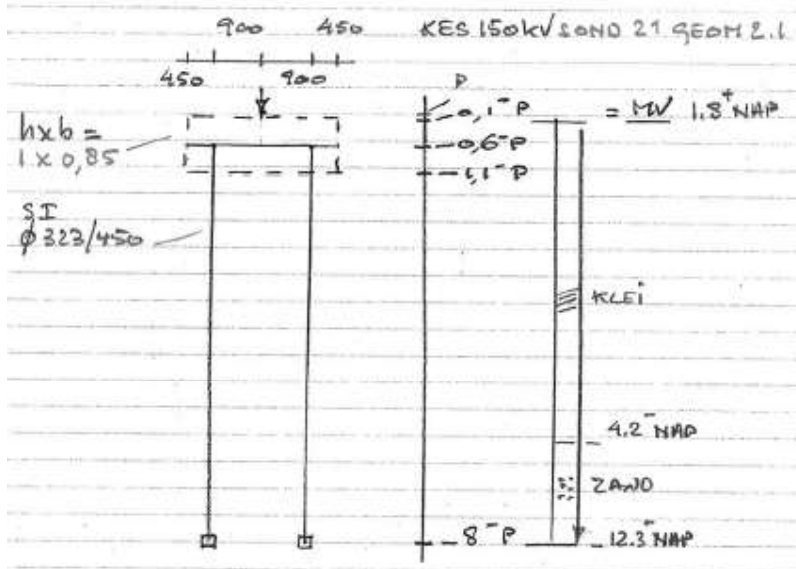
Bijlage: rapport AxisVM OSP 01 OSA 150 kV sond 21 geom 1.

De omhullende van alle toetsingen is in de rapportage opgenomen.

## OSP 02 KES 150 kV sond 21 geom 2.1

### Schema

De betonbalken zijn groot  $b \times h = 850 \times 1000$  mm bij OSP 02 KES 150 kV sond 21 geom 2.1. Zie de Figuur 15. Deze constructie komt voor bij de sonderingen 2019-1008-6, -11, -12, -20, -21, -29, -35, -43 en bij 02P001595\_283.S02 (die zich tussen -29 en -35 in bevindt op het lengteprofiel). Het grondprofiel met sond 21 is weergegeven ernaast. Dit grondprofiel is voor het Axis model gebruikt omdat daar de zwakste horizontale tegendruk in de bovenste lagen wordt verwacht waardoor de verplaatsing het grootst is aan de paalkop.



Figuur 15 OSA 02 KES 150 kV sondering 21 geometrie 2.1

### Resultaten

Zie berekening AxisVM voor de doorsnede krachten in de betonbalk. In Tabel 28 zijn de resultaten van AxisVM samengevat voor de balk. De toetsing van palen is in Tabel 29 opgenomen.

Tabel 28 Resultaten betonbalk OSP 02 KES 150 kV sond 21 geom 2.1

Doorsnede kracht	Berekend
$V_{z,Ed}$	46 kN
$V_{y,Ed}$	3 kN
$M_{y,Ed}$	24 kNm
$M_{z,Ed}$	3 kNm
$M_{t,Ed}$	8 kNm

Tabel 29 Resultaten

OSP 02	Berekend	Toelaatbaar		
Spanningsniveau buispaal	21	355 N/mm <sup>2</sup>	0,06	OK
Max. paalbelasting druk	57	>313 kN	<0,18	OK
Max. paalbelasting trek	-	-		OK
Verplaatsing phi-x	0,0001	0,0020	0,05	OK
Hoofdwapening balk	8Ø16	kN		
Beugelwapening balk	Ø10-200	kN		

Conclusie: de fundatie voldoet.

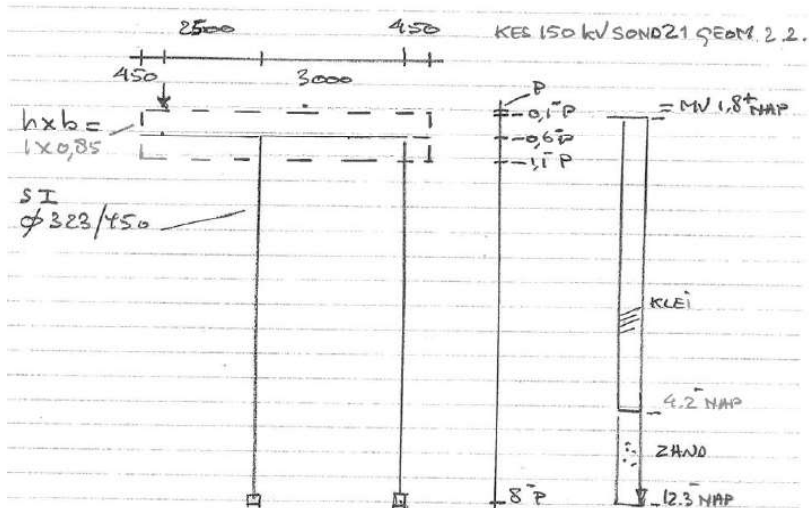
Bijlage: rapport AxisVM OSP 02 KES 150 kV sond 21 geom 2.1.

De omhullende van alle toetsingen is in de rapportage opgenomen.

## OSP 03 KES 150 kV sond 21 geom 2.2

### Schema

De betonbalken zijn groot  $b \times h = 850 \times 1000$  mm bij OSP 03 KES 150 kV sond 21 geom 2.2. Zie de Figuur 16. Deze constructie komt voor bij de sonderingen 2019-1008-6, -11, -12, -20, -21, -29, -35, -43 en bij 02P001595\_283.S02 (die zich tussen -29 en -35 in bevindt op het lengteprofiel). Het grondprofiel met sond 21 is weergegeven ernaast. Dit grondprofiel is voor het Axis model gebruikt omdat daar de zwakste horizontale tegendruk in de bovenste lagen wordt verwacht waardoor de verplaatsing het grootst is aan de paalkop.



Figuur 16 OSA 03 KES 150 kV sondering 21 geometrie 2.2

### Resultaten

Zie berekening AxisVM voor de doorsnedekrachten in de betonbalk. In Tabel 30 zijn de resultaten van AxisVM samengevat voor de balk. De toetsing van palen is in Tabel 31 opgenomen.

Tabel 30 Resultaten betonbalk OSP 03 KES 150 kV sond 21 geom 2.2

Doorsnedekracht	Belasting
$V_{z,Ed}$	91 kN
$V_{y,Ed}$	4 kN
$M_{y,Ed}$	156 kNm
$M_{z,Ed}$	11 kNm
$M_{t,Ed}$	16 kNm

Bij deze constructie zijn de doorsnedekrachten in de balk het grootst. De doorsnede is getoetst en voorzien van realistische wapening. Een doorsnedecontrole is opgenomen in de bijlage.

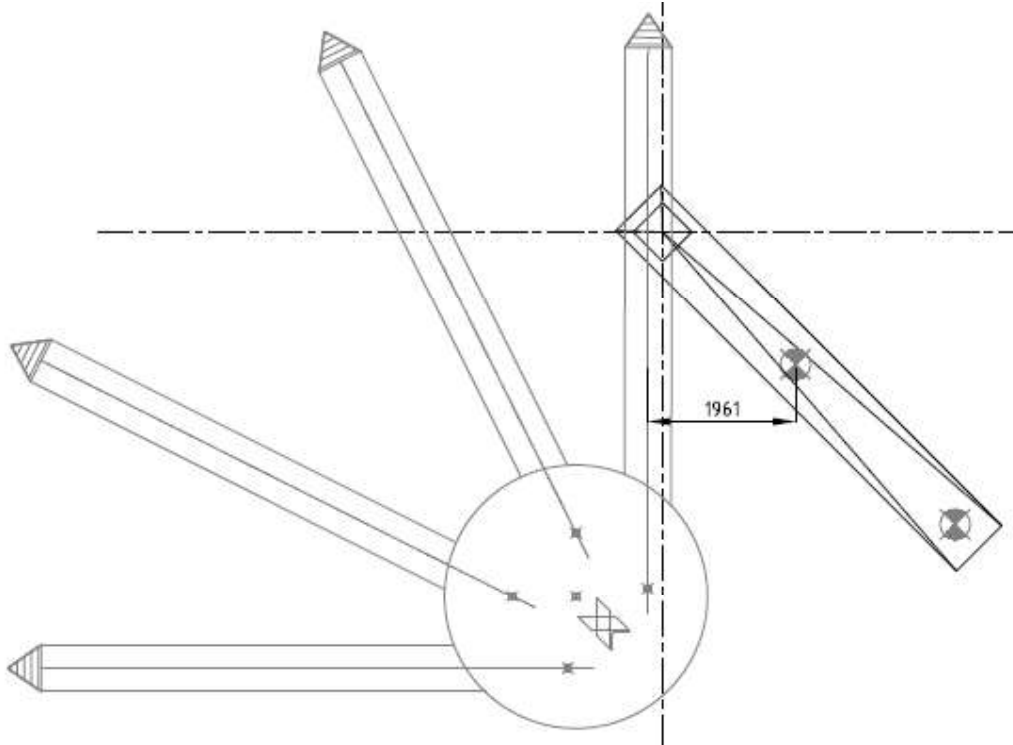
Tabel 31 Resultaten

OSP 03	Berekend	Toelaatbaar		
Spanningsniveau buispaal	36	355 N/mm <sup>2</sup>	0,10	OK
Max. paalbelasting druk	177	>313 kN	<0,57	OK
Max. paalbelasting trek	16	>97	<0,16	OK
Verplaatsing phi-x	0,0001	0,0020	0,05	OK
Hoofdwapening balk	8Ø16			
Beugelwapening balk	Ø10-200			

Conclusie: de fundatie voldoet.

Als uitgangspunt is genomen dat de afstand van de paal dichtbij de schoorpaal van de mast groter is dan drie maal de diameter van de paal. Hart op hart wordt dat vier maal de diameter.

$L = 1961 \text{ mm} > 0,5 \times 450 + 3 \times 670 + 0,5 \times 670 = 1910$ . Zie Figuur 17.



**Figuur 17 OSP 03 KES 150 kV Toetsing afstand tot schoorpaal mast**

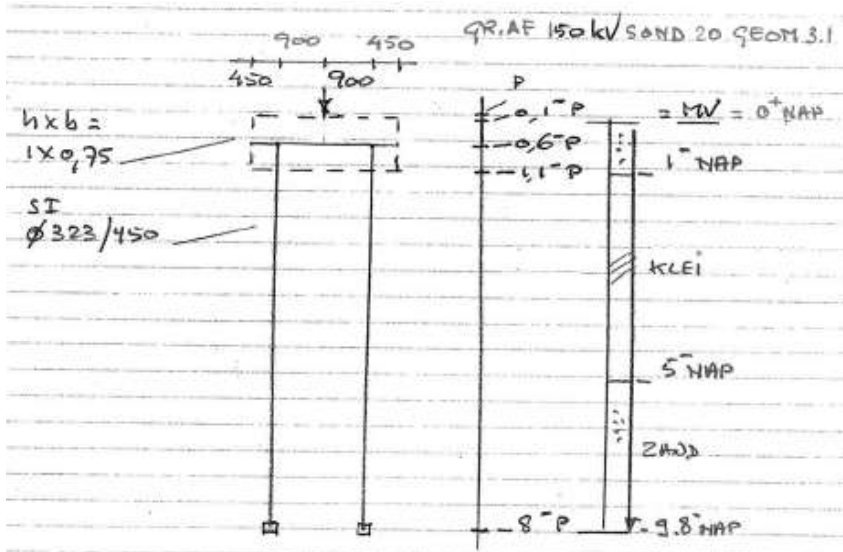
Bijlage: rapport AxisVM OSP 03 KES 150 kV sond 21 geom 2.2.

De omhullende van alle toetsingen is in de rapportage opgenomen.

## OSP 04 Grondafspanning 150 kV sond 20 bg 3.1

### Schema

De betonbalken zijn groot  $b \times h = 750 \times 1000$  mm bij OSP 04 Grondafspanning 150 kV sond 20 bg 3.1. Zie de Figuur 18. Deze constructie met belastinggevallen komt voor bij de sonderingen 2019-1008-6, -11, -12, -20, -29, -35, -43 en bij 02P001595\_283.S02 (tussen -29 en -35 op het lengteprofiel). Het grondprofiel met sond 20 is weergegeven ernaast. Dit grondprofiel is voor het Axis model gebruikt omdat daar de zwakste horizontale tegendruk in de bovenste lagen wordt verwacht waardoor de verplaatsing het grootst is aan de paalkop.



Figuur 18 OSP 04 Grondafspanning 150 kV sondering 20 bg 3.1

### Resultaten

Zie berekening AxisVM voor de doorsnedekrachten in de betonbalk. In Tabel 32 zijn de resultaten van AxisVM samengevat voor de balk. De toetsing van palen is in Tabel 33 opgenomen.

Tabel 32 Resultaten betonbalk OSP 04 Grondafspanning 150 kV sond 20 bg 3.1

Doorsnedekracht	Berekend
$V_{z,Ed}$	21 kN
$V_{y,Ed}$	4 kN
$M_{y,Ed}$	8 kNm
$M_{z,Ed}$	3 kNm
$M_{t,Ed}$	3 kNm

Tabel 33 Resultaten

OSP 04	Berekend	Toelaatbaar		
Spanningsniveau buispaal	8	355 N/mm <sup>2</sup>	0,02	OK
Max. paalbelasting druk	33	>313 kN	<0,11	OK
Max. paalbelasting trek	-	-		OK
Verplaatsing phi-x	0,0002	0,0020	0,10	OK
Hoofdwapening balk	8Ø16	kN		
Beugelwapening balk	Ø10-200	kN		

Conclusie: de fundatie voldoet.

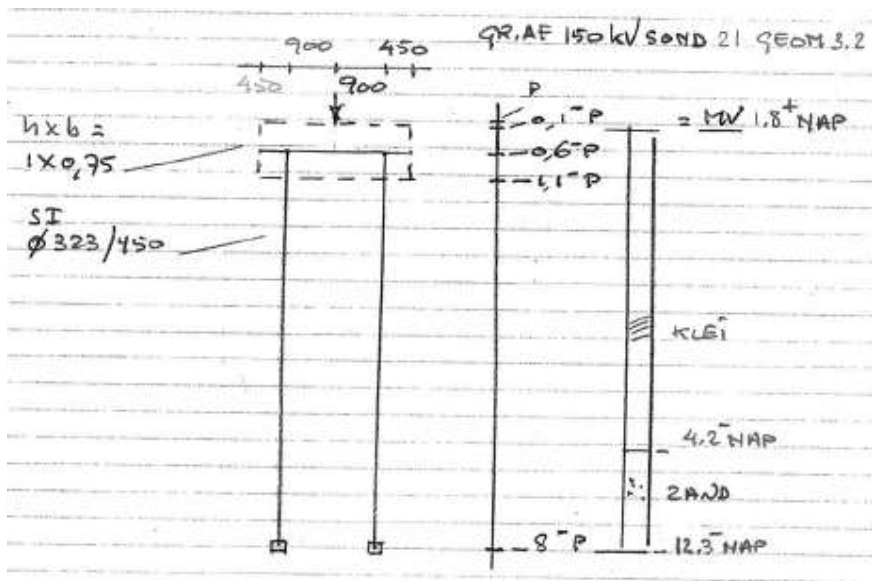
Bijlage: rapport AxisVM OSP 04 Grondafspanning 150 kV sond 20 bg 3.1.

De omhullende van alle toetsingen is in de rapportage opgenomen.

## OSP 05 Grondafspanning 150 kV sond 21 bg 3.2

### Schema

De betonbalken zijn groot  $b \times h = 750 \times 1000$  mm bij OSP 05 Grondafspanning 150 kV sond 21 bg 3.2. Zie de Figuur 19. Deze constructie met afwijkende belastinggevallen t.o.v. geom 3.1. komt alleen voor bij de sondering 2019-1008-21. Het grondprofiel met sond 21 is weergegeven ernaast. Dit grondprofiel is voor het Axis model gebruikt.



Figuur 19 OSP 05 Grondafspanning 150 kV sondering 21 bg 3.2

### Resultaten

Zie berekening AxisVM voor de doorsnedekrachten in de betonbalk. In Tabel 34 zijn de resultaten van AxisVM samengevat voor de balk. De toetsing van palen is in

Tabel 41 opgenomen.

**Tabel 34 Resultaten betonbalk OSP 05 Grondafspanning 150 kV sond 21 bg 3.2**

Doorsnedekracht	Berekend
$V_{z,Ed}$	21 kN
$V_{y,Ed}$	4 kN
$M_{y,Ed}$	8 kNm
$M_{z,Ed}$	3 kNm
$M_{t,Ed}$	3 kNm

**Tabel 35 Resultaten**

OSP 05	Berekend	Toelaatbaar		
Spanningsniveau buispaal	8	355 N/mm <sup>2</sup>	0,02	OK
Max. paalbelasting druk	32	364 kN	0,09	OK
Max. paalbelasting trek	-	-		OK
Verplaatsing phi-x	0,0003	0,0020	0,15	OK
Hoofdwapening balk	8Ø16	kN		
Beugelwapening balk	Ø10-200	kN		

Conclusie: de fundatie voldoet.

Bijlage: rapport AxisVM OSP 05 Grondafspanning 150 kV sond 21 bg 3.2.

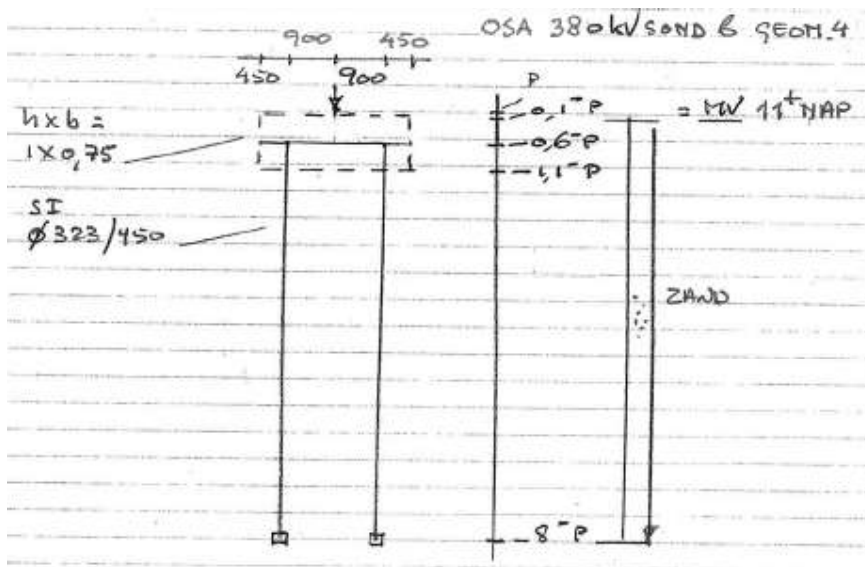
De omhullende van alle toetsingen is in de rapportage opgenomen.



## OSP 06 OSA 380 kV sond 06 geom 4

### Schema

De betonbalken zijn groot  $b \times h = 750 \times 1000$  mm bij OSP 06 OSA 380 kV sond 06 geom 4. Zie de Figuur 20. Deze constructie komt alleen voor bij de sondering 2019-1008-6. Het grondprofiel met sond 6 is weergegeven ernaast. Dit grondprofiel is voor het Axis model gebruikt.



Figuur 20 OSP 06 OSA 380 kV sondering 06 geometrie 4

### Resultaten

Zie berekening AxisVM voor de doorsnedekrachten in de betonbalk. In Tabel 36 zijn de resultaten van AxisVM samengevat voor de balk. De toetsing van palen is in Tabel 37 opgenomen.

Tabel 36 Resultaten betonbalk OSP 06 OSA 380 kV sond 06 geom 4

Doorsnedekracht	Berekend
$V_{z,Ed}$	34 kN
$V_{y,Ed}$	4 kN
$M_{y,Ed}$	18 kNm
$M_{z,Ed}$	3 kNm
$M_{t,Ed}$	34 kNm

Tabel 37 Resultaten

OSP 06	Berekend	Toelaatbaar			
Spanningsniveau buispaal	61	355	N/mm <sup>2</sup>	0,17	OK
Max. paalbelasting druk	45	604	kN	0,08	OK
Max. paalbelasting trek	-	-			OK
Verplaatsing phi-x	0,0002	0,0020		0,10	OK
Hoofdwapening balk	8Ø16		kN		
Beugelwapening balk	Ø10-200		kN		

Conclusie: de fundatie voldoet.

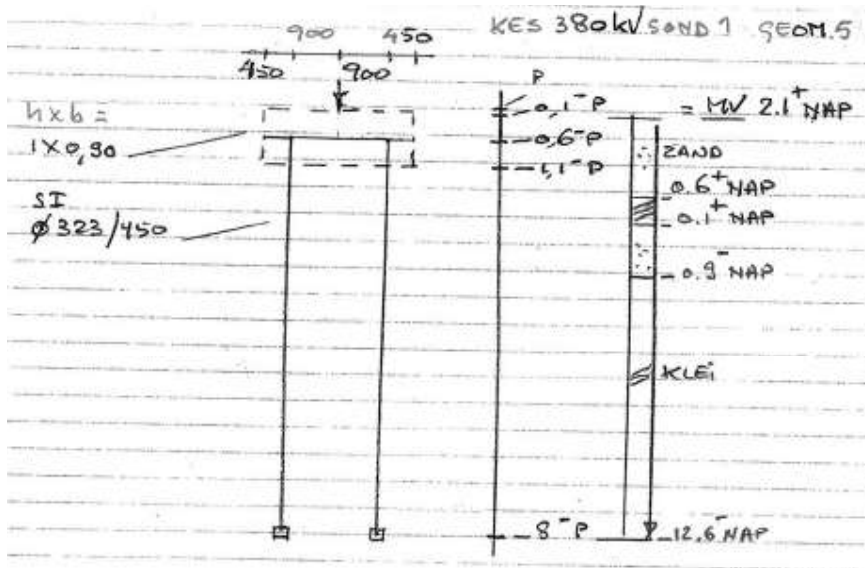
Bijlage: rapport AxisVM OSP 06 OSA 380 kV sond 06 geom 4.

De omhullende van alle toetsingen is in de rapportage opgenomen.

## OSP 07 KES 380 kV sond 01 geom 5

### Schema

De betonbalken zijn groot  $b \times h = 900 \times 1000$  mm bij OSP 07 KES 380 kV sond 01 geom 5. Zie de Figuur 21. Deze constructie komt voor bij de sonderingen 2019-1008-1, en -6. Het grondprofiel met sond 01 is weergegeven ernaast. Dit grondprofiel is voor het Axis model gebruikt omdat daar de zwakste horizontale tegendruk in de bovenste lagen wordt verwacht waardoor de verplaatsing het grootst is aan de paalkop.



Figuur 21 OSP 07 KES 380 kV sondering 01 geometrie 5

### Resultaten

Zie berekening AxisVM voor de doorsnedekrachten in de betonbalk. In Tabel 38 zijn de resultaten van AxisVM samengevat voor de balk. De toetsing van palen is in

Tabel 39 opgenomen.

Tabel 38 Resultaten betonbalk OSP 07 KES 380 kV sond 01 geom 5

Doorsnedekracht	Berekend
$V_{z,Ed}$	66 kN
$V_{y,Ed}$	9 kN
$M_{y,Ed}$	42 kNm
$M_{z,Ed}$	5 kNm
$M_{t,Ed}$	22 kNm

Tabel 39 Resultaten

OSP 07	Berekend	Toelaatbaar		
Spanningsniveau buispaal	45	355 N/mm <sup>2</sup>	0,13	OK
Max. paalbelasting druk	78	>404 kN	<0,19	OK
Max. paalbelasting trek	-	-		OK
Verplaatsing phi-x	0,0004	0,0020	0,20	OK
Hoofdwapening balk	8Ø16	kN		
Beugelwapening balk	Ø10-200	kN		

Conclusie: de fundatie voldoet.

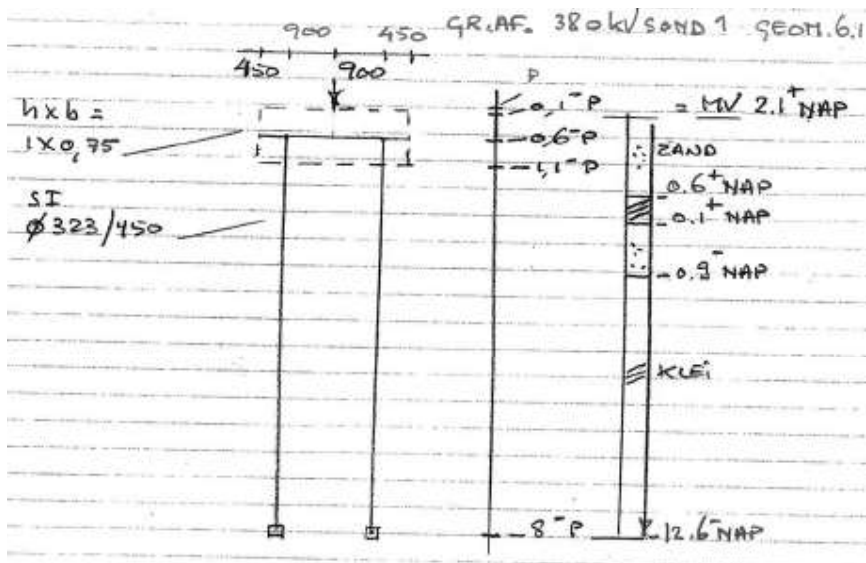
Bijlage: rapport AxisVM OSP 07 KES 380 kV sond 01 geom 5.

De omhullende van alle toetsingen is in de rapportage opgenomen.

## OSP 08 Grondafspanning 380 kV sond 01 geom 6.1

### Schema

De betonbalken zijn groot  $b \times h = 750 \times 1000$  mm bij OSP 08 Grondafspanning 380 kV sond 01 geom 6.1. Zie de Figuur 22. Deze constructie komt alleen voor bij de sondering 2019-1008-1. Het grondprofiel met sond 1 is weergegeven ernaast. Dit grondprofiel is voor het Axis model gebruikt.



Figuur 22 OSP 08 Grondafspanning 380 kV sondering 01 geometrie 6.1

### Resultaten

Zie berekening AxisVM voor de doorsnedekrachten in de betonbalk. In Tabel 40 zijn de resultaten van AxisVM samengevat voor de balk. De toetsing van palen is in

Tabel 41 opgenomen.

**Tabel 40 Resultaten betonbalk OSP 08 Grondafspanning 380 kV sond 01 geom 6.1**

Doorsnedekracht	Berekend
$V_{z,Ed}$	34 kN
$V_{y,Ed}$	2 kN
$M_{y,Ed}$	25 kNm
$M_{z,Ed}$	1 kNm
$M_{t,Ed}$	1 kNm

**Tabel 41 Resultaten**

OSP 08	Berekend	Toelaatbaar		
Spanningsniveau buispaal	10	355 N/mm <sup>2</sup>	0,03	OK
Max. paalbelasting druk	28	404 kN	0,07	OK
Max. paalbelasting trek	19	166	0,11	OK
Verplaatsing phi-x	0,0001	0,0020	0,05	OK
Hoofdwapening balk	8Ø16	kN		
Beugelwapening balk	Ø10-200	kN		

Conclusie: de fundatie voldoet.

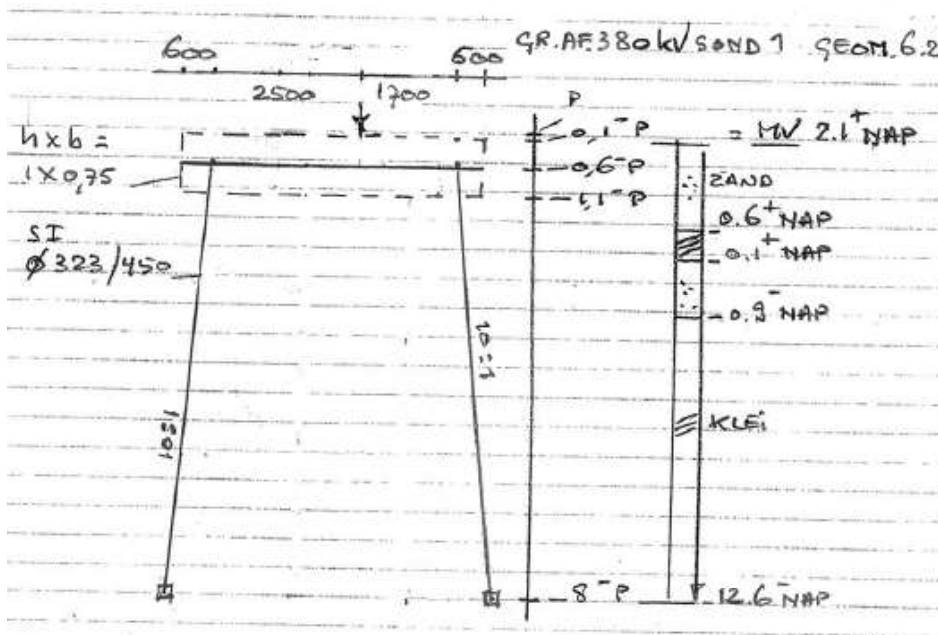
Bijlage: rapport AxisVM OSP 08 Grondafspanning 380 kV sond 01 geom 6.1.

De omhullende van alle toetsingen is in de rapportage opgenomen.

## OSP 09 Grondafspanning 380 kV sond 01 geom 6.2

### Schema

De betonbalken zijn groot  $b \times h = 750 \times 1000$  mm bij OSP 09 Grondafspanning 380 kV sond 01 geom 6.2. Zie de Figuur 23. Deze constructie komt alleen voor bij de sondering 2019-1008-1. Het grondprofiel met sond 1 is weergegeven ernaast. Dit grondprofiel is voor het Axis model gebruikt.



Figuur 23 OSP 09 Grondafspanning 380 kV sondering 01 geometrie 6.2

### Resultaten

Zie berekening AxisVM voor de doorsnedekrachten in de betonbalk. In Tabel 42 zijn de resultaten van AxisVM samengevat voor de balk. De toetsing van palen is in

Doorsnedekracht	Belasting
$V_{z,Ed}$	46 kN
$V_{y,Ed}$	2 kN
$M_{y,Ed}$	42 kNm
$M_{z,Ed}$	2 kNm
$M_{t,Ed}$	2 kNm

Tabel 43 opgenomen.

Tabel 42 Resultaten betonbalk OSP 09 Grondafspanning 380 kV sond 01 geom 6.2

Doorsnedekracht	Belasting
$V_{z,Ed}$	46 kN
$V_{y,Ed}$	2 kN
$M_{y,Ed}$	42 kNm
$M_{z,Ed}$	2 kNm
$M_{t,Ed}$	2 kNm

Tabel 43 Resultaten

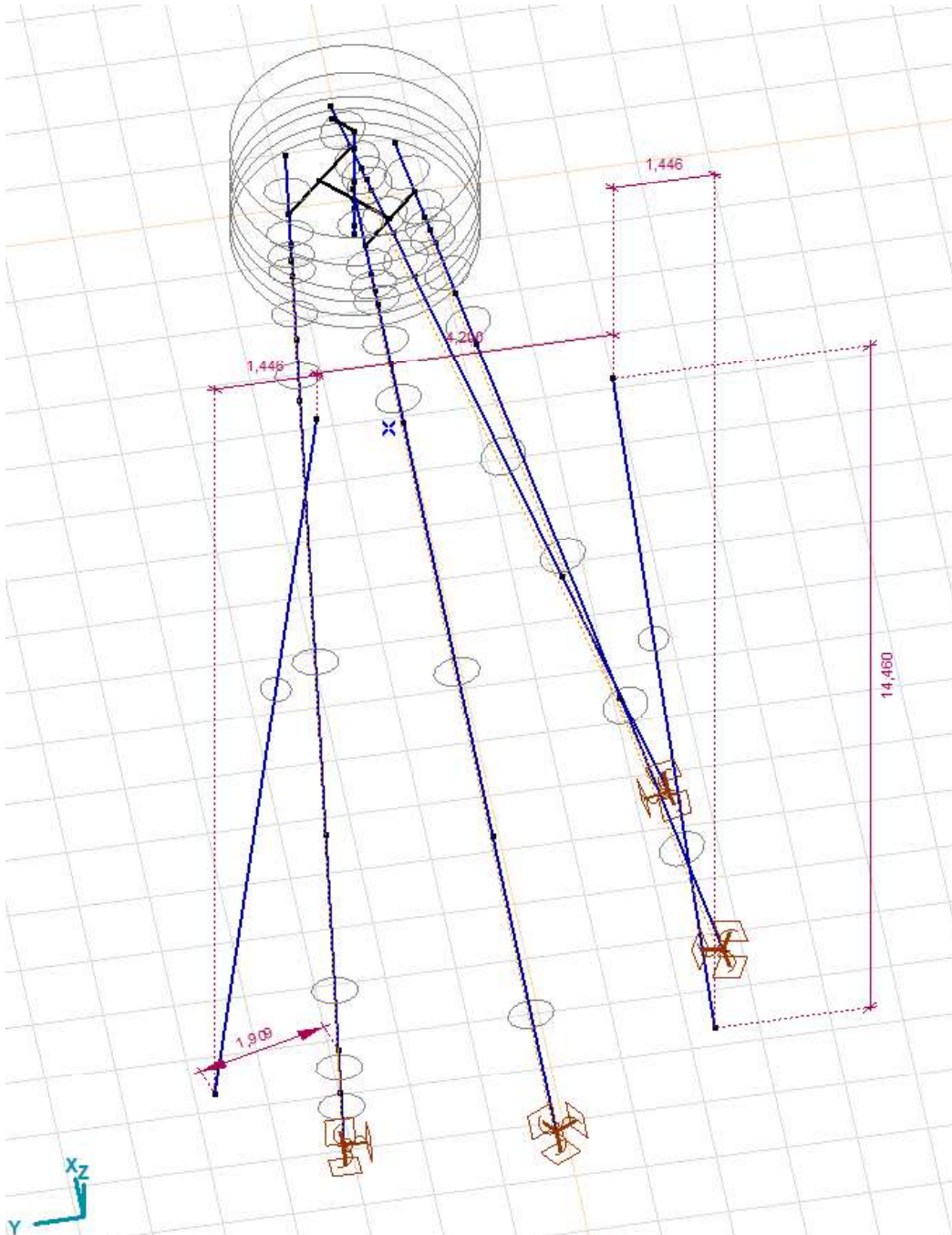
OSP 09	Berekend	Toelaatbaar		
Spanningsniveau buispaal	12	355 N/mm <sup>2</sup>	0,03	OK
Max. paalbelasting druk	62	404 kN	0,15	OK
Max. paalbelasting trek	8	166	0,05	OK

Verplaatsing phi-x	0,0001	0,0020	0,05 OK
Hoofdwapening balk	8Ø16		
Beugelwapening balk	Ø10-200		

Conclusie: de fundatie voldoet.

Als uitgangspunt is genomen dat de afstand van de paal dichtbij de schoorpaal van de mast groter is dan drie maal de diameter van de paal. Hart op hart wordt dat vier maal de diameter.

$L = 1909 \text{ mm} = 0,5 \times 450 + 3 \times 670 + 0,5 \times 670 = 1910 \text{ mm}$ . Zie Figuur 24. De afstand is gelijk aan 4 maal D.





**Figuur 24 OSP 09 GRA 380 kV Toetsing afstand tot schoorpaal mast.**

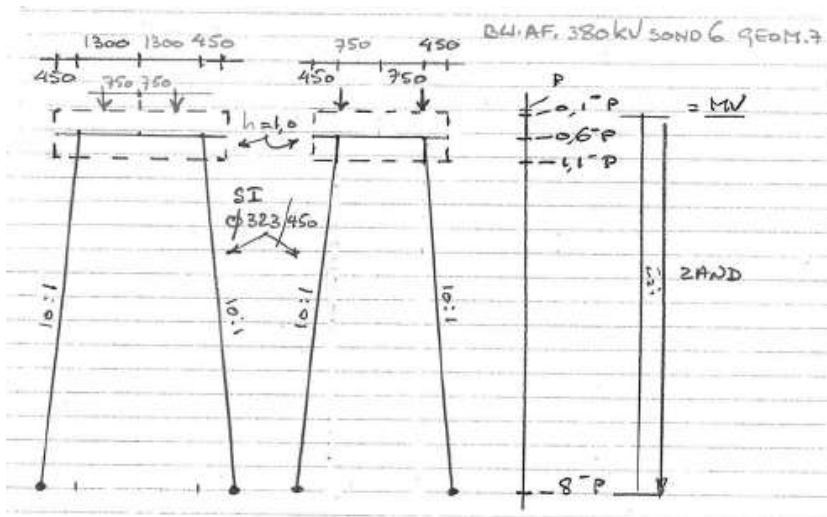
Bijlage: rapport AxisVM OSP 09 Grondafspanning 380 kV sond 01 geom 6.2

De omhullende van alle toetsingen is in de rapportage opgenomen.

## OSP 10 Bundelafspanning 380 kV sond 06 geom 7

### Schema

De plaat is hoog 1000 mm bij OSP 10 Bundelafspanning 380 kV sond 06 geom 7. Zie de Figuur 25. Deze constructie komt alleen voor bij de sondering 2019-1008-6. Het grondprofiel met sond 6 is weergegeven ernaast. Dit grondprofiel is voor het Axis model gebruikt.



Figuur 25 OSP 10 Bundelafspanning 380 kV sondering 06 geometrie 7

### Resultaten

Zie berekening AxisVM voor de doorsnede krachten in de betonplaat. In Tabel 44 zijn de resultaten van AxisVM samengevat voor de plaat. De toetsing van palen is in Tabel 45 opgenomen.

Tabel 44 Resultaten betonplaat OSP 10 Bundelafspanning 380 kV sond 06 geom 7

Doorsnede kracht	Berekende piek
$M_{x,D+}$	161 kNm/m
$M_{x,D-}$	-178 kNm/m
$M_{y,D+}$	83 kNm/m
$M_{y,D-}$	80 kNm/m

De maximale waarden voor  $V_{xz}$  en  $V_{yz}$  zijn pieken die optreden boven de palen. Kleinere pieken staan onder de belasting. Als we een grenswaarde instellen voor de toelaatbare centrale schuifspanningen  $S_{xz}$  C en  $S_{yz}$  C van de door ongewapend beton opneembare schuifspanning  $v_{Rd,c,min} = 0,34 \text{ N/mm}^2$  dan blijkt deze alleen te worden overschreden binnen de ponskegel ( $d+a$ ) =  $(1 + 0,323m)$ . Dit is zichtbaar in de Axis VM berekening. Er is directe afdracht.

Daarnaast is de verhouding  $L/H = 2,6/1 = 2,6 < 10$ . En grijpt de belasting zeer dicht aan nabij de oplegging ( $\beta < 0,25$ ). Een gedrongen constructie dus waarbij de druk via drukdiagonalen wordt afgevoerd naar de paal. Een doorsnedecontrole als ligger (per meter plaatbreedte) is opgenomen in de bijlage. Met realistische buigwapening.

Tabel 45 Resultaten

OSP 10	Berekend	Toelaatbaar		
Spanningsniveau buispaal	65	355 N/mm <sup>2</sup>	0,18	OK
Max. paalbelasting druk	241	671 kN	0,36	OK
Max. paalbelasting trek	158	334	0,47	OK
$H_v \phi_r = \sqrt{\phi_x(6)^2 + \phi_y(11)^2}$	0,0013	0,0020	0,65	OK
Hoofdwapening balk	8Ø16/m	kN		
Beugelwapening balk	Ø12-200	kN		



Conclusie: de fundatie voldoet.

Bijlage: rapport AxisVM OSP 10 Bundelafspanning 380 kV sond 06 geom 7.

De omhullende van alle toetsingen is in de rapportage opgenomen.





## **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.16 Mastrapportage

ZUID-WEST-OOST

# Rapport Mastverzwaringen Permanente OSP's 150 kV

TenneT TSO B.V.

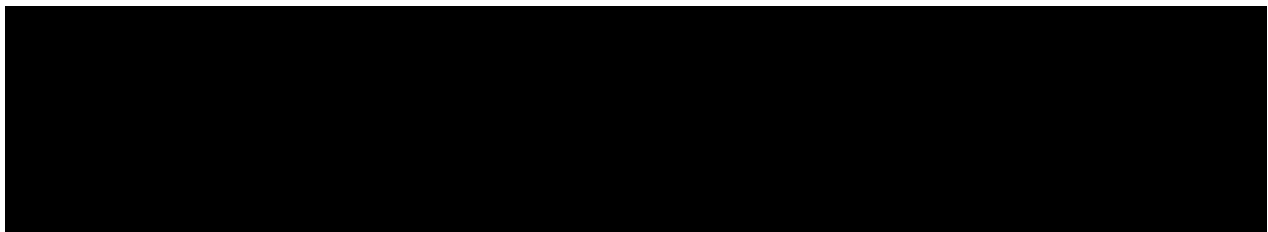
**Report No.:** 21-0980, Rev. 2  
**Meridian doc. No.:** 002.678.00 0934582  
**Date:** 2021-07-29

<b>DATUM:</b>	<b>20-09-2021</b>
<b>STATUS TENNET:</b>	<b>DEFINITIEF</b>
<b>REVISIE TENNET:</b>	<b>1.0</b>





Project name: Zuid-West-Oost Energy Systems  
Report title: Rapport Mastverzwaringen Permanente OSP's 150 kV DNV Netherlands B.V.  
Customer: TenneT TSO B.V., Utrechtseweg 310-B50  
Customer contact: [REDACTED] 6812 AR Arnhem  
Date of issue: 2021-07-29 The Netherlands  
Project No.: 10124719  
Organisation unit: TDT Tel: +31 26 356 9111  
Meridian doc.no.: 002.678.00 0934582 Registered Arnhem 09006400  
Report No.: 21-0980, Rev. 2



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 Distribution:

- Open
- Internal use only
- Commercial in confidence
- Confidential\*
- Secret

\*Specify distribution: -

Rev. No.	Date	Reason for issue	Prepared by	Verified by	Approved by
0	2021-06-18	First issue	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
1	2021-07-23	RFA comments addressed	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
2	2021-07-29	RFA comments round 2	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]



## Table of contents

1	INTRODUCTION.....	1
1.1	Introduction	1
1.2	Goal and scope of this report	1
1.3	Related documents	1
2	CALCULATIONS.....	2
2.1	Methodology	2
3	RESULTS.....	4
3.1	GT-BD Tower 1	4
3.2	RSB-RSD Tower 11	9
3.3	RSD-WDT Tower 19a	14
3.4	RSD-MDK Tower 97	18
4	REFERENCES.....	23
Appendix A	Conductor loads	
Appendix B	PLS-tower output	
Appendix C	Redundant members analysis	
Appendix D	Shear blocks and miscellaneous calculations	
Appendix E	Drawings	



## 1 INTRODUCTION

### 1.1 Introduction

To increase the future capacity of electricity transmission, it is necessary to upgrade the transmission grid by building new and modifying existing high voltage connections.

It is for this reason the client (OG) intends to build a new 380 kV line between Rilland and Tilburg and to modify the existing 380 kV and 150 kV lines in the vicinity of the new line. This upgrading is part of the program “Zuid-West-Oost” and consists of the following designs related to the D2.3 component of the program:

Design permanent interfaces (OSP's, “opstijpunten”) to connect to underground 150 kV cable connections at the following locations:

- Geertruidenberg – Breda, tower 1 (GT–BD150)
- Roosendaal – Borchwerf, tower 11 (RSD–RSB150)
- Roosendaal Borchwerf – Woensdrecht, tower 19a (RSB–WDT150)
- Roosendaal – Moerdijk tower 97 (RSD–MDK150).

This report concerns the existing towers which will interface to the permanent underground cable connections. The towers have been analyzed based on the applicable loads resulting from the droppers to the cable connections and the existing line spans. Based on the analyses, modifications to the existing tower have been developed which will ensure the towers are able to accommodate the new loading situations. The modifications have been kept to a minimum (where possible) without comprising the foreseen longevity of the structures. As a basis of design, the NEN 8700 standard is used.

### 1.2 Goal and scope of this report

The goals of this study are to determine whether the tower types described in this report are suitable to interface with the permanent underground cable connection and what modifications, if any, are required to ensure suitability.

After modifications have been applied, the ability of the system to fulfil the applicable requirements will be verified.

### 1.3 Related documents

#### 1.3.1 Verification & validation plan

For details relating to the verification and validation of requirements, refer to 21-0978 “Verificatie en validatie tijdelijke OSP's” (meridian nr: 002.678.00 0935198, 21-0978).

#### 1.3.2 BO-phase1

In the report “D2.2 Ondersteuning Basisontwerp 150 kV Opstijpunten” [1] an investigation into the various OSP locations was conducted. The investigation focused on aspects such as internal clearances, E and M fields and basic structural calculations.

## 2 CALCULATIONS

### 2.1 Methodology

#### 2.1.1 Introduction

In the previously submitted report regarding the permanent OSPs [1], the structures were analysed on verbouwniveau only. For the DO phase, the structures were first analysed on afkeurniveau and any failing members were then replaced and assessed according to verbouwniveau. This report expands on the structural analysis from the BO report [1] by proposing modifications to resolve the over-utilisations exhibited by certain tower members.

#### 2.1.2 Starting points

The calculations are executed based on the starting points as included in Table 1.

**Table 1 Calculation starting points**

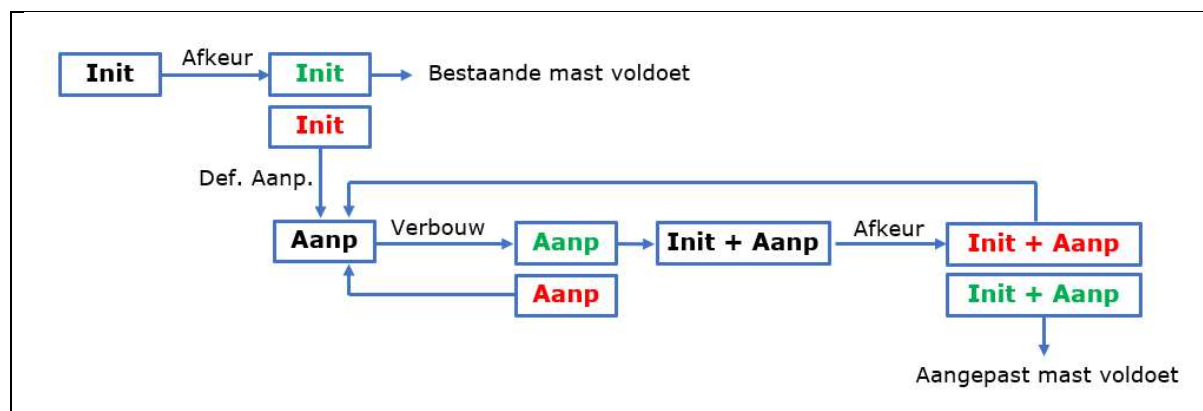
General	Code	NEN-EN50341-2-15:2019
	Wind zone	III
	Terrain category	II (onbebouwde omgeving)
	Reduction factor cdir	1,00
Initial situation	Consequence class	CC2-0
	Reliability level	Afkeur CC2-0
	Reference period	30 years
Situation after modifications	Consequence class	CC2
	Reliability level	Verbouw
	Reference period	50 years

#### 2.1.3 Process steps

The process required to determine whether tower reinforcements are required or not consists of the following steps:

- Step 1: Test the existing tower (Init) on “Afkeur”
- Step 2: Define the required reinforcements when the initial tower does not fulfill the “Afkeur” criterion (Def. Aanp.)
- Step 3: Testing (only) the prescribed modifications (AanP) on “Verbouw”
- Step 4: Test the complete tower including reinforcements (Initi + Aanp) on “Afkeur”

The process described above is represented in Figure 1.



**Figure 1 Process diagram**



#### 2.1.4 Conductor loads

The calculations have been performed with the conductor loads program developed by DNV. For the conductor loads of the droppers a separate calculation sheet was used. Short circuit loads were determined based on the IEC-standard. The results of the load calculations have been included in Appendix A.

#### 2.1.5 Reaction forces on foundation

The reaction forces on the foundation have been calculated using PLS Tower which considers all possible load cases from conductors in the span and the droppers including short-circuit loads.

#### 2.1.6 Modelling

Based on the received as-built information, the towers were modelled in PLS-Tower. Only the main elements were modelled. Profiles such as redundant members which are not critical for load support were excluded and checked separately. The angle profiles including the bolted connections were modelled and checked in PLS-Tower. Checking of detailed connections such as gusset plates is not included in the scope of work.

The conductor loads from the aforementioned conductor loads programs were used as input for the calculations. For the short circuit loads, a separate calculation was performed. The parameters and results of this calculation can be found on the first page of Appendix A.

Diagonals in the front-, rear and side planes of the tower have been grouped and the check of these members is performed per group. In case one of the elements in the group is overloaded, the resulting upgrades apply for all members in the group.

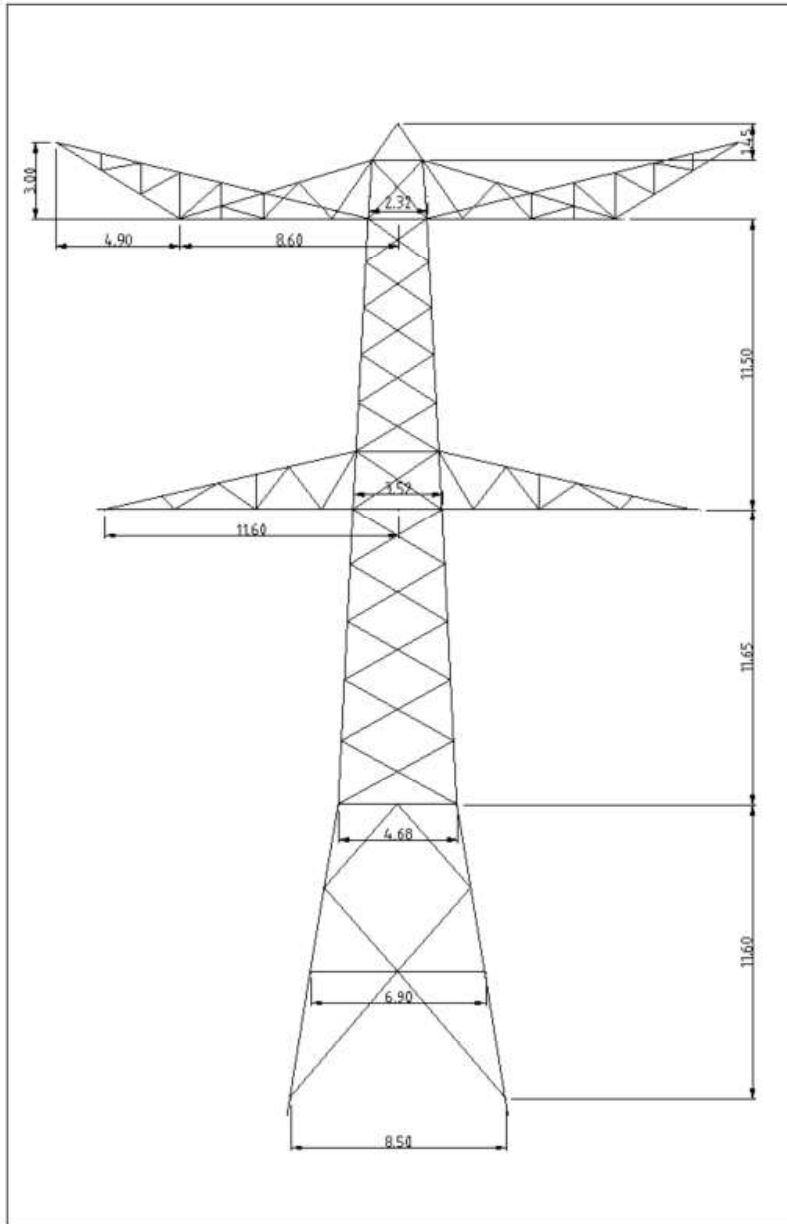


### 3 RESULTS

#### 3.1 GT-BD Tower 1

##### 3.1.1 Tower outline

The tower outline from the received asset data is included in Figure 2.



**Figure 2 Tower outline for tower 1 GT-BD**

The construction drawings provided by TenneT did not include workshop drawings for the onderstuk and bovenstuk of type E1. The onderstuk and bovenstuk drawings of the H1 were then used. This was more conservative since the H1 uses smaller members than the E1. According to the drawings the crossarms of the H1 and E1 are the same. The calculations showed that the mast body was not critical and only modifications on the crossarms were required. It is still advisable to perform field measurements and thereafter analyse the exact structure.

### 3.1.2 Tower details

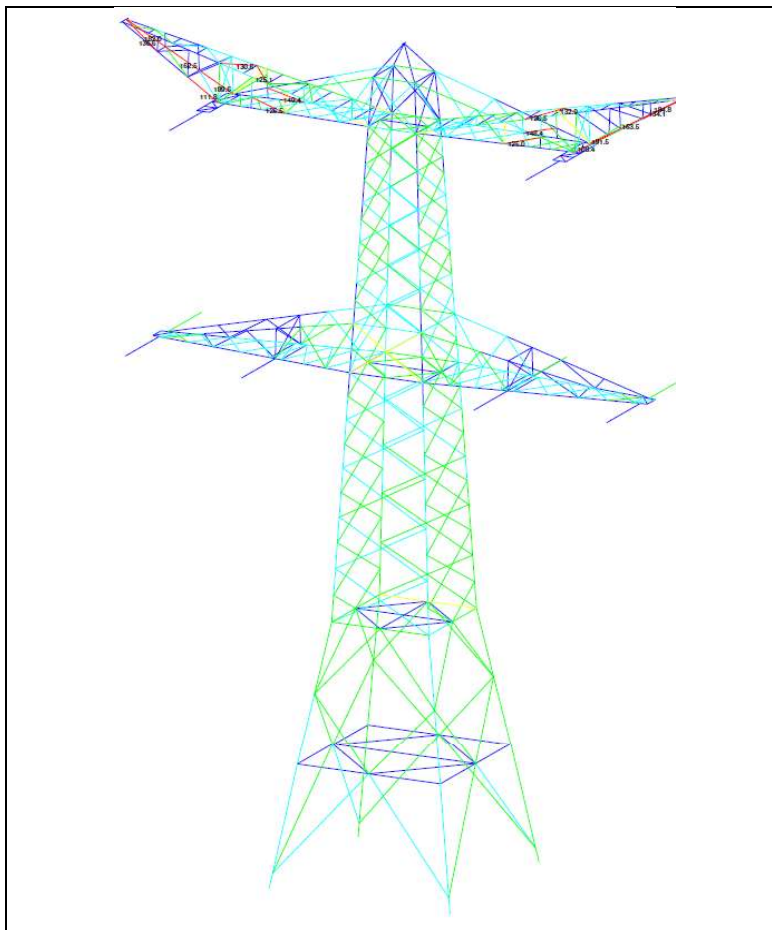
Table 2 summarises the wind and weight span parameters for tower 1 GT-BD.

**Table 2 Tower details for tower 1 GT-BD**

Tower number	Tower type	Line Angle (°)	Back span (m) (line side)	Ahead span (m) (OSP side)
1	E1	180	263	Varies per phase between 1 and 5m

### 3.1.3 Tower analysis

The results of the analysis for tower 1 GT-BD with the loads calculated according to “afkeurniveau” are depicted in Figure 3 below. It should be noted that the results obtained during the BO analysis were more conservative since the BO calculations only considered the verbouw level. Even though the BO analysis was more conservative, more modifications are now required for mast 1 due to the increase in the extension length. In the BO phase the extension was 0.75m long but this has now been increased to 1.5m.



**Figure 3 PLS-TOWER results for tower 1 GT-BD**

The results of the analysis of the angle profiles, redundant members and main leg column anchors have been included in Table 3.

**Table 3 Summary of performed checks for tower 1**

Check of	Evaluation		Referentie
Profiles		<b>NOK</b>	Figure 3
Redundants	<b>OK</b>		Appendix C
Shear blocks	<b>OK</b>		Appendix D

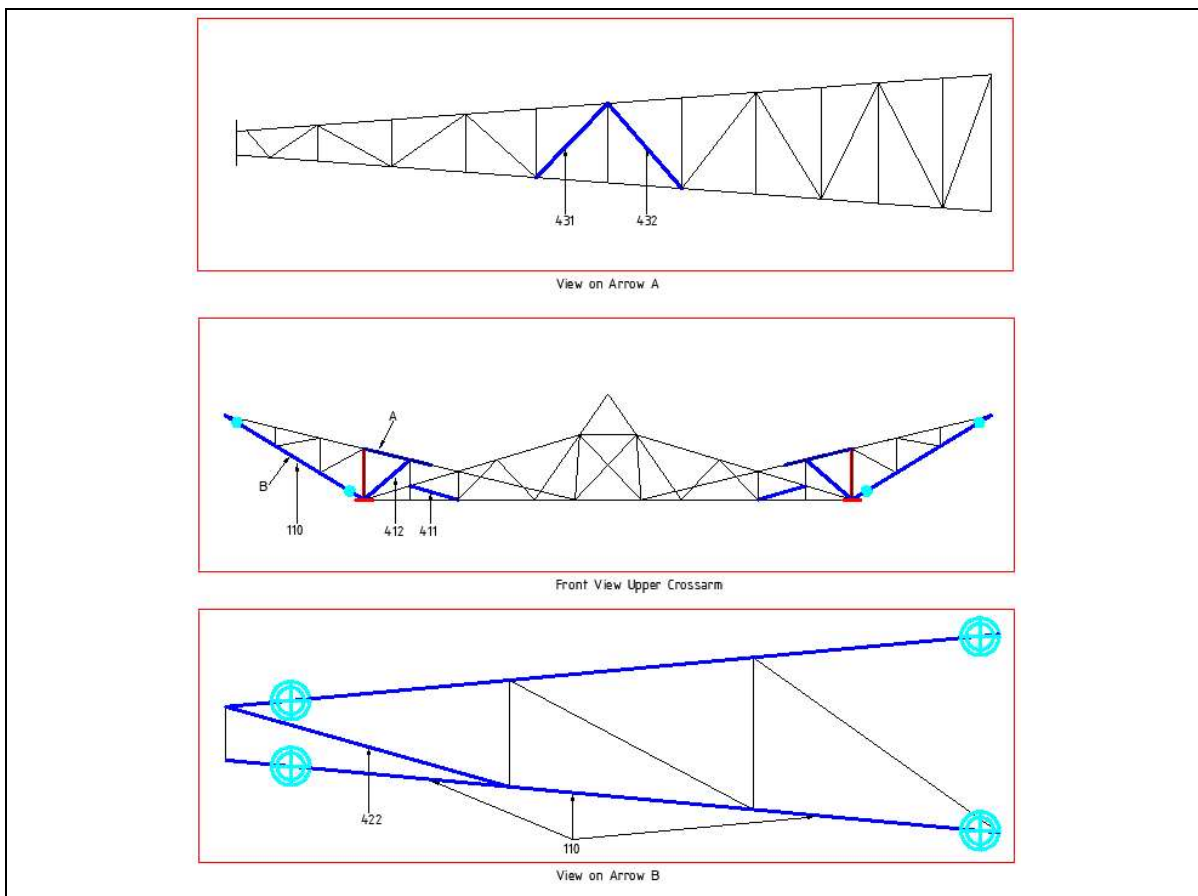
### 3.1.4 Modifications

This section proposes tower reinforcements to ensure the tower fulfils the “afkeurniveau” loads. The proposal contains the following measures:

- Replacement of diagonals in the upper crossarm
- Strengthening of joints in the upper crossarm using plates
- Addition of new crossing diagonals in the upper crossarm (designed to withstand verbouw level)
- Addition of new members to outwardly extend the attachment point of the insulator in the upper crossarm.

### 3.1.5 Strengthening

As per the group summary outputs in Appendix B, the bracing members indicated in blue in Figure 4 are to be replaced.



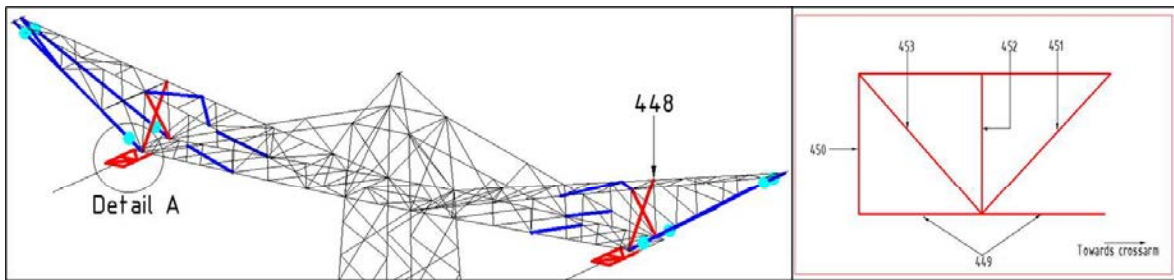
**Figure 4 Members to be replaced in the upper crossarm of tower 1 GT-BD**

For member 110, replacement has been chosen as the preferred upgrade instead of doubling. The presence of bracing on both planes makes it difficult to attach a double member. When executing the exchange, the earthwire should be temporarily attached to the opposite end of the crossarm while the bracing on the top plane of the crossarm remains intact. In this way the members can be exchanged one by one.

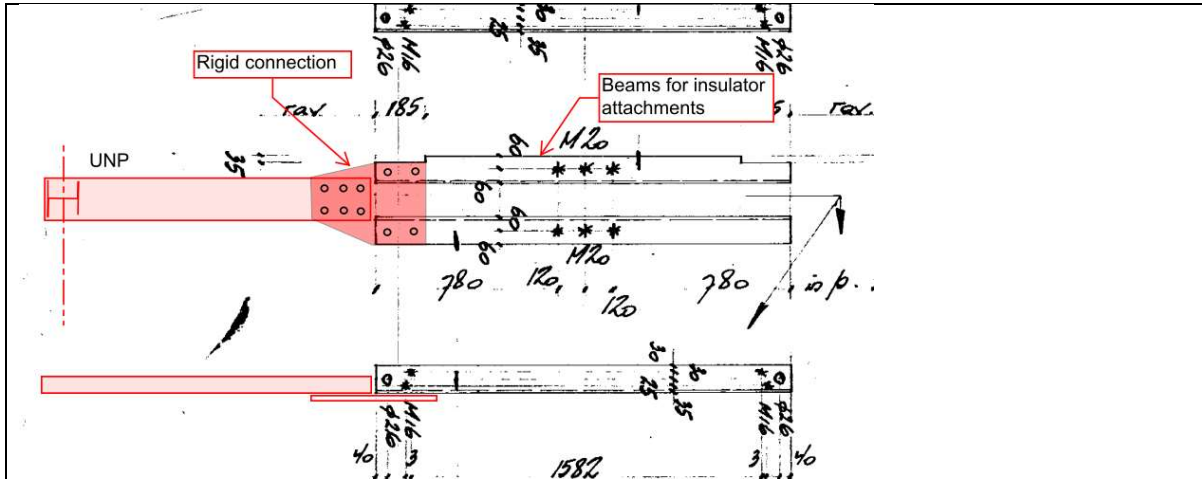
As per Figure 4, member 110 requires joint strengthening using plates (cyan circles, refer to Appendix E). The joint calculations for member 110 were performed based on 1 existing bolt. It should be noted that the schematic drawing of mast 1 shows 2 bolts but the workshop drawing of the upper crossarm shows 1 bolt. To be conservative, the calculation in Appendix D should remain until field measurements can provide clarity.

Due to the proximity of the OSP to the tower, the attachment point for the upper conductor is to be outwardly extended by 2.24m as measured from the centre line of the tower on the side view. The main beams of the extension will be attached to the existing pairs of parallel beams that connect the current strain insulator. Refer to Appendix E for more details.

To facilitate the extension of the upper conductor attachment point, new bracings are required. Figure 5 depicts the position of the conductor attachment extension and the bracings required. A schematic of the connection between the new modification and the existing crossarm is shown in Figure 6. Further details are available in Appendix E



**Figure 5 Bracing arrangement for upper conductor attachment point**



**Figure 6 Connection between the modified conductor attachment and the existing crossarm**

Table 4 provides an overview of the weight of profiles required for the strengthening of tower 1. The weight of plates is not included in the calculation.



**Table 4 Weight of profiles required for modifications on tower 1**

Group Label	Profile ini.	Material ini.	Bolts ini.	Profile new	Material new	Bolts new	Mitigation	Number	Length (m)	Weight (kg)
411	50x50x5	S235	1M16-5.6t	60x60x6	S355	1M16-8.8t	Profile exchanged	4	1.77	38.58
412	50x50x5	S235	1M16-5.6t	50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile exchanged	4	2.15	32.59
422	50x50x5	S235	1M16-5.6t	55x55x6	S355	1M16-8.8t	Profile exchanged	2	2.19	21.56
431	50x50x5	S235	1M16-5.6t	55x55x6	S355	1M16-8.8t	Profile exchanged	2	1.90	18.74
432	50x50x5	S235	1M16-5.6t	60x60x6	S355	1M16-8.8t	Profile exchanged	2	1.74	18.96
448				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	4	2.24	33.96
449				UNP160	S355	2M20-8.8t	Profile added	2	3.00	113.23
450				HEB160	S355	2M20-8.8t	Profile added	2	0.62	53.06
451				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	0.99	7.53
452				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	0.62	4.70
453				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.00	7.55
110-1	55x55x6	S235	1M16-5.6t	70x70x7	S355	1M16-8.8t	Profile exchanged	4	1.84	54.58
110-2	55x55x6	S235		70x70x7	S355		Profile exchanged	4	1.82	53.99
110-3	55x55x6	S235	1M16-5.6t	70x70x7	S355	1M16-8.8t	Profile exchanged	4	2.12	62.89
										521.93

### 3.2 RSB-RSD Tower 11

#### 3.2.1 Tower outline

The tower outline based on the received asset data is included in Figure 7. The asset data did not include a tower outline drawing so Figure 7 is based on the dimensions in the individual section drawings.

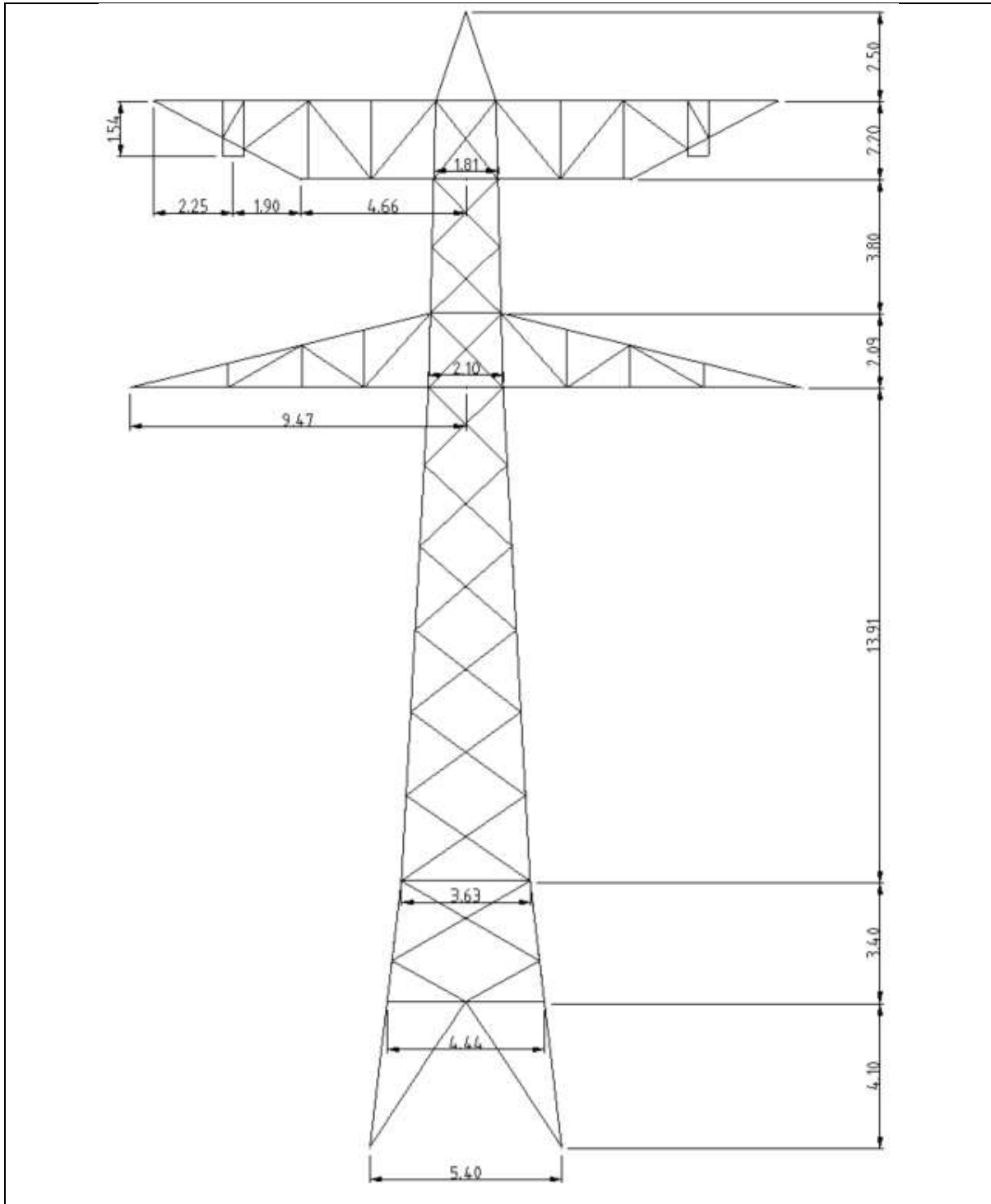


Figure 7 Tower outline for tower 11 RSB-RSD

### 3.2.2 Tower details

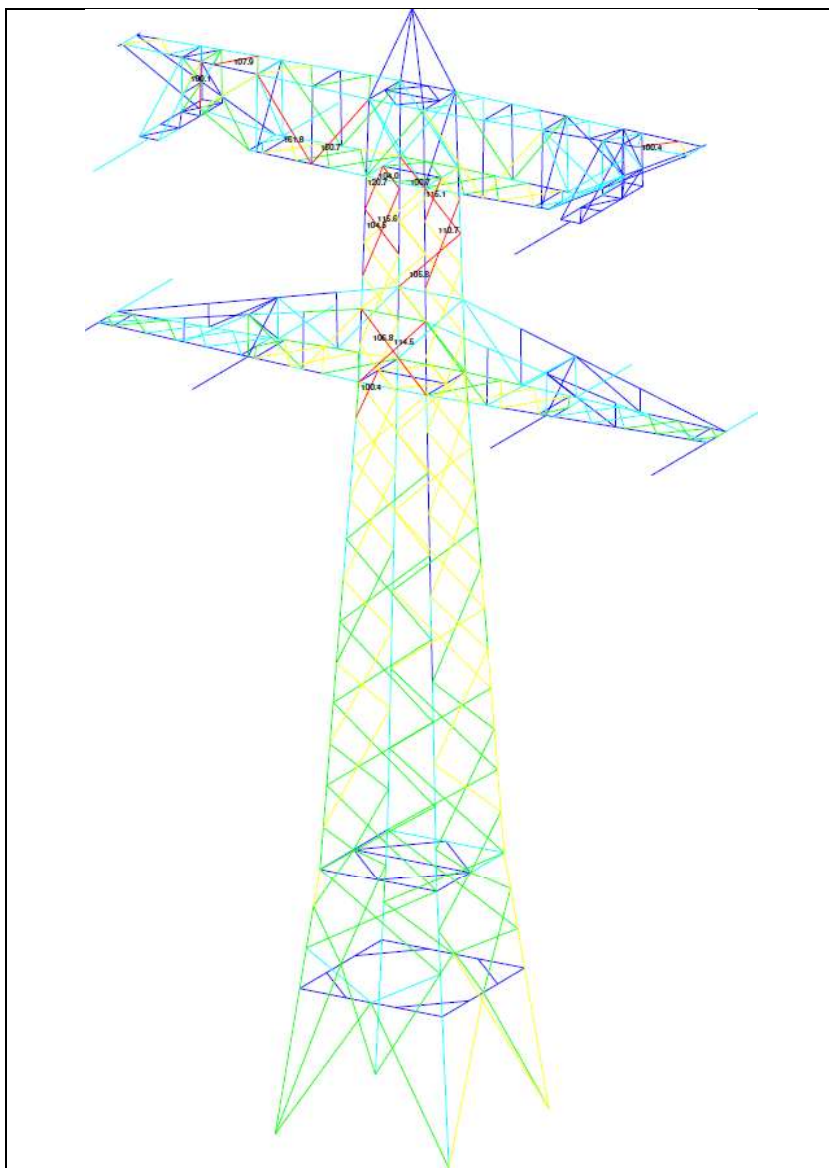
Table 5 summarises the wind and weight span parameters for tower 11 RSB-RSD.

**Table 5 Tower details for tower 11 RSB-RSD**

Tower number	Tower type	Line Angle (°)	Back span (m) (line side)	Ahead span (m) (OSP side)
11	H150°	152	229.1	Varies per phase between 1 and 5m

### 3.2.3 Tower analysis

The results of the analysis for tower 11 RSB-RSD with the loads calculated according to “afkeurniveau” are depicted in Figure 8 below. It should be noted that the results obtained during the BO analysis were more conservative since the BO calculations only considered the verbouw level.



**Figure 8 PLS-TOWER results for tower 11 RSB-RSD**

The results of the analysis of the angle profiles, redundant members and main leg column anchors have been included in Table 6.

**Table 6 Summary of performed checks for tower 11**

Check of	Evaluation	Referentie
Profiles	<b>NOK</b>	Figure 3
Redundants	<b>OK</b>	Appendix C
Shear blocks	<b>OK</b>	Appendix D

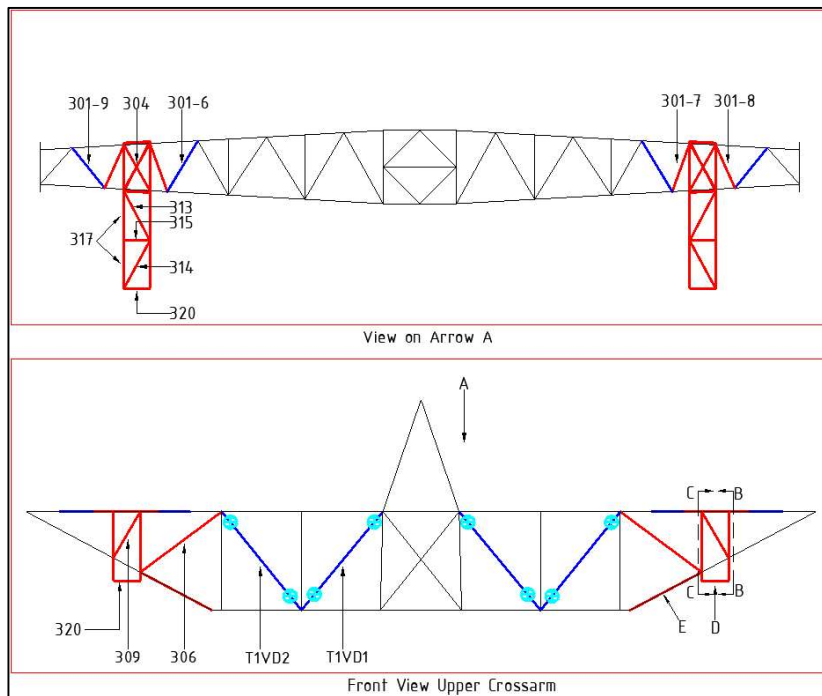
### 3.2.4 Modifications

This section proposes tower reinforcements to ensure the tower fulfils the “afkeurniveau” loads. The proposal contains the following measures:

- Replacement of diagonals in the upper crossarm
- Strengthening of joints in the upper crossarm using plates
- Replacement of crossing diagonals on the front and side faces in the upper section of the mast body between the two crossarms
- Addition of a frame to outwardly extend the attachment point of the insulator in the upper crossarm (designed to withstand verbouw level).

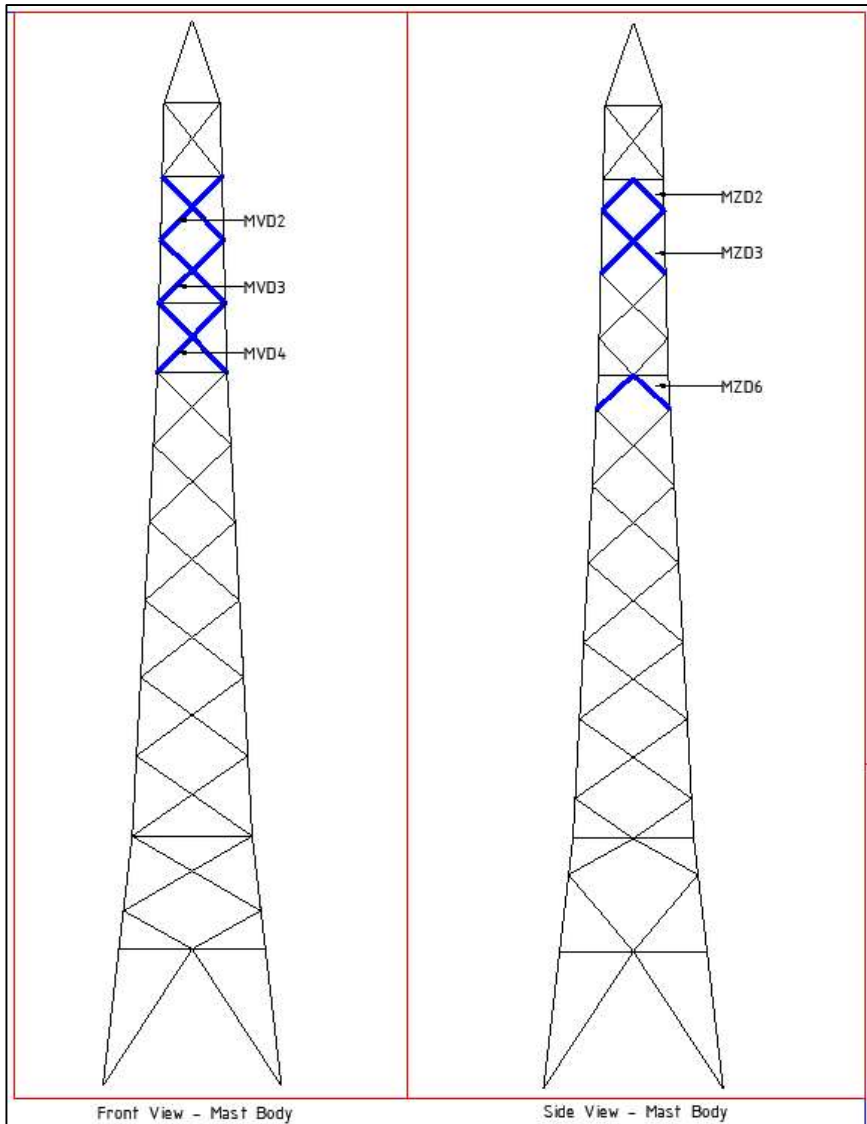
### 3.2.5 Strengthening

As per the group summary outputs in Appendix B, the bracing members indicated in blue in Figure 9 and Figure 10 are to be replaced.



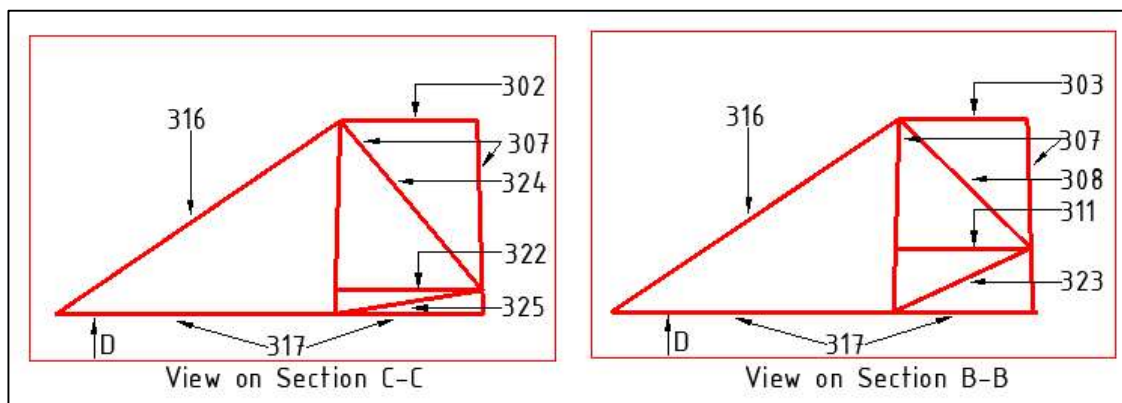
**Figure 9 Members to be replaced in the upper crossarm of tower 11 RSB-RSD**





**Figure 10 Crossing diagonals to be replaced in the upper section of the mast body**

Internal bracings are required to secure the extension frame on the upper conductor attachment point. The bracings shown in Figure 11 should be installed at the locations of sections B-B and C-C from Figure 9.



**Figure 11 Internal bracing arrangements for the extension frame on the upper crossarm**

Refer to Appendix E for further details on the new bracings which are to be installed.

Table 7 provides an overview of the weight of profiles required for the strengthening of tower 11. The weight of plates is not included in the calculation.

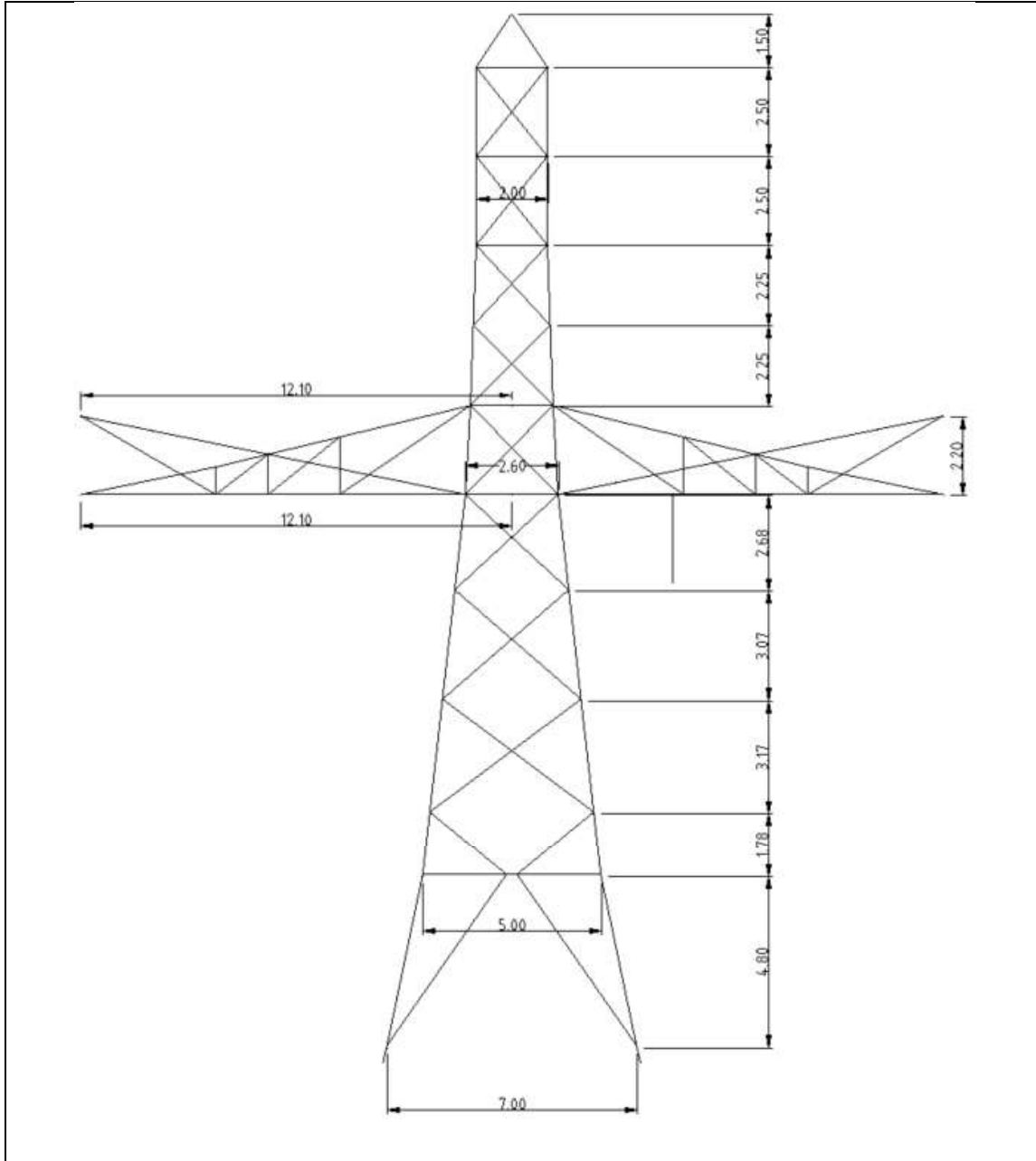
**Table 7 Weight of profiles required for modifications on tower 11**

Group Label	Profile ini.	Material ini.	Bolts ini.	Profile new	Material new	Bolts new	Mitigation	Number	Length (m)	Weight (kg)
302				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.10	8.30
303				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.03	7.81
304				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	4	1.22	18.50
305				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	4	2.22	33.66
306				70x70x7	S355	1M16-8.8t	Profile exchanged	4	2.27	67.22
307				60x60x6	S355	1M16-8.8t	Profile added	8	1.54	67.31
308				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.48	11.22
309				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	4	1.20	18.12
311				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.09	8.26
312				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.30	9.85
313				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.29	9.78
314				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.27	9.60
315				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	0.60	4.55
316				80x80x8	S355	1M20-8.8t	Profile added	4	2.78	107.71
317				80x80x8	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	6.79	131.81
320				HEB160	S355	2M20-8.8t	Profile added	2	0.60	51.35
321				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	4	0.60	9.10
322				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.18	8.91
323				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.22	9.25
324				60x60x6	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.77	19.25
325				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.20	9.06
301-6	55x55x5	S235	1M16-5.6t	55x55x5	S355	1M16-8.8t	Profile exchanged	2	1.38	13.55
301-7				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.19	9.02
301-8				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.10	8.32
301-9	55x55x5	S235	1M16-5.6t	60x60x6	S355	1M16-8.8t	Profile exchanged	2	1.20	13.02
mvd2	65x65x6	S235	2M20-5.6t	70x70x7	S355	2M20-8.8t	Profile exchanged	4	2.66	78.85
mvd3	65x65x6	S235	2M20-5.6t	70x70x7	S355	2M20-8.8t	Profile exchanged	4	2.73	80.84
mvd4	70x70x7	S235	2M20-5.6t	70x70x7	S355	2M20-8.8t	Profile exchanged	4	2.93	86.89
mzd2	65x65x6	S235	2M20-5.6t	70x70x7	S355	2M20-8.8t	Profile exchanged	4	1.33	39.45
mzd3	65x65x6	S235	2M20-5.6t	70x70x7	S355	2M20-8.8t	Profile exchanged	4	2.69	79.83
mzd6	90x90x8	S235	3M22-5.6t	90x90x9	S355	3M22-8.8t	Profile exchanged	4	1.51	73.24
t1vd1	70x70x7	S235	1M16-5.6t	80x80x8	S355	1M16-8.8t	Profile exchanged	2	2.85	55.29
t1vd2	70x70x7	S235	1M16-5.6t	80x80x8	S355	1M16-8.8t	Profile exchanged	2	2.83	54.91
										1213.82

### 3.3 RSD-WDT Tower 19a

#### 3.3.1 Tower outline

The tower outline from the received asset data is included in Figure 12.



**Figure 12 Tower outline for tower 19a RSD-WDT**

The structure was modelled with S355 steel quality. This assumption was used after consulting with TenneT and the basis for the assumption is that the tower was constructed during/ after 2010. A workshop drawing of one of the tower components was also provided by TenneT which indicated that the steel material was S355.

Mast 19a currently exists as a “dual-mast” tower with a bridge connecting the two sides. The bridge and the mast which is furthest from the portaal at Borchwerf will be removed resulting in a singular tower as shown in Figure 12. For the purposes of the structural calculations, the bridge and adjacent mast were not considered.

### 3.3.2 Tower details

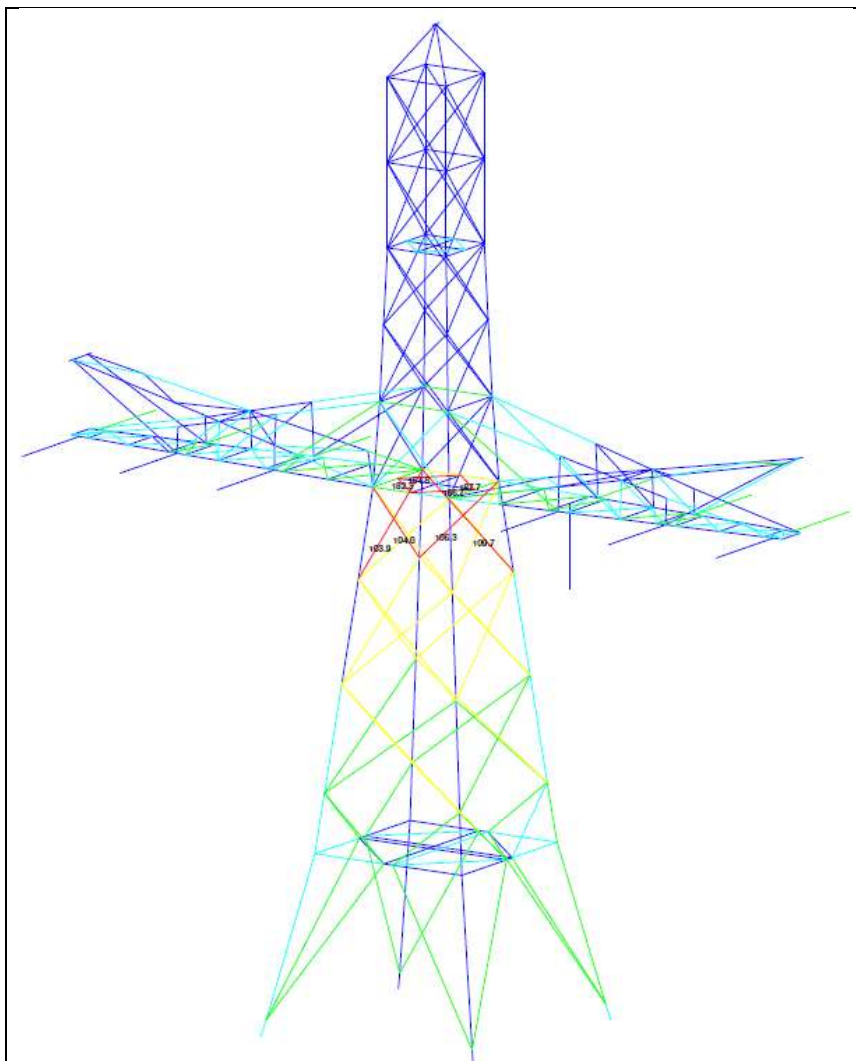
Table 8 summarises the wind and weight span parameters for tower 19a RSD-WDT.

**Table 8 Tower details for tower 19a RSD-WDT**

Tower number	Tower type	Line Angle (°)	Back span (m) (line side)	Ahead span (m) (OSP side)
19a	Lijnportaal	143	110	Varies per phase between 1 and 2m

### 3.3.3 Tower analysis

The results of the analysis for tower 19a with the loads calculated according to “afkeurniveau” are depicted in Figure 13 below.



**Figure 13 PLS-TOWER results for tower 19a RSD-WDT**

The results of the analysis of the angle profiles, redundant members and main leg column anchors have been included in Table 9.

**Table 9 Summary of performed checks for tower 19a**

Check of	Evaluation		Referentie
Profiles		<b>NOK</b>	Figure 3
Redundants	<b>OK</b>		Appendix C
Shear blocks	<b>OK</b>		Appendix D

### 3.3.4 Modifications

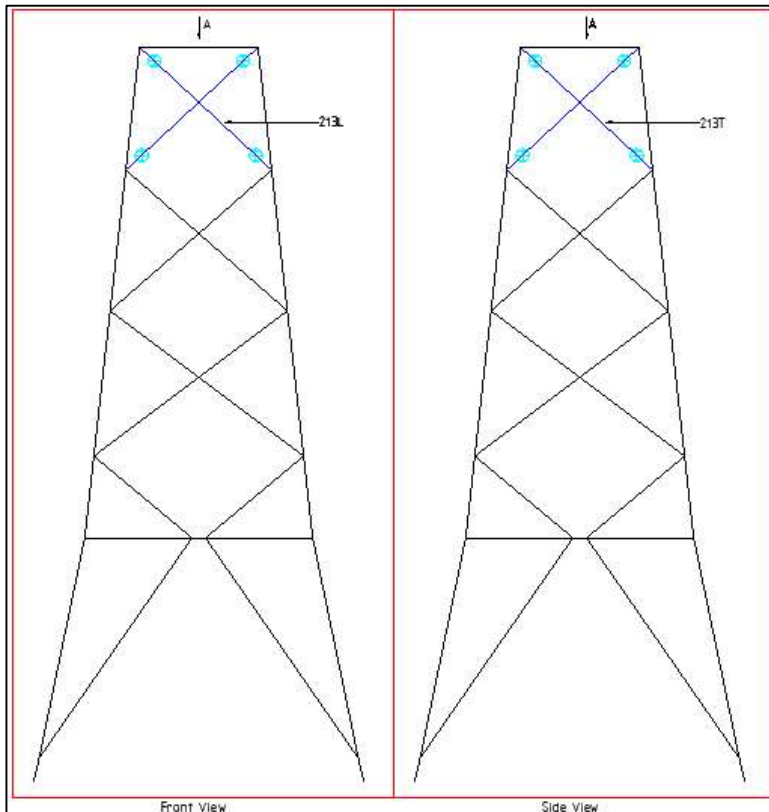
This section proposes tower reinforcements to ensure the towers fulfill the “afkeurniveau” loads. The proposal contains the following measures:

- Replacement of crossing diagonals in the tower body beneath the crossarm
- Strengthening of crossing diagonal joints using plates
- Replacement of diagonals in the body diaphragm of the crossarm

Provision will have to be made for a dropper attachment point at the crossarm. No new extension frames are required for this structure as for the towers 1, 11 and 97.

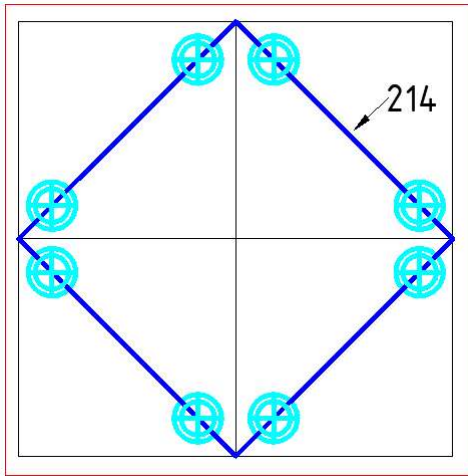
### 3.3.5 Strengthening

As per the group summary outputs in Appendix B, the bracing members indicated in blue in Figure 14 are to be replaced.



**Figure 14 Crossing diagonals to be replaced in the body of mast 19a**

At location where the crossarm meets the tower body, the diagonal bracing in the diaphragm is to be replaced as shown in Figure 15.



**Figure 15** Diagonal bracing in the diaphragm to be replaced

Table 10 provides an overview of the weight of profiles required for the strengthening of tower 19a. The weight of plates is not included in the calculation.

**Table 10** Weight of profiles required for modifications on tower 19a

Group Label	Profile ini.	Material ini.	Bolts ini.	Profile new	Material new	Bolts new	Mitigation	Number	Length (m)	Weight (kg)
213L	100x100x10	S355	2M24-8.8t	100x100x12	S355	2M24-8.8t	Profile exchanged	4	3.96	283.40
213T	100x100x10	S355	2M24-8.8t	100x100x12	S355	2M24-8.8t	Profile exchanged	4	3.96	283.40
214	70x70x7	S355	1M20-8.8t	100x100x12	S355	1M20-8.8t	Profile exchanged	4	1.84	131.64
										698.45

### 3.4 RSD-MDK Tower 97

#### 3.4.1 Tower outline

The tower outline based on the received asset data is included in Figure 16. The asset data did not include a tower outline drawing so Figure 16 is based on the dimensions in the individual section drawings.

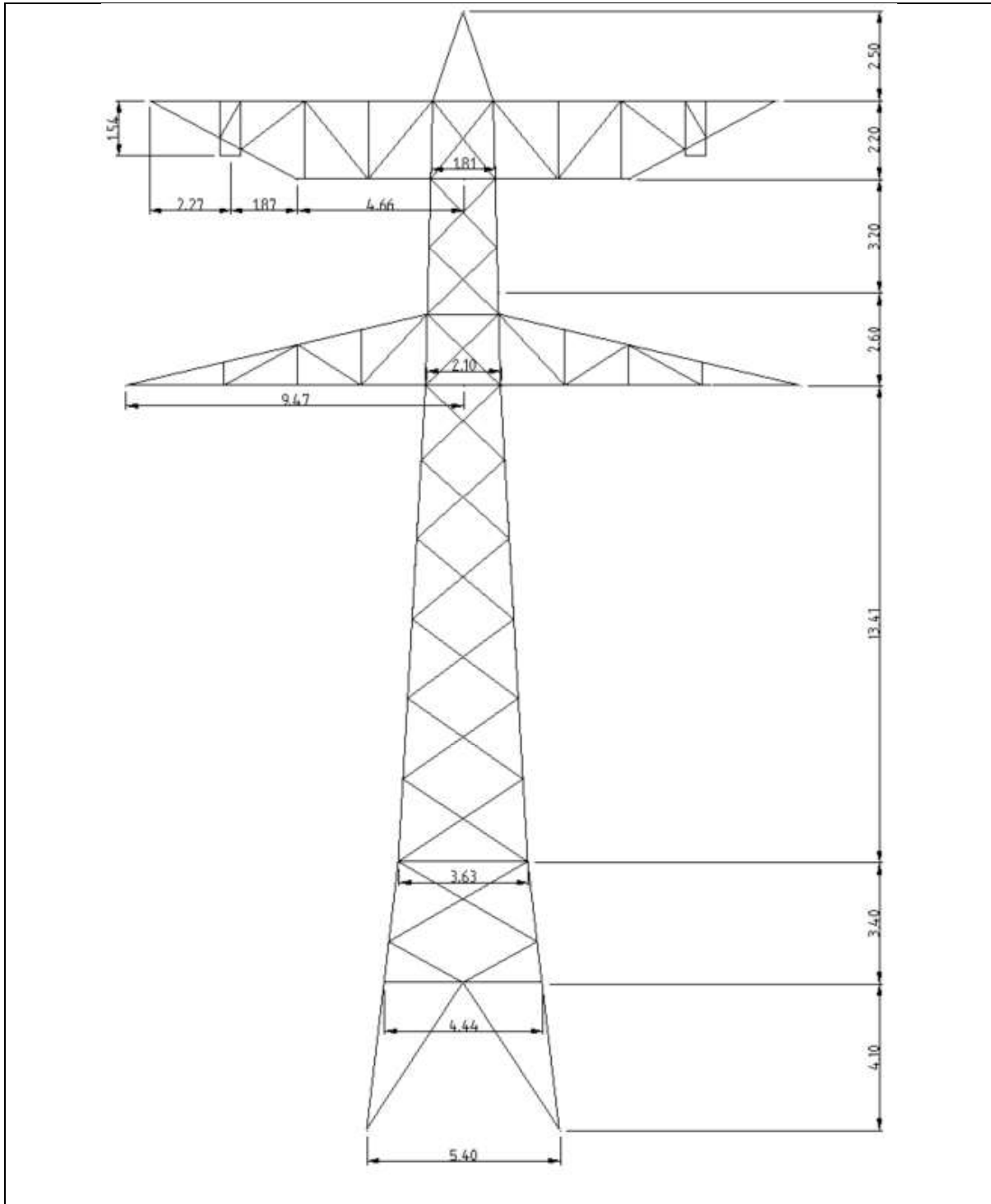


Figure 16 Tower outline for tower 97 RSD-MDK

### 3.4.2 Tower details

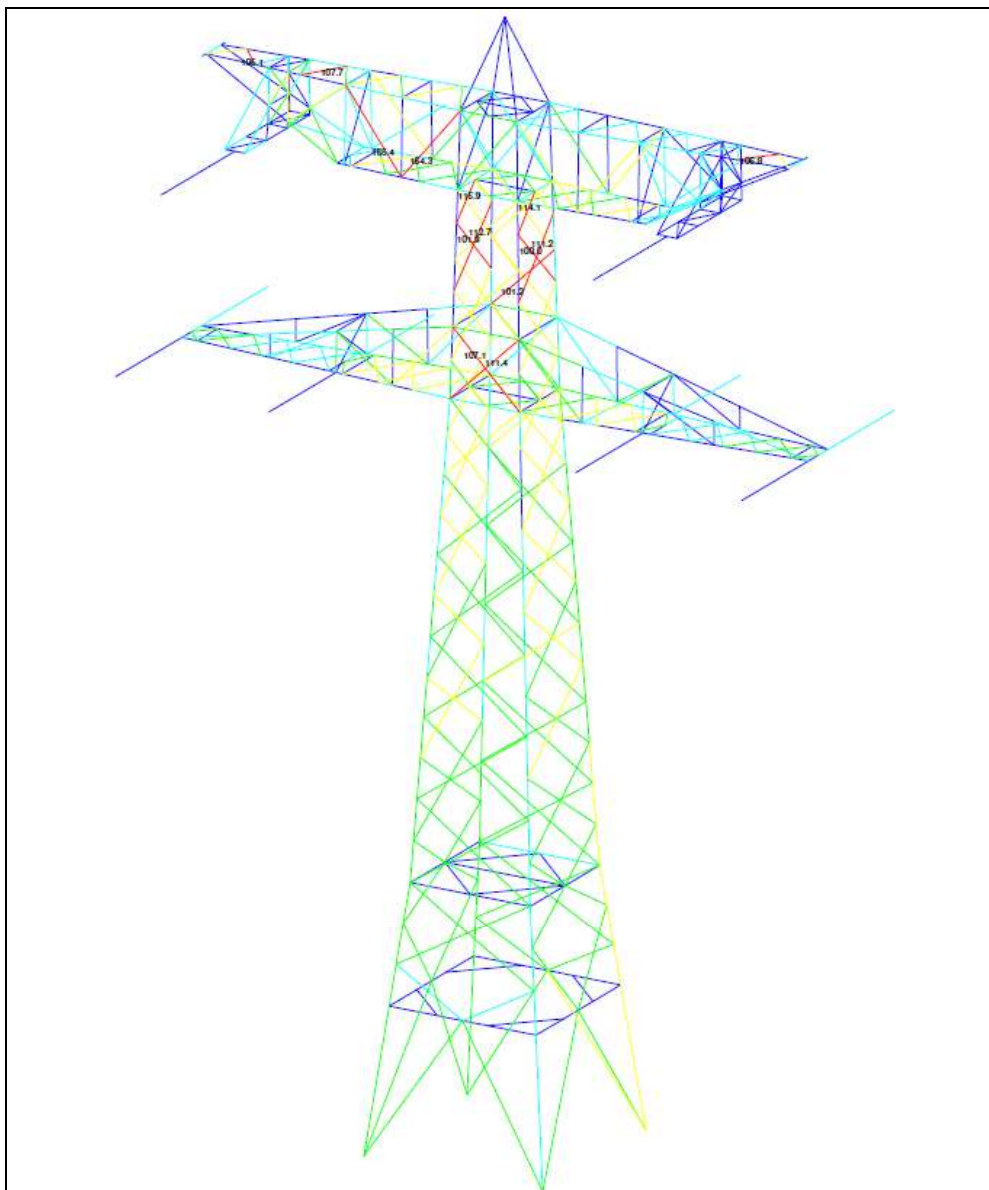
Table 11 summarises the wind and weight span parameters for tower 97 RSD-MDK.

**Table 11 Tower details for tower 97 RSD-MDK**

Tower number	Tower type	Line Angle (°)	Back span (m) (line side)	Ahead span (m) (OSP side)
97	W150°	169	323	Varies per phase between 1 and 5m

### 3.4.3 Tower analysis

The results of the analysis for tower 97 RSD-MDK with the loads calculated according to “afkeurniveau” are depicted in Figure 17 below.



**Figure 17 PLS-TOWER results for tower 97 RSD-MDK**



The results of the analysis of the angle profiles, redundant members and main leg column anchors have been included in Table 12.

**Table 12 Summary of performed checks for tower 97**

Check of	Evaluation	Referentie
Profiles	<b>NOK</b>	Figure 3
Redundants	<b>OK</b>	Appendix C
Shear blocks	<b>OK</b>	Appendix D

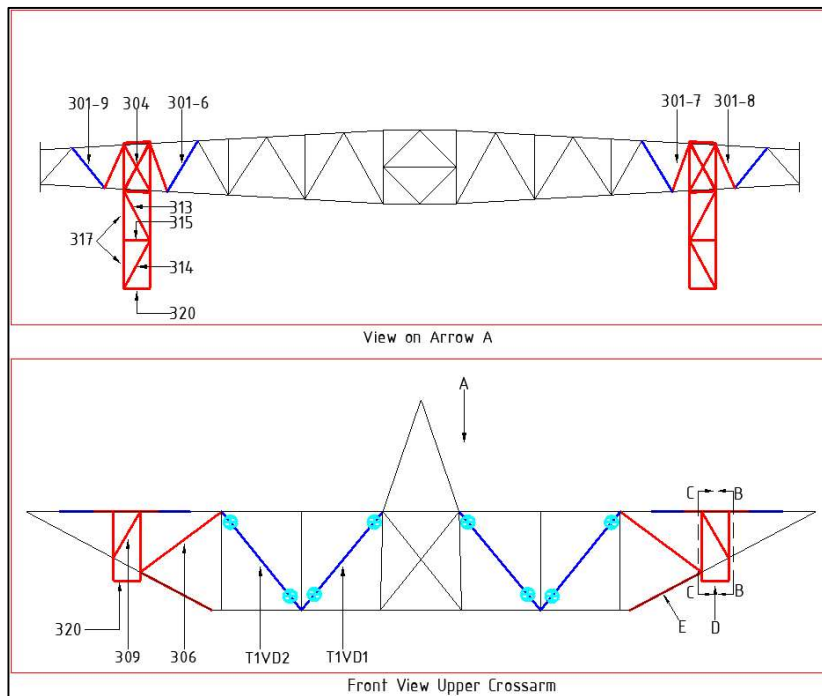
### 3.4.4 Modifications

This section proposes tower reinforcements to ensure the tower fulfils the “afkeurniveau” loads. The proposal contains the following measures:

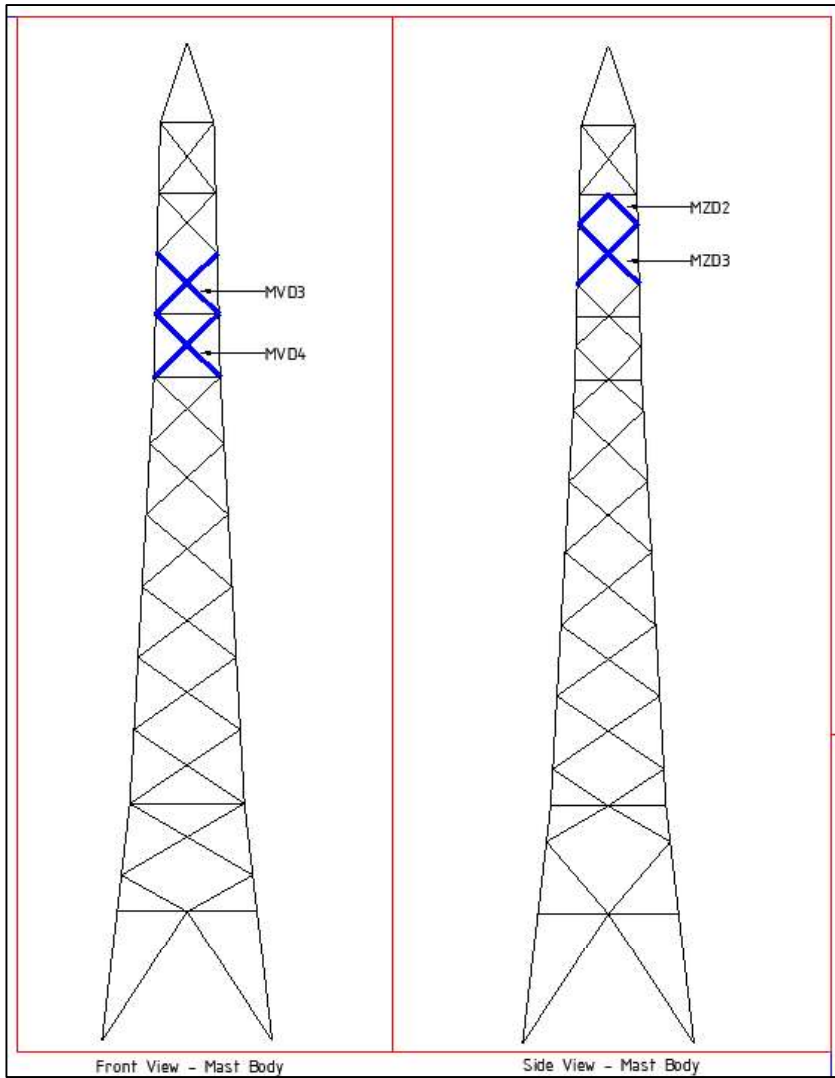
- Replacement of diagonals in the upper crossarm
- Strengthening of joints in the upper crossarm using plates
- Replacement of crossing diagonals on the front and side faces in the upper section of the mast body between the two crossarms
- Addition of a frame to outwardly extend the attachment point of the insulator in the upper crossarm (designed to withstand verbouw level).

### 3.4.5 Strengthening

As per the group summary outputs in Appendix B, the bracing members indicated in Figure 18 and Figure 19 are to be replaced.

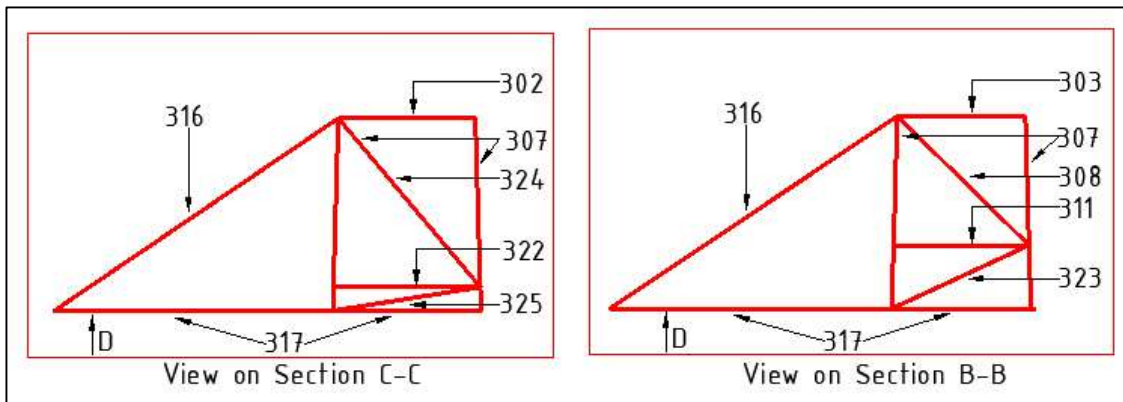


**Figure 18 Members to be replaced in the upper crossarm of tower 97 RSD-MDK**



**Figure 19 Crossing diagonals to be replaced in the upper section of the mast body**

Internal bracings are required to secure the extension frame on the upper conductor attachment point. The bracings shown in Figure 20 should be installed at the locations of sections B-B and C-C from Figure 18.



**Figure 20 Internal bracing arrangements for the extension frame on the upper crossarm**



Refer to Appendix E for further details on the new bracings which are to be installed.

Table 13 provides an overview of the weight of profiles required for the strengthening of tower 97. The weight of plates is not included in the calculation.

**Table 13 Weight of profiles required for modifications on tower 97**

Group Label	Profile ini.	Material ini.	Bolts ini.	Profile new	Material new	Bolts new	Mitigation	Number	Length (m)	Weight (kg)
302				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.10	8.30
303				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.03	7.81
304				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	4	1.22	18.50
305				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	4	2.22	33.66
306				70x70x7	S355	1M16-8.8t	Profile added	4	2.27	67.22
307				60x60x6	S355	1M16-8.8t	Profile added	8	1.54	67.31
308				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.48	11.22
309				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	4	1.20	18.12
311				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.09	8.26
312				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.30	9.85
313				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.29	9.78
314				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.27	9.60
315				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	0.60	4.55
316				80x80x8	S355	1M20-8.8t	Profile added	4	2.78	107.71
317				80x80x8	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	6.79	131.81
320				HEB160	S355	2M20-8.8t	Profile added	2	0.60	51.35
321				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	4	0.60	9.10
322				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.18	8.91
323				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.22	9.25
324				60x60x6	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.77	19.25
325				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.20	9.06
301-6	55x55x5	S235	1M16-5.6t	55x55x6	S355	1M16-8.8t	Profile exchanged	2	1.38	13.55
301-7				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.19	9.02
301-8				50x50x5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	1.10	8.32
301-9	55x55x5	S235	1M16-5.6t	55x55x6	S355	1M16-8.8t	Profile exchanged	2	1.20	11.76
mvd3	65x65x6	S235	2M20-5.6t	70x70x7	S355	2M20-8.8t	Profile exchanged	4	2.73	80.84
mvd4	70x70x7	S235	2M20-5.6t	70x70x7	S355	2M20-8.8t	Profile exchanged	4	2.93	86.89
mzd2	65x65x6	S235	2M20-5.6t	70x70x7	S355	2M20-8.8t	Profile exchanged	4	1.33	39.45
mzd3	65x65x6	S235	2M20-5.6t	70x70x7	S355	2M20-8.8t	Profile exchanged	4	2.69	79.83
t1vd1	70x70x7	S235	1M16-5.6t	80x80x8	S355	1M16-8.8t	Profile exchanged	2	2.85	55.29
t1vd2	70x70x7	S235	1M16-5.6t	80x80x8	S355	1M16-8.8t	Profile exchanged	2	2.83	54.91

1060.47



## 4 REFERENCES

[1] 002.678.00 0678980 - 20-0423 D2.2 Ondersteuning Basisontwerp 150 kV Opstijpunten.

[2] 002.678.00 0935199 - 21-0981 Verificatie en validatie ontwerpeisen permanente OSP's.



**APPENDIX A**  
**Conductor loads**

---

### Short Circuit Force Calculations

Number of loops	12															
	Mast 1 GT-BD		Mast 11 RSD-WDT150		Mast 10		Mast 12		Mast 10		Mast 12		Mast 11 RSD-RSD150		Mast 97 HDR-RSD150	
	10	11	10	11	10	11	10	11	10	11	10	11	10	11	10	11
<b>Number of Different Scenarios Considered</b>																
<b>Name of the Span / Location / Scenario</b>																
CT min																
CT max																
CT 10																
<b>SHORT CIRCUIT CURRENT PARAMETERS</b>																
Short Circuit Current																
Duration of the Short-Circuit flow																
<b>SYSTEM PARAMETERS</b>																
Factor for calculation of the first current flow																
System Frequency																
Factor for calculation of peak short-circuit current																
Time constant of the network																
<b>CONDUCTOR PARAMETERS</b>																
Conductor Definition																
Conductor																
Constant for conductor ( $m^2/(A \cdot 2 \cdot f_s)$ ) (Page 31 and comment)																
Diameter of the conductor																
Mass per unit length																
Length of the inner chain																
Length of the outer chain																
Young's Modulus																
Lowest value of the cable stress when Young's modulus becomes constant																
<b>SPAN AND BUNDLE GEOMETRY</b>																
Number of Subconductors in Bundle																
Ahead span																
Span																
Centre line Distance between phase conductors																
Centre line Distance between sub-conductors																
Centre line distance between supports																
Length of the inner chain																
Length of the outer chain																
Number of Spacers																
Weight of a Spacer																
Resulting mass per unit length of 1 subconductor																
Height of Dropper (vertical value)																
Height of Dropper (horizontal value)																
Length of the link (total cable length per conductor)																
<b>CALCULATION RESULTS</b>																
Check if force should be calculated as a dropper or main conductor																
Check validity of chapter 6.3																
Ft.d, Short Circuit Force of one phase (N) as main conductor																
Ft.d, Short Circuit Force of one phase (N) as dropper																
Fp.d, Pinch Force of one phase (N) as main conductor																
Fp.d, Pinch Force of one phase (N) as dropper																
amax, Maximum Horizontal Displacement (m)																
amin, Distance between the midpoints of the two phases - Minimum air clearance (m)																
Ft.d, Short Circuit Force of one phase (N) as main conductor																
Ft.d, Short Circuit Force of one phase (N) as dropper																
Fp.d, Pinch Force of one phase (N) as main conductor																
Fp.d, Pinch Force of one phase (N) as dropper																
amax, Maximum Horizontal Displacement (m)																
amin, Distance between the midpoints of the two phases - Minimum air clearance (m)																
Ft.d, Short Circuit Force of one phase (N) as main conductor																
Ft.d, Short Circuit Force of one phase (N) as dropper																
Fp.d, Pinch Force of one phase (N) as main conductor																
Fp.d, Pinch Force of one phase (N) as dropper																
amax, Maximum Horizontal Displacement (m)																
amin, Distance between the midpoints of the two phases - Minimum air clearance (m)																
<b>Short Circuit Force using 10°C</b>																
Short Circuit Force																
Force Maximum																
Force Minimum																
<b>Short Circuit Force to be applied (N)</b>																
Force Maximum																
Force Minimum																



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Tower: H1  
 Number: 1

Auteur: TBR  
 Versie: v11.9

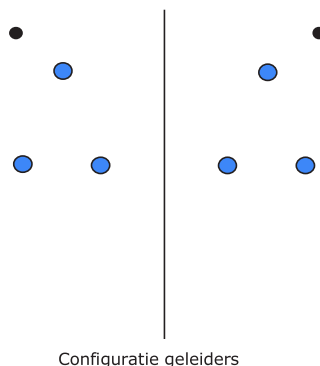
### Geleiderbelastingen

#### Algemeen

Benaming H1  
 Masttype Hoekmast  
 Aantal circuits 2  
 Configuratie 2-circuit-donau  
 Aantal bliksemgeleiders 2

#### Uitgangspunten

Norm NEN-EN50341-2-15:2019  
 Gevolgklasse initieel CC2  
 Betrouwbaarheidsniveau initieel Afkeur CC2-0  
 Referentieperiode initieel 30 jaar  
 Gevolgklasse na aanpassing CC2  
 Betrouwbaarheidsniveau na aanpassing Verbouw  
 Referentieperiode na aanpassing 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	150 kV	ACSR 20/224	4	B	2 %	2 %	1100
Circuit 2	150 kV	ACSR 20/224	4	B	2 %	2 %	1100
Bliksemdraad 1		ACSR 30/52 PETREL	1	A	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 2		ACSR 30/52 PETREL	1	A	2 %	2 %	1600

#### Geleiders Ahead

Omschrijving	Spanning	Geleider Ahead	Bundel Ah	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden $P_{ahead}$
Circuit 1	150 kV	ACSR 20/224	4	B	2 %	2 %	50
Circuit 2	150 kV	ACSR 20/224	4	B	2 %	2 %	50
Bliksemdraad 1		Niet aanwezig	1	A	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 2		Niet aanwezig	1	A	2 %	2 %	1600

#### Isolatoren (1)

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <sup>2</sup> ]
Circuit 1	Afspanketting	2,50	4,50	1,00
Circuit 2	Afspanketting	2,50	4,50	1,00
Bliksemdraad 1	Afspanketting	0,10	0,20	0,10
Bliksemdraad 2	Afspanketting	0,10	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	150ct1f1	24,0 m	24,0 m	11,6 m
Circuit 1	11	150ct1f2	24,0 m	24,0 m	5,6 m
Circuit 1	12	150ct1f3	35,5 m	35,5 m	8,6 m
Circuit 2	20	150ct2f1	24,0 m	24,0 m	-5,6 m
Circuit 2	21	150ct2f2	24,0 m	24,0 m	-11,6 m
Circuit 2	22	150ct2f3	35,5 m	35,5 m	-8,6 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	38,5 m	38,5 m	13,5 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	38,5 m	38,5 m	-13,5 m



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Tower: H1  
 Number: 1

**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	0,0 m	0,0 m	(negatief: omlaag, grotere weight span)
Verlaging:	Niet in 0,9EG-combinaties		

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

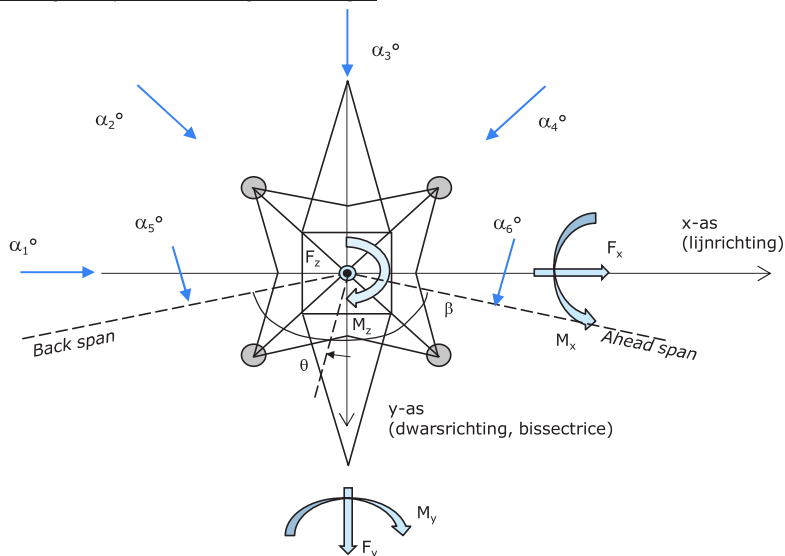
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h$ back	$\Delta h$ ahead	$\Delta y$ back	$\Delta y$ ahead
Circuit 1	10	150ct1f1	0,0	-23,7 m	0,0	-2,4 m
Circuit 1	11	150ct1f2	0,0	-23,7 m	0,0	-1,4 m
Circuit 1	12	150ct1f3	0,0	-35,2 m	0,0	-1,9 m
Circuit 2	20	150ct2f1	0,0	-23,7 m	0,0	1,4 m
Circuit 2	21	150ct2f2	0,0	-23,7 m	0,0	2,5 m
Circuit 2	22	150ct2f3	0,0	-35,2 m	0,0	1,9 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	1,2	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	1,2	0,0 m	0,0	0,0 m

**Lijn- en mastgegevens**

	Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3/\Sigma L)}$	263,0	5,0 m
Lijnhoek	303,0	5,0 m
Lijnhoek $\beta$	180 °	
Rotatie mast t.o.v. bissectrice $\theta$	-3 °	
Vaklengte	1798	5 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Beschouwde windrichtingen	$\alpha_1$	0 °
Windrichtingen volgens:	$\alpha_2$	135 °
Geleiderbelastingen	$\alpha_3$	45 °
	$\alpha_4$	93 °
	$\alpha_5$	75 °
	$\alpha_6$	105 °

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: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Tower: H1  
 Number: 1

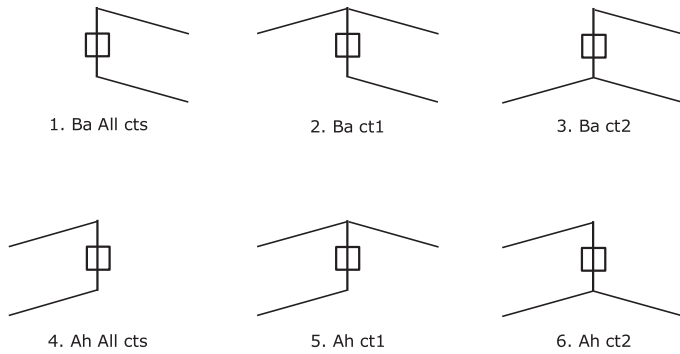
### Geleiderafval

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	150ct1f1	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	150ct1f2	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	150ct1f3	1	0	1	0	1	0
Circuit 2	150ct2f1	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	150ct2f2	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	150ct2f3	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.

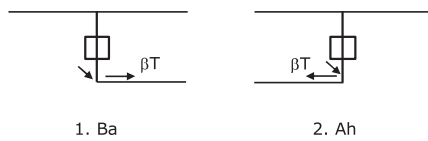
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Tower: H1  
 Number: 1

**Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud**

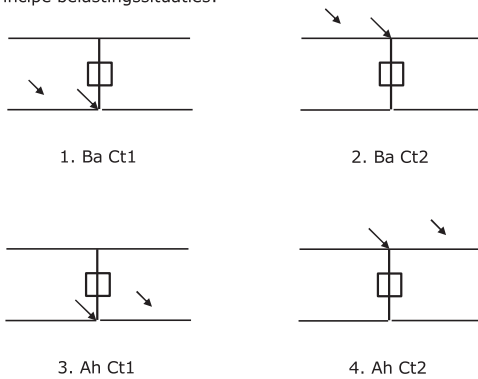
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden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

	Fase	Bliksem
Lijnwagen	3,0 kN	2,0 kN
Puntlast op traverse	1,0 kN	1,0 kN

Beschouwde situaties bouw- en onderhoud 6a: 1 en 2, uitgangspunt is symmetrie tussen back / ahead.

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

Principe belastingssituaties:



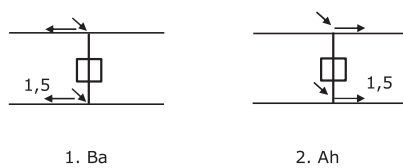
**Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting**

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: Geen (bestaande constructie)

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: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Tower: H1  
 Number: 1

## Mastconstructie

### Eigenschappen

Masttype	Hoekmast	
Mastbenaming	H1	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	38,5 m	
Gewicht mast	270,0 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	8,50	8,50 m
Helling van de randstijl	0,160	0,160 -
Factor spatkracht	1,3	1,3 -

### Berekening windbelasting

Dynamische invloed $G_T$	1,00 ( <i>Masthoogte &lt; 60 m</i> )
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 <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	5,00	8,50	6,90	5,00	0,160	38,50			3,96
Eerste tussenstuk	11,60	6,90	4,68	6,60	0,168	38,21			3,96
Tweede tussenstuk	18,80	4,68	3,96	7,20	0,050	31,10			3,96
Bovenstuk 1	27,45	3,96	3,07	8,65	0,051	30,40			3,96
Bovenstuk 2	37,05	3,07	2,00	9,60	0,056	24,34	-0,50	-0,02	4,08
Topstuk	38,50	2,00		1,45		1,45	0,50	0,34	2,38
Ondertraverse	23,25	9,85		2,30		11,33			3,96
Boventraverse	34,75	12,35		2,30		14,20			3,96

### Eigenschappen mastsecties dwarsrichting (zijaanzicht, xz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	5,00	8,50	6,90	5,00	0,160	38,50			3,96
Eerste tussenstuk	11,60	6,90	4,68	6,60	0,168	38,21			3,96
Tweede tussenstuk	18,80	4,68	3,96	7,20	0,050	31,10			3,96
Bovenstuk 1	27,45	3,96	3,07	8,65	0,051	30,40			3,96
Bovenstuk 2	37,05	3,07	2,00	9,60	0,056	24,34	-0,50	-0,02	4,08
Topstuk	38,50	2,00		1,45		1,45	0,50	0,34	2,38
Ondertraverse	23,25	9,85		2,30		11,33			3,96
Boventraverse	34,75	12,35		2,30		14,20			3,96

NB: oppervlakte traverse dwarsrichting wordt in berekening gereduceerd.

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Tower: H1  
 Number: 1

#### Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m <sup>2</sup> /m)	Factor	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk				
Eerste tussenstuk				
Tweede tussenstuk				
Bovenstuk 1				
Bovenstuk 2				

#### Invoer antennes

Omschrijving	A (m <sup>2</sup> )	h (m)	C <sub>f</sub> (m)
Antenne top			
Antenne o.t.			

#### Belastingen mastsectie langsrichting (x-richting) per windrichting

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>x1</sub> [kN]	F <sub>x2</sub> [kN]	F <sub>x3</sub> [kN]	F <sub>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>y1</sub> [kNm]	M <sub>y2</sub> [kNm]	M <sub>y3</sub> [kNm]	M <sub>y4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,70	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Eerste tussenstuk	0,70	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Tweede tussenstuk	0,81	0,0	0,0	0,0	0,0	15,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Bovenstuk 1	0,92	0,0	0,0	0,0	0,0	23,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Bovenstuk 2	1,01	-2,1	1,7	-1,7	0,1	32,3	-66,4	56,4	-56,4	3,5
Topstuk	1,05	1,3	-1,1	1,1	-0,1	37,8	47,4	-40,2	40,2	-2,5
Ondertraverse	0,93	0,0	0,0	0,0	0,0	24,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Boventraverse	1,04	0,0	0,0	0,0	0,0	35,5	0,0	0,0	0,0	0,0

<b>Totaal</b>		<b>-0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>-0,7</b>	<b>0,0</b>		<b>-19,0</b>	<b>16,1</b>	<b>-16,1</b>	<b>1,0</b>
---------------	--	-------------	------------	-------------	------------	--	--------------	-------------	--------------	------------

#### Belastingen mastsectie dwarsrichting (y-richting) per windrichting

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>y1</sub> [kN]	F <sub>y2</sub> [kN]	F <sub>y3</sub> [kN]	F <sub>y4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>x1</sub> [kNm]	M <sub>x2</sub> [kNm]	M <sub>x3</sub> [kNm]	M <sub>x4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,70	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Eerste tussenstuk	0,70	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Tweede tussenstuk	0,81	0,0	0,0	0,0	0,0	15,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Bovenstuk 1	0,92	0,0	0,0	0,0	0,0	23,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Bovenstuk 2	1,01	0,0	-1,7	-1,7	-2,1	32,3	0,0	-56,4	-56,4	-66,1
Topstuk	1,05	0,0	1,1	1,1	1,3	37,8	0,0	40,2	40,2	47,5
Ondertraverse	0,93	0,0	0,0	0,0	0,0	24,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Boventraverse	1,04	0,0	0,0	0,0	0,0	35,5	0,0	0,0	0,0	0,0

<b>Totaal</b>		<b>0,0</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,7</b>	<b>-0,8</b>		<b>0,0</b>	<b>-16,1</b>	<b>-16,1</b>	<b>-18,7</b>
---------------	--	------------	-------------	-------------	-------------	--	------------	--------------	--------------	--------------

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

Belasting / windrichting	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
Permanente belasting	0	0	270	0	0	0
Windrichting 0°	-1	0	0	0	-19	0
Windrichting 135°	1	-1	0	-16	16	0
Windrichting 45°	-1	-1	0	-16	-16	0
Windrichting 93°	0	-1	0	-19	1	0

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Tower: H1  
 Number: 1

### Tussenresultaten geleiderbelastingen

#### Geleiders back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	ACSR 20/224	20,3	244,5	7,60	66000	2,04E-05
Circuit 2	ACSR 20/224	20,3	244,5	7,60	66000	2,04E-05
Bliksemdraad 1	ACSR 30/52 PETREL	11,8	82,4	3,71	105500	1,53E-05
Bliksemdraad 2	ACSR 30/52 PETREL	11,8	82,4	3,71	105500	1,53E-05

#### Geleiders ahead

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	ACSR 20/224	20,3	244,5	7,60	66000	2,04E-05
Circuit 2	ACSR 20/224	20,3	244,5	7,60	66000	2,04E-05
Bliksemdraad 1	Niet aanwezig					
Bliksemdraad 2	Niet aanwezig					

#### Verticale belasting back

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsg gebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	2	31,0	B	4+0,2d	8,1	32,3
Circuit 2	4	2	31,0	B	4+0,2d	8,1	32,3
Bliksemdraad 1	1	2	3,8	A	15+0,4d	19,7	19,7
Bliksemdraad 2	1	2	3,8	A	15+0,4d	19,7	19,7

#### Verticale belasting ahead

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsg gebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	2	31,0	B	4+0,2d	8,1	32,3
Circuit 2	4	2	31,0	B	4+0,2d	8,1	32,3
Bliksemdraad 1	1	2		A	15+0,4d		
Bliksemdraad 2	1	2		A	15+0,4d		

#### Isolatoren

Geleider	$G_{isolator}$ [kN]	Aantal	$F_{v,iso}$ [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <sup>2</sup> ]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
150ct1f1	2,50	1	2,5	4,5	1,0	24,45	0,93	1,2	1,12
150ct1f2	2,50	1	2,5	4,5	1,0	24,45	0,93	1,2	1,12
150ct1f3	2,50	1	2,5	4,5	1,0	35,95	1,04	1,2	1,25
150ct2f1	2,50	1	2,5	4,5	1,0	24,45	0,93	1,2	1,12
150ct2f2	2,50	1	2,5	4,5	1,0	24,45	0,93	1,2	1,12
150ct2f3	2,50	1	2,5	4,5	1,0	35,95	1,04	1,2	1,25
bl1	0,10	1	0,1	0,2	0,1	38,95	1,06	1,2	0,13
bl2	0,10	1	0,1	0,2	0,1	38,95	1,06	1,2	0,13

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Tower: H1  
 Number: 1

#### Windbelasting back

Geleider	hoogte		G <sub>c,dwars</sub>	G <sub>c,trek</sub>	C <sub>c</sub>	d <sub>toeslag</sub>	W <sub>y</sub>	W <sub>y,vak</sub>	D <sub>ijs,toeslag</sub>	W <sub>y,ijs</sub>	W <sub>y,ijs,vak</sub>
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
150ct1f1	19,2	0,87	0,64	0,49	1,20	20,75	54,9	42,7	40,2	106,3	82,8
150ct1f2	19,2	0,87	0,64	0,49	1,20	20,75	54,9	42,7	40,2	106,3	82,8
150ct1f3	30,7	1,00	0,68	0,53	1,20	20,75	67,1	52,3	40,2	130,1	101,4
150ct2f1	19,2	0,87	0,64	0,49	1,20	20,75	54,9	42,7	40,2	106,3	82,8
150ct2f2	19,2	0,87	0,64	0,49	1,20	20,75	54,9	42,7	40,2	106,3	82,8
150ct2f3	30,7	1,00	0,68	0,53	1,20	20,75	67,1	52,3	40,2	130,1	101,4
bl1	35,9	1,04	0,69	0,54	1,20	11,99	10,3	8,1	55,2	47,6	37,1
bl2	35,9	1,04	0,69	0,54	1,20	11,99	10,3	8,1	55,2	47,6	37,1

#### Windbelasting ahead

Geleider	hoogte		G <sub>c,dwars</sub>	G <sub>c,trek</sub>	C <sub>c</sub>	d <sub>toeslag</sub>	W <sub>y</sub>	W <sub>y,vak</sub>	D <sub>ijs,toeslag</sub>	W <sub>y,ijs</sub>	W <sub>y,ijs,vak</sub>
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
150ct1f1	12,6	0,76	0,60	0,96	1,20	20,75	45,0	72,7	40,2	87,2	141,0
150ct1f2	12,6	0,76	0,60	0,96	1,20	20,75	45,0	72,7	40,2	87,2	141,0
150ct1f3	18,3	0,85	0,63	0,97	1,20	20,75	53,7	82,7	40,2	104,1	160,3
150ct2f1	12,6	0,76	0,60	0,96	1,20	20,75	45,0	72,7	40,2	87,2	141,0
150ct2f2	12,6	0,76	0,60	0,96	1,20	20,75	45,0	72,7	40,2	87,2	141,0
150ct2f3	18,3	0,85	0,63	0,97	1,20	20,75	53,7	82,6	40,2	104,1	160,2
bl1	38,9	1,06	0,70	0,98							
bl2	38,9	1,06	0,70	0,98							

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Masttype: H1  
 Mast: 1

**Geleiderbelastingen** Auteur: TBR  
Versie: v11.9

**Uitgangspunten**  
 Betrouwbaarheidsniveau Afkeur CC2-0  
 Referentieperiode 30 jaar

<b>ULS</b> (bezwijksterkte)		<b>NEN-EN50341-2-15:2019</b>			$\gamma_Q$			$\gamma_a$
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$\gamma_G$ $G_{k,mast}$	$\gamma_G$ $G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$
ULS 1a	Wind	10°	1,05	1,05	0,00	1,12	0,00	0,0
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk alleen mast	10°	0,90	1,05	0,00	1,12	0,00	0,0
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk ook geleider	10°	0,90	0,90	0,00	1,12	0,00	0,0
ULS 3	Wind+ijs	-5°	1,05	1,05	0,00	0,34	0,97	0,0
ULS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,05	0,00	0,34	0,97	0,0
ULS 4	Koude+wind	-20°	1,05	1,05	0,00	0,22	0,00	0,0
ULS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,05	0,00	0,22	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°	1,05	1,05	1,20	0,22	0,00	0,0
ULS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,05	1,05	0,00	0,22	0,00	0,0
ULS 7	Permanent	10°	1,15	1,15	0,00	0,00	0,00	0,0
ULS 8	Special	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0
<b>SPLS</b> (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)			$\gamma_G$ $G_k$		$\gamma_Q$ $Q_{pk}$ $Q_{wk}$ $Q_{ik}$			$A_k$
SPLS 1a	Wind	10°	1,05	1,05	0,0	0,78	0,00	0,0
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	1,05	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°	1,05	1,05	0,0	0,36	0,34	0,0
SPLS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,05	0,0	0,36	0,34	0,0
SPLS 4	Koude+wind	-20°	1,05	1,05	0,0	0,24	0,00	0,0
SPLS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,05	0,0	0,24	0,00	0,0
SPLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,05	1,05	1,2	0,24	0,0	0,0
SPLS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,05	1,05	0,0	0,24	0,0	0,0
<b>SLS</b> (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	0,94	0,0	0,0
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,28	0,88	0,0
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,19	0,0	0,0
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,19	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 52  
 Aantal belastingcombinaties SPLS 210  
 Aantal belastingcombinaties SLS 15  
 Aantal knooplasten 4432



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Masttype: H1  
 Mast: 1

### 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	-26,4	0,0	1,0	0,1	3,8	1,1
bl2	-26,4	0,0	1,0	0,1	3,8	1,1
150ct1f1	-73,3	13,5	6,3	0,8	11,2	71,6
150ct1f2	-73,3	14,2	6,3	0,8	11,2	71,5
150ct1f3	-75,8	13,9	7,6	0,8	11,2	105,2
150ct2f1	-73,3	13,7	6,3	4,7	11,2	71,3
150ct2f2	-73,3	12,6	6,3	7,2	11,2	71,3
150ct2f3	-75,8	13,3	7,6	5,9	11,2	104,8

#### Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	117,7	123,0	124,2
bl2	117,7	123,0	124,2
150ct1f1	382,0	2347,3	370,5
150ct1f2	371,8	2345,4	370,5
150ct1f3	494,8	3424,6	485,5
150ct2f1	376,3	2341,2	370,5
150ct2f2	373,3	2341,0	370,5
150ct2f3	504,0	3419,0	486,0

#### Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	124,3	126,6
bl2	124,3	126,6
150ct1f1	732,0	579,5
150ct1f2	739,8	581,5
150ct1f3	1133,0	825,3
150ct2f1	738,6	581,2
150ct2f2	709,8	573,9
150ct2f3	1116,6	821,4

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

Voor alle geleiders

Wind / Weight span verhouding

Max. weight span	3424,6 m	25,557 -
Min. weight span	114,7 m	0,856 -

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Masttype: H1  
 Mast: 1

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

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	26,4	1,3	3,8	-26,4	0,0
bl2	26,4	1,3	3,8	-26,4	0,0
150ct1f1	67,8	6,7	71,6	-73,1	14,6
150ct1f2	67,4	6,7	71,5	-73,1	14,5
150ct1f3	69,9	7,5	105,2	-75,6	14,6
150ct2f1	67,8	8,7	71,3	-73,1	14,5
150ct2f2	68,5	9,0	71,3	-73,1	14,5
150ct2f3	70,4	10,4	104,8	-75,6	14,5

**EDS-belastingen geleiders**

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	0,0	0,0	0,6	-6,1	0,0
bl2	0,0	0,0	0,6	-6,1	0,0
150ct1f1	1,4	-0,6	9,9	-34,1	1,6
150ct1f2	1,5	-0,3	9,9	-34,1	1,6
150ct1f3	1,5	-0,5	13,5	-34,1	1,6
150ct2f1	1,5	0,5	9,9	-34,1	1,6
150ct2f2	1,3	0,8	9,9	-34,1	1,6
150ct2f3	1,4	0,6	13,5	-34,1	1,6

**Controle uplift SLS-wind**

Combinatie: Geleider	Fz_ba	Fz_ah
	[kN]	[kN]
SLS 4      bl1	0,0	0,0
bl2	0,0	0,0
150ct1f1	0,0	0,0
150ct1f2	0,0	0,0
150ct1f3	0,0	0,0
150ct2f1	0,0	0,0
150ct2f2	0,0	0,0
150ct2f3	0,0	0,0

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Masttype: H1  
 Mast: 1

**Geleiderbelastingen** Auteur: TBR  
Versie: v11.9

**Uitgangspunten**  
 Betrouwbaarheidsniveau: Verbouw CC2  
 Referentieperiode: 50 jaar

<b>ULS</b> (bezwijksterkte)		<b>NEN-EN50341-2-15:2019</b>			$\gamma_Q$			$\gamma_a$	
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$\gamma_G$		$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$	
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$					
ULS 1a	Wind	10°	1,15	1,15	0,00	1,40	0,00	0,0	
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk alleen mast	10°	0,90	1,15	0,00	1,40	0,00	0,0	
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk ook geleider	10°	0,90	0,90	0,00	1,40	0,00	0,0	
ULS 3	Wind+ijs	-5°	1,15	1,15	0,00	0,42	1,30	0,0	
ULS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,15	0,00	0,42	1,30	0,0	
ULS 4	Koude+wind	-20°	1,15	1,15	0,00	0,28	0,00	0,0	
ULS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,15	0,00	0,28	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°	1,15	1,15	1,30	0,28	0,00	0,0	
ULS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,15	1,15	0,00	0,28	0,00	0,0	
ULS 7	Permanent	10°	1,30	1,30	0,00	0,00	0,00	0,0	
ULS 8	Special	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0	
<b>SPLS</b> (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)			$\gamma_G$		$\gamma_Q$			$A_k$	
SPLS	Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$G_k$		$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$
				$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$				
SPLS 1a	Wind	10°	1,15	1,15	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	1,15	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°	1,15	1,15	0,0	0,36	0,34	0,0	
SPLS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,15	0,0	0,36	0,34	0,0	
SPLS 4	Koude+wind	-20°	1,15	1,15	0,0	0,24	0,00	0,0	
SPLS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,15	0,0	0,24	0,00	0,0	
SPLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,15	1,15	1,2	0,24	0,0	0,0	
SPLS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,15	1,15	0,0	0,24	0,0	0,0	
<b>SLS</b> (controle van de vervormingen, vermoeiing, EDS)			$G_k$		$Q_{pk}$			$A_k$	
SLS	Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$G_k$		$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$
				$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$				
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: 52  
 Aantal belastingcombinaties SPLS: 210  
 Aantal belastingcombinaties SLS: 15  
 Aantal knooplasten: 4432

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Masttype: H1  
 Mast: 1

### 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	-32,1	0,0	1,3	0,2	4,1	1,1
bl2	-32,1	0,0	1,3	0,2	4,1	1,1
150ct1f1	-87,0	13,6	8,1	0,8	13,1	72,3
150ct1f2	-87,0	14,3	8,1	0,8	13,1	72,1
150ct1f3	-90,1	14,0	9,8	0,8	13,1	106,0
150ct2f1	-87,0	13,8	8,1	4,7	13,1	71,9
150ct2f2	-87,0	12,7	8,1	7,2	13,1	71,8
150ct2f3	-90,1	13,3	9,8	5,9	13,1	105,5

#### Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	117,2	123,0	124,2
bl2	117,2	123,0	124,2
150ct1f1	383,4	2348,1	370,5
150ct1f2	371,9	2345,9	370,5
150ct1f3	495,9	3425,9	485,5
150ct2f1	377,0	2341,3	370,5
150ct2f2	373,6	2341,0	370,5
150ct2f3	506,1	3419,0	486,0

#### Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	124,4	127,0
bl2	124,4	127,0
150ct1f1	797,0	564,8
150ct1f2	805,8	566,7
150ct1f3	1243,9	803,1
150ct2f1	804,5	566,4
150ct2f2	771,7	559,2
150ct2f3	1225,4	799,2

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

Voor alle geleiders

Max. weight span	3425,9 m
Min. weight span	111,9 m

Wind / Weight span verhouding

Max. weight span	25,566 -
Min. weight span	0,835 -

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Masttype: H1  
 Mast: 1

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

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	32,1	1,5	4,1	-32,0	0,0
bl2	32,1	1,5	4,1	-32,0	0,0
150ct1f1	80,6	7,8	72,3	-86,8	14,7
150ct1f2	80,1	8,7	72,1	-86,8	14,6
150ct1f3	83,2	9,8	106,0	-89,8	14,7
150ct2f1	80,6	11,1	71,9	-86,8	14,6
150ct2f2	81,4	11,5	71,8	-86,8	14,6
150ct2f3	83,8	13,2	105,5	-89,8	14,6

**EDS-belastingen geleiders**

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	0,0	0,0	0,6	-6,1	0,0
bl2	0,0	0,0	0,6	-6,1	0,0
150ct1f1	1,4	-0,6	9,9	-34,1	1,6
150ct1f2	1,5	-0,3	9,9	-34,1	1,6
150ct1f3	1,5	-0,5	13,5	-34,1	1,6
150ct2f1	1,5	0,5	9,9	-34,1	1,6
150ct2f2	1,3	0,8	9,9	-34,1	1,6
150ct2f3	1,4	0,6	13,5	-34,1	1,6

**Controle uplift SLS-wind**

Combinatie: Geleider	Fz_ba	Fz_ah
	[kN]	[kN]
SLS 4      bl1	0,0	0,0
bl2	0,0	0,0
150ct1f1	0,0	0,0
150ct1f2	0,0	0,0
150ct1f3	0,0	0,0
150ct2f1	0,0	0,0
150ct2f2	0,0	0,0
150ct2f3	0,0	0,0



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Tower: H1  
 Number: 1

Auteur: TBR  
 Versie: v1.9

### Geleiderbelastingen afloper

#### Algemeen

Benaming H1  
 Masttype Hoekmast  
 Aantal circuits 2  
 Configuratie 2-circuit-donau  
 Aantal bliksemgeleiders 2

#### Uitgangspunten

Norm NEN-EN50341-2-15:2019  
 Gevolgklasse initieel CC2-0  
 Betrouwbaarheidsniveau initieel Afkeur CC2-0  
 Referentieperiode initieel 30 jaar  
 Gevolgklasse na aanpassing CC2  
 Betrouwbaarheidsniveau na aanpassing Verbouw  
 Referentieperiode na aanpassing 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 0

#### Geleiders

Omschrijving	Spanning	Geleider Back	Bundel Ba	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	
Circuit 1	150 kV	ACSR 20/224	4	B	2 %	2 %	
Circuit 2	150 kV	ACSR 20/224	4	B	2 %	2 %	
Bliksemdraad 1		Niet aanwezig	0	0	0 %	0 %	0
Bliksemdraad 2		Niet aanwezig	0	0	0 %	0 %	0

#### Isolatoren (1)

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <sup>2</sup> ]
Circuit 1	Afspanketting	1,50	4,50	1,00
Circuit 2	Afspanketting	1,50	4,50	1,00
Bliksemdraad 1	0	0,00	0,00	0,00
Bliksemdraad 2	0	0,00	0,00	0,00

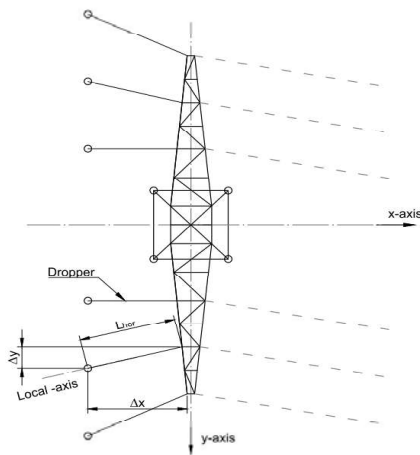
1. *Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset*

#### Ophanghoogte en positie in mast

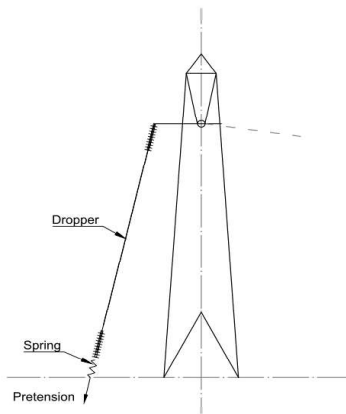
Circuits	Nummer	Aanduiding	Ophanghoogte	Aangrijppunt
Circuit 1	10	150ct1f1	24,0 m	24,0 m
Circuit 1	11	150ct1f2	24,0 m	24,0 m
Circuit 1	12	150ct1f3	35,5 m	35,5 m
Circuit 2	20	150ct2f1	24,0 m	24,0 m
Circuit 2	21	150ct2f2	24,0 m	24,0 m
Circuit 2	22	150ct2f3	34,5 m	34,5 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0 m	0,0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	0,0 m	0,0 m

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Tower: H1  
 Number: 1

**Principe hoekmast met aflopers**



Top view tower



Side view tower

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

Circuits	Nummer	Aanduiding	Hoogteverschil	Richtingsverandering		Lokaal Δx	Lengte overspanning
			Δh	Δy	Δx	Lhor	L
Circuit 1	10	150ct1f1	23,7 m	-2,4	6,0	6,5	24,5 m
Circuit 1	11	150ct1f2	23,7 m	-1,4	5,1	5,3	24,2 m
Circuit 1	12	150ct1f3	35,2 m	-1,9	4,2	4,6	35,4 m
Circuit 2	20	150ct2f1	23,7 m	1,4	5,3	5,4	24,3 m
Circuit 2	21	150ct2f2	23,7 m	2,5	5,7	6,2	24,5 m
Circuit 2	22	150ct2f3	35,2 m	1,9	4,1	4,5	35,5 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0 m	0,0	0,0	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	0,0 m	0,0	0,0	0,0	0,0 m

**Voorspanning en veerstijfheid**

Circuits	Nummer	Aanduiding	Voorspanning	Veerstijfheid	Effectieve rekstijfheid
			$F_{pr}$	k	$EA_{fict}$
Circuit 1	10	150ct1f1	6,0 kN	1000 kN/m	11940 kN/m
Circuit 1	11	150ct1f2	6,0 kN	1000 kN/m	11940 kN/m
Circuit 1	12	150ct1f3	6,0 kN	1000 kN/m	18610 kN/m
Circuit 2	20	150ct2f1	6,0 kN	1000 kN/m	11940 kN/m
Circuit 2	21	150ct2f2	6,0 kN	1000 kN/m	11940 kN/m
Circuit 2	22	150ct2f3	6,0 kN	1000 kN/m	18636 kN/m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0 kN	0 kN/m	kN/m
Bliksemdraad 2	3	bl2	0,0 kN	0 kN/m	kN/m

De effectieve rekstijfheid is bepaald met de invloed van de veerstijfheid  
 Deze is berekend door de optelling van de reciproke waarden van de veerstijfheid van geleider en veer.



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Tower: H1  
 Number: 1

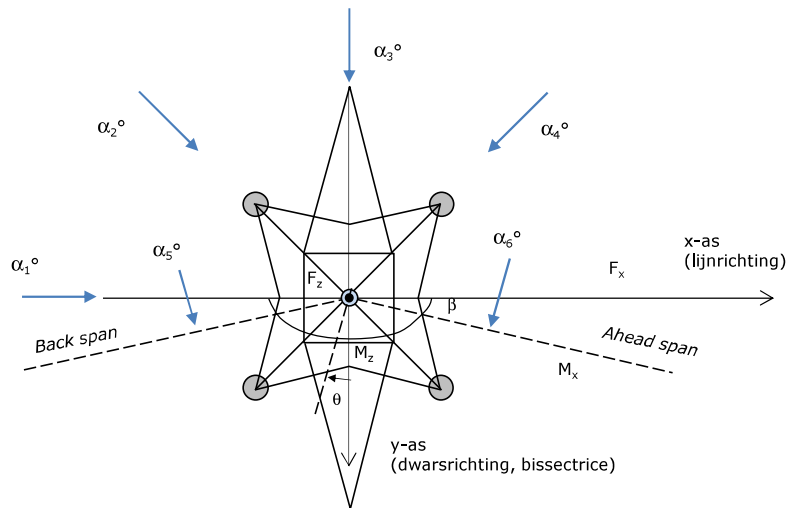
**Lijn- en mastgegevens**

Deze invoer is opgenomen voor beschouwde windrichtingen en komt overeen met invoer geleiderbelastingen voor de mast

Lijnhoek	$\beta$	180 °
Rotatie mast t.o.v. bissectrice	$\theta$	-3 °
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld		0,5 m
Beschouwde windrichtingen	$\alpha_1$	0 °
Windrichtingen volgens:	$\alpha_2$	45 °
Geleiderbelastingen	$\alpha_3$	93 °
	$\alpha_4$	135 °
	$\alpha_5$	75 °
	$\alpha_6$	105 °

*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	6
Overig	6

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Tower: H1  
 Number: 1

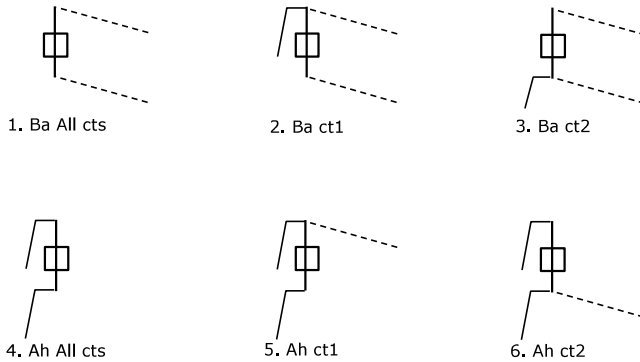
### Geleiderafval

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	150ct1f1	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	150ct1f2	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	150ct1f3	1	0	1	0	1	0
Circuit 2	150ct2f1	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	150ct2f2	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	150ct2f3	0	1	1	0	1	0
Bliksemdraad 1	bl1	1	0	1	0		0
Bliksemdraad 2	bl2	0	1	1	0		0

### Belastingsituaties SPLS

Beschouwde situaties SPLS: 1 t/m 6, alle mogelijke situaties.  
 Geleiderbelastingen naar volgende mast geen onderdeel van deze berekening.

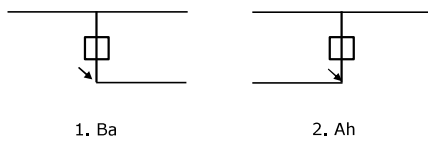
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Tower: H1  
 Number: 1

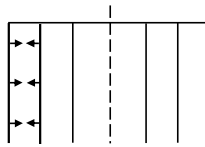
### Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

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 met 20% wind is geschikt voor controle stijppunt in combinatie met kortsluitbelastingen.

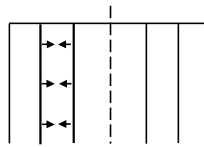
	Fase	Bliksem
Lijnwagen (nvt.)	0,0 kN	0,0 kN
Puntlast op traverse	1,0 kN	1,0 kN

### Belastingsituaties 8. Kortsluiting

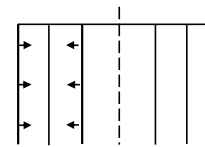
Principe belastingssituaties:



1. 10-11



2. 11-12



3. 10-12

#### Kortsluitkrachten

(Zie separate berekening)

Geleider	$w_{z,G}$	Kortsluitkra	$F_x$	$F_y$	$F_z$
	[N/m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
10	150ct1f1	17,0	4,2	-1,7	16,4
11	150ct1f2	17,0	3,6	-1,0	16,6
12	150ct1f3	22,5	2,6	-1,2	22,3
20	150ct2f1	17,0	3,7	1,0	16,6
21	150ct2f2	17,0	4,0	1,7	16,4
22	150ct2f3	22,5	2,6	1,2	22,3
1	bl1				
3	bl2				

#### Belastingcombinaties kortsluiting

Belastingcombinatie
ULS 8 Kortsluiting 10-11
ULS 8 Kortsluiting 10-12
ULS 8 Kortsluiting 11-12
ULS 8 Kortsluiting 20-21
ULS 8 Kortsluiting 20-22
ULS 8 Kortsluiting 21-22

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Tower: H1  
 Number: 1

**Tussenresultaten geleiderbelastingen**

**Geleiders**

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	ACSR 20/224	20,3	244,5	7,60	66000	2,04E-05
Circuit 2	ACSR 20/224	20,3	244,5	7,60	66000	2,04E-05
Bliksemdraad 1	Niet aanwezig					
Bliksemdraad 2	Niet aanwezig					

**Verticale belasting**

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsg gebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	2	31,0	B	4+0,2d	8,1	32,3
Circuit 2	4	2	31,0	B	4+0,2d	8,1	32,3
Bliksemdraad 1	0	0		0			
Bliksemdraad 2	0	0		0			

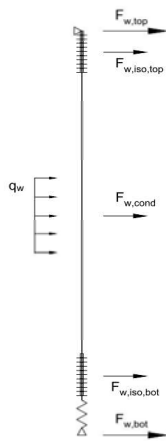
**Schema voor berekenen horizontale en verticale belasting**

Horizontale belasting wordt bepaald voor de wind tegen de geleider en isolatoren boven en onder.

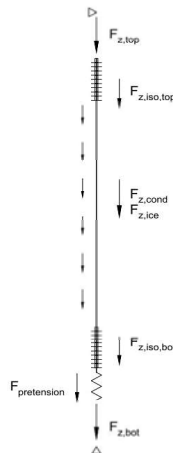
De horizontale component als gevolg van de scheefstand van de afloper wordt per belastingscombinatie apart bepaald

De verticale krachten gelden alleen voor de EDS-conditie zonder externe belastingen en temperatuursverandering

De berekeningen zijn weergegeven op het volgende blad.



Wind load



Vertical load

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Tower: H1  
 Number: 1

Geleider	G <sub>isolator</sub> [kN]	Lengte [m]	Boven				Onder				F <sub>h,iso</sub> [kN]
			Windopp. [m <sup>2</sup> ]	Vormfactor [-]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>h,iso</sub> [kN]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]		
150ct1f1	1,50	4,5	1,0	1,2	22,20	0,91	1,09	3,05	0,49	0,59	
150ct1f2	1,50	4,5	1,0	1,2	22,20	0,91	1,09	3,05	0,49	0,59	
150ct1f3	1,50	4,5	1,0	1,2	33,70	1,02	1,23	3,05	0,49	0,59	
150ct2f1	1,50	4,5	1,0	1,2	22,20	0,91	1,09	3,05	0,49	0,59	
150ct2f2	1,50	4,5	1,0	1,2	22,20	0,91	1,09	3,05	0,49	0,59	
150ct2f3	1,50	4,5	1,0	1,2	32,70	1,01	1,22	2,00	0,49	0,59	
bl1	0,00	0,0	0,0	1,2	0,50	0,49		0,50	0,49		
bl2	0,00	0,0	0,0	1,2	0,50	0,49		0,50	0,49		

### Horizontale belasting

Geleider	wind hoogte		G <sub>c</sub> [-]	C <sub>c</sub> [-]	d <sub>toeslag</sub> [mm]	W <sub>y</sub> [N/m]	D <sub>ijs,toeslag</sub> [mm]	W <sub>y,ijs</sub> [N/m]	F <sub>w,geleider</sub> [kN]	F <sub>w,boven</sub> [kN]	F <sub>w,onder</sub> [kN]
	[m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]									
150ct1f1	12,6	0,76	0,96	1,20	20,75	72,3	40,2	140,2	0,53	1,6	1,1
150ct1f2	12,6	0,76	0,96	1,20	20,75	72,3	40,2	140,2	0,53	1,6	1,1
150ct1f3	18,4	0,86	0,97	1,20	20,75	82,3	40,2	159,5	1,08	2,3	1,7
150ct2f1	12,6	0,76	0,96	1,20	20,75	72,3	40,2	140,2	0,53	1,6	1,1
150ct2f2	12,6	0,76	0,96	1,20	20,75	72,3	40,2	140,2	0,53	1,6	1,1
150ct2f3	17,4	0,84	0,96	1,20	20,75	80,7	40,2	156,5	1,06	2,3	1,6
bl1	0,5	0,49	0,79								
bl2	0,5	0,49	0,79								

### Verticale belasting

Formules:  $F_{z,top} = F_{z,iso,top} + F_{z,cond} + F_{z,iso,bot} + F_{pr}$        $L_{geleider} = \Delta h - 2L_{iso}$   
 $F_{t,mid} = F_{z,cond}/2 + F_{z,iso,bot} + F_{pr}$        $F_{z,cond} = L_{cond} \times W_z$   
 $F_{z,bot} = -F_{pr}$

Geleider	W <sub>z,G</sub> [N/m]	W <sub>z,ijs</sub> [N/m]	L <sub>geleider</sub> [m]	F <sub>z,iso</sub> [kN]	F <sub>z,gel</sub> [kN]	F <sub>z,ijs</sub> [kN]	Pretension [kN]	F <sub>z,boven</sub> [kN]	F <sub>t,mid</sub> [kN]	F <sub>z,onder</sub> [kN]
150ct1f1	31,0	32,3	14,7	1,5	0,5	0,5	6,0	9,5	7,7	-6,0
150ct1f2	31,0	32,3	14,7	1,5	0,5	0,5	6,0	9,5	7,7	-6,0
150ct1f3	31,0	32,3	26,2	1,5	0,8	0,8	6,0	9,8	7,9	-6,0
150ct2f1	31,0	32,3	14,7	1,5	0,5	0,5	6,0	9,5	7,7	-6,0
150ct2f2	31,0	32,3	14,7	1,5	0,5	0,5	6,0	9,5	7,7	-6,0
150ct2f3	31,0	32,3	26,2	1,5	0,8	0,8	6,0	9,8	7,9	-6,0
bl1			0,0					0,0		
bl2			0,0					0,0		

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Masttype: H1  
 Mast: 1

Auteur: TBR  
 Versie: v1.9

**Geleiderbelastingen**

**Uitgangspunten**

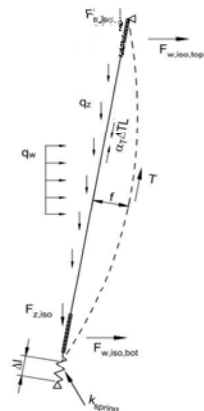
Betrouwbaarheidsniveau Afkeur CC2-0  
 Referentieperiode 30 jaar

ULS (bezwijksterkte)		NEN-EN50341-2-15:2019						
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$\gamma_G$		$\gamma_Q$			$\gamma_a$
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	
ULS 1a	Wind	10°	1,05	1,05	0,00	1,12	0,00	0,0
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk alleen mast	10°	0,90	1,05	0,00	1,12	0,00	0,0
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk ook geleider	10°	0,90	0,90	0,00	1,12	0,00	0,0
ULS 3	Wind+ijs	-5°	1,05	1,05	0,00	0,34	0,97	0,0
ULS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,05	0,00	0,34	0,97	0,0
ULS 4	Koude+wind	-20°	1,05	1,05	0,00	0,22	0,00	0,0
ULS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,05	0,00	0,22	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°	1,05	1,05	1,20	0,22	0,00	0,0
ULS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,05	1,05	0,00	0,22	0,00	0,0
ULS 7	Permanent	10°	1,15	1,15	0,00	0,00	0,00	0,0
ULS 8	Special	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0
<b>SPLS (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)</b>			$\gamma_G$		$\gamma_Q$			
			$G_k$	$G_k$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$
SPLS 1a	Wind	10°	1,05	1,05	0,0	0,78	0,00	0,0
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	1,05	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°	1,05	1,05	0,0	0,36	0,34	0,0
SPLS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,05	0,0	0,36	0,34	0,0
SPLS 4	Koude+wind	-20°	1,05	1,05	0,0	0,24	0,00	0,0
SPLS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,05	0,0	0,24	0,00	0,0
SPLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,05	1,05	1,2	0,24	0,0	0,0
SPLS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,05	1,05	0,0	0,24	0,0	0,0
<b>SLS (controle van de vervormingen, vermoeiing, EDS)</b>			$G_k$		$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$
SLS 1a	Wind	10°	1,00	1,00	0,0	0,94	0,0	0,0
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,28	0,88	0,0
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,19	0,0	0,0
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,19	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 57  
 Aantal belastingcombinaties SPLS 210  
 Aantal belastingcombinaties SLS 15  
 Aantal knooplasten 4512

**Schematisation**

De trekkracht in de afloper wordt bepaald met de toestandsvergelijking voor een gekromde kabel. In de rekstijfheid van de kabel is de invloed van de veer verdisconteerd.



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Masttype: H1  
 Mast: 1

### Tabellen met geleiderbelastingen

In de onderstaande drie tabellen is weergegeven:

- De trekkracht per belastingcombinatie en de bijbehorende zeeg en veerverlenging
- De geleiderbelastingen in het lokale assenstelsel voor het onderste bevestigingspunt
- De maximale waarden voor de reacties onder en boven in het globale assenstelsel

#### Trekkracht, zeeg en veerverlenging

Geleider	Combinatie	Zeeg [m]	Veer- verlenging [m]	Totale veerver- lenging [m]	Trek- kracht initieel [kN]	Trek- kracht [kN]
<b>150ct1f1</b>	SLS 1a	0,47	0,009	0,017	7,7	17,0
	SLS 3	0,35	0,008	0,016	7,9	15,6
	SLS 4	0,17	0,007	0,014	7,7	14,4
	SLS 6	0,24	0,002	0,010	7,7	9,9
	SLS 7	0,20	0,000	0,008	7,7	7,7
	ULS 1a	0,49	0,011	0,019	8,2	18,5
	ULS 3	0,37	0,009	0,016	8,4	16,5
	ULS 4	0,18	0,007	0,015	8,2	14,6
	ULS 6b	0,28	0,003	0,011	8,2	10,9
<b>150ct1f2</b>	SLS 1a	0,44	0,009	0,017	7,7	16,9
	SLS 3	0,32	0,008	0,015	7,9	15,4
	SLS 4	0,14	0,007	0,015	7,7	14,6
	SLS 6	0,21	0,002	0,010	7,7	9,8
	SLS 7	0,17	0,000	0,008	7,7	7,7
	ULS 1a	0,47	0,011	0,018	8,2	18,4
	ULS 3	0,34	0,009	0,016	8,4	16,3
	ULS 4	0,15	0,007	0,015	8,2	14,8
	ULS 6b	0,25	0,003	0,011	8,2	10,9
<b>150ct1f3</b>	SLS 1a	0,63	0,015	0,023	7,9	23,0
	SLS 3	0,44	0,013	0,021	8,3	20,6
	SLS 4	0,17	0,012	0,020	7,9	19,7
	SLS 6	0,28	0,004	0,012	7,9	12,1
	SLS 7	0,14	0,000	0,008	7,9	7,9
	ULS 1a	0,68	0,017	0,025	8,4	25,3
	ULS 3	0,48	0,014	0,022	8,8	22,0
	ULS 4	0,19	0,012	0,020	8,4	20,0
	ULS 6b	0,32	0,005	0,013	8,4	13,2

#### Controle iteratieproces

Geleider	Iteratie
<b>bl1</b>	0
<b>bl2</b>	0
<b>150ct1f: OK</b>	
<b>150ct1f: OK</b>	
<b>150ct1f: OK</b>	
<b>150ct2f: OK</b>	
<b>150ct2f: OK</b>	
<b>150ct2f: OK</b>	

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Masttype: H1  
 Mast: 1

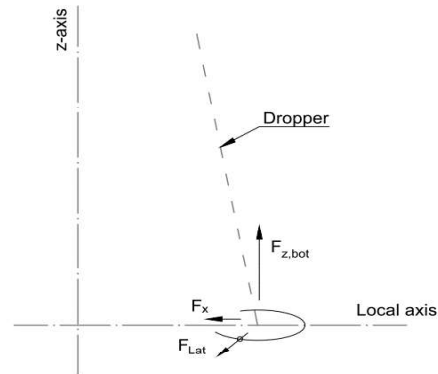
### Belastingen in lokale richting geleider

De belastingen op het onderste bevestigingspunt voor het dimensioneren van de ondersteuningsconstructie

De richting van de laterale kracht wordt bepaald door de windrichting en kan in alle richtingen aangrijpen.

De resulterende horizontale kracht kan worden afgeleid uit de vectoriële optelling van de kracht in x-richting en laterale kracht.

Combinatie1	F <sub>x,lok,bot</sub> [kN]	F <sub>lat,bot</sub> [kN]	F <sub>z_bot</sub> [kN]
SLS 1a	4,7	1,1	-15,3
SLS 3	4,3	0,5	-13,6
SLS 4	3,9	0,2	-12,6
SLS 6	2,7	0,2	-8,2
SLS 7	2,1	0,0	-6,0
ULS 1a	5,1	1,3	-16,7
ULS 3	4,5	0,5	-14,4
ULS 4	4,0	0,3	-12,8
ULS 6b	3,0	0,3	-9,1
SLS 1a	3,8	1,1	-15,2
SLS 3	3,5	0,5	-13,5
SLS 4	3,3	0,2	-12,9
SLS 6	2,2	0,2	-8,1
SLS 7	1,7	0,0	-6,0
ULS 1a	4,1	1,3	-16,5
ULS 3	3,7	0,5	-14,2
ULS 4	3,3	0,3	-13,0
ULS 6b	2,4	0,3	-9,0
SLS 1a	3,0	1,6	-21,1
SLS 3	2,7	0,8	-18,3
SLS 4	2,6	0,3	-17,8
SLS 6	1,6	0,3	-10,2
SLS 7	1,0	0,0	-6,0
ULS 1a	3,3	1,9	-23,3
ULS 3	2,9	0,9	-19,6
ULS 4	2,6	0,4	-18,0
ULS 6b	1,7	0,4	-11,2

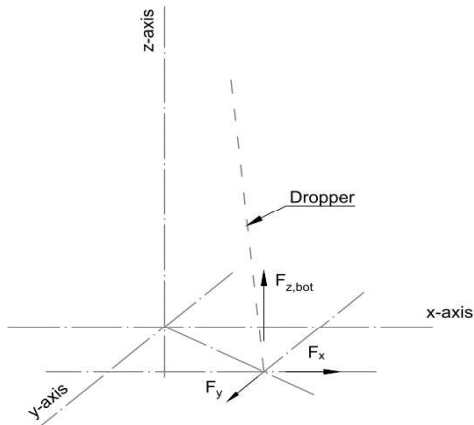




Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Masttype: H1  
 Mast: 1

### Maximale waarden in globale assenstelsel

De maximale waarden van de verticale kracht en de resulterende horizontale kracht per belastingcombinatie  
 Zowel voor het bovenste als het onderste bevestigingspunt



Geleider	Combinatie	Fx_top [kN]	Fy_top [kN]	Fz_top [kN]	Fx_bot [kN]	Fy_bot [kN]	Fz_bot [kN]
<b>150oct1f1</b>	SLS 1a	4,9	0,1	18,8	-5,4	0,0	-15,3
	SLS 3	3,4	0,0	17,5	-4,6	0,0	-13,6
	SLS 4	3,3	0,0	16,1	-3,8	0,0	-12,6
	SLS 6	2,2	0,0	11,6	-2,7	0,0	-8,2
	SLS 7	1,7	0,0	9,5	-2,1	0,0	-6,0
	ULS 1a	5,6	0,3	20,3	-5,9	0,0	-16,7
	ULS 3	3,7	0,0	18,5	-4,9	0,0	-14,4
	ULS 4	3,4	0,0	16,4	-3,9	0,0	-12,8
	ULS 6b	2,3	0,0	12,7	-3,2	0,0	-9,1
	ULS 7	1,7	0,0	9,9	-2,2	0,0	-5,9
<b>150oct1f2</b>	SLS 1a	4,6	0,8	18,6	-4,7	0,0	-15,2
	SLS 3	3,0	0,0	17,3	-4,0	0,0	-13,5
	SLS 4	2,9	0,0	16,4	-3,3	0,0	-12,9
	SLS 6	1,9	0,0	11,6	-2,3	0,0	-8,1
	SLS 7	1,5	0,0	9,5	-1,8	0,0	-6,0
	ULS 1a	5,2	1,0	20,2	-5,2	0,0	-16,5
	ULS 3	3,3	0,0	18,3	-4,3	0,0	-14,2
	ULS 4	2,9	0,0	16,6	-3,4	0,0	-13,0
	ULS 6b	2,0	0,0	12,7	-2,7	0,0	-9,0
	ULS 7	1,5	0,0	9,8	-1,9	0,0	-5,9
<b>150oct1f3</b>	SLS 1a	4,7	1,1	24,9	-4,1	0,0	-21,1
	SLS 3	3,0	0,0	22,9	-3,2	0,0	-18,3
	SLS 4	2,2	0,0	21,6	-2,4	0,0	-17,8
	SLS 6	1,3	0,0	14,0	-1,5	0,0	-10,2
	SLS 7	0,8	0,0	9,8	-1,0	0,0	-6,0
	ULS 1a	5,4	1,4	27,3	-4,6	0,0	-23,3
	ULS 3	3,3	0,1	24,4	-3,5	0,0	-19,6
	ULS 4	2,2	0,0	22,0	-2,4	0,0	-18,0
	ULS 6b	1,7	0,0	15,2	-1,9	0,0	-11,2
	ULS 7	0,8	0,0	10,2	-1,0	0,0	-5,8
<b>150oct2f1</b>	SLS 1a	4,7	2,5	18,1	-4,8	-0,7	-14,6
	SLS 3	3,0	1,4	16,7	-4,0	-0,6	-12,9
	SLS 4	3,0	1,0	15,9	-3,4	-0,4	-12,5
	SLS 6	1,8	0,8	10,8	-2,3	-0,2	-7,4
	SLS 7	1,5	0,3	9,5	-1,9	-0,4	-6,0
	ULS 1a	5,4	2,9	19,7	-5,3	-0,8	-16,0

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Masttype: H1  
 Mast: 1

<b>150ct2f1</b>	ULS 3	3,3	1,5	17,7	-4,3	-0,6	-13,6
	ULS 4	3,0	1,1	16,1	-3,4	-0,4	-12,5
	ULS 6b	1,9	0,8	12,2	-2,8	-0,4	-8,6
	ULS 7	1,5	0,3	9,8	-2,0	-0,4	-5,9
<b>150ct2f2</b>	SLS 1a	4,9	3,1	17,9	-5,1	-1,4	-14,4
	SLS 3	3,1	1,9	16,5	-4,3	-1,1	-12,6
	SLS 4	3,2	1,6	15,4	-3,6	-1,1	-12,0
	SLS 6	1,9	1,1	10,4	-2,4	-0,6	-7,0
	SLS 7	1,7	0,6	9,5	-2,1	-0,8	-6,0
	ULS 1a	5,6	3,6	19,4	-5,7	-1,5	-15,8
	ULS 3	3,4	2,1	17,4	-4,6	-1,2	-13,3
	ULS 4	3,2	1,6	15,7	-3,7	-1,0	-12,0
	ULS 6b	2,0	1,2	12,0	-3,0	-0,8	-8,4
	ULS 7	1,7	0,6	9,9	-2,2	-0,8	-5,9
<b>150ct2f3</b>	SLS 1a	4,8	3,4	24,2	-4,1	-1,1	-20,4
	SLS 3	3,0	1,9	21,9	-3,2	-0,9	-17,4
	SLS 4	2,2	1,4	21,2	-2,4	-0,6	-17,4
	SLS 6	1,2	1,0	13,0	-1,4	-0,2	-9,2
	SLS 7	0,8	0,3	9,8	-1,1	-0,4	-6,0
	ULS 1a	5,5	3,9	26,5	-4,6	-1,2	-22,5
	ULS 3	3,4	2,2	23,4	-3,4	-1,0	-18,6
	ULS 4	2,2	1,4	21,5	-2,4	-0,5	-17,5
	ULS 6b	1,7	1,1	14,5	-1,9	-0,6	-10,5
	ULS 7	0,8	0,3	10,2	-1,1	-0,4	-5,8



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Masttype: H1  
 Mast: 1

### Tabellen met geleiderbelastingen

In de onderstaande drie tabellen is weergegeven:

- De trekkracht per belastingcombinatie en de bijbehorende zeeg en veerverlenging
- De geleiderbelastingen in het lokale assenstelsel voor het onderste bevestigingspunt
- De maximale waarden voor de reacties onder en boven in het globale assenstelsel

#### Trekkracht, zeeg en veerverlenging

Geleider	Combinatie	Zeeg [m]	Veer- verlenging [m]	Totale veerver- lenging [m]	Trek- kracht initieel [kN]	Trek- kracht [kN]
<b>150ct1f1</b>	SLS 1a	0,48	0,010	0,018	7,7	17,5
	SLS 3	0,36	0,008	0,016	8,0	15,9
	SLS 4	0,17	0,007	0,014	7,7	14,4
	SLS 6	0,25	0,002	0,010	7,7	10,0
	SLS 7	0,20	0,000	0,008	7,7	7,7
	ULS 1a	0,54	0,013	0,021	9,2	20,8
	ULS 3	0,41	0,010	0,018	9,5	18,0
	ULS 4	0,20	0,007	0,015	9,2	15,0
	ULS 6b	0,30	0,004	0,012	9,2	11,6
<b>150ct1f2</b>	SLS 1a	0,45	0,010	0,017	7,7	17,4
	SLS 3	0,33	0,008	0,016	8,0	15,7
	SLS 4	0,14	0,007	0,015	7,7	14,7
	SLS 6	0,21	0,002	0,010	7,7	9,9
	SLS 7	0,17	0,000	0,008	7,7	7,7
	ULS 1a	0,52	0,013	0,021	9,2	20,6
	ULS 3	0,38	0,010	0,018	9,5	17,8
	ULS 4	0,17	0,007	0,015	9,2	15,2
	ULS 6b	0,27	0,004	0,011	9,2	11,5
<b>150ct1f3</b>	SLS 1a	0,65	0,016	0,024	7,9	23,8
	SLS 3	0,46	0,013	0,021	8,3	21,1
	SLS 4	0,18	0,012	0,020	7,9	19,8
	SLS 6	0,29	0,004	0,012	7,9	12,3
	SLS 7	0,14	0,000	0,008	7,9	7,9
	ULS 1a	0,74	0,021	0,029	9,4	28,8
	ULS 3	0,54	0,016	0,024	10,1	24,3
	ULS 4	0,23	0,013	0,021	9,4	20,6
	ULS 6b	0,36	0,006	0,014	9,4	14,2

#### Controle iteratieproces

Geleider	Iteratie
<b>b11</b>	0
<b>b12</b>	0
<b>150ct1f: OK</b>	
<b>150ct1f: OK</b>	
<b>150ct1f: OK</b>	
<b>150ct2f: OK</b>	
<b>150ct2f: OK</b>	
<b>150ct2f: OK</b>	

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Masttype: H1  
 Mast: 1

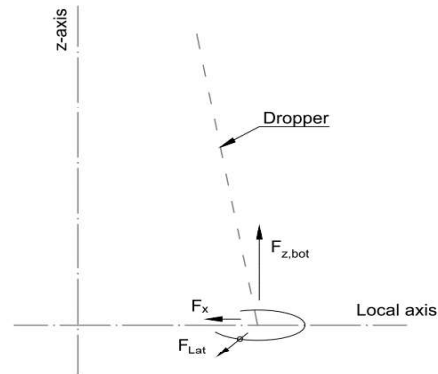
### Belastingen in lokale richting geleider

De belastingen op het onderste bevestigingspunt voor het dimensioneren van de ondersteuningsconstructie

De richting van de laterale kracht wordt bepaald door de windrichting en kan in alle richtingen aangrijpen.

De resulterende horizontale kracht kan worden afgeleid uit de vectoriële optelling van de kracht in x-richting en laterale kracht.

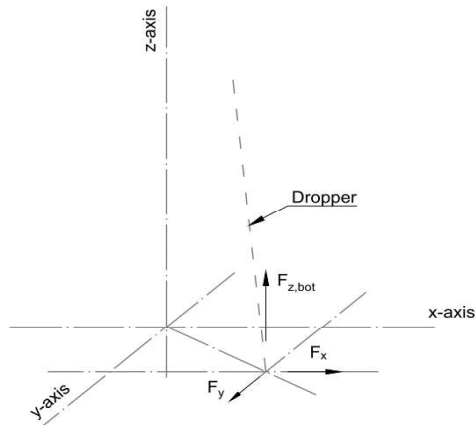
Combinatie1	F <sub>x,lok,bot</sub> [kN]	F <sub>lat,bot</sub> [kN]	F <sub>z_bot</sub> [kN]
SLS 1a	4,8	1,1	-15,8
SLS 3	4,4	0,5	-14,0
SLS 4	3,9	0,2	-12,7
SLS 6	2,7	0,2	-8,3
SLS 7	2,1	0,0	-6,0
ULS 1a	5,7	1,6	-18,8
ULS 3	4,9	0,7	-15,8
ULS 4	4,1	0,3	-13,0
ULS 6b	3,2	0,3	-9,6
SLS 1a	3,9	1,1	-15,6
SLS 3	3,5	0,5	-13,8
SLS 4	3,3	0,2	-13,0
SLS 6	2,2	0,2	-8,2
SLS 7	1,7	0,0	-6,0
ULS 1a	4,6	1,6	-18,6
ULS 3	4,0	0,7	-15,5
ULS 4	3,4	0,3	-13,2
ULS 6b	2,6	0,3	-9,5
SLS 1a	3,1	1,7	-21,9
SLS 3	2,7	0,8	-18,8
SLS 4	2,6	0,3	-17,9
SLS 6	1,6	0,3	-10,4
SLS 7	1,0	0,0	-6,0
ULS 1a	3,7	2,3	-26,6
ULS 3	3,2	1,1	-21,6
ULS 4	2,7	0,5	-18,4
ULS 6b	1,8	0,5	-12,0



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Masttype: H1  
 Mast: 1

### Maximale waarden in globale assenstelsel

De maximale waarden van de verticale kracht en de resulterende horizontale kracht per belastingcombinatie  
 Zowel voor het bovenste als het onderste bevestigingspunt



Geleider	Combinatie	Fx_top [kN]	Fy_top [kN]	Fz_top [kN]	Fx_bot [kN]	Fy_bot [kN]	Fz_bot [kN]
<b>150ct1f1</b>	SLS 1a	5,1	0,1	19,2	-5,6	0,0	-15,8
	SLS 3	3,5	0,0	17,9	-4,7	0,0	-14,0
	SLS 4	3,3	0,0	16,1	-3,8	0,0	-12,7
	SLS 6	2,2	0,0	11,7	-2,7	0,0	-8,3
	SLS 7	1,7	0,0	9,5	-2,1	0,0	-6,0
	ULS 1a	6,7	0,5	22,8	-6,8	0,0	-18,8
	ULS 3	4,1	0,0	20,3	-5,5	0,0	-15,8
	ULS 4	3,4	0,0	17,0	-4,0	0,0	-13,0
	ULS 6b	2,5	0,0	13,6	-3,4	0,0	-9,6
	ULS 7	1,7	0,0	10,3	-2,2	0,0	-5,8
<b>150ct1f2</b>	SLS 1a	4,8	0,8	19,1	-4,9	0,0	-15,6
	SLS 3	3,1	0,0	17,7	-4,1	0,0	-13,8
	SLS 4	2,9	0,0	16,4	-3,3	0,0	-13,0
	SLS 6	1,9	0,0	11,7	-2,3	0,0	-8,2
	SLS 7	1,5	0,0	9,5	-1,8	0,0	-6,0
	ULS 1a	6,3	1,4	22,6	-6,0	0,0	-18,6
	ULS 3	3,6	0,1	20,1	-4,7	0,0	-15,5
	ULS 4	3,0	0,0	17,2	-3,5	0,0	-13,2
	ULS 6b	2,1	0,0	13,5	-2,9	0,0	-9,5
	ULS 7	1,4	0,0	10,2	-1,9	0,0	-5,7
<b>150ct1f3</b>	SLS 1a	5,0	1,2	25,7	-4,2	0,0	-21,9
	SLS 3	3,1	0,0	23,4	-3,3	0,0	-18,8
	SLS 4	2,2	0,0	21,7	-2,4	0,0	-17,9
	SLS 6	1,3	0,0	14,2	-1,5	0,0	-10,4
	SLS 7	0,8	0,0	9,8	-1,0	0,0	-6,0
	ULS 1a	6,5	1,9	31,0	-5,4	0,0	-26,6
	ULS 3	3,8	0,3	27,1	-4,0	0,0	-21,6
	ULS 4	2,2	0,0	22,8	-2,5	0,0	-18,4
	ULS 6b	1,9	0,0	16,4	-2,1	0,0	-12,0
	ULS 7	0,8	0,0	10,6	-1,1	0,0	-5,7
<b>150ct2f1</b>	SLS 1a	4,9	2,6	18,6	-5,0	-0,8	-15,1
	SLS 3	3,1	1,4	17,1	-4,2	-0,6	-13,2
	SLS 4	3,0	1,0	16,0	-3,4	-0,4	-12,5
	SLS 6	1,9	0,8	10,9	-2,3	-0,2	-7,5
	SLS 7	1,5	0,3	9,5	-1,9	-0,4	-6,0
	ULS 1a	6,5	3,6	22,1	-6,1	-0,9	-18,1

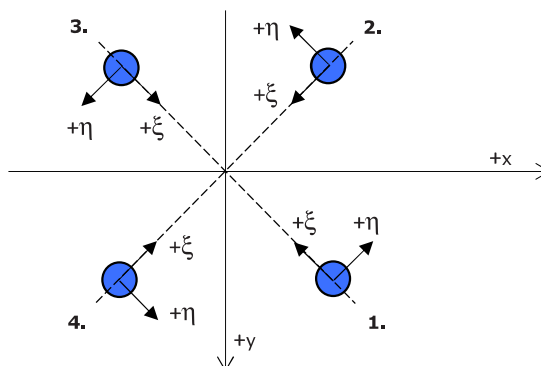
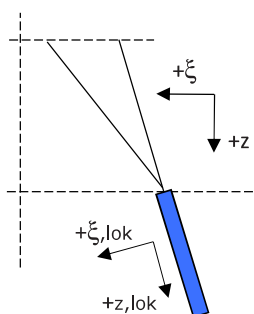
Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 1  
 Masttype: H1  
 Mast: 1

<b>150ct2f1</b>	ULS 3	3,7	1,8	19,4	-4,8	-0,7	-14,8
	ULS 4	3,0	1,2	16,6	-3,5	-0,3	-12,6
	ULS 6b	2,1	1,0	13,0	-3,0	-0,4	-9,0
	ULS 7	1,5	0,3	10,2	-2,0	-0,4	-5,7
<b>150ct2f2</b>	SLS 1a	5,2	3,3	18,3	-5,3	-1,4	-14,9
	SLS 3	3,2	2,0	16,8	-4,4	-1,2	-12,9
	SLS 4	3,2	1,6	15,5	-3,6	-1,1	-12,0
	SLS 6	1,9	1,1	10,5	-2,4	-0,6	-7,0
	SLS 7	1,7	0,6	9,5	-2,1	-0,8	-6,0
	ULS 1a	6,8	4,3	21,9	-6,5	-1,8	-17,9
	ULS 3	3,8	2,4	19,1	-5,2	-1,3	-14,5
	ULS 4	3,2	1,8	16,1	-3,7	-1,0	-12,1
	ULS 6b	2,1	1,3	12,8	-3,2	-0,8	-8,8
	ULS 7	1,7	0,6	10,3	-2,2	-0,8	-5,8
<b>150ct2f3</b>	SLS 1a	5,0	3,5	24,9	-4,2	-1,2	-21,1
	SLS 3	3,1	2,0	22,5	-3,3	-1,0	-17,8
	SLS 4	2,2	1,4	21,2	-2,4	-0,6	-17,4
	SLS 6	1,2	1,0	13,2	-1,5	-0,2	-9,4
	SLS 7	0,8	0,3	9,8	-1,1	-0,4	-6,0
	ULS 1a	6,6	4,8	30,2	-5,4	-1,4	-25,8
	ULS 3	3,9	2,6	26,0	-3,9	-1,1	-20,5
	ULS 4	2,2	1,6	22,2	-2,5	-0,4	-17,8
	ULS 6b	2,0	1,3	15,7	-2,1	-0,6	-11,3
	ULS 7	0,8	0,3	10,6	-1,1	-0,4	-5,6

Project: ZW-Oost GT-BD150  
 Masttype: Hoekmast H1  
 Mast: 1

**Oplegreacties per randstijl** Auteur: MKh  
Versie: 1.4

Betrouwbaarheidsniveau **Afkeur CC2-0**  
 Referentieperiode **30 jaar**



Assenstelsels

**Maximale drukbelasting**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 1a_45 Ba All Cts	-52	-52	<b>-292</b>	0	-73	6	-301
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts	-40	37	<b>-222</b>	-2	-55	3	-229
3	ULS 3_135	138	147	<b>-888</b>	-6	-201	-5	-910
4	ULS 1a_105	163	-175	<b>-1019</b>	9	-239	2	-1047

**Maximale trekbelasting**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 3_0,9_135	100	108	<b>659</b>	6	147	6	675
2	ULS 1a_0,9_105	126	-138	<b>800</b>	-9	187	-1	822
3	SPLS 1a_0,9_0,9_45 Ba All Cts	-28	-29	<b>151</b>	1	40	-5	156
4	SPLS 1a_0,9_0,9_0 Ba All Cts	-17	14	<b>82</b>	2	21	-2	84

**Maximale torsiebelasting (positief)**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 6a_93 Ba Ct2 Ba Ct1	-18	86	<b>245</b>	73	48	8	249
2	SPLS 6a_93 Ba Ct2 Ba Ct1	84	9	<b>220</b>	66	53	-2	226
3	SPLS 6a_93 Ba Ct2 Ba Ct1	119	12	<b>-428</b>	76	-93	-6	-438
4	SPLS 6a_93 Ba Ct2 Ba Ct1	13	-130	<b>-422</b>	83	-101	2	-434

**Maximale torsiebelasting (negatief)**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 6a_93 Ba Ct1 Ba Ct2	76	-21	<b>166</b>	-69	39	0	170
2	SPLS 6a_93 Ba Ct1 Ba Ct2	-8	-99	<b>302</b>	-76	64	6	309
3	SPLS 6a_93 Ba Ct1 Ba Ct2	3	118	<b>-367</b>	-81	-85	0	-377
4	SPLS 6a_93 Ba Ct1 Ba Ct2	129	-24	<b>-483</b>	-74	-108	-4	-495

**Combinatie Ftrek+Fh**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 3_0,9_135	100	108	<b>659</b>	6	147	6	675
2	ULS 1a_0,9_105	126	-138	<b>800</b>	-9	187	-1	822
3	SPLS 6a_93 Ba Ct1 Ba Ct2	3	118	<b>-367</b>	-81	-85	0	-377
4	SPLS 6a_93 Ba Ct2 Ba Ct1	13	-130	<b>-422</b>	83	-101	2	-434



### Permanente belasting

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SLS 7	40	43	<b>264</b>	3	59	2	270
2	SLS 7	33	-38	<b>226</b>	-4	50	2	231
3	SLS 7	71	75	<b>-449</b>	-3	-103	-1	-461
4	SLS 7	65	-69	<b>-411</b>	3	-94	-1	-422

### Omhullenden ongeacht stijl

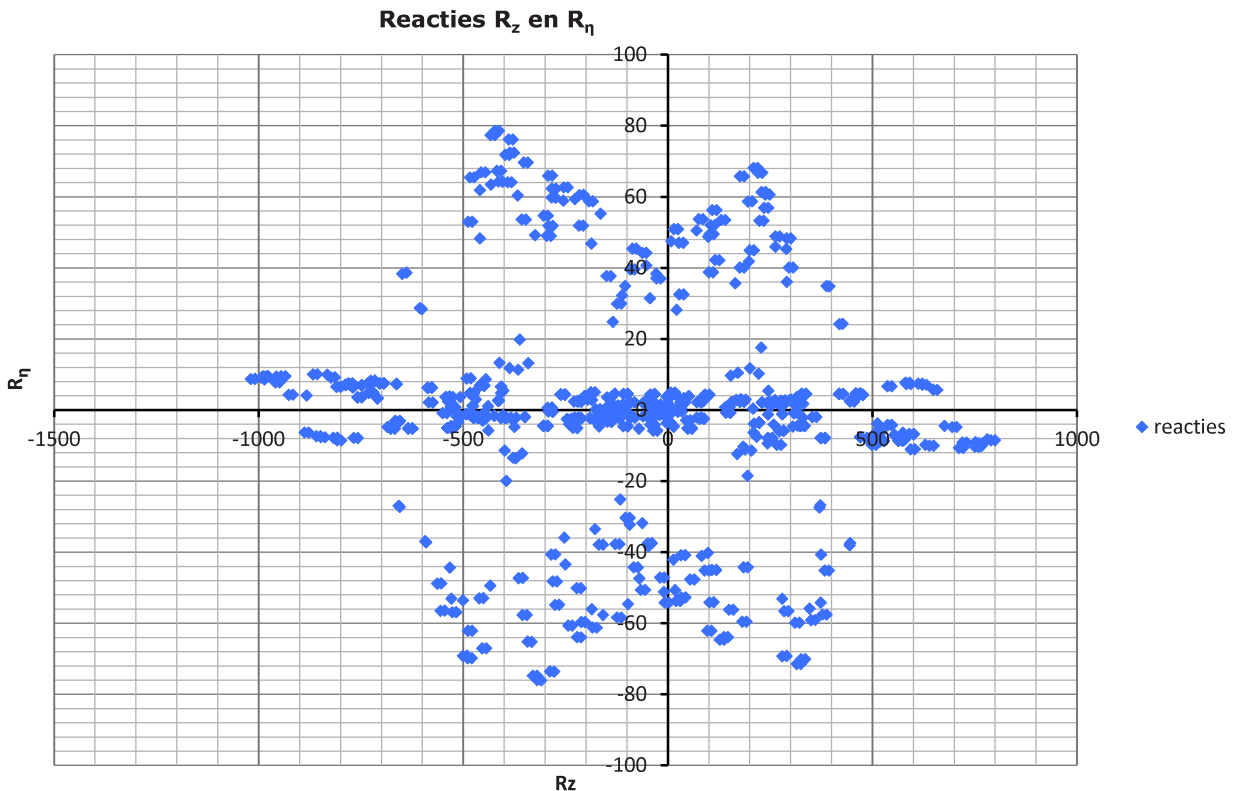
Belasting	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
Max. druk	ULS 1a_105	163	-175	<b>-1019</b>	9	-239	2	-1047
Max. trek	ULS 1a_0,9_105	126	-138	<b>800</b>	-9	187	-1	822
Max. pos. torsie	SPLS 6a_93 Ba Ct2 Ba Ct1	13	-130	-422	<b>83</b>	-101	2	-434
Max. neg. torsie	SPLS 6a_93 Ba Ct1 Ba Ct2	3	118	-367	<b>-81</b>	-85	0	-377
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0,9_105	126	-138	<b>800</b>	<b>-9</b>	187	-1	822

### Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_0,9_0,9_45	-22	-19	<b>-83</b>	2	-29	9	-87
2	SLS 1a_0	-8	0	<b>-4</b>	-5	-6	5	-5
3	ULS 3_135	138	147	<b>-888</b>	-6	-201	-5	-910
4	ULS 3_135	150	-161	<b>-959</b>	8	-220	-3	-984

### Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 3_0,9_135	100	108	<b>659</b>	6	147	6	675
2	ULS 3_0,9_135	111	-124	<b>730</b>	-9	166	4	749
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	12	15	<b>-119</b>	-2	-19	-9	-120
4	SLS 1a_0	28	-35	<b>-206</b>	5	-44	-4	-211

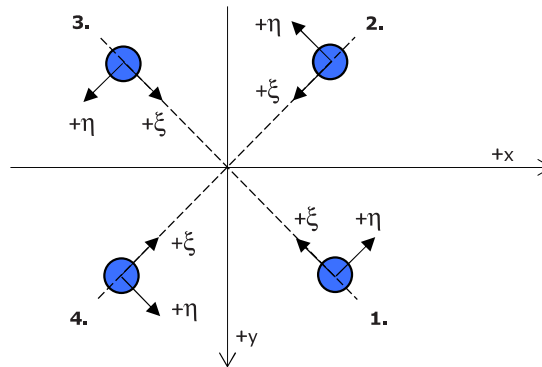
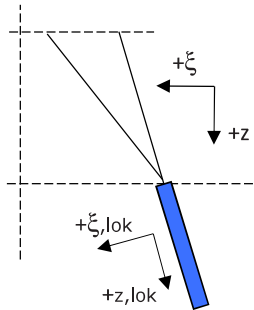


Project: ZW-Oost GT-BD150  
 Masttype: Hoekmast H1  
 Mast: 1

Auteur: MKh  
 Versie: 1.4

### Oplegreacties per randstijl

Betrouwbaarheidsniveau **Verbouw CC2**  
 Referentieperiode **50 jaar**



Assenstelsels

#### Maximale drukbelasting

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 1a_45 Ba All Cts	-53	-53	<b>-299</b>	0	-75	6	-308
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts	-42	38	<b>-229</b>	-2	-56	3	-236
3	ULS 3_135	162	173	<b>-1050</b>	-8	-237	-7	-1077
4	ULS 1a_105	195	-210	<b>-1221</b>	11	-287	3	-1254

#### Maximale trekbelasting

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 3_0,9_135	121	131	<b>801</b>	7	178	8	821
2	ULS 1a_0,9_105	156	-170	<b>985</b>	-10	231	-2	1011
3	SPLS 1a_0,9_0,9_45 Ba All Cts	-28	-29	<b>151</b>	1	40	-5	156
4	SPLS 1a_0,9_0,9_0 Ba All Cts	-17	14	<b>82</b>	2	21	-2	84

#### Maximale torsiebelasting (positief)

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 6a_93 Ba Ct2 Ba Ct1	-19	90	<b>253</b>	76	50	9	258
2	SPLS 6a_93 Ba Ct2 Ba Ct1	87	10	<b>224</b>	69	55	-2	230
3	SPLS 6a_93 Ba Ct2 Ba Ct1	125	14	<b>-451</b>	79	-98	-7	-462
4	SPLS 6a_93 Ba Ct2 Ba Ct1	14	-135	<b>-443</b>	86	-105	2	-455

#### Maximale torsiebelasting (negatief)

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 6a_93 Ba Ct1 Ba Ct2	79	-22	<b>172</b>	-71	40	0	176
2	SPLS 6a_93 Ba Ct1 Ba Ct2	-10	-102	<b>309</b>	-79	66	6	316
3	SPLS 6a_93 Ba Ct1 Ba Ct2	4	124	<b>-389</b>	-84	-90	0	-399
4	SPLS 6a_93 Ba Ct1 Ba Ct2	135	-25	<b>-505</b>	-77	-113	-4	-518

#### Combinatie Ftrek+Fh

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 3_0,9_135	121	131	<b>801</b>	7	178	8	821
2	ULS 1a_0,9_105	156	-170	<b>985</b>	-10	231	-2	1011
3	SPLS 6a_93 Ba Ct1 Ba Ct2	4	124	<b>-389</b>	-84	-90	0	-399
4	SPLS 6a_93 Ba Ct2 Ba Ct1	14	-135	<b>-443</b>	86	-105	2	-455

### Permanente belasting

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SLS 7	40	43	<b>264</b>	3	59	2	270
2	SLS 7	33	-38	<b>226</b>	-4	50	2	231
3	SLS 7	71	75	<b>-449</b>	-3	-103	-1	-461
4	SLS 7	65	-69	<b>-411</b>	3	-94	-1	-422

### Omhullenden ongeacht stijl

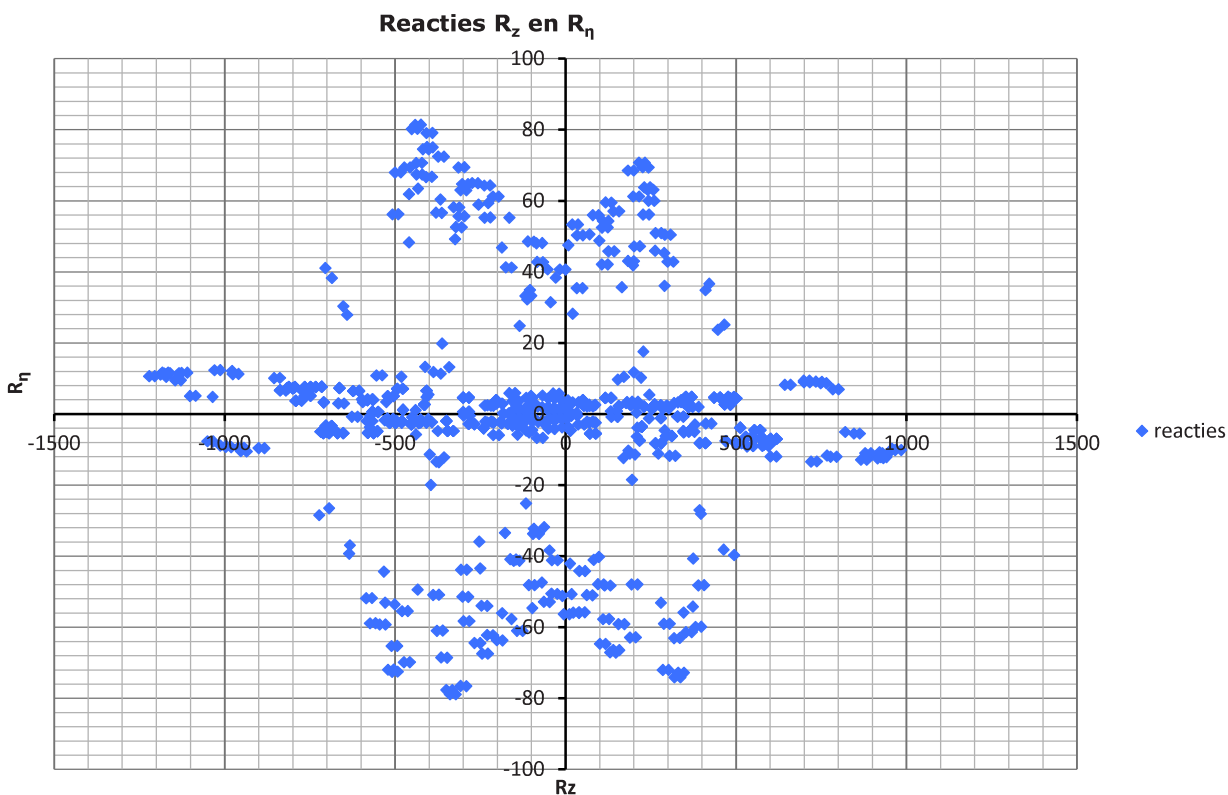
Belasting	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
Max. druk	ULS 1a_105	195	-210	<b>-1221</b>	11	-287	3	-1254
Max. trek	ULS 1a_0,9_105	156	-170	<b>985</b>	-10	231	-2	1011
Max. pos. torsie	SPLS 6a_93 Ba Ct2 Ba Ct1	14	-135	-443	<b>86</b>	-105	2	-455
Max. neg. torsie	SPLS 6a_93 Ba Ct1 Ba Ct2	4	124	-389	<b>-84</b>	-90	0	-399
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0,9_105	156	-170	<b>985</b>	<b>-10</b>	231	-2	1011

### Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_0,9_0,9_45	-33	-30	<b>-144</b>	2	-45	11	-151
2	SLS 1a_0	-10	3	<b>-18</b>	-5	-9	5	-20
3	ULS 3_135	162	173	<b>-1050</b>	-8	-237	-7	-1077
4	ULS 3_135	179	-192	<b>-1145</b>	9	-263	-3	-1175

### Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 3_0,9_135	121	131	<b>801</b>	7	178	8	821
2	ULS 3_0,9_135	136	-152	<b>896</b>	-11	204	5	919
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	2	5	<b>-65</b>	-2	-5	-11	-65
4	SLS 1a_0	26	-32	<b>-194</b>	5	-41	-4	-198





Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 11  
 Tower: H150  
 Number: 11

Auteur: TBR  
 Versie: v11.9

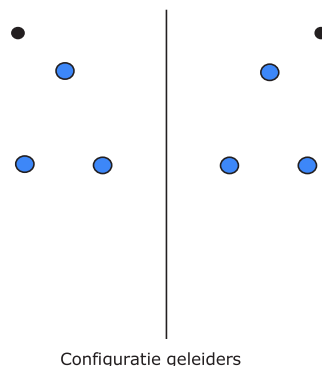
### Geleiderbelastingen

#### Algemeen

Benaming H150  
 Masttype Hoekmast  
 Aantal circuits 2  
 Configuratie 2-circuit-donau  
 Aantal bliksemgeleiders 2

#### Uitgangspunten

Norm NEN-EN50341-2-15:2019  
 Gevolgklasse initieel CC2-0  
 Betrouwbaarheidsniveau initieel Afkeur CC2-0  
 Referentieperiode initieel 30 jaar  
 Gevolgklasse na aanpassing CC2  
 Betrouwbaarheidsniveau na aanpassing Verbouw  
 Referentieperiode na aanpassing 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	150 kV	ACSR 20/224	2	B	2 %	2 %	1100
Circuit 2	150 kV	ACSR 20/224	2	B	2 %	2 %	1100
Bliksemdraad 1		ACSR 30/52 PETREL	1	A	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 2		ACSR 30/52 PETREL	1	A	2 %	2 %	1600

#### Geleiders Ahead

Omschrijving	Spanning	Geleider Ahead	Bundel Ah	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden $P_{ahead}$
Circuit 1	150 kV	ACSR 20/224	2	B	2 %	2 %	50
Circuit 2	150 kV	ACSR 20/224	2	B	2 %	2 %	50
Bliksemdraad 1		Niet aanwezig	1	A	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 2		Niet aanwezig	1	A	2 %	2 %	1600

#### Isolatoren (1)

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <sup>2</sup> ]
Circuit 1	Afspanketting	1,50	4,50	1,00
Circuit 2	Afspanketting	1,50	4,50	1,00
Bliksemdraad 1	Afspanketting	0,10	0,20	0,10
Bliksemdraad 2	Afspanketting	0,10	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	150ct1f1	21,4 m	21,4 m	9,5 m
Circuit 1	11	150ct1f2	21,4 m	21,4 m	4,6 m
Circuit 1	12	150ct1f3	27,3 m	27,3 m	4,4 m
Circuit 2	20	150ct2f1	21,4 m	21,4 m	-4,6 m
Circuit 2	21	150ct2f2	21,4 m	21,4 m	-9,5 m
Circuit 2	22	150ct2f3	27,3 m	27,3 m	-4,4 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	29,5 m	29,5 m	8,8 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	29,5 m	29,5 m	-8,8 m

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 11  
 Tower: H150  
 Number: 11

**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	0,0 m	0,0 m	(negatief: omlaag, grotere weight span)
Verlaging:	Niet in 0,9EG-combinaties		

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

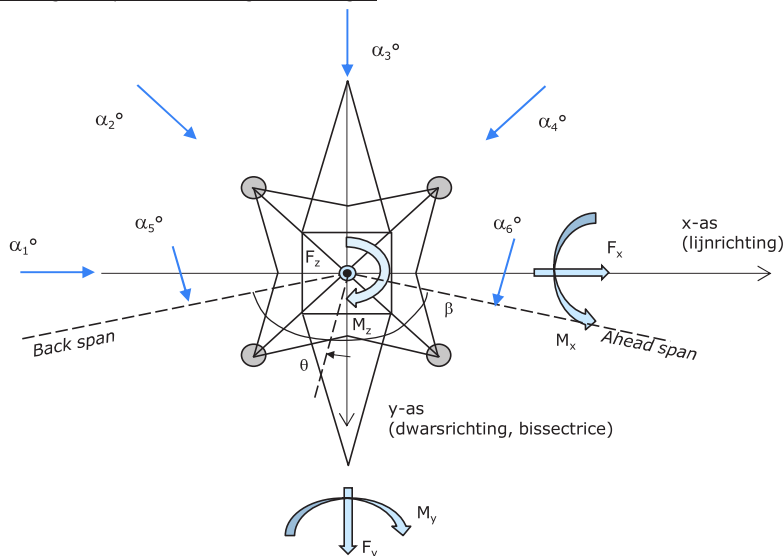
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h$ back	$\Delta h$ ahead	$\Delta y$ back	$\Delta y$ ahead
Circuit 1	10	150ct1f1	-0,7	-20,9 m	0,0	-2,5 m
Circuit 1	11	150ct1f2	-0,7	-20,9 m	0,0	-0,4 m
Circuit 1	12	150ct1f3	0,2	-27,7 m	0,0	-2,0 m
Circuit 2	20	150ct2f1	-0,7	-20,9 m	0,0	0,4 m
Circuit 2	21	150ct2f2	-0,7	-20,9 m	0,0	2,5 m
Circuit 2	22	150ct2f3	0,2	-27,7 m	0,0	2,0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,5	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	0,5	0,0 m	0,0	0,0 m

**Lijn- en mastgegevens**

	Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3/\Sigma L)}$	229,1	3,0 m
Lijnhoek	$\beta$	152 °
Rotatie mast t.o.v. bissectrice	$\theta$	0 °
Vaklengte	549	3 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld	0,7 m	
Beschouwde windrichtingen	$\alpha_1$	0 °
Windrichtingen volgens:	$\alpha_2$	45 °
<i>Geleiderbelastingen</i>	$\alpha_3$	90 °
	$\alpha_4$	135 °
	$\alpha_5$	76 °
	$\alpha_6$	104 °

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: ZWO380 D2.2 OSP Mast 11  
 Tower: H150  
 Number: 11

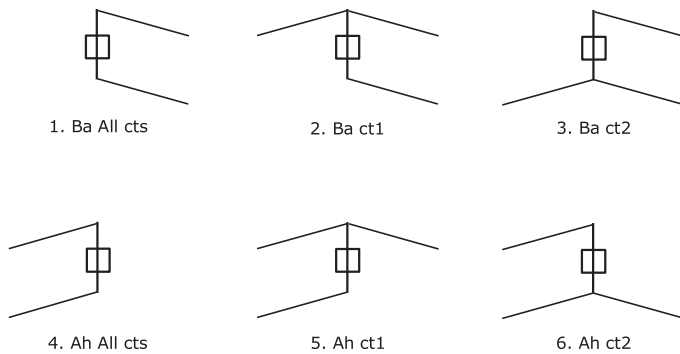
### Geleiderafval

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	150ct1f1	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	150ct1f2	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	150ct1f3	1	0	1	0	1	0
Circuit 2	150ct2f1	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	150ct2f2	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	150ct2f3	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.

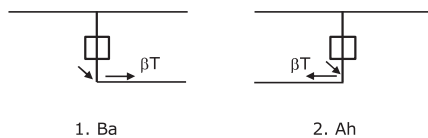
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 11  
 Tower: H150  
 Number: 11

**Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud**

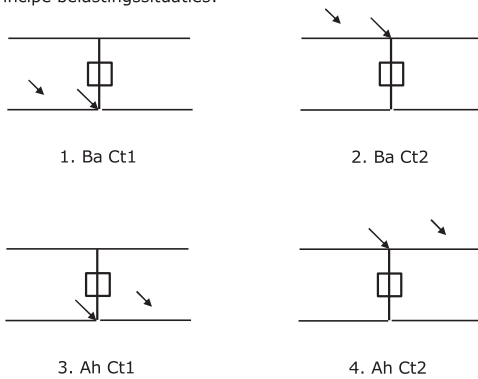
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden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

	Fase	Bliksem
Lijnwagen	3,0 kN	2,0 kN
Puntlast op traverse	1,0 kN	1,0 kN

Beschouwde situaties bouw- en onderhoud 6a: 1 en 2, uitgangspunt is symmetrie tussen back / ahead.

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

Principe belastingssituaties:



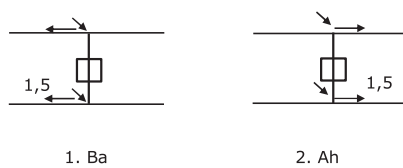
**Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting**

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: Geen (bestaande constructie)

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: ZWO380 D2.2 OSP Mast 11  
 Tower: H150  
 Number: 11

## Mastconstructie

### Eigenschappen

Masttype	Hoekmast	
Mastbenaming	H150	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	32,0 m	
Gewicht mast	140,0 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	5,40	5,40 m
Helling van de randstijl	0,118	0,118 -
Factor spatkracht	1,3	1,3 -

### Berekening windbelasting

Dynamische invloed $G_T$	1,00 ( <i>Masthoogte &lt; 60 m</i> )
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 <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	7,50	5,40	3,63	7,50	0,118	33,86	6,19	0,18	3,01
Eerste tussenstuk	14,57	3,63	2,86	7,07	0,054	22,94	5,23	0,23	2,81
Tweede tussenstuk	21,41	2,86	2,10	6,84	0,056	16,96	4,26	0,25	2,72
Bovenstuk 1	25,40	2,10	1,91	3,99	0,024	8,00	2,36	0,30	2,55
Bovenstuk 2	29,50	1,91	1,70	4,10	0,026	7,40	2,18	0,29	2,55
Topstuk	32,00	1,70		2,50		2,13	0,29	0,14	3,22
Ondertraverse	21,41	8,42		2,10		8,84	2,73	0,31	2,51
Boventraverse	27,30	7,95		2,20		8,75	2,53	0,29	2,57

### Eigenschappen mastsecties dwarsrichting (zijaanzicht, xz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	7,50	5,40	3,63	7,50	0,118	33,86	6,19	0,18	3,01
Eerste tussenstuk	14,57	3,63	2,86	7,07	0,054	22,94	5,23	0,23	2,81
Tweede tussenstuk	21,41	2,86	2,10	6,84	0,056	16,96	4,26	0,25	2,72
Bovenstuk 1	25,40	2,10	1,91	3,99	0,024	8,00	2,36	0,30	2,55
Bovenstuk 2	29,50	1,91	1,70	4,10	0,026	7,40	2,18	0,29	2,55
Topstuk	32,00	1,70		2,50		2,13	0,29	0,14	3,22
Ondertraverse	21,41	8,42		2,10		8,84	2,73	0,31	2,51
Boventraverse	27,30	7,95		2,20		8,75	2,53	0,29	2,57

NB: oppervlakte traverse dwarsrichting wordt in berekening gereduceerd.

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 11  
 Tower: H150  
 Number: 11

#### Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m <sup>2</sup> /m)	Factor	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk				
Eerste tussenstuk				
Tweede tussenstuk				
Bovenstuk 1				
Bovenstuk 2				

#### Invoer antennes

Omschrijving	A (m <sup>2</sup> )	h (m)	C <sub>f</sub> (m)
Antenne top			
Antenne o.t.			

#### Belastingen mastsectie langsrichting (x-richting) per windrichting

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>x1</sub> [kN]	F <sub>x2</sub> [kN]	F <sub>x3</sub> [kN]	F <sub>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>y1</sub> [kNm]	M <sub>y2</sub> [kNm]	M <sub>y3</sub> [kNm]	M <sub>y4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,70	13,0	11,1	0,0	-11,1	3,8	48,9	41,5	0,0	-41,5
Eerste tussenstuk	0,73	10,7	9,1	0,0	-9,1	11,0	117,8	99,9	0,0	-99,9
Tweede tussenstuk	0,85	9,8	8,3	0,0	-8,3	18,0	177,0	150,2	0,0	-150,2
Bovenstuk 1	0,93	5,6	4,7	0,0	-4,7	23,4	130,9	111,1	0,0	-111,1
Bovenstuk 2	0,96	5,4	4,6	0,0	-4,6	27,5	147,4	125,1	0,0	-125,1
Topstuk	1,00	0,9	0,8	0,0	-0,8	30,8	28,6	24,3	0,0	-24,3
Ondertraverse	0,90	12,4	7,3	0,0	-7,3	22,1	273,1	162,2	0,0	-162,2
Boventraverse	0,97	12,6	7,5	0,0	-7,5	28,0	354,3	210,4	0,0	-210,4
<b>Totaal</b>		<b>70,4</b>	<b>53,4</b>	<b>0,0</b>	<b>-53,4</b>		<b>1278,0</b>	<b>924,7</b>	<b>0,0</b>	<b>-924,7</b>

#### Belastingen mastsectie dwarsrichting (y-richting) per windrichting

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>y1</sub> [kN]	F <sub>y2</sub> [kN]	F <sub>y3</sub> [kN]	F <sub>y4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>x1</sub> [kNm]	M <sub>x2</sub> [kNm]	M <sub>x3</sub> [kNm]	M <sub>x4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,70	0,0	11,1	13,0	11,1	3,8	0,0	41,5	48,9	41,5
Eerste tussenstuk	0,73	0,0	9,1	10,7	9,1	11,0	0,0	99,9	117,8	99,9
Tweede tussenstuk	0,85	0,0	8,3	9,8	8,3	18,0	0,0	150,2	177,0	150,2
Bovenstuk 1	0,93	0,0	4,7	5,6	4,7	23,4	0,0	111,1	130,9	111,1
Bovenstuk 2	0,96	0,0	4,6	5,4	4,6	27,5	0,0	125,1	147,4	125,1
Topstuk	1,00	0,0	0,8	0,9	0,8	30,8	0,0	24,3	28,6	24,3
Ondertraverse	0,90	0,0	7,3	4,9	7,3	22,1	0,0	162,2	109,3	162,2
Boventraverse	0,97	0,0	7,5	5,1	7,5	28,0	0,0	210,4	141,7	210,4
<b>Totaal</b>		<b>0,0</b>	<b>53,4</b>	<b>55,4</b>	<b>53,4</b>		<b>0,0</b>	<b>924,7</b>	<b>901,6</b>	<b>924,7</b>

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

Belasting / windrichting	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
Permanente belasting	0	0	140	0	0	0
Windrichting 0°	70	0	0	0	1278	0
Windrichting 45°	53	53	0	925	925	0
Windrichting 90°	0	55	0	902	0	0
Windrichting 135°	-53	53	0	925	-925	0

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 11  
 Tower: H150  
 Number: 11

### Tussenresultaten geleiderbelastingen

#### Geleiders back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	ACSR 20/224	20,3	244,5	7,60	66000	2,04E-05
Circuit 2	ACSR 20/224	20,3	244,5	7,60	66000	2,04E-05
Bliksemdraad 1	ACSR 30/52 PETREL	11,8	82,4	3,71	105500	1,53E-05
Bliksemdraad 2	ACSR 30/52 PETREL	11,8	82,4	3,71	105500	1,53E-05

#### Geleiders ahead

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	ACSR 20/224	20,3	244,5	7,60	66000	2,04E-05
Circuit 2	ACSR 20/224	20,3	244,5	7,60	66000	2,04E-05
Bliksemdraad 1	Niet aanwezig					
Bliksemdraad 2	Niet aanwezig					

#### Verticale belasting back

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsg gebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	2	2	15,5	B	4+0,2d	8,1	16,1
Circuit 2	2	2	15,5	B	4+0,2d	8,1	16,1
Bliksemdraad 1	1	2	3,8	A	15+0,4d	19,7	19,7
Bliksemdraad 2	1	2	3,8	A	15+0,4d	19,7	19,7

#### Verticale belasting ahead

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsg gebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	2	2	15,5	B	4+0,2d	8,1	16,1
Circuit 2	2	2	15,5	B	4+0,2d	8,1	16,1
Bliksemdraad 1	1	2		A	15+0,4d		
Bliksemdraad 2	1	2		A	15+0,4d		

#### Isolatoren

Geleider	$G_{isolator}$ [kN]	Aantal	$F_{v,iso}$ [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <sup>2</sup> ]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	Vormfactor	$F_{h,iso}$ [kN]
150ct1f1	1,50	1	1,5	4,5	1,0	22,11	0,90	1,2	1,09
150ct1f2	1,50	1	1,5	4,5	1,0	22,11	0,90	1,2	1,09
150ct1f3	1,50	1	1,5	4,5	1,0	28,00	0,97	1,2	1,16
150ct2f1	1,50	1	1,5	4,5	1,0	22,11	0,90	1,2	1,09
150ct2f2	1,50	1	1,5	4,5	1,0	22,11	0,90	1,2	1,09
150ct2f3	1,50	1	1,5	4,5	1,0	28,00	0,97	1,2	1,16
bl1	0,10	1	0,1	0,2	0,1	30,20	0,99	1,2	0,12
bl2	0,10	1	0,1	0,2	0,1	30,20	0,99	1,2	0,12

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 11  
 Tower: H150  
 Number: 11

#### Windbelasting back

Geleider	hoogte		$G_{c\_dwars}$	$G_{c\_trek}$	$C_c$	$d_{toeslag}$	$w_y$	$w_{y,vak}$	$D_{ij,s,toeslag}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,vak}$
	wind [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]									
150ct1f1	17,8	0,85	0,64	0,56	1,20	20,75	27,1	23,8	40,2	52,6	46,1
150ct1f2	17,8	0,85	0,64	0,56	1,20	20,75	27,1	23,8	40,2	52,6	46,1
150ct1f3	24,1	0,93	0,67	0,59	1,20	20,75	31,0	27,2	40,2	60,1	52,8
150ct2f1	17,8	0,85	0,64	0,56	1,20	20,75	27,1	23,8	40,2	52,6	46,1
150ct2f2	17,8	0,85	0,64	0,56	1,20	20,75	27,1	23,8	40,2	52,6	46,1
150ct2f3	24,1	0,93	0,67	0,59	1,20	20,75	31,0	27,2	40,2	60,1	52,8
bl1	27,7	0,97	0,68	0,60	1,20	11,99	9,5	8,3	55,2	43,7	38,4
bl2	27,7	0,97	0,68	0,60	1,20	11,99	9,5	8,3	55,2	43,7	38,4

#### Windbelasting ahead

Geleider	hoogte		$G_{c\_dwars}$	$G_{c\_trek}$	$C_c$	$d_{toeslag}$	$w_y$	$w_{y,vak}$	$D_{ij,s,toeslag}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,vak}$
	wind [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]									
150ct1f1	11,7	0,74	0,60	0,98	1,20	20,75	22,2	35,9	40,2	43,0	69,7
150ct1f2	11,7	0,74	0,60	0,98	1,20	20,75	22,2	35,9	40,2	43,0	69,7
150ct1f3	14,1	0,79	0,62	0,98	1,20	20,75	24,4	38,4	40,2	47,2	74,4
150ct2f1	11,7	0,74	0,60	0,98	1,20	20,75	22,2	35,9	40,2	43,0	69,7
150ct2f2	11,7	0,74	0,60	0,98	1,20	20,75	22,2	35,9	40,2	43,0	69,7
150ct2f3	14,1	0,79	0,62	0,98	1,20	20,75	24,4	38,4	40,2	47,2	74,4
bl1	30,2	0,99	0,69	0,99							
bl2	30,2	0,99	0,69	0,99							

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 11  
 Masttype: H150  
 Mast: 11

**Geleiderbelastingen** Auteur: TBR  
 Versie: v11.9

**Uitgangspunten**  
 Betrouwbaarheidsniveau Afkeur CC2-0  
 Referentieperiode 30 jaar

<b>ULS</b> (bezwijksterkte)		<b>NEN-EN50341-2-15:2019</b>			$\gamma_Q$			$\gamma_a$
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$\gamma_G$ $G_{k,mast}$	$\gamma_G$ $G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$
ULS 1a	Wind	10°	1,05	1,05	0,00	1,12	0,00	0,0
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk alleen mast	10°	0,90	1,05	0,00	1,12	0,00	0,0
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk ook geleider	10°	0,90	0,90	0,00	1,12	0,00	0,0
ULS 3	Wind+ijs	-5°	1,05	1,05	0,00	0,34	0,97	0,0
ULS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,05	0,00	0,34	0,97	0,0
ULS 4	Koude+wind	-20°	1,05	1,05	0,00	0,22	0,00	0,0
ULS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,05	0,00	0,22	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°	1,05	1,05	1,20	0,22	0,00	0,0
ULS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,05	1,05	0,00	0,22	0,00	0,0
ULS 7	Permanent	10°	1,15	1,15	0,00	0,00	0,00	0,0
ULS 8	Special	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0
<b>SPLS</b> (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)			$\gamma_G$ $G_k$		$\gamma_Q$			$A_k$
SPLS 1a	Wind	10°	1,05	1,05	0,0	0,78	0,00	0,0
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	1,05	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°	1,05	1,05	0,0	0,36	0,34	0,0
SPLS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,05	0,0	0,36	0,34	0,0
SPLS 4	Koude+wind	-20°	1,05	1,05	0,0	0,24	0,00	0,0
SPLS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,05	0,0	0,24	0,00	0,0
SPLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,05	1,05	1,2	0,24	0,0	0,0
SPLS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,05	1,05	0,0	0,24	0,0	0,0
<b>SLS</b> (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	0,94	0,0	0,0
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,28	0,88	0,0
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,19	0,0	0,0
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,19	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 52  
 Aantal belastingcombinaties SPLS 210  
 Aantal belastingcombinaties SLS 15  
 Aantal knooplasten 4432

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 11  
 Masttype: H150  
 Mast: 11

### 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	-24,7	0,0	7,9	0,1	3,6	1,1
bl2	-24,7	0,0	7,9	0,1	3,6	1,1
150ct1f1	-40,0	14,2	12,2	0,7	7,6	110,7
150ct1f2	-40,0	15,6	12,2	2,2	7,6	110,7
150ct1f3	-40,0	14,9	13,4	0,8	7,5	146,6
150ct2f1	-40,0	14,5	12,2	6,0	7,6	110,7
150ct2f2	-40,0	9,2	12,2	12,7	7,6	110,7
150ct2f3	-40,0	10,5	13,4	11,7	7,5	146,6

#### Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	107,9	110,3	111,1
bl2	107,9	110,3	111,1
150ct1f1	475,3	7157,1	466,7
150ct1f2	466,8	7157,4	466,7
150ct1f3	589,5	9464,6	576,6
150ct2f1	480,4	7157,1	466,7
150ct2f2	468,4	7156,5	466,7
150ct2f3	576,1	9463,7	576,6

#### Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	111,1	112,3
bl2	111,1	112,3
150ct1f1	924,5	1487,6
150ct1f2	941,9	1489,4
150ct1f3	1264,9	1941,4
150ct2f1	939,7	1489,1
150ct2f2	934,6	1488,6
150ct2f3	1270,5	1942,0

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

Voor alle geleiders

Wind / Weight span verhouding

Max. weight span	9464,6 m	81,556 -
Min. weight span	106,4 m	0,917 -

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 11  
 Masttype: H150  
 Mast: 11

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

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	24,7	8,0	3,6	-25,9	0,0
bl2	24,7	8,0	3,6	-25,9	0,0
150ct1f1	40,0	12,5	110,7	-41,4	15,7
150ct1f2	40,0	13,5	110,7	-41,4	15,7
150ct1f3	40,0	13,9	146,6	-41,5	15,7
150ct2f1	40,0	13,8	110,7	-41,4	15,7
150ct2f2	40,0	18,7	110,7	-41,4	15,7
150ct2f3	40,0	17,8	146,6	-41,5	15,7

**EDS-belastingen geleiders**

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	0,0	1,5	0,5	-6,1	0,0
bl2	0,0	1,5	0,5	-6,1	0,0
150ct1f1	0,7	4,1	6,9	-17,1	0,8
150ct1f2	0,8	4,1	6,9	-17,1	0,8
150ct1f3	0,7	4,1	8,7	-17,1	0,8
150ct2f1	0,7	4,1	6,9	-17,1	0,8
150ct2f2	0,5	4,1	6,9	-17,1	0,8
150ct2f3	0,5	4,1	8,7	-17,1	0,8

**Controle uplift SLS-wind**

Combinatie: Geleider	Fz_ba	Fz_ah
	[kN]	[kN]
SLS 4      bl1	0,0	0,0
bl2	0,0	0,0
150ct1f1	0,0	0,0
150ct1f2	0,0	0,0
150ct1f3	0,0	0,0
150ct2f1	0,0	0,0
150ct2f2	0,0	0,0
150ct2f3	0,0	0,0

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 11  
 Masttype: H150  
 Mast: 11

**Geleiderbelastingen** Auteur: TBR  
Versie: v11.9

**Uitgangspunten**  
 Betrouwbaarheidsniveau: Verbouw CC2  
 Referentieperiode: 50 jaar

<b>ULS</b> (bezwijksterkte)		<b>NEN-EN50341-2-15:2019</b>						
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$\gamma_G$		$\gamma_Q$			$\gamma_a$ $A_k$
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	
ULS 1a	Wind	10°	1,15	1,15	0,00	1,40	0,00	0,0
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk alleen mast	10°	0,90	1,15	0,00	1,40	0,00	0,0
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk ook geleider	10°	0,90	0,90	0,00	1,40	0,00	0,0
ULS 3	Wind+ijs	-5°	1,15	1,15	0,00	0,42	1,30	0,0
ULS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,15	0,00	0,42	1,30	0,0
ULS 4	Koude+wind	-20°	1,15	1,15	0,00	0,28	0,00	0,0
ULS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,15	0,00	0,28	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°	1,15	1,15	1,30	0,28	0,00	0,0
ULS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,15	1,15	0,00	0,28	0,00	0,0
ULS 7	Permanent	10°	1,30	1,30	0,00	0,00	0,00	0,0
ULS 8	Special	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0
<b>SPLS</b> (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)			$\gamma_G$		$\gamma_Q$			
SPLS	omschrijving	Temp °C	$G_k$		$Q_k$			$A_k$
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	
SPLS 1a	Wind	10°	1,15	1,15	0,0	0,78	0,00	0,0
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	1,15	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°	1,15	1,15	0,0	0,36	0,34	0,0
SPLS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,15	0,0	0,36	0,34	0,0
SPLS 4	Koude+wind	-20°	1,15	1,15	0,0	0,24	0,00	0,0
SPLS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,15	0,0	0,24	0,00	0,0
SPLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,15	1,15	1,2	0,24	0,0	0,0
SPLS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,15	1,15	0,0	0,24	0,0	0,0
<b>SLS</b> (controle van de vervormingen, vermoeiing, EDS)			$G_k$		$Q_k$			
SLS	omschrijving	Temp °C	$G_k$		$Q_k$			$A_k$
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	
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: 52  
 Aantal belastingcombinaties SPLS: 210  
 Aantal belastingcombinaties SLS: 15  
 Aantal knooplasten: 4432



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 11  
 Masttype: H150  
 Mast: 11

### 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	-29,9	0,0	9,7	0,2	3,9	1,1
bl2	-29,9	0,0	9,7	0,2	3,9	1,1
150ct1f1	-42,9	14,2	14,8	0,7	8,3	110,9
150ct1f2	-42,9	15,6	14,8	2,2	8,3	110,9
150ct1f3	-43,0	14,9	16,3	0,8	8,2	146,8
150ct2f1	-42,9	14,5	14,8	6,0	8,3	110,9
150ct2f2	-42,9	9,2	14,8	12,7	8,3	110,9
150ct2f3	-43,0	10,5	16,3	11,7	8,2	146,7

#### Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	107,7	110,3	111,1
bl2	107,7	110,3	111,1
150ct1f1	476,4	7157,2	466,7
150ct1f2	466,9	7157,5	466,7
150ct1f3	591,1	9464,8	576,6
150ct2f1	482,1	7157,2	466,7
150ct2f2	468,5	7156,6	466,7
150ct2f3	576,0	9463,7	576,6

#### Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	111,1	112,5
bl2	111,1	112,5
150ct1f1	997,7	1278,2
150ct1f2	1017,1	1280,3
150ct1f3	1370,7	1664,7
150ct2f1	1014,6	1280,0
150ct2f2	1008,8	1279,4
150ct2f3	1377,0	1665,5

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

Voor alle geleiders

Max. weight span	9464,8 m
Min. weight span	105,1 m

Wind / Weight span verhouding

Max. weight span	81,558 -
Min. weight span	0,906 -

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 11  
 Masttype: H150  
 Mast: 11

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

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	29,9	9,7	3,9	-31,3	0,0
bl2	29,9	9,7	3,9	-31,3	0,0
150ct1f1	41,5	15,1	110,9	-44,5	15,7
150ct1f2	41,5	16,4	110,9	-44,5	15,7
150ct1f3	41,5	16,9	146,8	-44,9	15,7
150ct2f1	41,7	16,4	110,9	-44,5	15,7
150ct2f2	42,2	19,3	110,9	-44,5	15,7
150ct2f3	42,2	18,8	146,7	-44,9	15,7

**EDS-belastingen geleiders**

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	0,0	1,5	0,5	-6,1	0,0
bl2	0,0	1,5	0,5	-6,1	0,0
150ct1f1	0,7	4,1	6,9	-17,1	0,8
150ct1f2	0,8	4,1	6,9	-17,1	0,8
150ct1f3	0,7	4,1	8,7	-17,1	0,8
150ct2f1	0,7	4,1	6,9	-17,1	0,8
150ct2f2	0,5	4,1	6,9	-17,1	0,8
150ct2f3	0,5	4,1	8,7	-17,1	0,8

**Controle uplift SLS-wind**

Combinatie: Geleider	Fz_ba	Fz_ah
	[kN]	[kN]
SLS 4      bl1	0,0	0,0
bl2	0,0	0,0
150ct1f1	0,0	0,0
150ct1f2	0,0	0,0
150ct1f3	0,0	0,0
150ct2f1	0,0	0,0
150ct2f2	0,0	0,0
150ct2f3	0,0	0,0



Project: D2.3 OSP Mastr 11  
 Tower: H150  
 Number: 11

Auteur: TBR  
 Versie: v1.9

### Geleiderbelastingen afloper

#### Algemeen

Benaming H150  
 Masttype Hoekmast  
 Aantal circuits 2  
 Configuratie 2-circuit-donau  
 Aantal bliksemgeleiders 2

#### Uitgangspunten

Norm NEN-EN50341-2-15:2019  
 Gevolgklasse initieel CC2-0  
 Betrouwbaarheidsniveau initieel Afkeur CC2-0  
 Referentieperiode initieel 30 jaar  
 Gevolgklasse na aanpassing CC2  
 Betrouwbaarheidsniveau na aanpassing Verbouw  
 Referentieperiode na aanpassing 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 0

#### Geleiders

Omschrijving	Spanning	Geleider Back	Bundel Ba	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	
Circuit 1	150 kV	ACSR 20/224	2	B	2 %	2 %	
Circuit 2	150 kV	ACSR 20/224	2	B	2 %	2 %	
Bliksemdraad 1		Niet aanwezig	0	0	0 %	0 %	0
Bliksemdraad 2		Niet aanwezig	0	0	0 %	0 %	0

#### Isolatoren (1)

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <sup>2</sup> ]
Circuit 1	Afspanketting	1,50	4,50	1,00
Circuit 2	Afspanketting	1,50	4,50	1,00
Bliksemdraad 1	0	0,00	0,00	0,00
Bliksemdraad 2	0	0,00	0,00	0,00

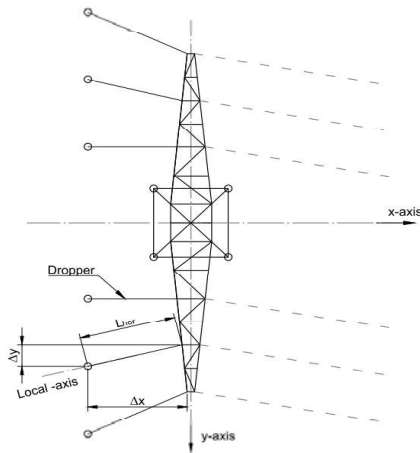
I. *Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset*

#### Ophanghoogte en positie in mast

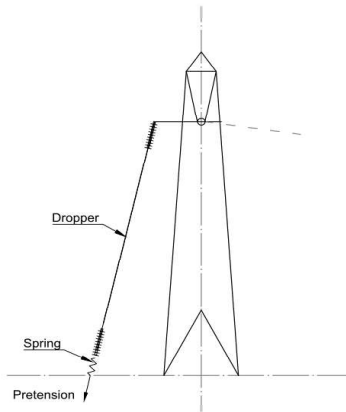
Circuits	Nummer	Aanduiding	Ophanghoogte	Aangrijppunt
Circuit 1	10	150ct1f1	21,4 m	21,4 m
Circuit 1	11	150ct1f2	21,4 m	21,4 m
Circuit 1	12	150ct1f3	27,3 m	27,3 m
Circuit 2	20	150ct2f1	21,4 m	21,4 m
Circuit 2	21	150ct2f2	21,4 m	21,4 m
Circuit 2	22	150ct2f3	27,3 m	27,3 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0 m	0,0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	0,0 m	0,0 m

Project: D2.3 OSP Mastr 11  
 Tower: H150  
 Number: 11

**Principe hoekmast met aflopers**



Top view tower



Side view tower

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

Circuits	Nummer	Aanduiding	Hoogteverschil	Richtingsverandering		Lokaal Δx	Lengte overspanning
			Δh	Δy	Δx	Lhor	L
Circuit 1	10	150ct1f1	20,9 m	-2,5	4,0	4,7	21,4 m
Circuit 1	11	150ct1f2	20,9 m	-0,4	3,7	3,7	21,2 m
Circuit 1	12	150ct1f3	27,7 m	-2,0	1,7	2,6	27,8 m
Circuit 2	20	150ct2f1	20,9 m	0,4	4,0	4,0	21,2 m
Circuit 2	21	150ct2f2	20,9 m	2,5	3,7	4,5	21,3 m
Circuit 2	22	150ct2f3	27,7 m	2,0	1,7	2,6	27,8 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0 m	0,0	0,0	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	0,0 m	0,0	0,0	0,0	0,0 m

**Voorspanning en veerstijfheid**

Circuits	Nummer	Aanduiding	Voorspanning	Veerstijfheid	Effectieve rekstijfheid
			$F_{pr}$	k	$EA_{fict}$
Circuit 1	10	150ct1f1	3,0 kN	500 kN/m	5006 kN/m
Circuit 1	11	150ct1f2	3,0 kN	500 kN/m	5006 kN/m
Circuit 1	12	150ct1f3	3,0 kN	500 kN/m	7250 kN/m
Circuit 2	20	150ct2f1	3,0 kN	500 kN/m	5006 kN/m
Circuit 2	21	150ct2f2	3,0 kN	500 kN/m	5006 kN/m
Circuit 2	22	150ct2f3	3,0 kN	500 kN/m	7250 kN/m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0 kN	0 kN/m	kN/m
Bliksemdraad 2	3	bl2	0,0 kN	0 kN/m	kN/m

De effectieve rekstijfheid is bepaald met de invloed van de veerstijfheid  
 Deze is berekend door de optelling van de reciproke waarden van de veerstijfheid van geleider en veer.

Project: D2.3 OSP Mastr 11  
 Tower: H150  
 Number: 11

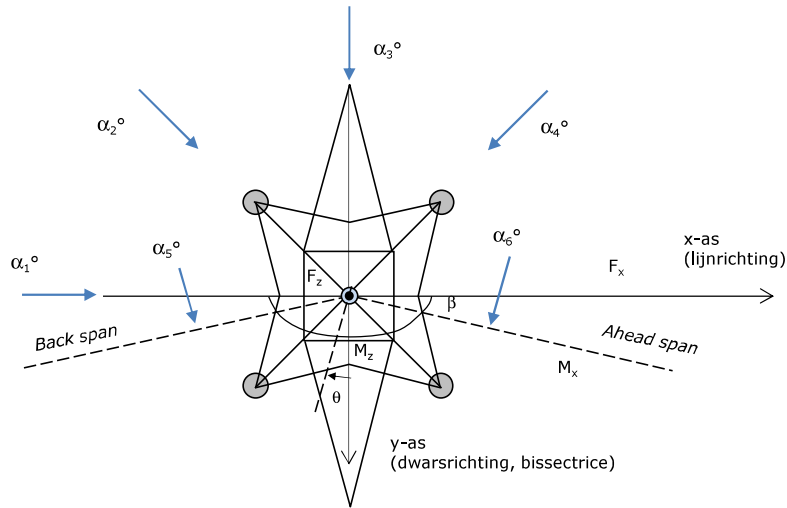
**Lijn- en mastgegevens**

Deze invoer is opgenomen voor beschouwde windrichtingen en komt overeen met invoer geleiderbelastingen voor de mast

Lijnhoek	$\beta$	152 °
Rotatie mast t.o.v. bissectrice	$\theta$	0 °
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld		0,5 m
Beschouwde windrichtingen	$\alpha_1$	0 °
Windrichtingen volgens:	$\alpha_2$	45 °
Geleiderbelastingen	$\alpha_3$	90 °
	$\alpha_4$	135 °
	$\alpha_5$	76 °
	$\alpha_6$	104 °

*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	6
Overig	6

Project: D2.3 OSP Mastr 11  
 Tower: H150  
 Number: 11

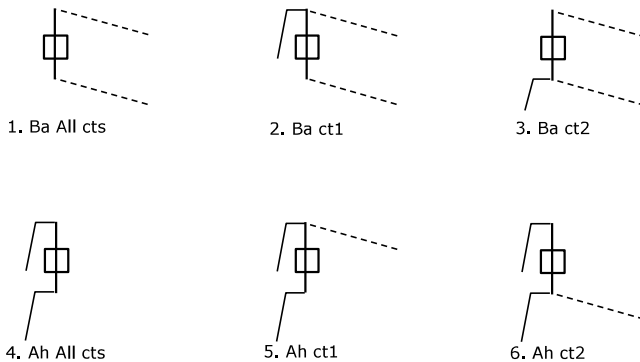
### Geleiderafval

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	150ct1f1	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	150ct1f2	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	150ct1f3	1	0	1	0	1	0
Circuit 2	150ct2f1	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	150ct2f2	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	150ct2f3	0	1	1	0	1	0
Bliksemdraad 1	b1	1	0	1	0		0
Bliksemdraad 2	b2	0	1	1	0		0

### Belastingsituaties SPLS

Beschouwde situaties SPLS: 1 t/m 6, alle mogelijke situaties.  
 Geleiderbelastingen naar volgende mast geen onderdeel van deze berekening.

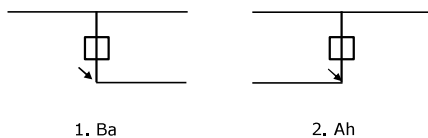
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: D2.3 OSP Mastr 11  
 Tower: H150  
 Number: 11

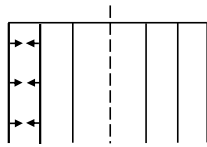
### Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

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 met 20% wind is geschikt voor controle stijppunt in combinatie met kortsluitbelastingen.

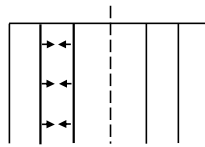
	Fase	Bliksem
Lijnwagen (nvt.)	0,0 kN	0,0 kN
Puntlast op traverse	1,0 kN	1,0 kN

### Belastingsituaties 8. Kortsluiting

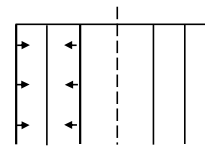
Principe belastingssituaties:



1. 10-11



2. 11-12



3. 10-12

#### Kortsluitkrachten

(Zie separate berekening)

Geleider	$w_{z,G}$	Kortsluitkra	$F_x$	$F_y$	$F_z$
	[N/m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
10	150ct1f1	16,3	3,0	-1,9	15,9
11	150ct1f2	16,3	2,8	-0,3	16,0
12	150ct1f3	29,0	1,8	-2,0	28,9
20	150ct2f1	16,3	3,1	0,3	16,0
21	150ct2f2	16,3	2,8	1,9	15,9
22	150ct2f3	29,0	1,8	2,1	28,9
1	bl1				
3	bl2				

#### Belastingcombinaties kortsluiting

Belastingcombinatie
ULS 8 Kortsluiting 10-11
ULS 8 Kortsluiting 10-12
ULS 8 Kortsluiting 11-12
ULS 8 Kortsluiting 20-21
ULS 8 Kortsluiting 20-22
ULS 8 Kortsluiting 21-22



Project: D2.3 OSP Mastr 11  
 Tower: H150  
 Number: 11

### Tussenresultaten geleiderbelastingen

#### Geleiders

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	ACSR 20/224	20,3	244,5	7,60	66000	2,04E-05
Circuit 2	ACSR 20/224	20,3	244,5	7,60	66000	2,04E-05
Bliksemdraad 1	Niet aanwezig					
Bliksemdraad 2	Niet aanwezig					

#### Verticale belasting

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$w_{z,G}$ [N/m]	Ijsgebied	Formule	$w_{z,ijs}$ [N/m]	$w_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	2	2	15,5	B	4+0,2d	8,1	16,1
Circuit 2	2	2	15,5	B	4+0,2d	8,1	16,1
Bliksemdraad 1	0	0		0			
Bliksemdraad 2	0	0		0			

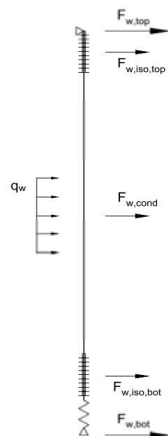
#### Schema voor berekenen horizontale en verticale belasting

Horizontale belasting wordt bepaald voor de wind tegen de geleider en isolatoren boven en onder.

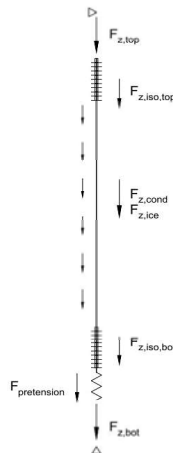
De horizontale component als gevolg van de scheefstand van de afloper wordt per belastingscombinatie apart bepaald

De verticale krachten gelden alleen voor de EDS-conditie zonder externe belastingen en temperatuursverandering

De berekeningen zijn weergegeven op het volgende blad.



Wind load



Vertical load

Project: D2.3 OSP Mastr 11  
 Tower: H150  
 Number: 11

Geleider	G <sub>isolator</sub> [kN]	Lengte [m]	Boven				Onder			
			Windopp. [m <sup>2</sup> ]	Vormfactor [-]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>h,iso</sub> [kN]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>h,iso</sub> [kN]
150ct1f1	1,50	4,5	1,0	1,2	19,66	0,87	1,05	3,31	0,49	0,59
150ct1f2	1,50	4,5	1,0	1,2	19,66	0,87	1,05	3,31	0,49	0,59
150ct1f3	1,50	4,5	1,0	1,2	25,55	0,94	1,13	2,35	0,49	0,59
150ct2f1	1,50	4,5	1,0	1,2	19,66	0,87	1,05	3,31	0,49	0,59
150ct2f2	1,50	4,5	1,0	1,2	19,66	0,87	1,05	3,31	0,49	0,59
150ct2f3	1,50	4,5	1,0	1,2	25,55	0,94	1,13	2,35	0,49	0,59
bl1	0,00	0,0	0,0	1,2	0,50	0,49		0,50	0,49	
bl2	0,00	0,0	0,0	1,2	0,50	0,49		0,50	0,49	

### Horizontale belasting

Geleider	wind		G <sub>c</sub> [-]	C <sub>c</sub> [-]	d <sub>toeslag</sub> [mm]	W <sub>y</sub> [N/m]	D <sub>ijs,toeslag</sub> [mm]	W <sub>y,ijs</sub> [N/m]	F <sub>w,geleider</sub> [kN]	F <sub>w,boven</sub> [kN]	F <sub>w,onder</sub> [kN]
	hoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]									
150ct1f1	11,5	0,74	0,97	1,20	20,75	35,4	40,2	68,7	0,21	1,3	0,8
150ct1f2	11,5	0,74	0,97	1,20	20,75	35,4	40,2	68,7	0,21	1,3	0,8
150ct1f3	14,0	0,78	0,97	1,20	20,75	37,9	40,2	73,6	0,35	1,5	0,9
150ct2f1	11,5	0,74	0,97	1,20	20,75	35,4	40,2	68,7	0,21	1,3	0,8
150ct2f2	11,5	0,74	0,97	1,20	20,75	35,4	40,2	68,7	0,21	1,3	0,8
150ct2f3	14,0	0,78	0,97	1,20	20,75	37,9	40,2	73,6	0,35	1,5	0,9
bl1	0,5	0,49	0,84								
bl2	0,5	0,49	0,84								

### Verticale belasting

Formules:  $F_{z,top} = F_{z,iso,top} + F_{z,cond} + F_{z,iso,bot} + F_{pr}$        $L_{geleider} = \Delta h - 2L_{iso}$   
 $F_{t,mid} = F_{z,cond}/2 + F_{z,iso,bot} + F_{pr}$        $F_{z,cond} = L_{cond} \times w_z$   
 $F_{z,bot} = -F_{pr}$

Geleider	W <sub>z,G</sub> [N/m]	W <sub>z,ijs</sub> [N/m]	L <sub>geleider</sub> [m]	F <sub>z,iso</sub> [kN]	F <sub>z,gel</sub> [kN]	F <sub>z,ijs</sub> [kN]	Pretension [kN]	F <sub>z,boven</sub> [kN]	F <sub>t,mid</sub> [kN]	F <sub>z,onder</sub> [kN]
150ct1f1	15,5	16,1	11,9	1,5	0,2	0,2	3,0	6,2	4,6	-3,0
150ct1f2	15,5	16,1	11,9	1,5	0,2	0,2	3,0	6,2	4,6	-3,0
150ct1f3	15,5	16,1	18,7	1,5	0,3	0,3	3,0	6,3	4,6	-3,0
150ct2f1	15,5	16,1	11,9	1,5	0,2	0,2	3,0	6,2	4,6	-3,0
150ct2f2	15,5	16,1	11,9	1,5	0,2	0,2	3,0	6,2	4,6	-3,0
150ct2f3	15,5	16,1	18,7	1,5	0,3	0,3	3,0	6,3	4,6	-3,0
bl1			0,0					0,0		
bl2			0,0					0,0		

Project: D2.3 OSP Mastr 11  
 Masttype: H150  
 Mast: 11

Auteur: TBR  
 Versie: v1.9

**Geleiderbelastingen**

**Uitgangspunten**

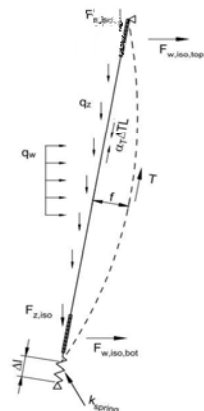
Betrouwbaarheidsniveau Afkeur CC2-0  
 Referentieperiode 30 jaar

ULS (bezwijksterkte)		NEN-EN50341-2-15:2019						
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$\gamma_G$		$\gamma_Q$			$\gamma_a$
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	
ULS 1a	Wind	10°	1,05	1,05	0,00	1,12	0,00	0,0
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk alleen mast	10°	0,90	1,05	0,00	1,12	0,00	0,0
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk ook geleider	10°	0,90	0,90	0,00	1,12	0,00	0,0
ULS 3	Wind+ijs	-5°	1,05	1,05	0,00	0,34	0,97	0,0
ULS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,05	0,00	0,34	0,97	0,0
ULS 4	Koude+wind	-20°	1,05	1,05	0,00	0,22	0,00	0,0
ULS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,05	0,00	0,22	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°	1,05	1,05	1,20	0,22	0,00	0,0
ULS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,05	1,05	0,00	0,22	0,00	0,0
ULS 7	Permanent	10°	1,15	1,15	0,00	0,00	0,00	0,0
ULS 8	Special	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0
<b>SPLS</b> (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)			$\gamma_G$		$\gamma_Q$			
			$G_k$	$G_k$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$
SPLS 1a	Wind	10°	1,05	1,05	0,0	0,78	0,00	0,0
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	1,05	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°	1,05	1,05	0,0	0,36	0,34	0,0
SPLS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,05	0,0	0,36	0,34	0,0
SPLS 4	Koude+wind	-20°	1,05	1,05	0,0	0,24	0,00	0,0
SPLS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,05	0,0	0,24	0,00	0,0
SPLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,05	1,05	1,2	0,24	0,0	0,0
SPLS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,05	1,05	0,0	0,24	0,0	0,0
<b>SLS</b> (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	0,94	0,0	0,0
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,28	0,88	0,0
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,19	0,0	0,0
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,19	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 57  
 Aantal belastingcombinaties SPLS 210  
 Aantal belastingcombinaties SLS 15  
 Aantal knooplasten 4512

**Schematisation**

De trekkracht in de afloper wordt bepaald met de toestandsvergelijking voor een gekromde kabel. In de rekstijfheid van de kabel is de invloed van de veer verdisconteerd.



Project: D2.3 OSP Mastr 11  
 Masttype: H150  
 Mast: 11

### Tabellen met geleiderbelastingen

In de onderstaande drie tabellen is weergegeven:

- De trekkracht per belastingcombinatie en de bijbehorende zeeg en veerverlenging
- De geleiderbelastingen in het lokale assenstelsel voor het onderste bevestigingspunt
- De maximale waarden voor de reacties onder en boven in het globale assenstelsel

#### Trekkracht, zeeg en veerverlenging

Geleider	Combinatie	Zeeg [m]	Veer- verlenging [m]	Totale veerver- lenging [m]	Trek- kracht initieel [kN]	Trek- kracht [kN]
<b>150ct1f1</b>	SLS 1a	0,45	0,009	0,019	4,6	9,3
	SLS 3	0,33	0,007	0,016	4,7	8,0
	SLS 4	0,19	0,006	0,015	4,6	7,4
	SLS 6	0,25	0,002	0,011	4,6	5,6
	SLS 7	0,21	0,000	0,009	4,6	4,6
	ULS 1a	0,48	0,011	0,020	4,9	10,0
	ULS 3	0,35	0,008	0,017	5,0	8,4
	ULS 4	0,20	0,006	0,015	4,9	7,5
	ULS 6b	0,28	0,003	0,012	4,9	6,1
<b>150ct1f2</b>	SLS 1a	0,42	0,009	0,018	4,6	9,0
	SLS 3	0,29	0,006	0,016	4,7	7,8
	SLS 4	0,14	0,006	0,015	4,6	7,4
	SLS 6	0,19	0,002	0,011	4,6	5,4
	SLS 7	0,17	0,000	0,009	4,6	4,6
	ULS 1a	0,45	0,010	0,020	4,9	9,8
	ULS 3	0,31	0,007	0,016	5,0	8,2
	ULS 4	0,15	0,006	0,015	4,9	7,5
	ULS 6b	0,24	0,003	0,012	4,9	6,0
<b>150ct1f3</b>	SLS 1a	0,50	0,012	0,021	4,6	10,6
	SLS 3	0,32	0,009	0,019	4,8	9,3
	SLS 4	0,14	0,009	0,019	4,6	9,3
	SLS 6	0,21	0,003	0,013	4,6	6,3
	SLS 7	0,10	0,000	0,009	4,6	4,6
	ULS 1a	0,53	0,014	0,023	5,0	11,5
	ULS 3	0,36	0,010	0,020	5,1	9,8
	ULS 4	0,16	0,010	0,019	5,0	9,5
	ULS 6b	0,24	0,004	0,013	5,0	6,6

#### Controle iteratieproces

Geleider	Iteratie
<b>b1</b>	0
<b>b2</b>	0
<b>150ct1f</b>	OK
<b>150ct1f</b>	OK
<b>150ct1f</b>	OK
<b>150ct2f</b>	OK
<b>150ct2f</b>	OK
<b>150ct2f</b>	OK

Project: D2.3 OSP Mastr 11  
 Masttype: H150  
 Mast: 11

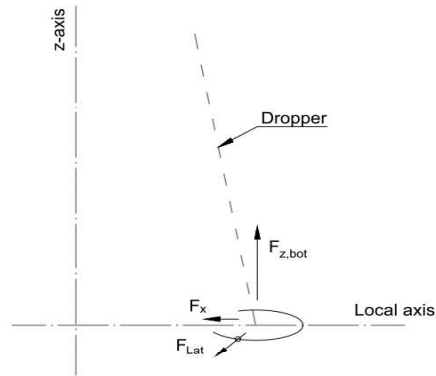
### Belastingen in lokale richting geleider

De belastingen op het onderste bevestigingspunt voor het dimensioneren van de ondersteuningsconstructie

De richting van de laterale kracht wordt bepaald door de windrichting en kan in alle richtingen aangrijpen.

De resulterende horizontale kracht kan worden afgeleid uit de vectoriële optelling van de kracht in x-richting en laterale kracht.

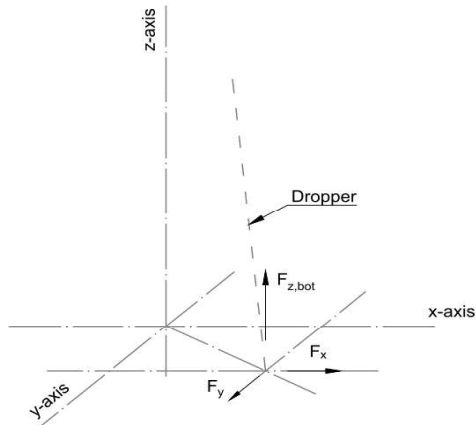
Combinatie1	F <sub>x,lok,bot</sub> [kN]	F <sub>lat,bot</sub> [kN]	F <sub>z_bot</sub> [kN]
SLS 1a	2,1	0,8	-7,7
SLS 3	1,8	0,3	-6,3
SLS 4	1,7	0,2	-5,8
SLS 6	1,3	0,2	-4,1
SLS 7	1,0	0,0	-3,0
ULS 1a	2,3	0,9	-8,3
ULS 3	1,9	0,3	-6,6
ULS 4	1,7	0,2	-5,9
ULS 6b	1,4	0,2	-4,5
SLS 1a	1,6	0,8	-7,4
SLS 3	1,4	0,3	-6,1
SLS 4	1,3	0,2	-5,8
SLS 6	1,0	0,2	-3,8
SLS 7	0,8	0,0	-3,0
ULS 1a	1,7	0,9	-8,1
ULS 3	1,5	0,3	-6,4
ULS 4	1,3	0,2	-5,8
ULS 6b	1,1	0,2	-4,3
SLS 1a	1,0	0,9	-8,9
SLS 3	0,9	0,4	-7,5
SLS 4	0,9	0,2	-7,7
SLS 6	0,6	0,2	-4,6
SLS 7	0,4	0,0	-3,0
ULS 1a	1,1	1,1	-9,8
ULS 3	0,9	0,4	-7,9
ULS 4	0,9	0,2	-7,7
ULS 6b	0,6	0,2	-4,9



Project: D2.3 OSP Mastr 11  
 Masttype: H150  
 Mast: 11

### Maximale waarden in globale assenstelsel

De maximale waarden van de verticale kracht en de resulterende horizontale kracht per belastingcombinatie  
 Zowel voor het bovenste als het onderste bevestigingspunt



Geleider	Combinatie	Fx_top [kN]	Fy_top [kN]	Fz_top [kN]	Fx_bot [kN]	Fy_bot [kN]	Fz_bot [kN]
<b>150ct1f1</b>	SLS 1a	2,5	0,4	10,8	-2,6	0,0	-7,7
	SLS 3	1,5	0,0	9,7	-2,0	0,0	-6,3
	SLS 4	1,3	0,0	9,0	-1,6	0,0	-5,8
	SLS 6	0,9	0,0	7,2	-1,2	0,0	-4,1
	SLS 7	0,7	0,0	6,2	-1,0	0,0	-3,0
	ULS 1a	2,9	0,5	11,7	-2,8	0,0	-8,3
	ULS 3	1,6	0,0	10,2	-2,1	0,0	-6,6
	ULS 4	1,3	0,0	9,2	-1,6	0,0	-5,9
	ULS 6b	1,0	0,0	7,8	-1,5	0,0	-4,5
	ULS 7	0,7	0,0	6,5	-1,0	0,0	-2,8
<b>150ct1f2</b>	SLS 1a	2,5	1,2	10,6	-2,4	0,0	-7,4
	SLS 3	1,3	0,4	9,5	-1,8	0,0	-6,1
	SLS 4	1,2	0,2	9,0	-1,5	0,0	-5,8
	SLS 6	0,8	0,2	7,0	-1,1	0,0	-3,8
	SLS 7	0,7	0,0	6,2	-1,0	0,0	-3,0
	ULS 1a	2,8	1,4	11,4	-2,6	0,0	-8,1
	ULS 3	1,5	0,5	9,9	-1,9	0,0	-6,4
	ULS 4	1,2	0,2	9,2	-1,5	0,0	-5,8
	ULS 6b	0,9	0,2	7,7	-1,4	0,0	-4,3
	ULS 7	0,7	0,0	6,5	-1,0	0,0	-2,8
<b>150ct1f3</b>	SLS 1a	2,0	0,8	12,2	-1,4	0,0	-8,9
	SLS 3	1,0	0,0	11,0	-0,9	0,0	-7,5
	SLS 4	0,5	0,0	11,0	-0,6	0,0	-7,7
	SLS 6	0,3	0,0	7,9	-0,4	0,0	-4,6
	SLS 7	0,2	0,0	6,3	-0,3	0,0	-3,0
	ULS 1a	2,4	1,0	13,2	-1,6	0,0	-9,8
	ULS 3	1,2	0,1	11,6	-1,0	0,0	-7,9
	ULS 4	0,5	0,0	11,2	-0,6	0,0	-7,7
	ULS 6b	0,7	0,0	8,3	-0,6	0,0	-4,9
	ULS 7	0,2	0,0	6,6	-0,3	0,0	-2,8
<b>150ct2f1</b>	SLS 1a	2,5	1,5	10,5	-2,5	-0,1	-7,3
	SLS 3	1,4	0,6	9,4	-1,9	-0,1	-6,0
	SLS 4	1,2	0,4	8,8	-1,5	0,0	-5,7
	SLS 6	0,8	0,4	6,8	-1,2	0,0	-3,6
	SLS 7	0,7	0,1	6,2	-1,0	-0,1	-3,0
	ULS 1a	2,9	1,7	11,3	-2,8	-0,2	-8,0

Project: D2.3 OSP Mastr 11  
 Masttype: H150  
 Mast: 11

<b>150ct2f1</b>	ULS 3	1,5	0,7	9,8	-2,0	-0,1	-6,3
	ULS 4	1,2	0,4	9,0	-1,6	0,0	-5,7
	ULS 6b	1,0	0,4	7,6	-1,4	-0,1	-4,2
	ULS 7	0,7	0,1	6,5	-1,0	-0,1	-2,8
<b>150ct2f2</b>	SLS 1a	2,5	2,1	10,1	-2,3	-0,9	-6,9
	SLS 3	1,3	1,2	8,9	-1,7	-0,8	-5,5
	SLS 4	1,1	1,0	8,4	-1,4	-0,7	-5,3
	SLS 6	0,7	0,7	6,3	-1,0	-0,5	-3,1
	SLS 7	0,7	0,5	6,2	-1,0	-0,6	-3,0
	ULS 1a	2,8	2,5	10,9	-2,5	-1,0	-7,5
	ULS 3	1,5	1,3	9,3	-1,8	-0,8	-5,8
	ULS 4	1,1	1,0	8,5	-1,4	-0,7	-5,2
	ULS 6b	0,9	0,8	7,2	-1,3	-0,6	-3,9
	ULS 7	0,7	0,4	6,5	-1,0	-0,7	-2,8
<b>150ct2f3</b>	SLS 1a	2,0	2,1	11,7	-1,4	-0,8	-8,4
	SLS 3	1,0	1,1	10,4	-0,9	-0,7	-6,9
	SLS 4	0,5	0,9	10,6	-0,6	-0,5	-7,3
	SLS 6	0,3	0,6	7,2	-0,4	-0,2	-3,9
	SLS 7	0,2	0,3	6,3	-0,3	-0,4	-3,0
	ULS 1a	2,4	2,5	12,7	-1,6	-0,8	-9,3
	ULS 3	1,2	1,3	11,0	-1,0	-0,7	-7,2
	ULS 4	0,5	1,0	10,8	-0,6	-0,5	-7,3
	ULS 6b	0,7	0,7	7,8	-0,6	-0,5	-4,4
	ULS 7	0,2	0,3	6,6	-0,3	-0,4	-2,8





Project: D2.3 OSP Mastr 11  
 Masttype: H150  
 Mast: 11

### Tabellen met geleiderbelastingen

In de onderstaande drie tabellen is weergegeven:

- De trekkracht per belastingcombinatie en de bijbehorende zeeg en veerverlenging
- De geleiderbelastingen in het lokale assenstelsel voor het onderste bevestigingspunt
- De maximale waarden voor de reacties onder en boven in het globale assenstelsel

#### Trekkracht, zeeg en veerverlenging

Geleider	Combinatie	Zeeg [m]	Veer- verlenging [m]	Totale veerver- lenging [m]	Trek- kracht initieel [kN]	Trek- kracht [kN]
<b>150ct1f1</b>	SLS 1a	0,46	0,010	0,019	4,6	9,5
	SLS 3	0,34	0,007	0,016	4,7	8,2
	SLS 4	0,20	0,006	0,015	4,6	7,5
	SLS 6	0,26	0,002	0,011	4,6	5,7
	SLS 7	0,21	0,000	0,009	4,6	4,6
	ULS 1a	0,52	0,013	0,022	5,6	11,1
	ULS 3	0,38	0,009	0,018	5,7	9,1
	ULS 4	0,22	0,006	0,016	5,6	7,8
	ULS 6b	0,30	0,004	0,013	5,6	6,5
<b>150ct1f2</b>	SLS 1a	0,43	0,009	0,019	4,6	9,3
	SLS 3	0,30	0,007	0,016	4,7	7,9
	SLS 4	0,14	0,006	0,015	4,6	7,4
	SLS 6	0,20	0,002	0,011	4,6	5,4
	SLS 7	0,17	0,000	0,009	4,6	4,6
	ULS 1a	0,49	0,013	0,022	5,6	10,9
	ULS 3	0,34	0,008	0,018	5,7	8,8
	ULS 4	0,17	0,006	0,015	5,6	7,7
	ULS 6b	0,26	0,003	0,013	5,6	6,3
<b>150ct1f3</b>	SLS 1a	0,51	0,012	0,022	4,6	10,9
	SLS 3	0,34	0,010	0,019	4,8	9,4
	SLS 4	0,15	0,009	0,019	4,6	9,4
	SLS 6	0,22	0,003	0,013	4,6	6,3
	SLS 7	0,10	0,000	0,009	4,6	4,6
	ULS 1a	0,58	0,017	0,026	5,6	12,9
	ULS 3	0,40	0,012	0,021	5,9	10,6
	ULS 4	0,19	0,010	0,019	5,6	9,7
	ULS 6b	0,27	0,005	0,014	5,6	7,0

#### Controle iteratieproces

Geleider	Iteratie
<b>b1</b>	0
<b>b2</b>	0
<b>150ct1f</b>	OK
<b>150ct1f</b>	OK
<b>150ct1f</b>	OK
<b>150ct2f</b>	OK
<b>150ct2f</b>	OK
<b>150ct2f</b>	OK

Project: D2.3 OSP Mastr 11  
 Masttype: H150  
 Mast: 11

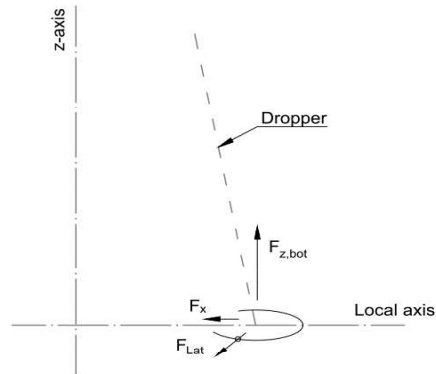
### Belastingen in lokale richting geleider

De belastingen op het onderste bevestigingspunt voor het dimensioneren van de ondersteuningsconstructie

De richting van de laterale kracht wordt bepaald door de windrichting en kan in alle richtingen aangrijpen.

De resulterende horizontale kracht kan worden afgeleid uit de vectoriële optelling van de kracht in x-richting en laterale kracht.

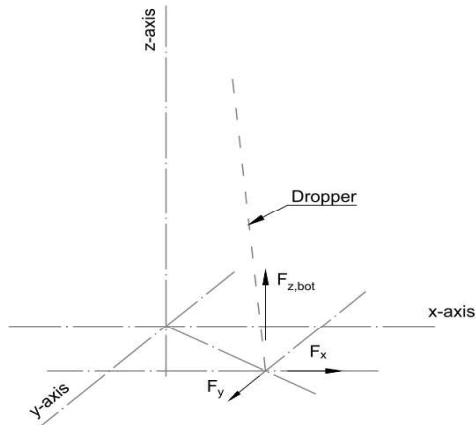
Combinatie1	F <sub>x,lok,bot</sub> [kN]	F <sub>lat,bot</sub> [kN]	F <sub>z_bot</sub> [kN]
SLS 1a	2,2	0,8	-7,9
SLS 3	1,8	0,3	-6,5
SLS 4	1,7	0,2	-5,9
SLS 6	1,3	0,2	-4,1
SLS 7	1,0	0,0	-3,0
ULS 1a	2,5	1,1	-9,3
ULS 3	2,1	0,4	-7,1
ULS 4	1,8	0,2	-5,9
ULS 6b	1,5	0,2	-4,6
SLS 1a	1,7	0,8	-7,7
SLS 3	1,4	0,3	-6,2
SLS 4	1,3	0,2	-5,9
SLS 6	1,0	0,2	-3,8
SLS 7	0,8	0,0	-3,0
ULS 1a	1,9	1,1	-9,1
ULS 3	1,6	0,4	-6,9
ULS 4	1,4	0,2	-5,8
ULS 6b	1,1	0,2	-4,4
SLS 1a	1,0	1,0	-9,2
SLS 3	0,9	0,4	-7,6
SLS 4	0,9	0,2	-7,7
SLS 6	0,6	0,2	-4,7
SLS 7	0,4	0,0	-3,0
ULS 1a	1,2	1,3	-11,1
ULS 3	1,0	0,5	-8,5
ULS 4	0,9	0,3	-7,8
ULS 6b	0,7	0,3	-5,1



Project: D2.3 OSP Mastr 11  
 Masttype: H150  
 Mast: 11

### Maximale waarden in globale assenstelsel

De maximale waarden van de verticale kracht en de resulterende horizontale kracht per belastingcombinatie  
 Zowel voor het bovenste als het onderste bevestigingspunt



Geleider	Combinatie	Fx_top [kN]	Fy_top [kN]	Fz_top [kN]	Fx_bot [kN]	Fy_bot [kN]	Fz_bot [kN]
<b>150ct1f1</b>	SLS 1a	2,6	0,4	11,1	-2,7	0,0	-7,9
	SLS 3	1,5	0,0	9,8	-2,0	0,0	-6,5
	SLS 4	1,3	0,0	9,0	-1,6	0,0	-5,9
	SLS 6	0,9	0,0	7,3	-1,2	0,0	-4,1
	SLS 7	0,7	0,0	6,2	-1,0	0,0	-3,0
	ULS 1a	3,5	0,8	13,0	-3,2	0,0	-9,3
	ULS 3	1,8	0,0	11,0	-2,3	0,0	-7,1
	ULS 4	1,3	0,0	9,6	-1,6	0,0	-5,9
	ULS 6b	1,1	0,0	8,3	-1,6	0,0	-4,6
	ULS 7	0,7	0,0	6,8	-1,1	0,0	-2,6
<b>150ct1f2</b>	SLS 1a	2,6	1,3	10,9	-2,5	0,0	-7,7
	SLS 3	1,4	0,4	9,6	-1,9	0,0	-6,2
	SLS 4	1,2	0,2	9,0	-1,5	0,0	-5,9
	SLS 6	0,8	0,2	7,0	-1,1	0,0	-3,8
	SLS 7	0,7	0,0	6,2	-1,0	0,0	-3,0
	ULS 1a	3,5	1,8	12,7	-3,0	0,0	-9,1
	ULS 3	1,7	0,6	10,8	-2,1	0,0	-6,9
	ULS 4	1,2	0,3	9,5	-1,5	0,0	-5,8
	ULS 6b	1,0	0,3	8,1	-1,5	0,0	-4,4
	ULS 7	0,6	0,0	6,7	-1,0	0,0	-2,6
<b>150ct1f3</b>	SLS 1a	2,2	0,9	12,5	-1,5	0,0	-9,2
	SLS 3	1,1	0,0	11,2	-1,0	0,0	-7,6
	SLS 4	0,5	0,0	11,0	-0,6	0,0	-7,7
	SLS 6	0,3	0,0	8,0	-0,4	0,0	-4,7
	SLS 7	0,2	0,0	6,3	-0,3	0,0	-3,0
	ULS 1a	2,9	1,4	14,8	-2,0	0,0	-11,1
	ULS 3	1,4	0,2	12,7	-1,2	0,0	-8,5
	ULS 4	0,5	0,0	11,6	-0,6	0,0	-7,8
	ULS 6b	0,8	0,0	8,9	-0,7	0,0	-5,1
	ULS 7	0,2	0,0	6,8	-0,3	0,0	-2,5
<b>150ct2f1</b>	SLS 1a	2,7	1,6	10,7	-2,6	-0,2	-7,6
	SLS 3	1,4	0,6	9,5	-2,0	-0,1	-6,1
	SLS 4	1,2	0,4	8,9	-1,5	0,0	-5,7
	SLS 6	0,9	0,4	6,8	-1,2	0,0	-3,7
	SLS 7	0,7	0,1	6,2	-1,0	-0,1	-3,0
	ULS 1a	3,5	2,2	12,6	-3,2	-0,2	-9,0

Project: D2.3 OSP Mastr 11  
 Masttype: H150  
 Mast: 11

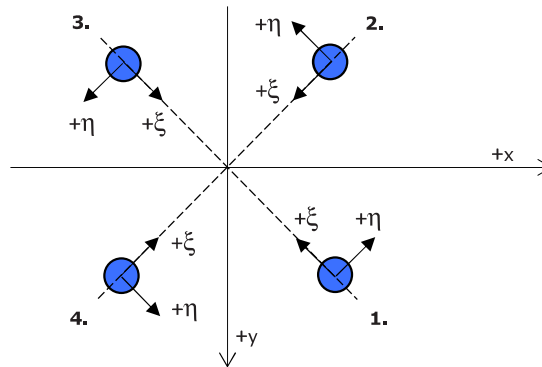
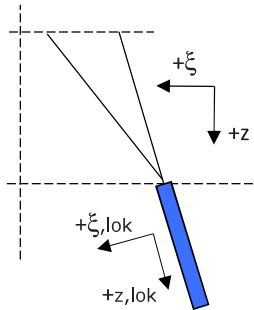
<b>150ct2f1</b>	ULS 3	1,7	0,9	10,7	-2,3	-0,1	-6,7
	ULS 4	1,3	0,5	9,3	-1,6	0,0	-5,6
	ULS 6b	1,0	0,5	8,0	-1,5	-0,1	-4,4
	ULS 7	0,7	0,1	6,7	-1,1	-0,1	-2,6
<b>150ct2f2</b>	SLS 1a	2,6	2,3	10,3	-2,4	-1,0	-7,1
	SLS 3	1,4	1,2	9,0	-1,8	-0,8	-5,7
	SLS 4	1,1	1,0	8,4	-1,4	-0,7	-5,3
	SLS 6	0,7	0,8	6,3	-1,0	-0,5	-3,1
	SLS 7	0,7	0,5	6,2	-1,0	-0,6	-3,0
	ULS 1a	3,4	3,0	12,2	-2,9	-1,2	-8,5
	ULS 3	1,7	1,5	10,1	-2,0	-0,9	-6,2
	ULS 4	1,1	1,1	8,8	-1,4	-0,7	-5,1
	ULS 6b	1,0	0,9	7,6	-1,4	-0,6	-4,0
	ULS 7	0,6	0,4	6,8	-1,0	-0,7	-2,6
<b>150ct2f3</b>	SLS 1a	2,2	2,3	12,0	-1,5	-0,8	-8,7
	SLS 3	1,1	1,2	10,6	-0,9	-0,7	-7,0
	SLS 4	0,5	0,9	10,6	-0,6	-0,5	-7,4
	SLS 6	0,3	0,7	7,2	-0,4	-0,2	-3,9
	SLS 7	0,2	0,3	6,3	-0,3	-0,4	-3,0
	ULS 1a	2,9	3,0	14,3	-1,9	-0,9	-10,6
	ULS 3	1,4	1,5	12,0	-1,2	-0,8	-7,8
	ULS 4	0,5	1,0	11,1	-0,6	-0,4	-7,3
	ULS 6b	0,8	0,8	8,3	-0,7	-0,5	-4,5
	ULS 7	0,2	0,3	6,8	-0,3	-0,4	-2,5

Project: ZW-Oost RSB-RSD150  
 Masttype: Hoekmast 150°  
 Mast: 11

Auteur: MKh  
 Versie: 1.4

### Oplegreacties per randstijl

Betrouwbaarheidsniveau Afkeur CC2-0  
 Referentieperiode 30 jaar



Assenstelsels

### Maximale drukbelasting

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 1a_45 Ba All Cts	-28	-26	<b>-185</b>	2	-38	7	-189
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts	-20	17	<b>-131</b>	-2	-26	4	-133
3	ULS 3_135	48	58	<b>-454</b>	-7	-75	-1	-461
4	ULS 3_90	105	-108	<b>-858</b>	2	-151	8	-871

### Maximale trekbelasting

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 3_0,9_135	26	45	<b>337</b>	13	51	5	341
2	ULS 3_0,9_90	92	-90	<b>745</b>	2	129	-5	756
3	SPLS 1a_0,9_0,9_45 Ba All Cts	-17	-16	<b>115</b>	-1	23	-4	117
4	SPLS 1a_0,9_0,9_0 Ba All Cts	-9	7	<b>61</b>	1	11	-1	62

### Maximale torsiebelasting (positief)

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	-28	64	<b>186</b>	65	25	6	187
2	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	81	-1	<b>331</b>	57	58	-3	336
3	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	72	-12	<b>-270</b>	59	-43	-2	-273
4	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	14	-104	<b>-458</b>	64	-83	7	-466

### Maximale torsiebelasting (negatief)

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	44	-24	<b>109</b>	-48	15	4	110
2	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	9	-89	<b>410</b>	-56	69	-1	416
3	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	-18	75	<b>-236</b>	-66	-40	1	-239
4	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	104	-18	<b>-492</b>	-61	-86	4	-500

### Combinatie Ftrek+Fh

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	-28	64	<b>186</b>	65	25	6	187
2	ULS 3_0,9_90	92	-90	<b>745</b>	2	129	-5	756
3	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	-18	75	<b>-236</b>	-66	-40	1	-239
4	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	14	-104	<b>-458</b>	64	-83	7	-466

### Permanente belasting

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SLS 7	9	17	<b>125</b>	6	18	3	126
2	SLS 7	30	-29	<b>248</b>	0	42	0	251
3	SLS 7	26	29	<b>-222</b>	-2	-38	1	-226
4	SLS 7	43	-44	<b>-346</b>	1	-62	4	-351

### Omhullenden ongeacht stijl

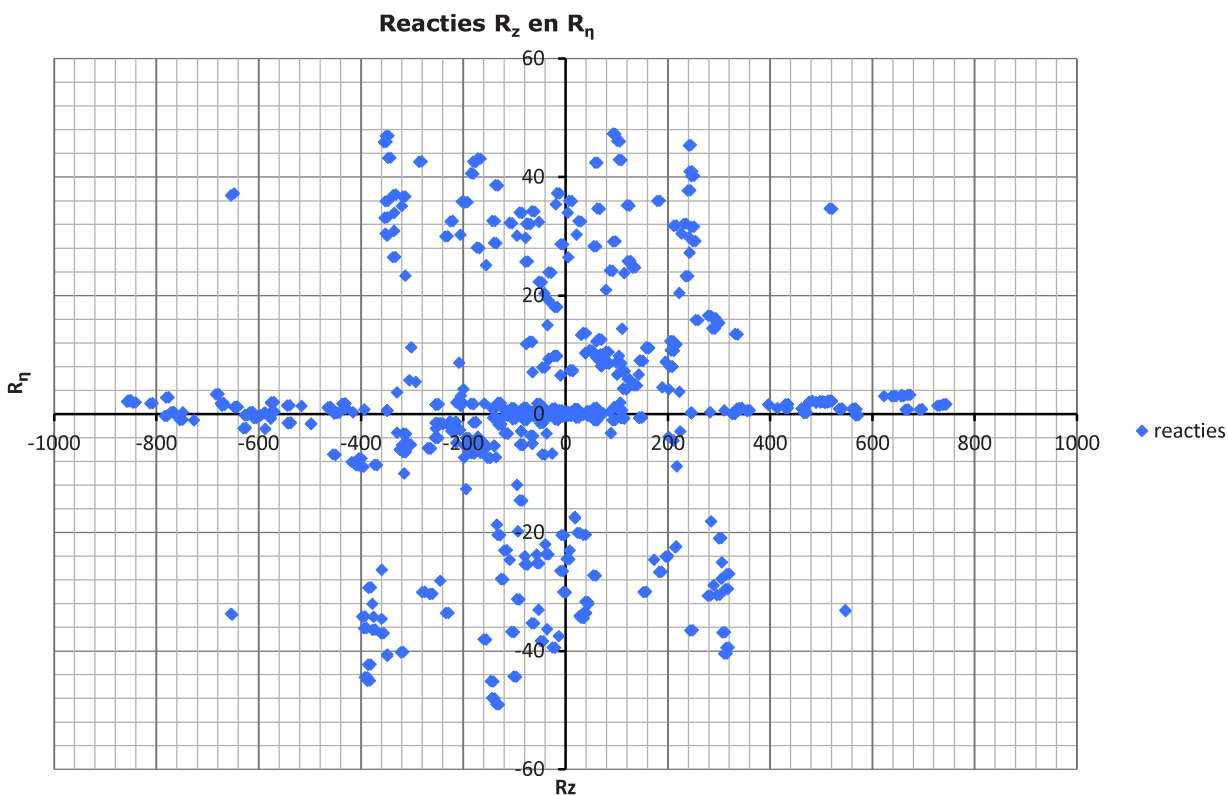
Belasting	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
Max. druk	ULS 3_90	105	-108	<b>-858</b>	2	-151	8	-871
Max. trek	ULS 3_0,9_90	92	-90	<b>745</b>	2	129	-5	756
Max. pos. torsie	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	-28	64	186	<b>65</b>	25	6	187
Max. neg. torsie	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	-18	75	-236	<b>-66</b>	-40	1	-239
Comb. trek+torsie	ULS 3_0,9_90	92	-90	<b>745</b>	<b>2</b>	129	-5	756

### Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_0,9_0,9_45	-26	-9	<b>-77</b>	12	-25	12	-80
2	SLS 1a_0	10	-11	<b>107</b>	-1	15	3	108
3	ULS 3_135	48	58	<b>-454</b>	-7	-75	-1	-461
4	ULS 3_135	100	-103	<b>-812</b>	2	-143	8	-825

### Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 3_0,9_135	26	45	<b>337</b>	13	51	5	341
2	ULS 3_0,9_135	86	-85	<b>697</b>	1	121	-5	708
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	-8	2	<b>-26</b>	-7	4	-8	-25
4	SLS 1a_0	25	-27	<b>-215</b>	2	-37	1	-218

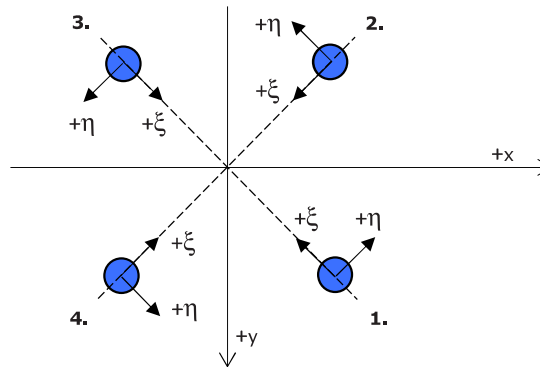
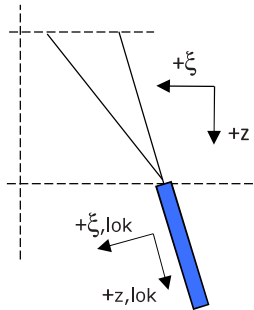


Project: ZW-Oost RSB-RSD150  
 Masttype: Hoekmast 150°  
 Mast: 11

Auteur: MKh  
 Versie: 1.4

### Oplegreacties per randstijl

Betrouwbaarheidsniveau **Verbouw CC2**  
 Referentieperiode **50 jaar**



Assenstelsels

#### Maximale drukbelasting

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 1a_45 Ba All Cts	-29	-26	<b>-189</b>	2	-39	7	-192
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts	-20	17	<b>-134</b>	-2	-27	4	-137
3	ULS 3_135	57	68	<b>-539</b>	-8	-88	-2	-546
4	ULS 3_90	125	-129	<b>-1023</b>	3	-180	9	-1039

#### Maximale trekbelasting

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 3_0,9_135	33	56	<b>412</b>	16	62	6	417
2	ULS 3_0,9_90	112	-110	<b>904</b>	2	157	-6	917
3	SPLS 1a_0,9_0,9_45 Ba All Cts	-17	-16	<b>115</b>	-1	23	-4	117
4	SPLS 1a_0,9_0,9_0 Ba All Cts	-9	7	<b>61</b>	1	11	-1	62

#### Maximale torsiebelasting (positief)

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	-29	66	<b>190</b>	67	26	6	191
2	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	84	0	<b>339</b>	59	59	-3	345
3	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	74	-12	<b>-279</b>	61	-44	-2	-283
4	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	15	-108	<b>-475</b>	66	-86	7	-482

#### Maximale torsiebelasting (negatief)

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	46	-25	<b>113</b>	-50	15	4	114
2	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	9	-91	<b>418</b>	-58	70	-1	424
3	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	-18	78	<b>-248</b>	-68	-42	1	-251
4	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	107	-18	<b>-506</b>	-63	-89	4	-514

#### Combinatie Ftrek+Fh

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 3_0,9_135	33	56	<b>412</b>	16	62	6	417
2	ULS 3_0,9_90	112	-110	<b>904</b>	2	157	-6	917
3	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	-18	78	<b>-248</b>	-68	-42	1	-251
4	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	15	-108	<b>-475</b>	66	-86	7	-482

### Permanente belasting

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SLS 7	9	17	<b>127</b>	6	19	3	128
2	SLS 7	30	-30	<b>250</b>	0	42	0	254
3	SLS 7	26	29	<b>-223</b>	-2	-38	1	-226
4	SLS 7	43	-44	<b>-347</b>	1	-62	4	-352

### Omhullenden ongeacht stijl

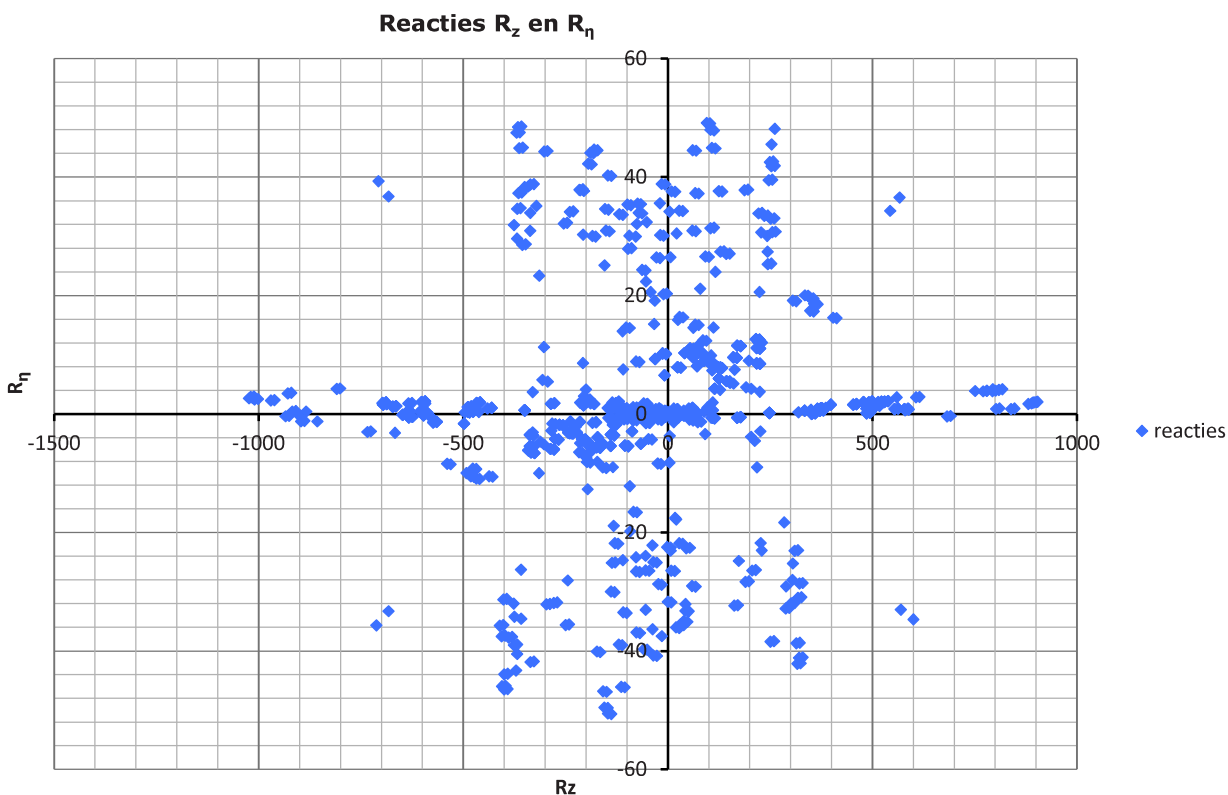
Belasting	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
Max. druk	ULS 3_90	125	-129	<b>-1023</b>	3	-180	9	-1039
Max. trek	ULS 3_0,9_90	112	-110	<b>904</b>	2	157	-6	917
Max. pos. torsie	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	-29	66	190	<b>67</b>	26	6	191
Max. neg. torsie	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	-18	78	-248	<b>-68</b>	-42	1	-251
Comb. trek+torsie	ULS 3_0,9_90	112	-110	<b>904</b>	<b>2</b>	157	-6	917

### Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_0,9_0,9_45	-33	-14	<b>-110</b>	14	-33	15	-114
2	SLS 1a_0	9	-10	<b>100</b>	-1	14	3	101
3	ULS 3_135	57	68	<b>-539</b>	-8	-88	-2	-546
4	ULS 3_135	119	-122	<b>-970</b>	2	-171	9	-985

### Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 3_0,9_135	33	56	<b>412</b>	16	62	6	417
2	ULS 3_0,9_135	105	-103	<b>847</b>	1	147	-6	860
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	-14	-2	<b>4</b>	-8	12	-11	6
4	SLS 1a_0	24	-26	<b>-207</b>	2	-36	1	-210







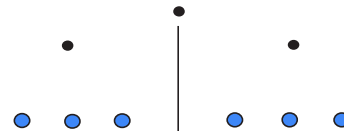
Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Tower: Portaal  
 Number: 19a

Auteur: TBR  
 Versie: v11.9

### Geleiderbelastingen

#### Algemeen

Benaming: Portaal  
 Masttype: Hoekmast  
 Aantal circuits: 2  
 Configuratie: 2-circuit-vlak  
 Aantal bliksemgeleiders: 3



Configuratie geleiders

#### Uitgangspunten

Norm: NEN-EN50341-2-15:2019  
 Gevolgklasse initieel: CC2  
 Betrouwbaarheidsniveau initieel: Afkeur CC2-0  
 Referentieperiode initieel: 30 jaar  
 Gevolgklasse na aanpassing: CC2  
 Betrouwbaarheidsniveau na aanpassing: Verbouw  
 Referentieperiode na aanpassing: 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	150 kV	ACSR Bobolink	2	B	2 %	2 %	1000
Circuit 2	150 kV	ACSR Bobolink	2	B	2 %	2 %	1000
Bliksemdraad 1		ACSR 30/52 PETREL	1	A	2 %	2 %	1000
Bliksemdraad 2		ACSR 30/52 PETREL	1	A	2 %	2 %	1000
Bliksemdraad 3		OPGW 96 Fibral	1	A	2 %	2 %	1000

#### Geleiders Ahead

Omschrijving	Spanning	Geleider Ahead	Bundel Ah	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden $P_{ahead}$
Circuit 1	150 kV	ACSR Bobolink	2	B	2 %	2 %	25
Circuit 2	150 kV	ACSR Bobolink	2	B	2 %	2 %	25
Bliksemdraad 1		Niet aanwezig	1	A	2 %	2 %	0
Bliksemdraad 2		Niet aanwezig	1	A	2 %	2 %	0
Bliksemdraad 3		Niet aanwezig	1	A	2 %	2 %	0

#### Isolatoren (1)

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <sup>2</sup> ]
Circuit 1	Afspanketting	2,50	4,50	1,00
Circuit 2	Afspanketting	2,50	4,50	1,00
Bliksemdraad 1	Afspanketting	0,10	0,20	0,10
Bliksemdraad 2	Afspanketting	0,10	0,20	0,10
Bliksemdraad 3	Afspanketting	0,10	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	150ct1f1	16,0 m	16,0 m	11,8 m
Circuit 1	11	150ct1f2	16,0 m	16,0 m	8,3 m
Circuit 1	12	150ct1f3	16,0 m	16,0 m	4,8 m
Circuit 2	20	150ct2f1	16,0 m	16,0 m	-4,8 m
Circuit 2	21	150ct2f2	16,0 m	16,0 m	-8,3 m
Circuit 2	22	150ct2f3	16,0 m	16,0 m	-11,8 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	18,2 m	18,2 m	12,1 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	18,2 m	18,2 m	-12,1 m
Bliksemdraad 3	5	bl3	29,5 m	29,5 m	0,0 m

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Tower: Portaal  
 Number: 19a

**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	0,0 m	0,0 m	(negatief: omlaag, grotere weight span)
Verlaging:	Niet in 0,9EG-combinaties		

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

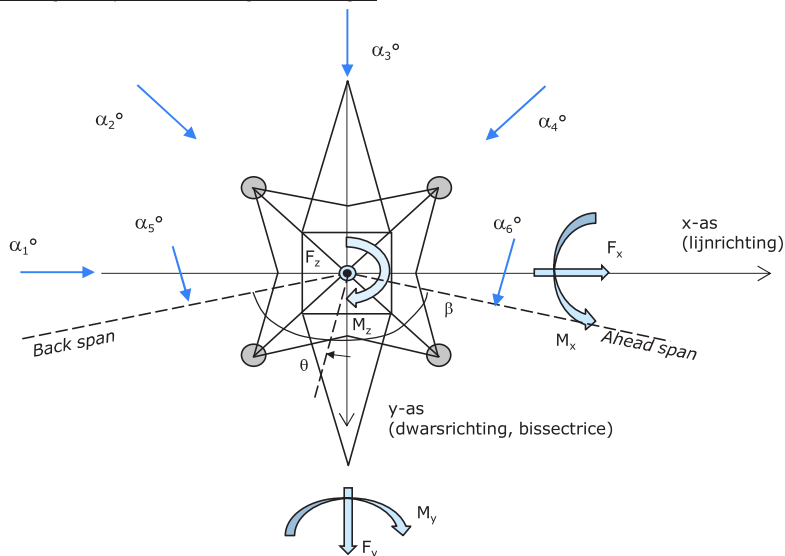
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h$ back	$\Delta h$ ahead	$\Delta y$ back	$\Delta y$ ahead
Circuit 1	10	150ct1f1	-4,3	-15,7 m	0,0	-2,2 m
Circuit 1	11	150ct1f2	-4,3	-15,7 m	0,0	-2,2 m
Circuit 1	12	150ct1f3	-4,3	-15,7 m	0,0	-2,2 m
Circuit 2	20	150ct2f1	-4,3	-15,7 m	0,0	2,2 m
Circuit 2	21	150ct2f2	-4,3	-15,7 m	0,0	2,2 m
Circuit 2	22	150ct2f3	-4,3	-15,7 m	0,0	2,2 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	-3,5	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	-3,5	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 3	5	bl3	-14,8	0,0 m	0,0	0,0 m

**Lijn- en mastgegevens**

	Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3/\Sigma L)}$	110,0	2,0 m
Lijnhoek	143 °	
Rotatie mast t.o.v. bissectrice	$\theta$	18 °
Vaklengte	110	2 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Beschouwde windrichtingen	$\alpha_1$	0 °
Windrichtingen volgens:	$\alpha_2$	45 °
Geleiderbelastingen	$\alpha_3$	90 °
	$\alpha_4$	135 °
	$\alpha_5$	53,5 °
	$\alpha_6$	90,5 °

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: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Tower: Portaal  
 Number: 19a

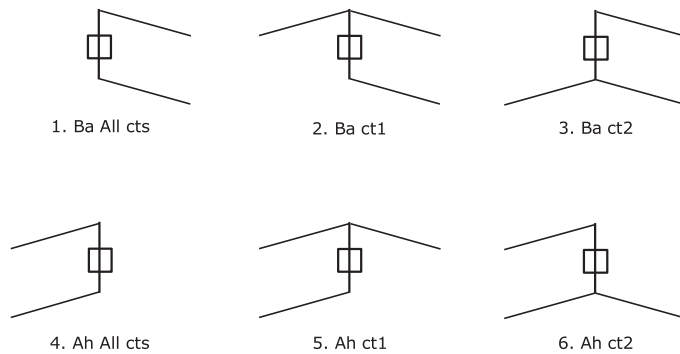
### Geleiderafval

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	150ct1f1	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	150ct1f2	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	150ct1f3	1	0	1	0	1	0
Circuit 2	150ct2f1	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	150ct2f2	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	150ct2f3	0	1	1	0	1	0
Bliksemdraad 1	b1	1	0	1	0	1	0
Bliksemdraad 2	b2	0	1	1	0	1	0
Bliksemdraad 3	b3	0	1	1	0	1	0

### Belastingsituaties SPLS

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

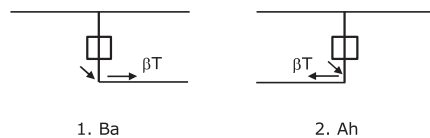
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Tower: Portaal  
 Number: 19a

### Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

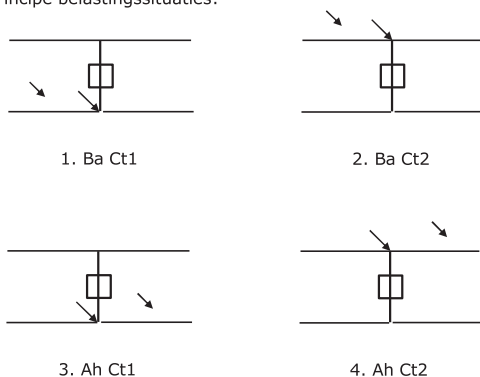
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden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

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

Beschouwde situaties bouw- en onderhoud 6a: 1 en 2, uitgangspunt is symmetrie tussen back / ahead.

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

Principe belastingssituaties:



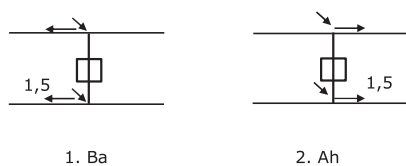
### Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

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: Geen (bestaande constructie)

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: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Tower: Portaal  
 Number: 19a

## Mastconstructie

### Eigenschappen

Masttype	Hoekmast	
Mastbenaming	Portaal	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	29,0 m	
Gewicht mast	180,0 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	7,00	7,00 m
Helling van de randstijl	0,208	0,208 -
Factor spatkracht	1,3	1,3 -

### Berekening windbelasting

Dynamische invloed $G_T$	1,00 ( <i>Masthoogte &lt; 60 m</i> )
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 <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	$\Delta h$ [m]	$\Delta_x$ [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	$\chi = A_1/A_0$ [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	4,80	7,00	5,00	4,80	0,208	28,80	5,30	0,18	3,00
Eerste tussenstuk	9,75	5,00	3,89	4,95	0,112	22,00	4,60	0,21	2,89
Tweede tussenstuk	15,50	3,89	2,60	5,75	0,112	18,66	4,60	0,25	2,74
Bovenstuk 1	22,50	2,60	2,00	7,00	0,043	16,10	4,90	0,30	2,52
Bovenstuk 2	27,50	2,00	2,00	5,00		10,00	2,90	0,29	2,57
Topstuk	29,00	2,00		1,50		1,50	0,30	0,20	2,93
Ondertraverse	15,50	10,80		2,50		13,50	6,20	0,46	2,07

### Eigenschappen mastsecties dwarsrichting (zijaanzicht, xz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	$\Delta h$ [m]	$\Delta_x$ [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	$\chi = A_1/A_0$ [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	4,80	7,00	5,00	4,80	0,208	28,80	5,30	0,18	3,00
Eerste tussenstuk	9,75	5,00	3,89	4,95	0,112	22,00	4,60	0,21	2,89
Tweede tussenstuk	15,50	3,89	2,60	5,75	0,112	18,66	4,60	0,25	2,74
Bovenstuk 1	22,50	2,60	2,00	7,00	0,043	16,10	4,90	0,30	2,52
Bovenstuk 2	27,50	2,00	2,00	5,00		10,00	2,90	0,29	2,57
Topstuk	29,00	2,00		1,50		1,50	0,30	0,20	2,93
Ondertraverse	15,50	10,80		2,50		13,50	6,20	0,46	2,07

NB: oppervlakte traverse dwarsrichting wordt in berekening gereduceerd.

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Tower: Portaal  
 Number: 19a

#### Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m <sup>2</sup> /m)	Factor	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk				
Eerste tussenstuk				
Tweede tussenstuk				
Bovenstuk 1				
Bovenstuk 2				

#### Invoer antennes

Omschrijving	A (m <sup>2</sup> )	h (m)	C <sub>f</sub> (m)
Antenne top			
Antenne o.t.			

#### Belastingen mastsectie langsrichting (x-richting) per windrichting

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>x1</sub> [kN]	F <sub>x2</sub> [kN]	F <sub>x3</sub> [kN]	F <sub>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>y1</sub> [kNm]	M <sub>y2</sub> [kNm]	M <sub>y3</sub> [kNm]	M <sub>y4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,70	11,2	9,5	0,0	-9,5	2,4	26,8	22,7	0,0	-22,7
Eerste tussenstuk	0,70	9,3	7,9	0,0	-7,9	7,3	67,8	57,6	0,0	-57,6
Tweede tussenstuk	0,76	9,6	8,1	0,0	-8,1	12,6	120,6	102,3	0,0	-102,3
Bovenstuk 1	0,87	10,8	9,1	0,0	-9,1	19,0	204,3	173,3	0,0	-173,3
Bovenstuk 2	0,94	7,0	5,9	0,0	-5,9	25,0	174,8	148,3	0,0	-148,3
Topstuk	0,97	0,9	0,7	0,0	-0,7	28,3	24,1	20,5	0,0	-20,5
Ondertraverse	0,82	21,1	12,6	0,0	-12,6	16,3	345,2	205,1	0,0	-205,1
<b>Totaal</b>		<b>69,8</b>	<b>53,8</b>	<b>0,0</b>	<b>-53,8</b>		<b>963,7</b>	<b>729,8</b>	<b>0,0</b>	<b>-729,8</b>

#### Belastingen mastsectie dwarsrichting (y-richting) per windrichting

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>y1</sub> [kN]	F <sub>y2</sub> [kN]	F <sub>y3</sub> [kN]	F <sub>y4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>x1</sub> [kNm]	M <sub>x2</sub> [kNm]	M <sub>x3</sub> [kNm]	M <sub>x4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,70	0,0	9,5	11,2	9,5	2,4	0,0	22,7	26,8	22,7
Eerste tussenstuk	0,70	0,0	7,9	9,3	7,9	7,3	0,0	57,6	67,8	57,6
Tweede tussenstuk	0,76	0,0	8,1	9,6	8,1	12,6	0,0	102,3	120,6	102,3
Bovenstuk 1	0,87	0,0	9,1	10,8	9,1	19,0	0,0	173,3	204,3	173,3
Bovenstuk 2	0,94	0,0	5,9	7,0	5,9	25,0	0,0	148,3	174,8	148,3
Topstuk	0,97	0,0	0,7	0,9	0,7	28,3	0,0	20,5	24,1	20,5
Ondertraverse	0,82	0,0	12,6	8,5	12,6	16,3	0,0	205,1	138,1	205,1
<b>Totaal</b>		<b>0,0</b>	<b>53,8</b>	<b>57,1</b>	<b>53,8</b>		<b>0,0</b>	<b>729,8</b>	<b>756,5</b>	<b>729,8</b>

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

Belasting / windrichting	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
	Permanente belasting	0	0	180	0	0
Windrichting 0°	70	0	0	0	964	0
Windrichting 45°	54	54	0	730	730	0
Windrichting 90°	0	57	0	757	0	0
Windrichting 135°	-54	54	0	730	-730	0

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Tower: Portaal  
 Number: 19a

### Tussenresultaten geleiderbelastingen

#### Geleiders back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	ACSR Bobolink	36,2	775,5	24,11	65500	2,06E-05
Circuit 2	ACSR Bobolink	36,2	775,5	24,11	65500	2,06E-05
Bliksemdraad 1	ACSR 30/52 PETREL	11,8	82,4	3,71	105500	1,53E-05
Bliksemdraad 2	ACSR 30/52 PETREL	11,8	82,4	3,71	105500	1,53E-05
Bliksemdraad 3	OPGW 96 Fibril	15,8	116,0	4,85	85366	1,72E-05

#### Geleiders ahead

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	ACSR Bobolink	36,2	775,5	24,11	65500	2,06E-05
Circuit 2	ACSR Bobolink	36,2	775,5	24,11	65500	2,06E-05
Bliksemdraad 1	Niet aanwezig					
Bliksemdraad 2	Niet aanwezig					
Bliksemdraad 3	Niet aanwezig					

#### Verticale belasting back

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsg gebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	2	2	49,2	B	4+0,2d	11,2	22,5
Circuit 2	2	2	49,2	B	4+0,2d	11,2	22,5
Bliksemdraad 1	1	2	3,8	A	15+0,4d	19,7	19,7
Bliksemdraad 2	1	2	3,8	A	15+0,4d	19,7	19,7
Bliksemdraad 3	1	2	4,9	A	15+0,4d	21,3	21,3

#### Verticale belasting ahead

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsg gebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	2	2	49,2	B	4+0,2d	11,2	22,5
Circuit 2	2	2	49,2	B	4+0,2d	11,2	22,5
Bliksemdraad 1	1	2		A	15+0,4d		
Bliksemdraad 2	1	2		A	15+0,4d		
Bliksemdraad 3	1	2		A	15+0,4d		

#### Isolatoren

Geleider	$G_{isolator}$ [kN]	Aantal	$F_{v,iso}$ [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <sup>2</sup> ]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	Vormfactor	$F_{h,iso}$ [kN]
150ct1f1	2,50	1	2,5	4,5	1,0	16,50	0,83	1,2	0,99
150ct1f2	2,50	1	2,5	4,5	1,0	16,50	0,83	1,2	0,99
150ct1f3	2,50	1	2,5	4,5	1,0	16,50	0,83	1,2	0,99
150ct2f1	2,50	1	2,5	4,5	1,0	16,50	0,83	1,2	0,99
150ct2f2	2,50	1	2,5	4,5	1,0	16,50	0,83	1,2	0,99
150ct2f3	2,50	1	2,5	4,5	1,0	16,50	0,83	1,2	0,99
bl1	0,10	1	0,1	0,2	0,1	18,70	0,86	1,2	0,10
bl2	0,10	1	0,1	0,2	0,1	18,70	0,86	1,2	0,10
bl3	0,10	1	0,1	0,2	0,1	30,00	0,99	1,2	0,12



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Tower: Portaal  
 Number: 19a

#### Windbelasting back

Geleider	hoogte		G <sub>c,dwars</sub>	G <sub>c,trek</sub>	C <sub>c</sub>	d <sub>toeslag</sub>	W <sub>y</sub>	W <sub>y,vak</sub>	D <sub>ijs,toeslag</sub>	W <sub>y,ijs</sub>	W <sub>y,ijs,vak</sub>
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
150ct1f1	13,4	0,77	0,70	0,70	1,01	36,96	40,4	40,5	55,0	71,1	71,4
150ct1f2	13,4	0,77	0,70	0,70	1,01	36,96	40,4	40,5	55,0	71,1	71,4
150ct1f3	13,4	0,77	0,70	0,70	1,01	36,96	40,4	40,5	55,0	71,1	71,4
150ct2f1	13,4	0,77	0,70	0,70	1,01	36,96	40,4	40,5	55,0	71,1	71,4
150ct2f2	13,4	0,77	0,70	0,70	1,01	36,96	40,4	40,5	55,0	71,1	71,4
150ct2f3	13,4	0,77	0,70	0,70	1,01	36,96	40,4	40,5	55,0	71,1	71,4
bl1	16,0	0,82	0,71	0,72	1,20	11,99	8,4	8,4	55,2	38,7	38,8
bl2	16,0	0,82	0,71	0,72	1,20	11,99	8,4	8,4	55,2	38,7	38,8
bl3	21,6	0,90	0,74	0,74	1,20	16,08	12,9	12,9	58,3	46,6	46,8

#### Windbelasting ahead

Geleider	hoogte		G <sub>c,dwars</sub>	G <sub>c,trek</sub>	C <sub>c</sub>	d <sub>toeslag</sub>	W <sub>y</sub>	W <sub>y,vak</sub>	D <sub>ijs,toeslag</sub>	W <sub>y,ijs</sub>	W <sub>y,ijs,vak</sub>
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
150ct1f1	8,6	0,67	0,65	0,98	1,06	36,96	34,1	51,1	55,0	57,4	86,1
150ct1f2	8,6	0,67	0,65	0,98	1,06	36,96	34,1	51,1	55,0	57,4	86,1
150ct1f3	8,6	0,67	0,65	0,98	1,06	36,96	34,1	51,1	55,0	57,4	86,1
150ct2f1	8,6	0,67	0,65	0,98	1,06	36,96	34,1	51,1	55,0	57,4	86,1
150ct2f2	8,6	0,67	0,65	0,98	1,06	36,96	34,1	51,1	55,0	57,4	86,1
150ct2f3	8,6	0,67	0,65	0,98	1,06	36,96	34,1	51,1	55,0	57,4	86,1
bl1											
bl2											
bl3											

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Masttype: Portaal  
 Mast: 19a

Auteur: TBR  
 Versie: v11.9

### Geleiderbelastingen

#### Uitgangspunten

Betrouwbaarheidsniveau Afkeur CC2-0  
 Referentieperiode 30 jaar

ULS (bezwijksterkte)		NEN-EN50341-2-15:2019						
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$\gamma_G$		$\gamma_Q$			$\gamma_a$ $A_k$
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	
ULS 1a	Wind	10°	1,05	1,05	0,00	1,12	0,00	0,0
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk alleen mast	10°	0,90	1,05	0,00	1,12	0,00	0,0
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk ook geleider	10°	0,90	0,90	0,00	1,12	0,00	0,0
ULS 3	Wind+ijs	-5°	1,05	1,05	0,00	0,34	0,97	0,0
ULS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,05	0,00	0,34	0,97	0,0
ULS 4	Koude+wind	-20°	1,05	1,05	0,00	0,22	0,00	0,0
ULS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,05	0,00	0,22	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°	1,05	1,05	1,20	0,22	0,00	0,0
ULS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,05	1,05	0,00	0,22	0,00	0,0
ULS 7	Permanent	10°	1,15	1,15	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)			$\gamma_G$		$\gamma_Q$			
SPLS	omschrijving	Temp °C	$G_k$		$Q_k$			$A_k$
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	
SPLS 1a	Wind	10°	1,05	1,05	0,0	0,78	0,00	0,0
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	1,05	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°	1,05	1,05	0,0	0,36	0,34	0,0
SPLS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,05	0,0	0,36	0,34	0,0
SPLS 4	Koude+wind	-20°	1,05	1,05	0,0	0,24	0,00	0,0
SPLS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,05	0,0	0,24	0,00	0,0
SPLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,05	1,05	1,2	0,24	0,0	0,0
SPLS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,05	1,05	0,0	0,24	0,0	0,0
SLS (controle van de vervormingen, vermoeiing, EDS)			$G_k$		$Q_k$			
SLS	omschrijving	Temp °C	$G_k$		$Q_k$			$A_k$
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	
SLS 1a	Wind	10°	1,00	1,00	0,0	0,94	0,0	0,0
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,28	0,88	0,0
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,19	0,0	0,0
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,19	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 5301

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Masttype: Portaal  
 Mast: 19a

### 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	-11,4	0,0	9,4	0,1	1,8	1,1
bl2	-11,4	0,0	9,4	0,1	1,8	1,1
150ct1f1	-65,3	25,2	48,9	0,5	9,7	292,8
150ct1f2	-65,3	25,2	48,9	0,5	9,7	292,8
150ct1f3	-65,3	25,2	48,9	0,5	9,7	292,8
150ct2f1	-65,3	24,6	48,9	27,6	9,7	292,8
150ct2f2	-65,3	24,6	48,9	27,6	9,7	292,8
150ct2f3	-65,3	24,6	48,9	27,6	9,7	292,8
bl3	-13,3	0,0	11,0	0,1	3,8	1,1
Post	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	86,4	101,1	86,4
bl2	86,4	101,1	86,4
150ct1f1	290,9	6016,7	290,9
150ct1f2	290,9	6016,7	290,9
150ct1f3	290,9	6016,7	290,9
150ct2f1	297,3	6016,7	290,9
150ct2f2	297,3	6016,7	290,9
150ct2f3	297,3	6016,7	290,9
bl3	189,2	257,6	189,1
Post			

#### Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	114,3	75,8
bl2	114,3	75,8
150ct1f1	390,4	892,6
150ct1f2	390,4	892,6
150ct1f3	390,4	892,6
150ct2f1	382,4	891,5
150ct2f2	382,4	891,5
150ct2f3	382,4	891,5
bl3	326,7	147,1
Post		

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

Voor alle geleiders

Max. weight span	6016,7 m
Min. weight span	73,9 m

Wind / Weight span verhouding

107,440 -
1,320 -

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Masttype: Portaal  
 Mast: 19a

Geleider	Maximale waarden back+ahead span			Maximale waarden trekkracht geleider	
	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	11,4	9,4	1,8	-14,8	0,0
bl2	11,4	9,4	1,8	-14,8	0,0
150ct1f1	65,3	49,0	292,8	-81,6	37,0
150ct1f2	65,3	49,0	292,8	-81,6	37,0
150ct1f3	65,3	49,0	292,8	-81,6	37,0
150ct2f1	65,3	76,6	292,8	-81,6	37,0
150ct2f2	65,3	76,6	292,8	-81,6	37,0
150ct2f3	65,3	76,6	292,8	-81,6	37,0
bl3	13,3	11,0	3,8	-17,2	0,0
Post	1,1	1,1	0,6	0,0	

EDS-belastingen geleiders					
Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	0,0	2,3	0,4	-3,8	0,0
bl2	0,0	2,3	0,4	-3,8	0,0
150ct1f1	0,8	29,3	12,2	-49,2	1,2
150ct1f2	0,8	29,3	12,2	-49,2	1,2
150ct1f3	0,8	29,3	12,2	-49,2	1,2
150ct2f1	0,8	29,3	12,2	-49,2	1,2
150ct2f2	0,8	29,3	12,2	-49,2	1,2
150ct2f3	0,8	29,3	12,2	-49,2	1,2
bl3	0,0	2,9	1,0	-4,9	0,0
Post	0,0	0,0	0,5	0,0	

Controle uplift SLS-wind			
Combinatie: Geleider		Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4	bl1	0,0	0,0
	bl2	0,0	0,0
	150ct1f1	0,0	0,0
	150ct1f2	0,0	0,0
	150ct1f3	0,0	0,0
	150ct2f1	0,0	0,0
	150ct2f2	0,0	0,0
	150ct2f3	0,0	0,0
	bl3	0,0	0,0
	Post	0,0	

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Masttype: Portaal  
 Mast: 19a

Auteur: TBR  
 Versie: v11.9

### Geleiderbelastingen

#### Uitgangspunten

Betrouwbaarheidsniveau: Verbouw CC2  
 Referentieperiode: 50 jaar

ULS (bezwijksterkte)		NEN-EN50341-2-15:2019							
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$\gamma_G$		$\gamma_Q$			$\gamma_a$ $A_k$	
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$		
ULS 1a	Wind	10°	1,15	1,15	0,00	1,40	0,00	0,0	
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk alleen mast	10°	0,90	1,15	0,00	1,40	0,00	0,0	
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk ook geleider	10°	0,90	0,90	0,00	1,40	0,00	0,0	
ULS 3	Wind+ijs	-5°	1,15	1,15	0,00	0,42	1,30	0,0	
ULS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,15	0,00	0,42	1,30	0,0	
ULS 4	Koude+wind	-20°	1,15	1,15	0,00	0,28	0,00	0,0	
ULS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,15	0,00	0,28	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°	1,15	1,15	1,30	0,28	0,00	0,0	
ULS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,15	1,15	0,00	0,28	0,00	0,0	
ULS 7	Permanent	10°	1,30	1,30	0,00	0,00	0,00	0,0	
ULS 8	Special	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0	
<b>SPLS</b> (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)			$\gamma_G$		$\gamma_Q$				
			$G_k$	$G_k$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$	
SPLS 1a	Wind	10°	1,15	1,15	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	1,15	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°	1,15	1,15	0,0	0,36	0,34	0,0	
SPLS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,15	0,0	0,36	0,34	0,0	
SPLS 4	Koude+wind	-20°	1,15	1,15	0,0	0,24	0,00	0,0	
SPLS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,15	0,0	0,24	0,00	0,0	
SPLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,15	1,15	1,2	0,24	0,0	0,0	
SPLS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,15	1,15	0,0	0,24	0,0	0,0	
<b>SLS</b> (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: 54  
 Aantal belastingcombinaties SPLS: 210  
 Aantal belastingcombinaties SLS: 15  
 Aantal knooplasten: 5301

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Masttype: Portaal  
 Mast: 19a

### 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	-13,7	0,0	11,3	0,1	2,3	1,1
bl2	-13,7	0,0	11,3	0,1	2,3	1,1
150ct1f1	-68,1	25,2	53,0	0,5	10,9	293,1
150ct1f2	-68,1	25,2	53,0	0,5	10,9	293,1
150ct1f3	-68,1	25,2	53,0	0,5	10,9	293,1
150ct2f1	-68,1	24,5	53,0	27,7	10,9	293,1
150ct2f2	-68,1	24,5	53,0	27,7	10,9	293,1
150ct2f3	-68,1	24,5	53,0	27,7	10,9	293,1
bl3	-15,8	0,0	13,1	0,2	4,7	1,1
Post	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	86,4	101,2	86,4
bl2	86,4	101,2	86,4
150ct1f1	290,9	6016,7	290,9
150ct1f2	290,9	6016,7	290,9
150ct1f3	290,9	6016,7	290,9
150ct2f1	298,0	6016,7	290,9
150ct2f2	298,0	6016,7	290,9
150ct2f3	298,0	6016,7	290,9
bl3	189,2	258,0	189,1
Post			

#### Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	117,4	73,5
bl2	117,4	73,5
150ct1f1	412,7	816,5
150ct1f2	412,7	816,5
150ct1f3	412,7	816,5
150ct2f1	403,0	815,2
150ct2f2	403,0	815,2
150ct2f3	403,0	815,2
bl3	340,9	137,1
Post		

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

Voor alle geleiders

Max. weight span	6016,7 m
Min. weight span	72,0 m

Wind / Weight span verhouding

107,441 -
1,286 -

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Masttype: Portaal  
 Mast: 19a

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

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	13,7	11,3	2,3	-17,7	0,0
bl2	13,7	11,3	2,3	-17,7	0,0
150ct1f1	67,4	50,5	293,1	-86,2	37,0
150ct1f2	67,4	50,5	293,1	-86,2	37,0
150ct1f3	67,4	50,5	293,1	-86,2	37,0
150ct2f1	67,4	78,2	293,1	-86,2	37,0
150ct2f2	67,4	78,2	293,1	-86,2	37,0
150ct2f3	67,4	78,2	293,1	-86,2	37,0
bl3	15,8	13,1	4,7	-20,4	0,0
Post	1,4	1,4	0,7	0,0	

**EDS-belastingen geleiders**

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	0,0	2,3	0,4	-3,8	0,0
bl2	0,0	2,3	0,4	-3,8	0,0
150ct1f1	0,8	29,3	12,2	-49,2	1,2
150ct1f2	0,8	29,3	12,2	-49,2	1,2
150ct1f3	0,8	29,3	12,2	-49,2	1,2
150ct2f1	0,8	29,3	12,2	-49,2	1,2
150ct2f2	0,8	29,3	12,2	-49,2	1,2
150ct2f3	0,8	29,3	12,2	-49,2	1,2
bl3	0,0	2,9	1,0	-4,9	0,0
Post	0,0	0,0	0,5	0,0	

**Controle uplift SLS-wind**

Combinatie: Geleider	Fz_ba	Fz_ah
	[kN]	[kN]
SLS 4      bl1	0,0	0,0
bl2	0,0	0,0
150ct1f1	0,0	0,0
150ct1f2	0,0	0,0
150ct1f3	0,0	0,0
150ct2f1	0,0	0,0
150ct2f2	0,0	0,0
150ct2f3	0,0	0,0
bl3	0,0	0,0
Post	0,0	





Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Tower: Portaal  
 Number: 19a

Auteur: TBR  
 Versie: v1.9

### Geleiderbelastingen afloper

#### Algemeen

Benaming	Portaal
Masttype	Hoekmast
Aantal circuits	2
Configuratie	2-circuit-vlak
Aantal bliksemgeleiders	3

#### Uitgangspunten

Norm	NEN-EN50341-2-15:2019
Gevolgklasse initieel	CC2
Betrouwbaarheidsniveau initieel	Afkeur CC2-0
Referentieperiode initieel	30 jaar
Gevolgklasse na aanpassing	CC2
Betrouwbaarheidsniveau na aanpassing	Verbouw
Referentieperiode na aanpassing	50 jaar
Windgebied	III
Windsnelheid (m/s)	24,5 m/s
Terreincategorie	II
Reductiefactor $c_{dir}$	1,00
IJsggebied fasegeleider	B
IJsggebied bliksemgeleider	A

#### Geleiders

Omschrijving	Spanning	Geleider Back	Bundel Ba	IJsggebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	
Circuit 1	150 kV	ACSR Bobolink	2	B	2 %	2 %	
Circuit 2	150 kV	ACSR Bobolink	2	B	2 %	2 %	
Bliksemdraad 1		ACSR 30/52 PETREL	1	A	2 %	2 %	1000
Bliksemdraad 2		ACSR 30/52 PETREL	1	A	2 %	2 %	1000
Bliksemdraad 3		OPGW 96 Fibral	1	A	2 %	2 %	1000

#### Isolatoren (1)

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <sup>2</sup> ]
Circuit 1	Afspanketting	2,50	4,50	1,00
Circuit 2	Afspanketting	2,50	4,50	1,00
Bliksemdraad 1	Afspanketting	0,10	0,20	0,10
Bliksemdraad 2	Afspanketting	0,10	0,20	0,10
Bliksemdraad 3	Afspanketting	0,10	0,20	0,10

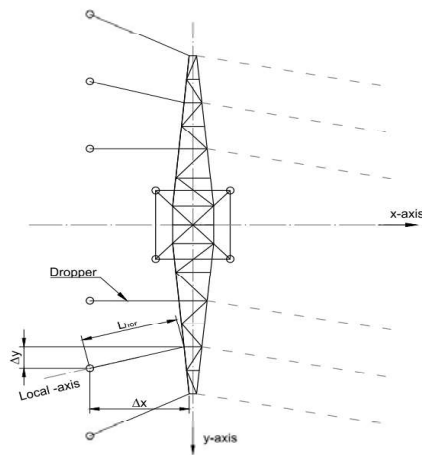
1. Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset

#### Ophanghoogte en positie in mast

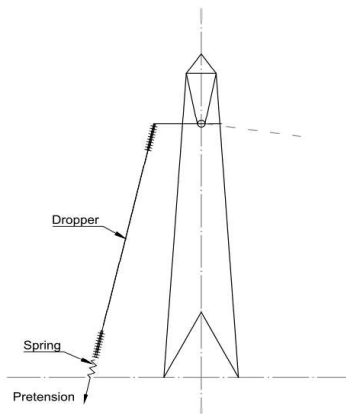
Circuits	Nummer	Aanduiding	Ophanghoogte	Aangrijppunt
Circuit 1	10	150ct1f1	16,0 m	16,0 m
Circuit 1	11	150ct1f2	16,0 m	16,0 m
Circuit 1	12	150ct1f3	16,0 m	16,0 m
Circuit 2	20	150ct2f1	16,0 m	16,0 m
Circuit 2	21	150ct2f2	16,0 m	16,0 m
Circuit 2	22	150ct2f3	16,0 m	16,0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0 m	0,0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	0,0 m	0,0 m
Bliksemdraad 3	5	bl3	0,0 m	0,0 m

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Tower: Portaal  
 Number: 19a

### Principe hoekmast met aflopers



Top view tower



Side view tower

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

Circuits	Nummer	Aanduiding	Hoogteverschil	Richtingsverandering		Lokaal Δx	Lengte overspanning
			Δh	Δy	Δx	Lhor	L
Circuit 1	10	150ct1f1	15,7 m	-2,2	0,5	2,3	15,9 m
Circuit 1	11	150ct1f2	15,7 m	-2,2	0,3	2,2	15,9 m
Circuit 1	12	150ct1f3	15,7 m	-2,2	0,3	2,2	15,9 m
Circuit 2	20	150ct2f1	15,7 m	2,2	0,3	2,2	15,9 m
Circuit 2	21	150ct2f2	15,7 m	2,2	0,3	2,2	15,9 m
Circuit 2	22	150ct2f3	15,7 m	2,2	0,5	2,3	15,9 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0 m	0,0	0,0	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	0,0 m	0,0	0,0	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 3	5	bl3	0,0 m	0,0	0,0	0,0	0,0 m

### Voorspanning en veerstijfheid

Circuits	Nummer	Aanduiding	Voorspanning	Veerstijfheid	Effectieve rekstijfheid
			$F_{pr}$	k	$EA_{ict}$
Circuit 1	10	150ct1f1	3,0 kN	500 kN/m	3243 kN/m
Circuit 1	11	150ct1f2	3,0 kN	500 kN/m	3243 kN/m
Circuit 1	12	150ct1f3	3,0 kN	500 kN/m	3243 kN/m
Circuit 2	20	150ct2f1	3,0 kN	500 kN/m	3243 kN/m
Circuit 2	21	150ct2f2	3,0 kN	500 kN/m	3243 kN/m
Circuit 2	22	150ct2f3	3,0 kN	500 kN/m	3243 kN/m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0 kN	0 kN/m	kN/m
Bliksemdraad 2	3	bl2	0,0 kN	0 kN/m	kN/m
Bliksemdraad 3	5	bl3	0,0 kN	0 kN/m	kN/m

De effectieve rekstijfheid is bepaald met de invloed van de veerstijfheid  
 Deze is berekend door de optelling van de reciproke waarden van de veerstijfheid van geleider en veer.

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Tower: Portaal  
 Number: 19a

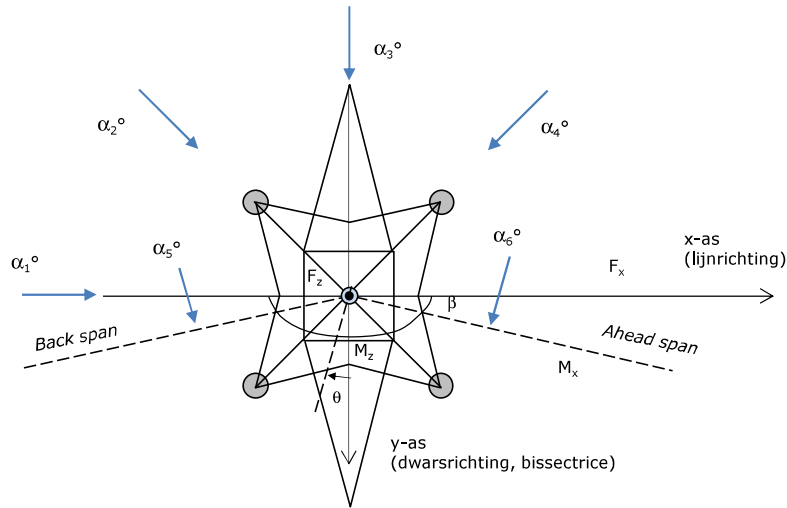
**Lijn- en mastgegevens**

Deze invoer is opgenomen voor beschouwde windrichtingen en komt overeen met invoer geleiderbelastingen voor de mast

Lijnhoek	$\beta$	143 °
Rotatie mast t.o.v. bissectrice	$\theta$	18 °
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld		0,5 m
Beschouwde windrichtingen	$\alpha_1$	0 °
Windrichtingen volgens:	$\alpha_2$	45 °
Geleiderbelastingen	$\alpha_3$	90 °
	$\alpha_4$	135 °
	$\alpha_5$	53,5 °
	$\alpha_6$	90,5 °

*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	6
Overig	6

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Tower: Portaal  
 Number: 19a

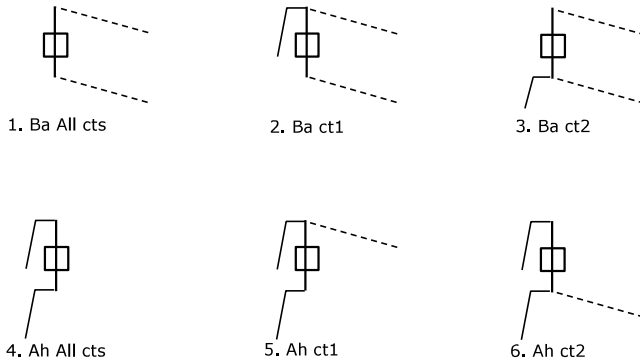
### Geleiderafval

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	150ct1f1	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	150ct1f2	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	150ct1f3	1	0	1	0	1	0
Circuit 2	150ct2f1	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	150ct2f2	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	150ct2f3	0	1	1	0	1	0
Bliksemdraad 1	bl1	1	0	1	0	1	0
Bliksemdraad 2	bl2	0	1	1	0	1	0
Bliksemdraad 3	bl3	0	1	1	0	1	0

### Belastingsituaties SPLS

Beschouwde situaties SPLS: 1 t/m 6, alle mogelijke situaties.  
 Geleiderbelastingen naar volgende mast geen onderdeel van deze berekening.

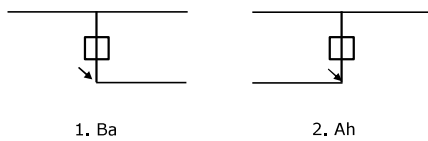
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Tower: Portaal  
 Number: 19a

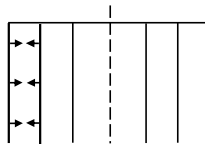
### Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

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 met 20% wind is geschikt voor controle stijppunt in combinatie met kortsluitbelastingen.

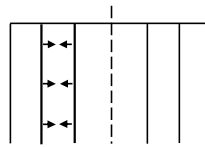
	Fase	Bliksem
Lijnwagen (nvt.)	0,0 kN	0,0 kN
Puntlast op traverse	1,0 kN	1,0 kN

### Belastingsituaties 8. Kortsluiting

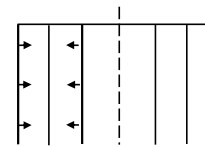
Principe belastingssituaties:



1. 10-11



2. 11-12



3. 10-12

#### Kortsluitkrachten

(Zie separate berekening)

Geleider	$w_{z,G}$	Kortsluitkra	$F_x$	$F_y$	$F_z$
	[N/m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
10	150ct1f1	8,9	0,3	-1,2	8,8
11	150ct1f2	8,9	0,1	-1,2	8,8
12	150ct1f3	8,9	0,1	-1,2	8,8
20	150ct2f1	8,9	0,1	1,2	8,8
21	150ct2f2	8,9	0,1	1,2	8,8
22	150ct2f3	8,9	0,3	1,2	8,8
1	bl1				
3	bl2				
5	bl3				

#### Belastingcombinaties kortsluiting

Belastingcombinatie
ULS 8 Kortsluiting 10-11
ULS 8 Kortsluiting 10-12
ULS 8 Kortsluiting 11-12
ULS 8 Kortsluiting 20-21
ULS 8 Kortsluiting 20-22
ULS 8 Kortsluiting 21-22

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Tower: Portaal  
 Number: 19a

### Tussenresultaten geleiderbelastingen

#### Geleiders

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	ACSR Bobolink	36,2	775,5	24,11	65500	2,06E-05
Circuit 2	ACSR Bobolink	36,2	775,5	24,11	65500	2,06E-05
Bliksemdraad 1	ACSR 30/52 PETREL	11,8	82,4	3,71	105500	1,53E-05
Bliksemdraad 2	ACSR 30/52 PETREL	11,8	82,4	3,71	105500	1,53E-05
Bliksemdraad 3	OPGW 96 Fibral	15,8	116,0	4,85	85366	1,72E-05

#### Verticale belasting

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsg gebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	2	2	49,2	B	4+0,2d	11,2	22,5
Circuit 2	2	2	49,2	B	4+0,2d	11,2	22,5
Bliksemdraad 1	1	2	3,8	A	15+0,4d	19,7	19,7
Bliksemdraad 2	1	2	3,8	A	15+0,4d	19,7	19,7
Bliksemdraad 3	1	2	4,9	A	15+0,4d	21,3	21,3

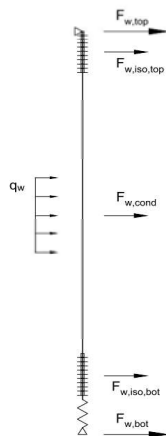
#### Schema voor berekenen horizontale en verticale belasting

Horizontale belasting wordt bepaald voor de wind tegen de geleider en isolatoren boven en onder.

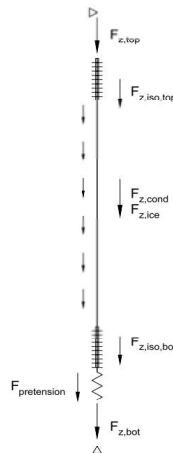
De horizontale component als gevolg van de scheefstand van de afloper wordt per belastingscombinatie apart bepaald

De verticale krachten gelden alleen voor de EDS-conditie zonder externe belastingen en temperatuursverandering

De berekeningen zijn weergegeven op het volgende blad.



Wind load



Vertical load

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Tower: Portaal  
 Number: 19a

Geleider	Boven						Onder			
	$G_{isolator}$ [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <sup>2</sup> ]	Vormfactor [-]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	$F_{h,iso}$ [kN]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	$F_{h,iso}$ [kN]
150ct1f1	2,50	4,5	1,0	1,2	14,25	0,79	0,95	3,05	0,49	0,59
150ct1f2	2,50	4,5	1,0	1,2	14,25	0,79	0,95	3,05	0,49	0,59
150ct1f3	2,50	4,5	1,0	1,2	14,25	0,79	0,95	3,05	0,49	0,59
150ct2f1	2,50	4,5	1,0	1,2	14,25	0,79	0,95	3,05	0,49	0,59
150ct2f2	2,50	4,5	1,0	1,2	14,25	0,79	0,95	3,05	0,49	0,59
150ct2f3	2,50	4,5	1,0	1,2	14,25	0,79	0,95	3,05	0,49	0,59
bl1	0,10	0,2	0,1	1,2	0,40	0,49	0,06	0,60	0,49	0,06
bl2	0,10	0,2	0,1	1,2	0,40	0,49	0,06	0,60	0,49	0,06
bl3	0,10	0,2	0,1	1,2	0,40	0,49	0,06	0,60	0,49	0,06

### Horizontale belasting

Geleider	wind hoogte		$G_c$ [-]	$C_c$ [-]	$d_{toeslag}$ [mm]	$W_y$ [N/m]	$D_{ijs,toeslag}$ [mm]	$W_{y,ijs}$ [N/m]	$F_{w,geleider}$ [kN]	$F_{w,boven}$ [kN]	$F_{w,onder}$ [kN]
	[m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]									
150ct1f1	8,7	0,67	0,99	1,06	36,96	51,9	55,0	87,4	0,17	1,1	0,8
150ct1f2	8,7	0,67	0,99	1,06	36,96	51,9	55,0	87,4	0,17	1,1	0,8
150ct1f3	8,7	0,67	0,99	1,06	36,96	51,9	55,0	87,4	0,17	1,1	0,8
150ct2f1	8,7	0,67	0,99	1,06	36,96	51,9	55,0	87,4	0,17	1,1	0,8
150ct2f2	8,7	0,67	0,99	1,06	36,96	51,9	55,0	87,4	0,17	1,1	0,8
150ct2f3	8,7	0,67	0,99	1,06	36,96	51,9	55,0	87,4	0,17	1,1	0,8
bl1	0,5	0,49	0,97	1,20	11,99	6,9	55,2	31,6	0,00	0,1	0,1
bl2	0,5	0,49	0,97	1,20	11,99	6,9	55,2	31,6	0,00	0,1	0,1
bl3	0,5	0,49	0,97	1,20	16,08	9,2	58,3	33,4	0,00	0,1	0,1

### Verticale belasting

Formules:  $F_{z,top} = F_{z,iso,top} + F_{z,cond} + F_{z,iso,bot} + F_{pr}$        $L_{geleider} = \Delta h - 2L_{iso}$   
 $F_{t,mid} = F_{z,cond}/2 + F_{z,iso,bot} + F_{pr}$        $F_{z,cond} = L_{cond} \times W_z$   
 $F_{z,bot} = -F_{pr}$

Geleider	$W_{z,G}$ [N/m]	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$L_{geleider}$ [m]	$F_{z,iso}$ [kN]	$F_{z,gel}$ [kN]	$F_{z,ijs}$ [kN]	Pretension [kN]	$F_{z,boven}$ [kN]	$F_{t,mid}$ [kN]	$F_{z,onder}$ [kN]
150ct1f1	49,2	22,5	6,7	2,5	0,3	0,2	3,0	8,3	5,7	-3,0
150ct1f2	49,2	22,5	6,7	2,5	0,3	0,2	3,0	8,3	5,7	-3,0
150ct1f3	49,2	22,5	6,7	2,5	0,3	0,2	3,0	8,3	5,7	-3,0
150ct2f1	49,2	22,5	6,7	2,5	0,3	0,2	3,0	8,3	5,7	-3,0
150ct2f2	49,2	22,5	6,7	2,5	0,3	0,2	3,0	8,3	5,7	-3,0
150ct2f3	49,2	22,5	6,7	2,5	0,3	0,2	3,0	8,3	5,7	-3,0
bl1	3,8	19,7	-0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0
bl2	3,8	19,7	-0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0
bl3	4,9	21,3	-0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Masttype: Portaal  
 Mast: 19a

Auteur: TBR  
 Versie: v1.9

**Geleiderbelastingen**

**Uitgangspunten**

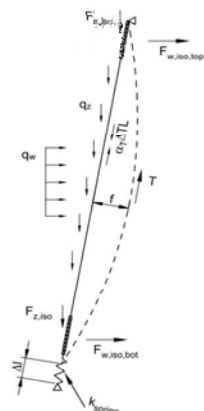
Betrouwbaarheidsniveau Afkeur CC2-0  
 Referentieperiode 30 jaar

ULS (bezwijksterkte)		NEN-EN50341-2-15:2019						
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$\gamma_G$		$\gamma_Q$			$\gamma_A$
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	
ULS 1a	Wind	10°	1,05	1,05	0,00	1,12	0,00	0,0
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk alleen mast	10°	0,90	1,05	0,00	1,12	0,00	0,0
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk ook geleider	10°	0,90	0,90	0,00	1,12	0,00	0,0
ULS 3	Wind+ijs	-5°	1,05	1,05	0,00	0,34	0,97	0,0
ULS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,05	0,00	0,34	0,97	0,0
ULS 4	Koude+wind	-20°	1,05	1,05	0,00	0,22	0,00	0,0
ULS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,05	0,00	0,22	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°	1,05	1,05	1,20	0,22	0,00	0,0
ULS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,05	1,05	0,00	0,22	0,00	0,0
ULS 7	Permanent	10°	1,15	1,15	0,00	0,00	0,00	0,0
ULS 8	Special	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0
<b>SPLS</b> (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)				$\gamma_G$	$\gamma_Q$			
			$G_k$		$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$
SPLS 1a	Wind	10°	1,05	1,05	0,0	0,78	0,00	0,0
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	1,05	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°	1,05	1,05	0,0	0,36	0,34	0,0
SPLS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,05	0,0	0,36	0,34	0,0
SPLS 4	Koude+wind	-20°	1,05	1,05	0,0	0,24	0,00	0,0
SPLS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,05	0,0	0,24	0,00	0,0
SPLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,05	1,05	1,2	0,24	0,0	0,0
SPLS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,05	1,05	0,0	0,24	0,0	0,0
<b>SLS</b> (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	0,94	0,0	0,0
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,28	0,88	0,0
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,19	0,0	0,0
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,19	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 59  
 Aantal belastingcombinaties SPLS 210  
 Aantal belastingcombinaties SLS 15  
 Aantal knooplasten 5112

**Schematisation**

De trekkracht in de afloper wordt bepaald met de toestandsvergelijking voor een gekromde kabel. In de rekstijfheid van de kabel is de invloed van de veer verdisconteerd.





Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Masttype: Portaal  
 Mast: 19a

### Tabellen met geleiderbelastingen

In de onderstaande drie tabellen is weergegeven:

- De trekkracht per belastingcombinatie en de bijbehorende zeeg en veerverlenging
- De geleiderbelastingen in het lokale assenstelsel voor het onderste bevestigingspunt
- De maximale waarden voor de reacties onder en boven in het globale assenstelsel

#### Trekkracht, zeeg en veerverlenging

Geleider	Combinatie	Zeeg [m]	Veer- verlenging [m]	Totale veerver- lenging [m]	Trek- kracht initieel [kN]	Trek- kracht [kN]
<b>150ct1f1</b>	SLS 1a	0,39	0,008	0,020	5,7	9,8
	SLS 3	0,28	0,005	0,016	5,7	8,2
	SLS 4	0,20	0,004	0,016	5,7	7,9
	SLS 6	0,24	0,002	0,014	5,7	6,8
	SLS 7	0,18	0,000	0,011	5,7	5,7
	ULS 1a	0,42	0,010	0,021	6,1	10,5
	ULS 3	0,29	0,006	0,017	6,2	8,5
	ULS 4	0,21	0,005	0,016	6,1	8,1
	ULS 6b	0,25	0,003	0,014	6,1	6,9
<b>150ct1f2</b>	SLS 1a	0,39	0,008	0,020	5,7	9,8
	SLS 3	0,28	0,005	0,016	5,7	8,2
	SLS 4	0,20	0,005	0,016	5,7	7,9
	SLS 6	0,23	0,002	0,014	5,7	6,8
	SLS 7	0,18	0,000	0,011	5,7	5,7
	ULS 1a	0,42	0,010	0,021	6,1	10,5
	ULS 3	0,29	0,006	0,017	6,2	8,5
	ULS 4	0,21	0,005	0,016	6,1	8,1
	ULS 6b	0,24	0,003	0,014	6,1	6,9
<b>150ct1f3</b>	SLS 1a	0,39	0,008	0,020	5,7	9,8
	SLS 3	0,28	0,005	0,016	5,7	8,2
	SLS 4	0,20	0,005	0,016	5,7	7,9
	SLS 6	0,23	0,002	0,014	5,7	6,8
	SLS 7	0,18	0,000	0,011	5,7	5,7
	ULS 1a	0,42	0,010	0,021	6,1	10,5
	ULS 3	0,29	0,006	0,017	6,2	8,5
	ULS 4	0,21	0,005	0,016	6,1	8,1
	ULS 6b	0,24	0,003	0,014	6,1	6,9

#### Controle iteratieproces

Geleider	Iteratie
<b>bl1</b>	0
<b>bl2</b>	0
<b>150ct1f: OK</b>	
<b>150ct1f: OK</b>	
<b>150ct1f: OK</b>	
<b>150ct2f: OK</b>	
<b>150ct2f: OK</b>	
<b>150ct2f: OK</b>	
<b>bl3</b>	0

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Masttype: Portaal  
 Mast: 19a

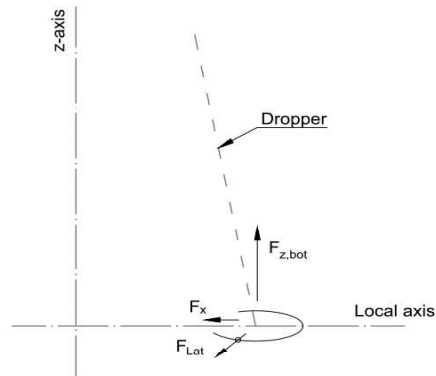
### Belastingen in lokale richting geleider

De belastingen op het onderste bevestigingspunt voor het dimensioneren van de ondersteuningsconstructie

De richting van de laterale kracht wordt bepaald door de windrichting en kan in alle richtingen aangrijpen.

De resulterende horizontale kracht kan worden afgeleid uit de vectoriële optelling van de kracht in x-richting en laterale kracht.

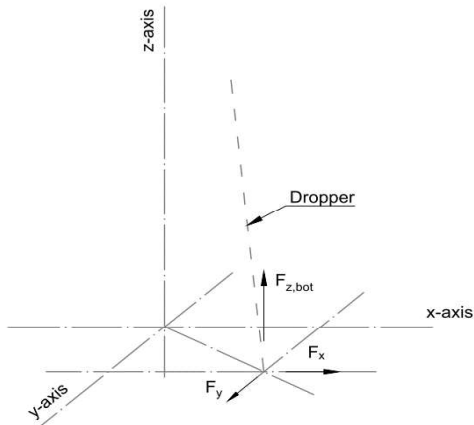
Combinatie1	F <sub>x,lok,bot</sub> [kN]	F <sub>lat,bot</sub> [kN]	F <sub>z_bot</sub> [kN]
SLS 1a	1,4	0,7	-7,1
SLS 3	1,2	0,2	-5,4
SLS 4	1,1	0,1	-5,2
SLS 6	1,0	0,1	-4,1
SLS 7	0,8	0,0	-3,0
ULS 1a	1,5	0,9	-7,7
ULS 3	1,2	0,3	-5,6
ULS 4	1,2	0,2	-5,3
ULS 6b	1,0	0,2	-4,1
SLS 1a	1,4	0,7	-7,1
SLS 3	1,2	0,3	-5,5
SLS 4	1,1	0,1	-5,3
SLS 6	1,0	0,1	-4,1
SLS 7	0,8	0,0	-3,0
ULS 1a	1,5	0,9	-7,7
ULS 3	1,2	0,3	-5,6
ULS 4	1,1	0,2	-5,3
ULS 6b	1,0	0,2	-4,1
SLS 1a	1,4	0,7	-7,1
SLS 3	1,2	0,3	-5,5
SLS 4	1,1	0,1	-5,3
SLS 6	1,0	0,1	-4,1
SLS 7	0,8	0,0	-3,0
ULS 1a	1,5	0,9	-7,7
ULS 3	1,2	0,3	-5,6
ULS 4	1,1	0,2	-5,3
ULS 6b	1,0	0,2	-4,1



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Masttype: Portaal  
 Mast: 19a

### Maximale waarden in globale assenstelsel

De maximale waarden van de verticale kracht en de resulterende horizontale kracht per belastingcombinatie  
 Zowel voor het bovenste als het onderste bevestigingspunt



Geleider	Combinatie	Fx_top [kN]	Fy_top [kN]	Fz_top [kN]	Fx_bot [kN]	Fy_bot [kN]	Fz_bot [kN]
<b>150oct1f1</b>	SLS 1a	1,7	0,3	12,5	-1,6	0,0	-7,1
	SLS 3	0,8	0,0	10,9	-1,0	0,0	-5,4
	SLS 4	0,4	0,0	10,6	-0,7	0,0	-5,2
	SLS 6	0,3	0,0	9,4	-0,7	0,0	-4,1
	SLS 7	0,3	0,0	8,3	-0,5	0,0	-3,0
	ULS 1a	2,0	0,4	13,3	-1,8	0,0	-7,7
	ULS 3	0,9	0,0	11,4	-1,1	0,0	-5,6
	ULS 4	0,4	0,0	10,9	-0,8	0,0	-5,3
	ULS 6b	0,6	0,0	9,7	-0,8	0,0	-4,1
	ULS 7	0,3	0,0	8,8	-0,6	0,0	-2,7
<b>150oct1f2</b>	SLS 1a	1,7	0,2	12,5	-1,4	0,0	-7,1
	SLS 3	0,8	0,0	10,9	-0,9	0,0	-5,5
	SLS 4	0,3	0,0	10,6	-0,6	0,0	-5,3
	SLS 6	0,3	0,0	9,4	-0,5	0,0	-4,1
	SLS 7	0,2	0,0	8,3	-0,4	0,0	-3,0
	ULS 1a	1,9	0,4	13,3	-1,6	0,0	-7,7
	ULS 3	0,8	0,0	11,4	-0,9	0,0	-5,6
	ULS 4	0,3	0,0	10,9	-0,6	0,0	-5,3
	ULS 6b	0,5	0,0	9,7	-0,7	0,0	-4,1
	ULS 7	0,2	0,0	8,8	-0,4	0,0	-2,7
<b>150oct1f3</b>	SLS 1a	1,7	0,2	12,5	-1,4	0,0	-7,1
	SLS 3	0,8	0,0	10,9	-0,9	0,0	-5,5
	SLS 4	0,3	0,0	10,6	-0,6	0,0	-5,3
	SLS 6	0,3	0,0	9,4	-0,5	0,0	-4,1
	SLS 7	0,2	0,0	8,3	-0,4	0,0	-3,0
	ULS 1a	1,9	0,4	13,3	-1,6	0,0	-7,7
	ULS 3	0,8	0,0	11,4	-0,9	0,0	-5,6
	ULS 4	0,3	0,0	10,9	-0,6	0,0	-5,3
	ULS 6b	0,5	0,0	9,7	-0,7	0,0	-4,1
	ULS 7	0,2	0,0	8,8	-0,4	0,0	-2,7
<b>150oct2f1</b>	SLS 1a	1,1	2,0	11,2	-0,5	-1,3	-5,8
	SLS 3	0,3	1,0	9,8	-0,1	-1,2	-4,4
	SLS 4	0,0	0,9	9,4	0,0	-1,0	-4,1
	SLS 6	0,0	0,7	7,8	0,0	-0,8	-2,5
	SLS 7	0,0	0,5	8,3	0,0	-1,0	-3,0
	ULS 1a	1,3	2,3	12,0	-0,6	-1,4	-6,4

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Masttype: Portaal  
 Mast: 19a

<b>150ct2f1</b>	ULS 3	0,4	1,0	10,2	-0,1	-1,2	-4,5
	ULS 4	0,0	1,0	9,5	0,0	-1,0	-3,9
	ULS 6b	0,2	0,7	8,9	0,0	-1,1	-3,3
	ULS 7	0,0	0,5	8,8	0,0	-1,0	-2,7
<b>150ct2f2</b>	SLS 1a	1,1	2,0	11,2	-0,5	-1,3	-5,8
	SLS 3	0,3	1,0	9,8	-0,1	-1,2	-4,4
	SLS 4	0,0	0,9	9,4	0,0	-1,0	-4,1
	SLS 6	0,0	0,7	7,8	0,0	-0,8	-2,5
	SLS 7	0,0	0,5	8,3	0,0	-1,0	-3,0
	ULS 1a	1,3	2,3	12,0	-0,6	-1,4	-6,4
	ULS 3	0,4	1,0	10,2	-0,1	-1,2	-4,5
	ULS 4	0,0	1,0	9,5	0,0	-1,0	-3,9
	ULS 6b	0,2	0,7	8,9	0,0	-1,1	-3,3
	ULS 7	0,0	0,5	8,8	0,0	-1,0	-2,7
<b>150ct2f3</b>	SLS 1a	1,2	2,0	11,0	-0,6	-1,3	-5,7
	SLS 3	0,4	1,0	9,7	-0,2	-1,2	-4,2
	SLS 4	0,0	1,0	9,4	0,0	-1,0	-4,0
	SLS 6	0,0	0,7	7,8	0,0	-0,8	-2,5
	SLS 7	0,0	0,6	8,3	0,0	-1,1	-3,0
	ULS 1a	1,4	2,3	11,8	-0,7	-1,4	-6,2
	ULS 3	0,5	1,1	10,1	-0,2	-1,2	-4,3
	ULS 4	0,0	1,0	9,5	0,0	-1,0	-3,9
	ULS 6b	0,2	0,8	8,8	-0,1	-1,1	-3,2
	ULS 7	0,0	0,5	8,8	0,0	-1,1	-2,7



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Masttype: Portaal  
 Mast: 19a

### Tabellen met geleiderbelastingen

In de onderstaande drie tabellen is weergegeven:

- De trekkracht per belastingcombinatie en de bijbehorende zeeg en veerverlenging
- De geleiderbelastingen in het lokale assenstelsel voor het onderste bevestigingspunt
- De maximale waarden voor de reacties onder en boven in het globale assenstelsel

#### Trekkracht, zeeg en veerverlenging

Geleider	Combinatie	Zeeg [m]	Veer- verlenging [m]	Totale veerver- lenging [m]	Trek- kracht initieel [kN]	Trek- kracht [kN]
<b>150ct1f1</b>	SLS 1a	0,40	0,009	0,020	5,7	10,0
	SLS 3	0,28	0,005	0,017	5,7	8,3
	SLS 4	0,20	0,005	0,016	5,7	8,0
	SLS 6	0,24	0,002	0,014	5,7	6,8
	SLS 7	0,18	0,000	0,011	5,7	5,7
	ULS 1a	0,45	0,012	0,023	7,0	11,6
	ULS 3	0,32	0,007	0,018	7,1	9,1
	ULS 4	0,23	0,005	0,017	7,0	8,3
	ULS 6b	0,26	0,003	0,014	7,0	7,2
<b>150ct1f2</b>	SLS 1a	0,40	0,009	0,020	5,7	10,0
	SLS 3	0,28	0,005	0,017	5,7	8,3
	SLS 4	0,20	0,005	0,016	5,7	8,0
	SLS 6	0,24	0,002	0,014	5,7	6,8
	SLS 7	0,18	0,000	0,011	5,7	5,7
	ULS 1a	0,45	0,012	0,023	7,0	11,6
	ULS 3	0,32	0,007	0,018	7,1	9,1
	ULS 4	0,23	0,005	0,017	7,0	8,3
	ULS 6b	0,26	0,003	0,014	7,0	7,2
<b>150ct1f3</b>	SLS 1a	0,40	0,009	0,020	5,7	10,0
	SLS 3	0,28	0,005	0,017	5,7	8,3
	SLS 4	0,20	0,005	0,016	5,7	8,0
	SLS 6	0,24	0,002	0,014	5,7	6,8
	SLS 7	0,18	0,000	0,011	5,7	5,7
	ULS 1a	0,45	0,012	0,023	7,0	11,6
	ULS 3	0,32	0,007	0,018	7,1	9,1
	ULS 4	0,23	0,005	0,017	7,0	8,3
	ULS 6b	0,26	0,003	0,014	7,0	7,2

#### Controle iteratieproces

Geleider	Iteratie
<b>b1</b>	0
<b>b2</b>	0
<b>150ct1f</b>	OK
<b>150ct1f</b>	OK
<b>150ct1f</b>	OK
<b>150ct2f</b>	OK
<b>150ct2f</b>	OK
<b>150ct2f</b>	OK
<b>b3</b>	0

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Masttype: Portaal  
 Mast: 19a

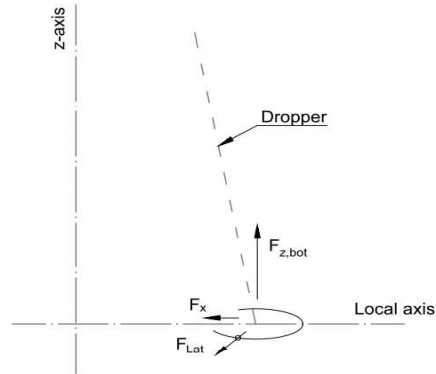
**Belastingen in lokale richting geleider**

De belastingen op het onderste bevestigingspunt voor het dimensioneren van de ondersteuningsconstructie

De richting van de laterale kracht wordt bepaald door de windrichting en kan in alle richtingen aangrijpen.

De resulterende horizontale kracht kan worden afgeleid uit de vectoriële optelling van de kracht in x-richting en laterale kracht.

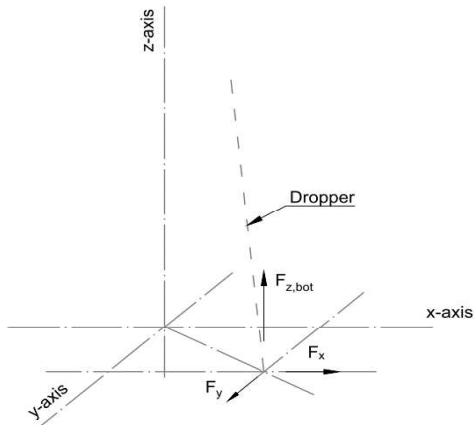
Combinatie1	F <sub>x,lok,bot</sub> [kN]	F <sub>lat,bot</sub> [kN]	F <sub>z_bot</sub> [kN]
SLS 1a	1,4	0,8	-7,3
SLS 3	1,2	0,3	-5,6
SLS 4	1,1	0,2	-5,3
SLS 6	1,0	0,2	-4,1
SLS 7	0,8	0,0	-3,0
ULS 1a	1,7	1,1	-8,5
ULS 3	1,3	0,4	-5,9
ULS 4	1,2	0,2	-5,2
ULS 6b	1,0	0,2	-4,2
SLS 1a	1,4	0,8	-7,4
SLS 3	1,2	0,3	-5,6
SLS 4	1,1	0,2	-5,3
SLS 6	1,0	0,2	-4,2
SLS 7	0,8	0,0	-3,0
ULS 1a	1,6	1,1	-8,5
ULS 3	1,3	0,4	-5,9
ULS 4	1,2	0,2	-5,3
ULS 6b	1,0	0,2	-4,2
SLS 1a	1,4	0,8	-7,4
SLS 3	1,2	0,3	-5,6
SLS 4	1,1	0,2	-5,3
SLS 6	1,0	0,2	-4,2
SLS 7	0,8	0,0	-3,0
ULS 1a	1,6	1,1	-8,5
ULS 3	1,3	0,4	-5,9
ULS 4	1,2	0,2	-5,3
ULS 6b	1,0	0,2	-4,2



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Masttype: Portaal  
 Mast: 19a

### Maximale waarden in globale assenstelsel

De maximale waarden van de verticale kracht en de resulterende horizontale kracht per belastingcombinatie  
 Zowel voor het bovenste als het onderste bevestigingspunt



Geleider	Combinatie	Fx_top [kN]	Fy_top [kN]	Fz_top [kN]	Fx_bot [kN]	Fy_bot [kN]	Fz_bot [kN]
<b>150oct1f1</b>	SLS 1a	1,8	0,3	12,7	-1,6	0,0	-7,3
	SLS 3	0,9	0,0	11,0	-1,1	0,0	-5,6
	SLS 4	0,4	0,0	10,6	-0,7	0,0	-5,3
	SLS 6	0,3	0,0	9,5	-0,7	0,0	-4,1
	SLS 7	0,3	0,0	8,3	-0,5	0,0	-3,0
	ULS 1a	2,5	0,7	14,6	-2,1	0,0	-8,5
	ULS 3	1,1	0,0	12,2	-1,2	0,0	-5,9
	ULS 4	0,4	0,0	11,4	-0,8	0,0	-5,2
	ULS 6b	0,7	0,0	10,3	-0,9	0,0	-4,2
	ULS 7	0,3	0,0	9,2	-0,6	0,0	-2,3
<b>150oct1f2</b>	SLS 1a	1,7	0,3	12,7	-1,5	0,0	-7,4
	SLS 3	0,8	0,0	11,0	-0,9	0,0	-5,6
	SLS 4	0,3	0,0	10,6	-0,6	0,0	-5,3
	SLS 6	0,3	0,0	9,5	-0,5	0,0	-4,2
	SLS 7	0,2	0,0	8,3	-0,4	0,0	-3,0
	ULS 1a	2,3	0,7	14,6	-1,9	0,0	-8,5
	ULS 3	1,0	0,0	12,2	-1,1	0,0	-5,9
	ULS 4	0,3	0,0	11,4	-0,6	0,0	-5,3
	ULS 6b	0,6	0,0	10,3	-0,7	0,0	-4,2
	ULS 7	0,2	0,0	9,2	-0,4	0,0	-2,3
<b>150oct1f3</b>	SLS 1a	1,7	0,3	12,7	-1,5	0,0	-7,4
	SLS 3	0,8	0,0	11,0	-0,9	0,0	-5,6
	SLS 4	0,3	0,0	10,6	-0,6	0,0	-5,3
	SLS 6	0,3	0,0	9,5	-0,5	0,0	-4,2
	SLS 7	0,2	0,0	8,3	-0,4	0,0	-3,0
	ULS 1a	2,3	0,7	14,6	-1,9	0,0	-8,5
	ULS 3	1,0	0,0	12,2	-1,1	0,0	-5,9
	ULS 4	0,3	0,0	11,4	-0,6	0,0	-5,3
	ULS 6b	0,6	0,0	10,3	-0,7	0,0	-4,2
	ULS 7	0,2	0,0	9,2	-0,4	0,0	-2,3
<b>150oct2f1</b>	SLS 1a	1,1	2,1	11,4	-0,5	-1,3	-6,1
	SLS 3	0,3	1,0	9,9	-0,1	-1,2	-4,5
	SLS 4	0,0	0,9	9,4	0,0	-1,0	-4,0
	SLS 6	0,0	0,7	7,8	0,0	-0,8	-2,5
	SLS 7	0,0	0,5	8,3	0,0	-1,0	-3,0
	ULS 1a	1,6	2,8	13,3	-0,8	-1,5	-7,2



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 19a  
 Masttype: Portaal  
 Mast: 19a

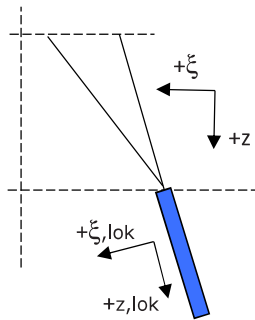
<b>150ct2f1</b>	ULS 3	0,5	1,2	10,9	-0,2	-1,3	-4,6
	ULS 4	0,0	1,0	9,7	0,0	-0,9	-3,5
	ULS 6b	0,3	0,8	9,4	0,0	-1,1	-3,2
	ULS 7	0,0	0,5	9,2	0,0	-1,1	-2,3
<b>150ct2f2</b>	SLS 1a	1,1	2,1	11,4	-0,5	-1,3	-6,1
	SLS 3	0,3	1,0	9,9	-0,1	-1,2	-4,5
	SLS 4	0,0	0,9	9,4	0,0	-1,0	-4,0
	SLS 6	0,0	0,7	7,8	0,0	-0,8	-2,5
	SLS 7	0,0	0,5	8,3	0,0	-1,0	-3,0
	ULS 1a	1,6	2,8	13,3	-0,8	-1,5	-7,2
	ULS 3	0,5	1,2	10,9	-0,2	-1,3	-4,6
	ULS 4	0,0	1,0	9,7	0,0	-0,9	-3,5
	ULS 6b	0,3	0,8	9,4	0,0	-1,1	-3,2
	ULS 7	0,0	0,5	9,2	0,0	-1,1	-2,3
<b>150ct2f3</b>	SLS 1a	1,2	2,1	11,2	-0,7	-1,4	-5,9
	SLS 3	0,4	1,0	9,8	-0,2	-1,2	-4,3
	SLS 4	0,0	1,0	9,4	0,0	-1,0	-4,0
	SLS 6	0,0	0,7	7,8	0,0	-0,8	-2,5
	SLS 7	0,0	0,6	8,3	0,0	-1,1	-3,0
	ULS 1a	1,8	2,8	13,2	-0,9	-1,5	-7,0
	ULS 3	0,6	1,2	10,8	-0,3	-1,3	-4,4
	ULS 4	0,0	1,0	9,7	0,0	-0,9	-3,5
	ULS 6b	0,3	0,8	9,2	-0,1	-1,1	-3,1
	ULS 7	0,0	0,5	9,2	0,0	-1,1	-2,3

Project: ZW-Oost RSD-WDT150  
 Masttype: Lijnportaal  
 Mast: 19a

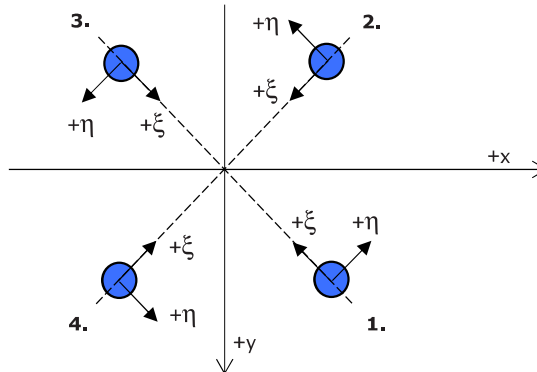
Auteur: MKh  
 Versie: 1.4

### Oplegreacties per randstijl

Betrouwbaarheidsniveau **Afkeur CC2-0**  
 Referentieperiode **30 jaar**



Assenstelsels



#### Maximale drukbelasting

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 1a_45 Ba Ct1	-1	-67	<b>-162</b>	-46	-48	-7	-169
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts	-25	23	<b>-101</b>	-1	-34	0	-107
3	ULS 3_135	51	36	<b>-203</b>	10	-62	-7	-212
4	ULS 3_135	196	-208	<b>-919</b>	9	-286	-26	-963

#### Maximale trekbelasting

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 3_0,9_135	3	18	<b>58</b>	11	15	4	60
2	ULS 3_0,9_135	178	-163	<b>766</b>	11	241	19	802
3	SPLS 1a_0,9_0,9_45 Ba All Cts	-11	-11	<b>42</b>	0	15	-1	45
4	SPLS 1a_0,9_0,9_0 Ba All Cts	-4	1	<b>8</b>	2	4	-1	9

#### Maximale torsiebelasting (positief)

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 4_90 Ba Ct2	-57	64	<b>36</b>	85	4	8	36
2	SPLS 4_90 Ba Ct2	132	-7	<b>281</b>	88	98	-3	298
3	SPLS 4_90 Ba Ct2	87	-51	<b>-111</b>	98	-25	-12	-113
4	SPLS 4_0,9_90 Ba Ct2	36	-167	<b>-453</b>	92	-144	-10	-475

#### Maximale torsiebelasting (negatief)

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 4_0,9_90 Ba Ct1	43	-60	<b>-63</b>	-73	-12	-9	-63
2	SPLS 4_90 Ba Ct1	36	-143	<b>417</b>	-75	127	15	436
3	SPLS 4_90 Ba Ct1	-34	82	<b>-99</b>	-82	-34	0	-104
4	SPLS 4_90 Ba Ct1	163	-49	<b>-499</b>	-81	-150	-19	-520

#### Combinatie Ftrek+Fh

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 4_0,9_90 Ba Ct2	-56	65	<b>43</b>	85	7	8	43
2	ULS 3_0,9_135	178	-163	<b>766</b>	11	241	19	802
3	SPLS 4_90 Ba Ct2	87	-51	<b>-111</b>	98	-25	-12	-113
4	SPLS 4_0,9_90 Ba Ct2	36	-167	<b>-453</b>	92	-144	-10	-475

### Permanente belasting

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SLS 7	-4	5	<b>5</b>	7	0	1	5
2	SLS 7	97	-87	<b>415</b>	7	130	11	435
3	SLS 7	35	25	<b>-137</b>	7	-43	-4	-143
4	SLS 7	119	-126	<b>-554</b>	5	-173	-15	-581

### Omhullenden ongeacht stijl

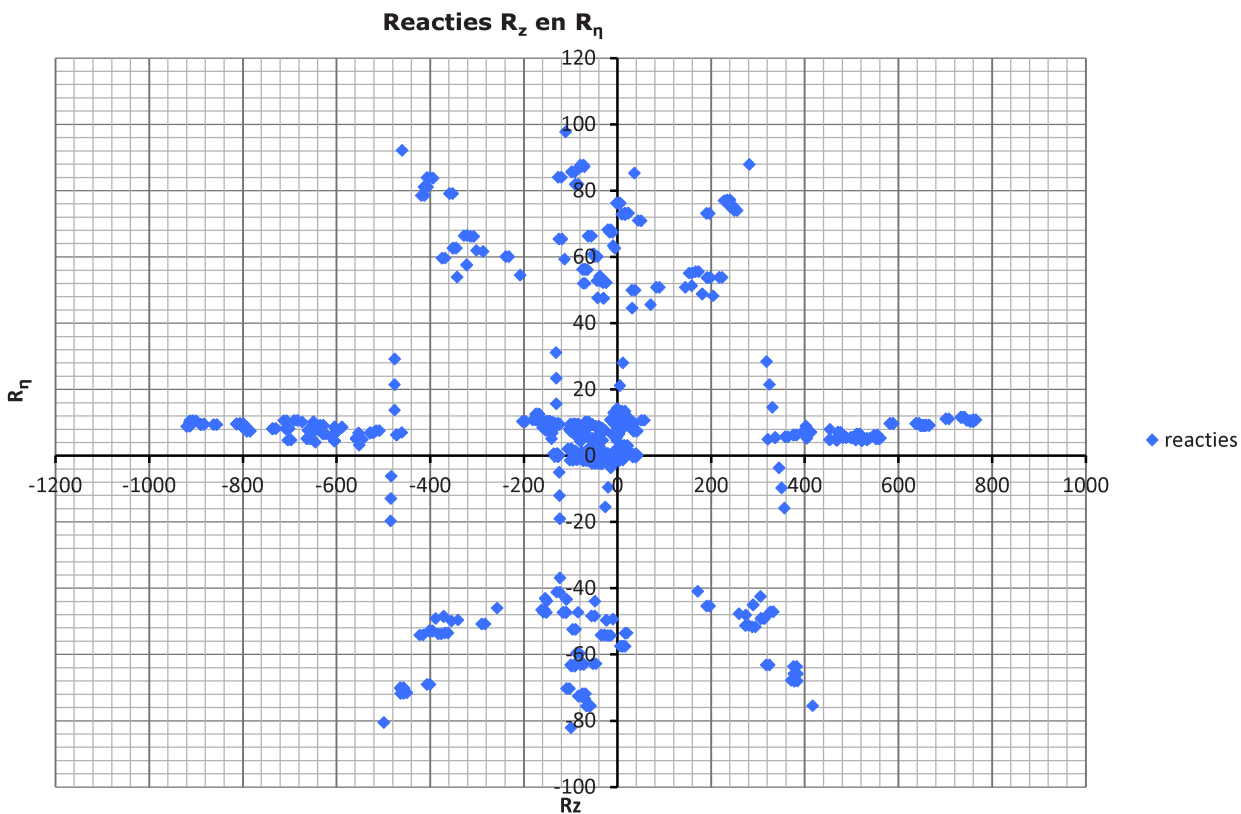
Belasting	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
Max. druk	ULS 3_135	196	-208	<b>-919</b>	9	-286	-26	-963
Max. trek	ULS 3_0,9_135	178	-163	<b>766</b>	11	241	19	802
Max. pos. torsie	SPLS 4_0,9_90 Ba Ct2	85	-53	-104	<b>98</b>	-23	-12	-106
Max. neg. torsie	SPLS 4_90 Ba Ct1	-34	82	-99	<b>-82</b>	-34	0	-104
Comb. trek+torsie	ULS 3_0,9_135	178	-163	<b>766</b>	<b>11</b>	241	19	802

### Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_45	-43	-30	<b>-148</b>	9	-52	2	-157
2	ULS 5a Ba 22	92	-52	<b>319</b>	28	102	6	335
3	ULS 3_135	51	36	<b>-203</b>	10	-62	-7	-212
4	ULS 3_135	196	-208	<b>-919</b>	9	-286	-26	-963

### Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 3_0,9_135	3	18	<b>58</b>	11	15	4	60
2	ULS 3_0,9_135	178	-163	<b>766</b>	11	241	19	802
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	0	-12	<b>13</b>	8	8	-4	15
4	ULS 5a Ba 22	85	-127	<b>-475</b>	29	-150	-12	-498

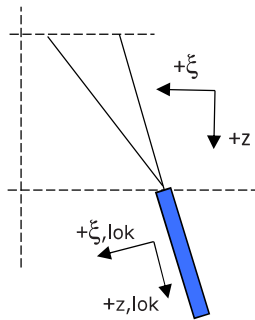


Project: ZW-Oost RSD-WDT150  
 Masttype: Lijnportaal  
 Mast: 19a

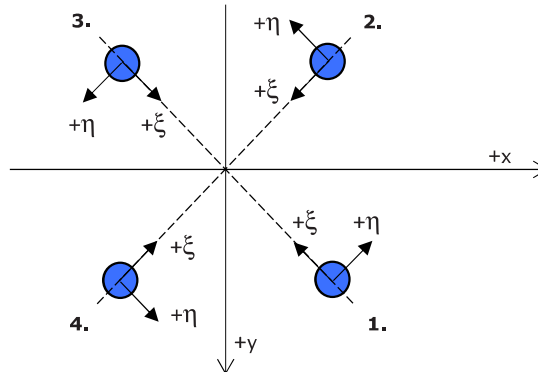
Auteur: MKh  
 Versie: 1.4

### Oplegreacties per randstijl

Betrouwbaarheidsniveau **Verbouw CC2**  
 Referentieperiode **50 jaar**



Assenstelsels



#### Maximale drukbelasting

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_45	-54	-39	<b>-188</b>	11	-66	2	-199
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts	-26	24	<b>-106</b>	-1	-36	0	-112
3	ULS 3_135	56	40	<b>-225</b>	11	-68	-8	-235
4	ULS 3_135	217	-231	<b>-1021</b>	10	-317	-30	-1068

#### Maximale trekbelasting

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 3_0,9_135	4	21	<b>69</b>	12	18	5	71
2	ULS 3_0,9_135	199	-182	<b>855</b>	12	269	21	897
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	-8	-20	<b>46</b>	9	20	-4	50
4	SPLS 1a_0,9_0,9_0 Ba All Cts	-4	1	<b>8</b>	2	4	-1	9

#### Maximale torsiebelasting (positief)

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 4_90 Ba Ct2	-60	65	<b>35</b>	88	4	8	34
2	SPLS 4_0,9_90 Ba Ct2	138	-9	<b>298</b>	91	104	-3	315
3	SPLS 4_90 Ba Ct2	91	-52	<b>-118</b>	101	-27	-13	-121
4	SPLS 4_0,9_90 Ba Ct2	37	-172	<b>-466</b>	95	-148	-10	-489

#### Maximale torsiebelasting (negatief)

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 4_0,9_90 Ba Ct1	45	-62	<b>-63</b>	-76	-12	-10	-64
2	SPLS 4_90 Ba Ct1	36	-147	<b>427</b>	-78	129	15	446
3	SPLS 4_90 Ba Ct1	-34	85	<b>-106</b>	-85	-36	0	-112
4	SPLS 4_90 Ba Ct1	169	-51	<b>-518</b>	-83	-156	-20	-540

#### Combinatie Ftrek+Fh

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 4_0,9_90 Ba Ct2	-57	68	<b>46</b>	88	7	8	46
2	ULS 3_0,9_135	199	-182	<b>855</b>	12	269	21	897
3	SPLS 4_90 Ba Ct2	91	-52	<b>-118</b>	101	-27	-13	-121
4	SPLS 4_0,9_90 Ba Ct2	37	-172	<b>-466</b>	95	-148	-10	-489

### Permanente belasting

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SLS 7	-4	5	<b>5</b>	7	0	1	5
2	SLS 7	97	-87	<b>415</b>	7	130	11	435
3	SLS 7	35	25	<b>-137</b>	7	-43	-4	-143
4	SLS 7	119	-126	<b>-554</b>	5	-173	-15	-581

### Omhullenden ongeacht stijl

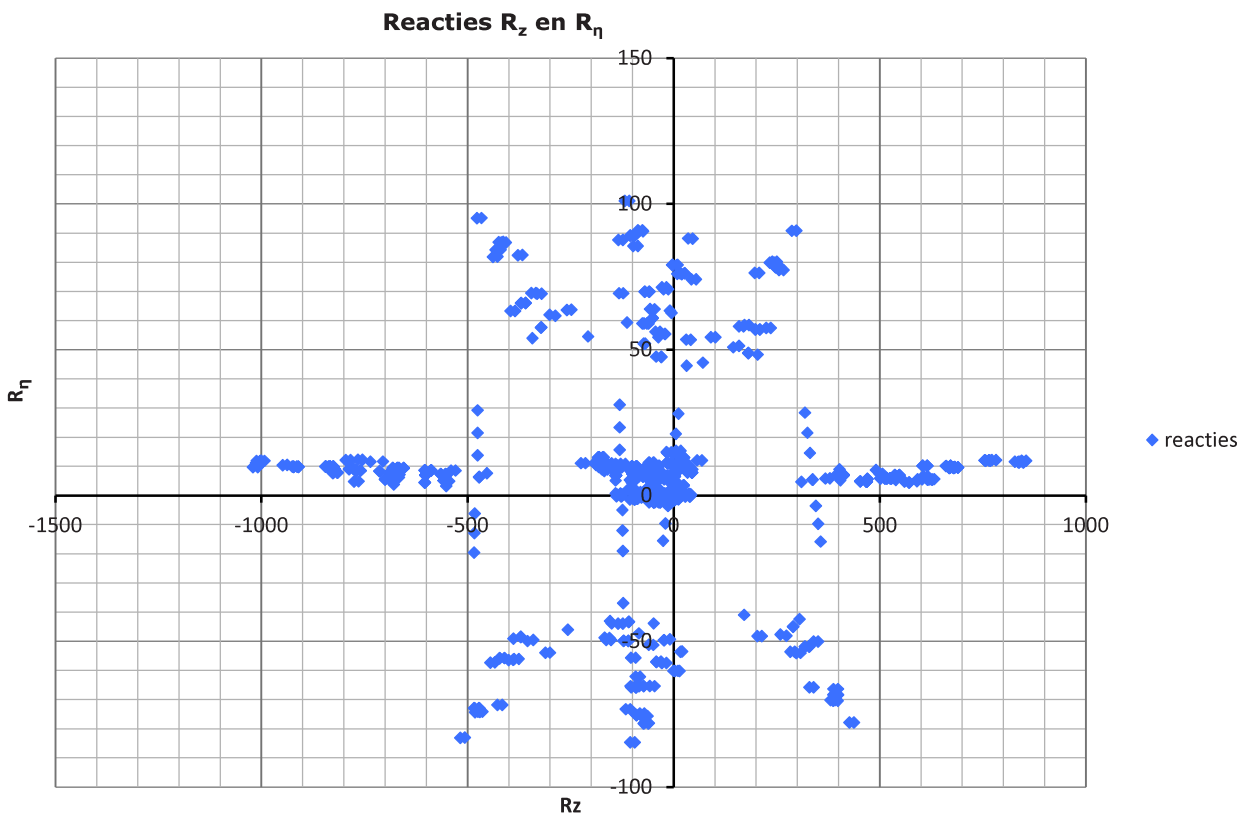
Belasting	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
Max. druk	ULS 3_135	217	-231	<b>-1021</b>	10	-317	-30	-1068
Max. trek	ULS 3_0,9_135	199	-182	<b>855</b>	12	269	21	897
Max. pos. torsie	SPLS 4_0,9_90 Ba Ct2	88	-55	-107	<b>101</b>	-23	-13	-109
Max. neg. torsie	SPLS 4_90 Ba Ct1	-34	85	-106	<b>-85</b>	-36	0	-112
Comb. trek+torsie	ULS 3_0,9_135	199	-182	<b>855</b>	<b>12</b>	269	21	897

### Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_45	-54	-39	<b>-188</b>	11	-66	2	-199
2	ULS 5a Ba 22	92	-52	<b>319</b>	28	102	6	335
3	ULS 3_135	56	40	<b>-225</b>	11	-68	-8	-235
4	ULS 3_135	217	-231	<b>-1021</b>	10	-317	-30	-1068

### Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 3_0,9_135	4	21	<b>69</b>	12	18	5	71
2	ULS 3_0,9_135	199	-182	<b>855</b>	12	269	21	897
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	-8	-20	<b>46</b>	9	20	-4	50
4	ULS 5a Ba 22	85	-127	<b>-475</b>	29	-150	-12	-498





Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Tower: H150  
 Number: 97

Auteur: TBR  
 Versie: v11.9

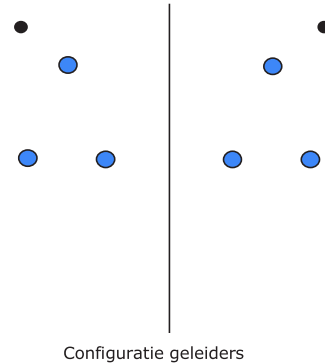
### Geleiderbelastingen

#### Algemeen

Benaming H150  
 Masttype Hoekmast  
 Aantal circuits 2  
 Configuratie 2-circuit-donau  
 Aantal bliksemgeleiders 2

#### Uitgangspunten

Norm NEN-EN50341-2-15:2019  
 Gevolgklasse initieel CC2  
 Betrouwbaarheidsniveau initieel Afkeur CC2-0  
 Referentieperiode initieel 30 jaar  
 Gevolgklasse na aanpassing CC2  
 Betrouwbaarheidsniveau na aanpassing Verbouw  
 Referentieperiode na aanpassing 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	150 kV	ACSR 20/224	2	B	2 %	2 %	1100
Circuit 2	150 kV	ACSR 20/224	2	B	2 %	2 %	1100
Bliksemdraad 1		ACSR 30/52 PETREL	1	A	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 2		ACSR 30/52 PETREL	1	A	2 %	2 %	1600

#### Geleiders Ahead

Omschrijving	Spanning	Geleider Ahead	Bundel Ah	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden $P_{ahead}$
Circuit 1	150 kV	ACSR 20/224	2	B	2 %	2 %	50
Circuit 2	150 kV	ACSR 20/224	2	B	2 %	2 %	50
Bliksemdraad 1		Niet aanwezig	1	A	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 2		Niet aanwezig	1	A	2 %	2 %	1600

#### Isolatoren (1)

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <sup>2</sup> ]
Circuit 1	Afspanketting	1,50	4,50	1,00
Circuit 2	Afspanketting	1,50	4,50	1,00
Bliksemdraad 1	Afspanketting	0,10	0,20	0,10
Bliksemdraad 2	Afspanketting	0,10	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	150ct1f1	20,9 m	20,9 m	9,5 m
Circuit 1	11	150ct1f2	20,9 m	20,9 m	4,6 m
Circuit 1	12	150ct1f3	27,6 m	27,6 m	4,4 m
Circuit 2	20	150ct2f1	20,9 m	20,9 m	-4,6 m
Circuit 2	21	150ct2f2	20,9 m	20,9 m	-9,5 m
Circuit 2	22	150ct2f3	27,6 m	27,6 m	-4,4 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	29,5 m	29,5 m	8,8 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	29,5 m	29,5 m	-8,8 m

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Tower: H150  
 Number: 97

**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	0,0 m	0,0 m	(negatief: omlaag, grotere weight span)
Verlaging:	Niet in 0,9EG-combinaties		

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

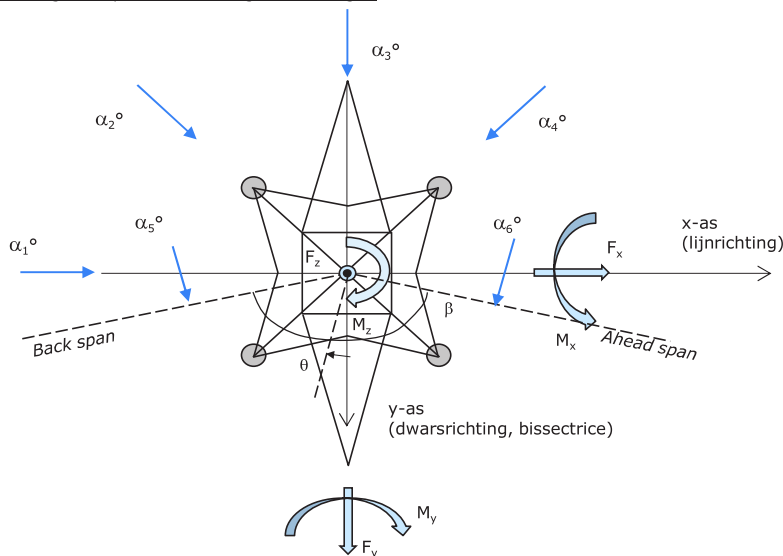
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h_{back}$	$\Delta h_{ahead}$	$\Delta y_{back}$	$\Delta y_{ahead}$
Circuit 1	10	150ct1f1	-0,7	-20,6 m	0,0	-2,5 m
Circuit 1	11	150ct1f2	-0,7	-20,6 m	0,0	-0,4 m
Circuit 1	12	150ct1f3	-0,1	-27,4 m	0,0	-2,0 m
Circuit 2	20	150ct2f1	-0,7	-20,6 m	0,0	-0,4 m
Circuit 2	21	150ct2f2	-0,7	-20,6 m	0,0	2,5 m
Circuit 2	22	150ct2f3	-0,1	-27,4 m	0,0	2,0 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
	323,0	3,0 m
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3/\Sigma L)}$	316,2	3,0 m
Lijnhoek $\beta$	169 °	
Rotatie mast t.o.v. bissectrice $\theta$	0 °	
Vaklengte	632	3 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Beschouwde windrichtingen	$\alpha_1$	0 °
Windrichtingen volgens:	$\alpha_2$	45 °
<i>Geleiderbelastingen</i>	$\alpha_3$	90 °
	$\alpha_4$	135 °
	$\alpha_5$	84,5 °
	$\alpha_6$	95,5 °

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: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Tower: H150  
 Number: 97

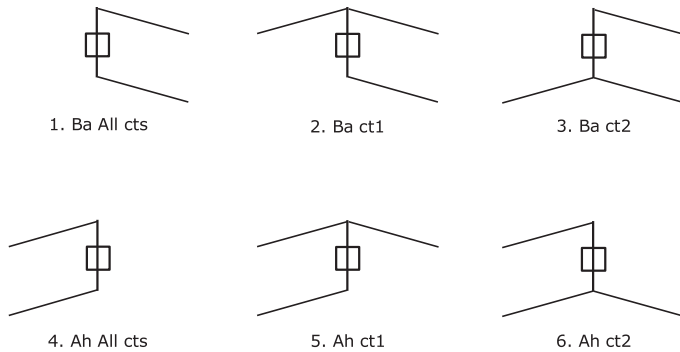
### Geleiderafval

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	150ct1f1	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	150ct1f2	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	150ct1f3	1	0	1	0	1	0
Circuit 2	150ct2f1	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	150ct2f2	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	150ct2f3	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.

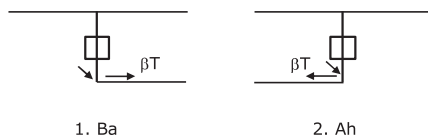
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Tower: H150  
 Number: 97

**Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud**

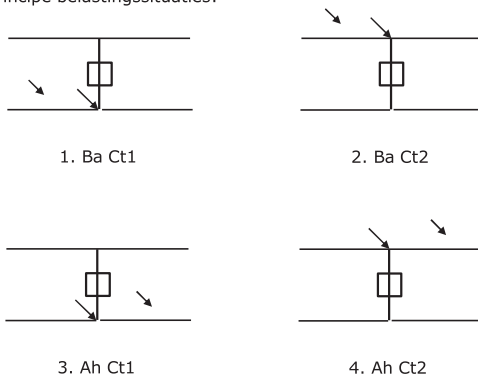
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden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

	Fase	Bliksem
Lijnwagen	3,0 kN	2,0 kN
Puntlast op traverse	1,0 kN	1,0 kN

Beschouwde situaties bouw- en onderhoud 6a: 1 en 2, uitgangspunt is symmetrie tussen back / ahead.

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

Principe belastingssituaties:



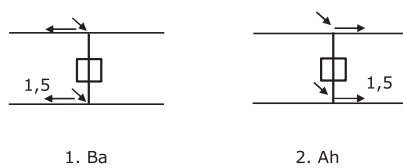
**Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting**

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: Geen (bestaande constructie)

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: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Tower: H150  
 Number: 97

## Mastconstructie

### Eigenschappen

Masttype	Hoekmast	
Mastbenaming	H150	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	32,0 m	
Gewicht mast	140,0 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	5,40	5,40 m
Helling van de randstijl	0,118	0,118 -
Factor spatkracht	1,3	1,3 -

### Berekening windbelasting

Dynamische invloed $G_T$	1,00 ( <i>Masthoogte &lt; 60 m</i> )
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	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	Δh	Δ <sub>x</sub>	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub>	C <sub>t</sub>
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[-]	
Broekstuk	7,50	5,40	3,63	7,50	0,118	33,86	6,19	0,18	3,01
Eerste tussenstuk	14,57	3,63	2,86	7,07	0,054	22,94	5,23	0,23	2,81
Tweede tussenstuk	21,41	2,86	2,10	6,84	0,056	16,96	4,26	0,25	2,72
Bovenstuk 1	25,40	2,10	1,91	3,99	0,024	8,00	2,36	0,30	2,55
Bovenstuk 2	29,50	1,91	1,70	4,10	0,026	7,40	2,18	0,29	2,55
Topstuk	32,00	1,70		2,50		2,13	0,29	0,14	3,22
Ondertraverse	21,41	8,42		2,10		8,84	2,73	0,31	2,51
Boventraverse	27,30	7,95		2,20		8,75	2,53	0,29	2,57

### Eigenschappen mastsecties dwarsrichting (zijaanzicht, xz-vlak)

Omschrijving	h	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	Δh	Δ <sub>x</sub>	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub>	C <sub>t</sub>
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[-]	
Broekstuk	7,50	5,40	3,63	7,50	0,118	33,86	6,19	0,18	3,01
Eerste tussenstuk	14,57	3,63	2,86	7,07	0,054	22,94	5,23	0,23	2,81
Tweede tussenstuk	21,41	2,86	2,10	6,84	0,056	16,96	4,26	0,25	2,72
Bovenstuk 1	25,40	2,10	1,91	3,99	0,024	8,00	2,36	0,30	2,55
Bovenstuk 2	29,50	1,91	1,70	4,10	0,026	7,40	2,18	0,29	2,55
Topstuk	32,00	1,70		2,50		2,13	0,29	0,14	3,22
Ondertraverse	21,41	8,42		2,10		8,84	2,73	0,31	2,51
Boventraverse	27,30	7,95		2,20		8,75	2,53	0,29	2,57

NB: oppervlakte traverse dwarsrichting wordt in berekening gereduceerd.

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Tower: H150  
 Number: 97

#### Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m <sup>2</sup> /m)	Factor	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk				
Eerste tussenstuk				
Tweede tussenstuk				
Bovenstuk 1				
Bovenstuk 2				

#### Invoer antennes

Omschrijving	A (m <sup>2</sup> )	h (m)	C <sub>f</sub> (m)
Antenne top			
Antenne o.t.			

#### Belastingen mastsectie langsrichting (x-richting) per windrichting

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>x1</sub> [kN]	F <sub>x2</sub> [kN]	F <sub>x3</sub> [kN]	F <sub>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>y1</sub> [kNm]	M <sub>y2</sub> [kNm]	M <sub>y3</sub> [kNm]	M <sub>y4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,70	13,0	11,1	0,0	-11,1	3,8	48,9	41,5	0,0	-41,5
Eerste tussenstuk	0,73	10,7	9,1	0,0	-9,1	11,0	117,8	99,9	0,0	-99,9
Tweede tussenstuk	0,85	9,8	8,3	0,0	-8,3	18,0	177,0	150,2	0,0	-150,2
Bovenstuk 1	0,93	5,6	4,7	0,0	-4,7	23,4	130,6	110,8	0,0	-110,8
Bovenstuk 2	0,96	5,4	4,6	0,0	-4,6	27,5	147,4	125,1	0,0	-125,1
Topstuk	1,00	0,9	0,8	0,0	-0,8	30,8	28,6	24,3	0,0	-24,3
Ondertraverse	0,90	12,4	7,3	0,0	-7,3	22,1	273,1	162,2	0,0	-162,2
Boventraverse	0,97	12,6	7,5	0,0	-7,5	28,0	354,3	210,4	0,0	-210,4
<b>Totaal</b>		<b>70,4</b>	<b>53,4</b>	<b>0,0</b>	<b>-53,4</b>		<b>1277,7</b>	<b>924,4</b>	<b>0,0</b>	<b>-924,4</b>

#### Belastingen mastsectie dwarsrichting (y-richting) per windrichting

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>y1</sub> [kN]	F <sub>y2</sub> [kN]	F <sub>y3</sub> [kN]	F <sub>y4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>x1</sub> [kNm]	M <sub>x2</sub> [kNm]	M <sub>x3</sub> [kNm]	M <sub>x4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,70	0,0	11,1	13,0	11,1	3,8	0,0	41,5	48,9	41,5
Eerste tussenstuk	0,73	0,0	9,1	10,7	9,1	11,0	0,0	99,9	117,8	99,9
Tweede tussenstuk	0,85	0,0	8,3	9,8	8,3	18,0	0,0	150,2	177,0	150,2
Bovenstuk 1	0,93	0,0	4,7	5,6	4,7	23,4	0,0	110,8	130,6	110,8
Bovenstuk 2	0,96	0,0	4,6	5,4	4,6	27,5	0,0	125,1	147,4	125,1
Topstuk	1,00	0,0	0,8	0,9	0,8	30,8	0,0	24,3	28,6	24,3
Ondertraverse	0,90	0,0	7,3	4,9	7,3	22,1	0,0	162,2	109,3	162,2
Boventraverse	0,97	0,0	7,5	5,1	7,5	28,0	0,0	210,4	141,7	210,4
<b>Totaal</b>		<b>0,0</b>	<b>53,4</b>	<b>55,4</b>	<b>53,4</b>		<b>0,0</b>	<b>924,4</b>	<b>901,2</b>	<b>924,4</b>

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

Belasting / windrichting	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
	Permanente belasting	0	0	140	0	0
Windrichting 0°	70	0	0	0	1278	0
Windrichting 45°	53	53	0	924	924	0
Windrichting 90°	0	55	0	901	0	0
Windrichting 135°	-53	53	0	924	-924	0

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Tower: H150  
 Number: 97

### Tussenresultaten geleiderbelastingen

#### Geleiders back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	ACSR 20/224	20,3	244,5	7,60	66000	2,04E-05
Circuit 2	ACSR 20/224	20,3	244,5	7,60	66000	2,04E-05
Bliksemdraad 1	ACSR 30/52 PETREL	11,8	82,4	3,71	105500	1,53E-05
Bliksemdraad 2	ACSR 30/52 PETREL	11,8	82,4	3,71	105500	1,53E-05

#### Geleiders ahead

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	ACSR 20/224	20,3	244,5	7,60	66000	2,04E-05
Circuit 2	ACSR 20/224	20,3	244,5	7,60	66000	2,04E-05
Bliksemdraad 1	Niet aanwezig					
Bliksemdraad 2	Niet aanwezig					

#### Verticale belasting back

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsg gebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	2	2	15,5	B	4+0,2d	8,1	16,1
Circuit 2	2	2	15,5	B	4+0,2d	8,1	16,1
Bliksemdraad 1	1	2	3,8	A	15+0,4d	19,7	19,7
Bliksemdraad 2	1	2	3,8	A	15+0,4d	19,7	19,7

#### Verticale belasting ahead

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsg gebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	2	2	15,5	B	4+0,2d	8,1	16,1
Circuit 2	2	2	15,5	B	4+0,2d	8,1	16,1
Bliksemdraad 1	1	2		A	15+0,4d		
Bliksemdraad 2	1	2		A	15+0,4d		

#### Isolatoren

Geleider	$G_{isolator}$ [kN]	Aantal	$F_{v,iso}$ [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <sup>2</sup> ]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	Vormfactor	$F_{h,iso}$ [kN]
150ct1f1	1,50	1	1,5	4,5	1,0	21,40	0,90	1,2	1,08
150ct1f2	1,50	1	1,5	4,5	1,0	21,40	0,90	1,2	1,08
150ct1f3	1,50	1	1,5	4,5	1,0	28,10	0,97	1,2	1,16
150ct2f1	1,50	1	1,5	4,5	1,0	21,40	0,90	1,2	1,08
150ct2f2	1,50	1	1,5	4,5	1,0	21,40	0,90	1,2	1,08
150ct2f3	1,50	1	1,5	4,5	1,0	28,10	0,97	1,2	1,16
bl1	0,10	1	0,1	0,2	0,1	30,00	0,99	1,2	0,12
bl2	0,10	1	0,1	0,2	0,1	30,00	0,99	1,2	0,12

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Tower: H150  
 Number: 97

#### Windbelasting back

Geleider	hoogte		G <sub>c,dwars</sub>	G <sub>c,trek</sub>	C <sub>c</sub>	d <sub>toeslag</sub>	W <sub>y</sub>	W <sub>y,vak</sub>	D <sub>ijs,toeslag</sub>	W <sub>y,ijs</sub>	W <sub>y,ijs,vak</sub>
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
150ct1f1	13,2	0,77	0,58	0,53	1,20	20,75	22,3	20,2	40,2	43,2	39,1
150ct1f2	13,2	0,77	0,58	0,53	1,20	20,75	22,3	20,2	40,2	43,2	39,1
150ct1f3	20,1	0,88	0,62	0,56	1,20	20,75	27,2	24,7	40,2	52,7	47,8
150ct2f1	13,2	0,77	0,58	0,53	1,20	20,75	22,3	20,2	40,2	43,2	39,1
150ct2f2	13,2	0,77	0,58	0,53	1,20	20,75	22,3	20,2	40,2	43,2	39,1
150ct2f3	20,1	0,88	0,62	0,56	1,20	20,75	27,2	24,7	40,2	52,7	47,8
bl1	24,6	0,93	0,64	0,58	1,20	11,99	8,6	7,8	55,2	39,4	35,8
bl2	24,6	0,93	0,64	0,58	1,20	11,99	8,6	7,8	55,2	39,4	35,8

#### Windbelasting ahead

Geleider	hoogte		G <sub>c,dwars</sub>	G <sub>c,trek</sub>	C <sub>c</sub>	d <sub>toeslag</sub>	W <sub>y</sub>	W <sub>y,vak</sub>	D <sub>ijs,toeslag</sub>	W <sub>y,ijs</sub>	W <sub>y,ijs,vak</sub>
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
150ct1f1	11,1	0,73	0,57	0,98	1,20	20,75	20,5	35,3	40,2	39,7	68,4
150ct1f2	11,1	0,73	0,57	0,98	1,20	20,75	20,5	35,3	40,2	39,7	68,4
150ct1f3	14,4	0,79	0,59	0,98	1,20	20,75	23,3	38,6	40,2	45,1	74,8
150ct2f1	11,1	0,73	0,57	0,98	1,20	20,75	20,5	35,3	40,2	39,7	68,4
150ct2f2	11,1	0,73	0,57	0,98	1,20	20,75	20,5	35,3	40,2	39,7	68,4
150ct2f3	14,4	0,79	0,59	0,98	1,20	20,75	23,3	38,6	40,2	45,1	74,8
bl1	30,0	0,99	0,66	0,99							
bl2	30,0	0,99	0,66	0,99							

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Masttype: H150  
 Mast: 97

**Geleiderbelastingen** Auteur: TBR  
Versie: v11.9

**Uitgangspunten**  
 Betrouwbaarheidsniveau Afkeur CC2-0  
 Referentieperiode 30 jaar

<b>ULS</b> (bezwijksterkte)		<b>NEN-EN50341-2-15:2019</b>			$\gamma_Q$			$\gamma_a$
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$\gamma_G$ $G_{k,mast}$	$\gamma_G$ $G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$
ULS 1a	Wind	10°	1,05	1,05	0,00	1,12	0,00	0,0
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk alleen mast	10°	0,90	1,05	0,00	1,12	0,00	0,0
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk ook geleider	10°	0,90	0,90	0,00	1,12	0,00	0,0
ULS 3	Wind+ijs	-5°	1,05	1,05	0,00	0,34	0,97	0,0
ULS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,05	0,00	0,34	0,97	0,0
ULS 4	Koude+wind	-20°	1,05	1,05	0,00	0,22	0,00	0,0
ULS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,05	0,00	0,22	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°	1,05	1,05	1,20	0,22	0,00	0,0
ULS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,05	1,05	0,00	0,22	0,00	0,0
ULS 7	Permanent	10°	1,15	1,15	0,00	0,00	0,00	0,0
ULS 8	Special	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0
<b>SPLS</b> (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)			$\gamma_G$ $G_k$		$\gamma_Q$ $Q_{pk}$ $Q_{wk}$ $Q_{ik}$			$A_k$
SPLS 1a	Wind	10°	1,05	1,05	0,0	0,78	0,00	0,0
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	1,05	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°	1,05	1,05	0,0	0,36	0,34	0,0
SPLS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,05	0,0	0,36	0,34	0,0
SPLS 4	Koude+wind	-20°	1,05	1,05	0,0	0,24	0,00	0,0
SPLS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,05	0,0	0,24	0,00	0,0
SPLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,05	1,05	1,2	0,24	0,0	0,0
SPLS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,05	1,05	0,0	0,24	0,0	0,0
<b>SLS</b> (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	0,94	0,0	0,0
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,28	0,88	0,0
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,19	0,0	0,0
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,19	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 52  
 Aantal belastingcombinaties SPLS 210  
 Aantal belastingcombinaties SLS 15  
 Aantal knooplasten 4432

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Masttype: H150  
 Mast: 97

### 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	-26,3	0,0	4,7	0,1	4,4	1,1
bl2	-26,3	0,0	4,7	0,1	4,4	1,1
150ct1f1	-39,6	13,0	8,0	0,7	9,2	109,4
150ct1f2	-39,6	15,7	8,0	1,2	9,2	109,4
150ct1f3	-39,7	13,9	9,2	0,7	9,1	145,0
150ct2f1	-39,6	15,7	8,0	1,2	9,2	109,4
150ct2f2	-39,6	11,0	8,0	11,3	9,2	109,4
150ct2f3	-39,7	12,1	9,2	10,0	9,1	145,0

#### Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	161,5	161,5	161,5
bl2	161,5	161,5	161,5
150ct1f1	509,7	7118,4	508,6
150ct1f2	508,7	7118,9	508,6
150ct1f3	628,1	9411,7	620,0
150ct2f1	508,6	7118,9	508,6
150ct2f2	509,2	7118,2	508,6
150ct2f3	620,2	9411,3	620,0

#### Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	161,5	161,5
bl2	161,5	161,5
150ct1f1	954,9	1516,8
150ct1f2	974,6	1518,7
150ct1f3	1241,3	1963,8
150ct2f1	975,2	1518,8
150ct2f2	974,3	1518,7
150ct2f3	1304,7	1970,4

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

Voor alle geleiders

Max. weight span	9411,7 m
Min. weight span	161,5 m

Wind / Weight span verhouding

57,740 -
0,991 -



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Masttype: H150  
 Mast: 97

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

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	26,3	4,8	4,4	-26,7	0,0
bl2	26,3	4,8	4,4	-26,7	0,0
150ct1f1	39,6	8,5	109,4	-39,9	15,7
150ct1f2	39,6	9,1	109,4	-39,9	15,7
150ct1f3	39,7	9,3	145,0	-40,0	15,7
150ct2f1	39,6	9,2	109,4	-39,9	15,7
150ct2f2	39,6	14,3	109,4	-39,9	15,7
150ct2f3	39,7	13,3	145,0	-40,0	15,7

**EDS-belastingen geleiders**

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	0,0	0,6	0,7	-6,1	0,0
bl2	0,0	0,6	0,7	-6,1	0,0
150ct1f1	0,6	1,6	6,8	-17,1	0,8
150ct1f2	0,8	1,6	6,8	-17,1	0,8
150ct1f3	0,7	1,6	8,6	-17,1	0,8
150ct2f1	0,8	1,6	6,8	-17,1	0,8
150ct2f2	0,5	1,6	6,8	-17,1	0,8
150ct2f3	0,6	1,6	8,6	-17,1	0,8

**Controle uplift SLS-wind**

Combinatie: Geleider	Fz_ba	Fz_ah
	[kN]	[kN]
SLS 4      bl1	0,0	0,0
bl2	0,0	0,0
150ct1f1	0,0	0,0
150ct1f2	0,0	0,0
150ct1f3	0,0	0,0
150ct2f1	0,0	0,0
150ct2f2	0,0	0,0
150ct2f3	0,0	0,0

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Masttype: H150  
 Mast: 97

**Geleiderbelastingen** Auteur: TBR  
Versie: v11.9

**Uitgangspunten**  
 Betrouwbaarheidsniveau: Verbouw CC2  
 Referentieperiode: 50 jaar

<b>ULS</b> (bezwijksterkte)		<b>NEN-EN50341-2-15:2019</b>						
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$\gamma_G$		$\gamma_Q$			$\gamma_a$ $A_k$
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	
ULS 1a	Wind	10°	1,15	1,15	0,00	1,40	0,00	0,0
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk alleen mast	10°	0,90	1,15	0,00	1,40	0,00	0,0
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk ook geleider	10°	0,90	0,90	0,00	1,40	0,00	0,0
ULS 3	Wind+ijs	-5°	1,15	1,15	0,00	0,42	1,30	0,0
ULS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,15	0,00	0,42	1,30	0,0
ULS 4	Koude+wind	-20°	1,15	1,15	0,00	0,28	0,00	0,0
ULS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,15	0,00	0,28	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°	1,15	1,15	1,30	0,28	0,00	0,0
ULS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,15	1,15	0,00	0,28	0,00	0,0
ULS 7	Permanent	10°	1,30	1,30	0,00	0,00	0,00	0,0
ULS 8	Special	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0
<b>SPLS</b> (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)			$\gamma_G$		$\gamma_Q$			
SPLS	omschrijving	Temp °C	$G_k$		$Q_k$			$A_k$
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	
SPLS 1a	Wind	10°	1,15	1,15	0,0	0,78	0,00	0,0
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	1,15	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°	1,15	1,15	0,0	0,36	0,34	0,0
SPLS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,15	0,0	0,36	0,34	0,0
SPLS 4	Koude+wind	-20°	1,15	1,15	0,0	0,24	0,00	0,0
SPLS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,15	0,0	0,24	0,00	0,0
SPLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,15	1,15	1,2	0,24	0,0	0,0
SPLS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,15	1,15	0,0	0,24	0,0	0,0
<b>SLS</b> (controle van de vervormingen, vermoeiing, EDS)			$G_k$		$Q_k$			
SLS	omschrijving	Temp °C	$G_k$		$Q_k$			$A_k$
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	
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: 52  
 Aantal belastingcombinaties SPLS: 210  
 Aantal belastingcombinaties SLS: 15  
 Aantal knooplasten: 4432

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Masttype: H150  
 Mast: 97

### 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	-32,1	0,0	5,8	0,2	5,0	1,1
bl2	-32,1	0,0	5,8	0,2	5,0	1,1
150ct1f1	-42,8	13,1	9,8	0,7	10,0	109,6
150ct1f2	-42,8	15,7	9,8	1,5	10,0	109,6
150ct1f3	-44,0	14,0	11,4	0,7	9,9	145,2
150ct2f1	-42,8	15,7	9,8	1,5	10,0	109,6
150ct2f2	-42,8	11,0	9,8	11,3	10,0	109,6
150ct2f3	-44,0	12,1	11,4	10,1	9,9	145,2

#### Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	161,5	161,5	161,5
bl2	161,5	161,5	161,5
150ct1f1	509,8	7118,5	508,6
150ct1f2	508,7	7119,1	508,6
150ct1f3	629,1	9411,8	620,0
150ct2f1	508,6	7119,1	508,6
150ct2f2	509,2	7118,2	508,6
150ct2f3	620,3	9411,4	620,0

#### Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	161,5	161,5
bl2	161,5	161,5
150ct1f1	1026,5	1309,9
150ct1f2	1048,5	1312,1
150ct1f3	1339,6	1689,1
150ct2f1	1049,1	1312,2
150ct2f2	1048,0	1312,1
150ct2f3	1409,9	1696,7

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

Voor alle geleiders

Max. weight span	9411,8 m
Min. weight span	161,5 m

Wind / Weight span verhouding

57,741 -
0,991 -

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Masttype: H150  
 Mast: 97

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

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	32,1	5,9	5,0	-32,5	0,0
bl2	32,1	5,9	5,0	-32,5	0,0
150ct1f1	41,4	9,7	109,6	-43,3	15,7
150ct1f2	41,2	11,2	109,6	-43,3	15,7
150ct1f3	41,4	11,5	145,2	-44,6	15,7
150ct2f1	41,2	11,3	109,6	-43,3	15,7
150ct2f2	41,8	14,7	109,6	-43,3	15,7
150ct2f3	41,8	13,7	145,2	-44,6	15,7

**EDS-belastingen geleiders**

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	0,0	0,6	0,7	-6,1	0,0
bl2	0,0	0,6	0,7	-6,1	0,0
150ct1f1	0,6	1,6	6,8	-17,1	0,8
150ct1f2	0,8	1,6	6,8	-17,1	0,8
150ct1f3	0,7	1,6	8,6	-17,1	0,8
150ct2f1	0,8	1,6	6,8	-17,1	0,8
150ct2f2	0,5	1,6	6,8	-17,1	0,8
150ct2f3	0,6	1,6	8,6	-17,1	0,8

**Controle uplift SLS-wind**

Combinatie: Geleider	Fz_ba	Fz_ah
	[kN]	[kN]
SLS 4      bl1	0,0	0,0
bl2	0,0	0,0
150ct1f1	0,0	0,0
150ct1f2	0,0	0,0
150ct1f3	0,0	0,0
150ct2f1	0,0	0,0
150ct2f2	0,0	0,0
150ct2f3	0,0	0,0



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Tower: H150  
 Number: 97

Auteur: TBR  
 Versie: v1.9

### Geleiderbelastingen afloper

#### Algemeen

Benaming H150  
 Masttype Hoekmast  
 Aantal circuits 2  
 Configuratie 2-circuit-donau  
 Aantal bliksemgeleiders 2

#### Uitgangspunten

Norm NEN-EN50341-2-15:2019  
 Gevolgklasse initieel CC2  
 Betrouwbaarheidsniveau initieel Afkeur CC2-0  
 Referentieperiode initieel 30 jaar  
 Gevolgklasse na aanpassing CC2  
 Betrouwbaarheidsniveau na aanpassing Verbouw  
 Referentieperiode na aanpassing 50 jaar  
 Windgebied III  
 Windsnelheid (m/s) 24,5 m/s  
 Terreincategorie II  
 Reductiefactor  $c_{dir}$  1,00  
 IJsggebied fasegeleider B  
 IJsggebied bliksemgeleider 0

#### Geleiders

Omschrijving	Spanning	Geleider Back	Bundel Ba	IJsggebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	
Circuit 1	150 kV	ACSR 20/224	2	B	2 %	2 %	
Circuit 2	150 kV	ACSR 20/224	2	B	2 %	2 %	
Bliksemdraad 1		Niet aanwezig	0	0	0 %	0 %	0
Bliksemdraad 2		Niet aanwezig	0	0	0 %	0 %	0

#### Isolatoren (1)

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <sup>2</sup> ]
Circuit 1	Afspanketting	1,50	4,50	1,00
Circuit 2	Afspanketting	1,50	4,50	1,00
Bliksemdraad 1	0	0,00	0,00	0,00
Bliksemdraad 2	0	0,00	0,00	0,00

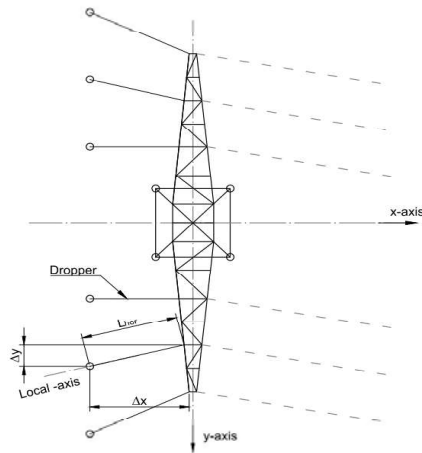
1. *Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset*

#### Ophanghoogte en positie in mast

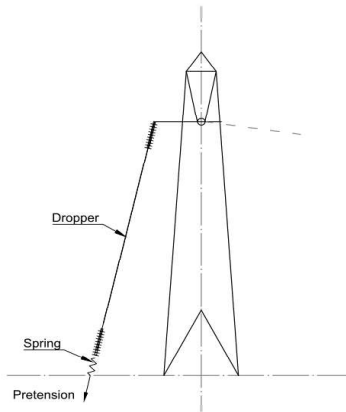
Circuits	Nummer	Aanduiding	Ophanghoogte	Aangrijppunt
Circuit 1	10	150ct1f1	20,9 m	20,9 m
Circuit 1	11	150ct1f2	20,9 m	20,9 m
Circuit 1	12	150ct1f3	27,6 m	27,6 m
Circuit 2	20	150ct2f1	20,9 m	20,9 m
Circuit 2	21	150ct2f2	20,9 m	20,9 m
Circuit 2	22	150ct2f3	27,6 m	27,6 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0 m	0,0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	0,0 m	0,0 m

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Tower: H150  
 Number: 97

### Principe hoekmast met aflopers



Top view tower



Side view tower

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

Circuits	Nummer	Aanduiding	Hoogteverschil	Richtingsverandering		Lokaal Δx	Lengte overspanning
			Δh	Δy	Δx	Lhor	L
Circuit 1	10	150ct1f1	20,6 m	-2,5	4,0	4,7	21,1 m
Circuit 1	11	150ct1f2	20,6 m	-0,4	3,7	3,7	20,9 m
Circuit 1	12	150ct1f3	27,4 m	-2,0	1,7	2,6	27,5 m
Circuit 2	20	150ct2f1	20,6 m	-0,4	4,0	4,0	21,0 m
Circuit 2	21	150ct2f2	20,6 m	2,5	3,7	4,5	21,1 m
Circuit 2	22	150ct2f3	27,4 m	2,0	1,7	2,6	27,5 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0 m	0,0	0,0	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	0,0 m	0,0	0,0	0,0	0,0 m

### Voorspanning en veerstijfheid

Circuits	Nummer	Aanduiding	Voorspanning	Veerstijfheid	Effectieve rekstijfheid
			$F_{pr}$	k	$EA_{fict}$
Circuit 1	10	150ct1f1	3,0 kN	500 kN/m	4916 kN/m
Circuit 1	11	150ct1f2	3,0 kN	500 kN/m	4916 kN/m
Circuit 1	12	150ct1f3	3,0 kN	500 kN/m	7159 kN/m
Circuit 2	20	150ct2f1	3,0 kN	500 kN/m	4916 kN/m
Circuit 2	21	150ct2f2	3,0 kN	500 kN/m	4916 kN/m
Circuit 2	22	150ct2f3	3,0 kN	500 kN/m	7159 kN/m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0 kN	0 kN/m	kN/m
Bliksemdraad 2	3	bl2	0,0 kN	0 kN/m	kN/m

De effectieve rekstijfheid is bepaald met de invloed van de veerstijfheid  
 Deze is berekend door de optelling van de reciproke waarden van de veerstijfheid van geleider en veer.

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Tower: H150  
 Number: 97

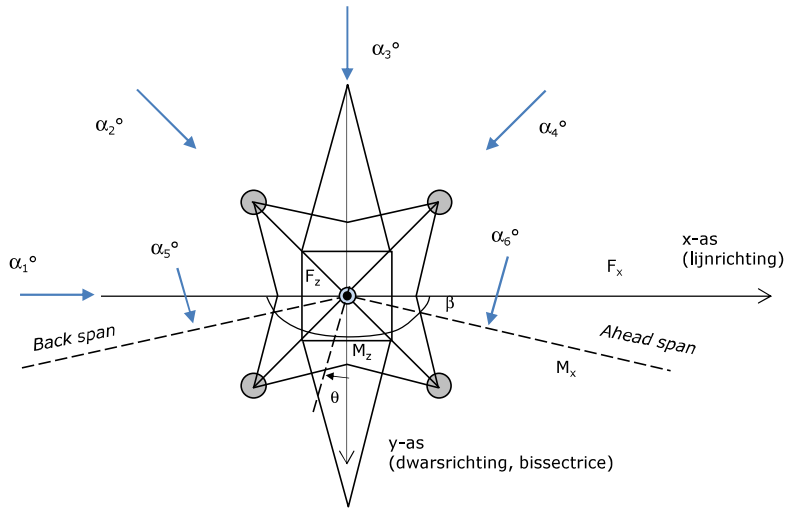
**Lijn- en mastgegevens**

Deze invoer is opgenomen voor beschouwde windrichtingen en komt overeen met invoer geleiderbelastingen voor de mast

Lijnhoek	$\beta$	169 °
Rotatie mast t.o.v. bissectrice	$\theta$	0 °
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld		0,5 m
Beschouwde windrichtingen	$\alpha_1$	0 °
Windrichtingen volgens:	$\alpha_2$	45 °
Geleiderbelastingen	$\alpha_3$	90 °
	$\alpha_4$	135 °
	$\alpha_5$	84,5 °
	$\alpha_6$	95,5 °

*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	6
Overig	6



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Tower: H150  
 Number: 97

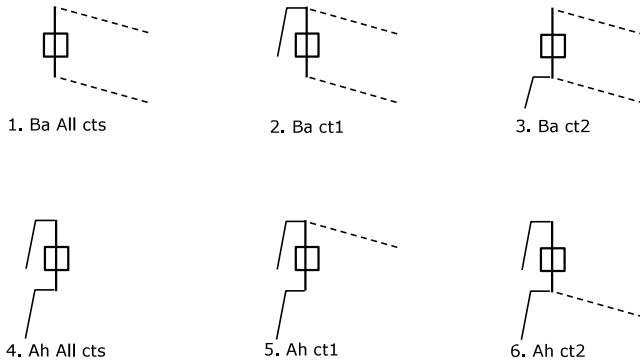
### Geleiderafval

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	150ct1f1	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	150ct1f2	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	150ct1f3	1	0	1	0	1	0
Circuit 2	150ct2f1	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	150ct2f2	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	150ct2f3	0	1	1	0	1	0
Bliksemdraad 1	bl1	1	0	1	0		0
Bliksemdraad 2	bl2	0	1	1	0		0

### Belastingsituaties SPLS

Beschouwde situaties SPLS: 1 t/m 6, alle mogelijke situaties.  
 Geleiderbelastingen naar volgende mast geen onderdeel van deze berekening.

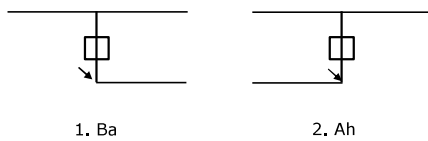
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Tower: H150  
 Number: 97

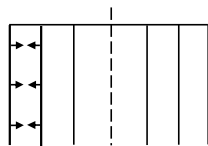
### Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

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 met 20% wind is geschikt voor controle stijppunt in combinatie met kortsluitbelastingen.

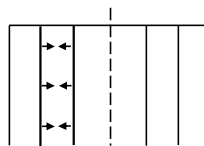
	Fase	Bliksem
Lijnwagen (nvt.)	0,0 kN	0,0 kN
Puntlast op traverse	1,0 kN	1,0 kN

### Belastingsituaties 8. Kortsluiting

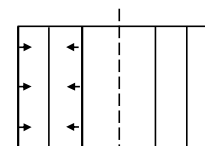
Principe belastingssituaties:



1. 10-11



2. 11-12



3. 10-12

#### Kortsluitkrachten

(Zie separate berekening)

Geleider	$w_{z,G}$	Kortsluitkra	$F_x$	$F_y$	$F_z$
	[N/m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
10	150ct1f1	15,6	2,9	-1,9	15,2
11	150ct1f2	15,6	2,8	-0,3	15,3
12	150ct1f3	29,6	1,8	-2,2	29,5
20	150ct2f1	15,6	3,0	-0,3	15,3
21	150ct2f2	15,6	2,7	1,8	15,2
22	150ct2f3	29,6	1,8	2,2	29,5
1	bl1				
3	bl2				

#### Belastingcombinaties kortsluiting

Belastingcombinatie
ULS 8 Kortsluiting 10-11
ULS 8 Kortsluiting 10-12
ULS 8 Kortsluiting 11-12
ULS 8 Kortsluiting 20-21
ULS 8 Kortsluiting 20-22
ULS 8 Kortsluiting 21-22

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Tower: H150  
 Number: 97

**Tussenresultaten geleiderbelastingen**

**Geleiders**

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	ACSR 20/224	20,3	244,5	7,60	66000	2,04E-05
Circuit 2	ACSR 20/224	20,3	244,5	7,60	66000	2,04E-05
Bliksemdraad 1	Niet aanwezig					
Bliksemdraad 2	Niet aanwezig					

**Verticale belasting**

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$w_{z,G}$ [N/m]	IJsg gebied	Formule	$w_{z,ijs}$ [N/m]	$w_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	2	2	15,5	B	4+0,2d	8,1	16,1
Circuit 2	2	2	15,5	B	4+0,2d	8,1	16,1
Bliksemdraad 1	0	0		0			
Bliksemdraad 2	0	0		0			

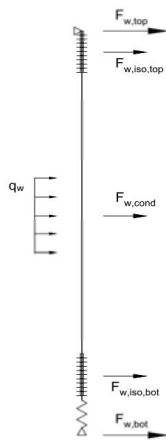
**Schema voor berekenen horizontale en verticale belasting**

Horizontale belasting wordt bepaald voor de wind tegen de geleider en isolatoren boven en onder.

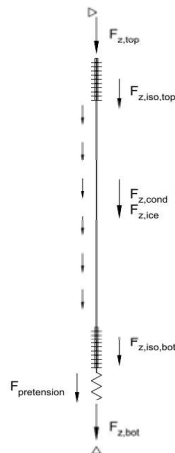
De horizontale component als gevolg van de scheefstand van de afloper wordt per belastingscombinatie apart bepaald

De verticale krachten gelden alleen voor de EDS-conditie zonder externe belastingen en temperatuursverandering

De berekeningen zijn weergegeven op het volgende blad.



Wind load



Vertical load

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Tower: H150  
 Number: 97

Geleider	Boven						Onder			
	$G_{isolator}$ [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <sup>2</sup> ]	Vormfactor [-]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	$F_{h,iso}$ [kN]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	$F_{h,iso}$ [kN]
150ct1f1	1,50	4,5	1,0	1,2	19,15	0,87	1,04	3,05	0,49	0,59
150ct1f2	1,50	4,5	1,0	1,2	19,15	0,87	1,04	3,05	0,49	0,59
150ct1f3	1,50	4,5	1,0	1,2	25,85	0,95	1,14	2,95	0,49	0,59
150ct2f1	1,50	4,5	1,0	1,2	19,15	0,87	1,04	3,05	0,49	0,59
150ct2f2	1,50	4,5	1,0	1,2	19,15	0,87	1,04	3,05	0,49	0,59
150ct2f3	1,50	4,5	1,0	1,2	25,85	0,95	1,14	2,95	0,49	0,59
bl1	0,00	0,0	0,0	1,2	0,50	0,49		0,50	0,49	
bl2	0,00	0,0	0,0	1,2	0,50	0,49		0,50	0,49	

### Horizontale belasting

Geleider	wind hoogte		$G_c$ [-]	$C_c$ [-]	$d_{toeslag}$ [mm]	$W_y$ [N/m]	$D_{ijs,toeslag}$ [mm]	$W_{y,ijs}$ [N/m]	$F_{w,geleider}$ [kN]	$F_{w,boven}$ [kN]	$F_{w,onder}$ [kN]
	[m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]									
150ct1f1	11,1	0,73	0,97	1,20	20,75	35,0	40,2	67,9	0,20	1,2	0,8
150ct1f2	11,1	0,73	0,97	1,20	20,75	35,0	40,2	67,9	0,20	1,2	0,8
150ct1f3	14,4	0,79	0,97	1,20	20,75	38,4	40,2	74,4	0,35	1,5	0,9
150ct2f1	11,1	0,73	0,97	1,20	20,75	35,0	40,2	67,9	0,20	1,2	0,8
150ct2f2	11,1	0,73	0,97	1,20	20,75	35,0	40,2	67,9	0,20	1,2	0,8
150ct2f3	14,4	0,79	0,97	1,20	20,75	38,4	40,2	74,4	0,35	1,5	0,9
bl1	0,5	0,49	0,84								
bl2	0,5	0,49	0,84								

### Verticale belasting

Formules:  $F_{z,top} = F_{z,iso,top} + F_{z,cond} + F_{z,iso,bot} + F_{pr}$        $L_{geleider} = \Delta h - 2L_{iso}$   
 $F_{t,mid} = F_{z,cond}/2 + F_{z,iso,bot} + F_{pr}$        $F_{z,cond} = L_{cond} \times W_z$   
 $F_{z,bot} = -F_{pr}$

Geleider	$W_{z,G}$ [N/m]	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$L_{geleider}$ [m]	$F_{z,iso}$ [kN]	$F_{z,gel}$ [kN]	$F_{z,ijs}$ [kN]	Pretension [kN]	$F_{z,boven}$ [kN]	$F_{t,mid}$ [kN]	$F_{z,onder}$ [kN]
150ct1f1	15,5	16,1	11,6	1,5	0,2	0,2	3,0	6,2	4,6	-3,0
150ct1f2	15,5	16,1	11,6	1,5	0,2	0,2	3,0	6,2	4,6	-3,0
150ct1f3	15,5	16,1	18,4	1,5	0,3	0,3	3,0	6,3	4,6	-3,0
150ct2f1	15,5	16,1	11,6	1,5	0,2	0,2	3,0	6,2	4,6	-3,0
150ct2f2	15,5	16,1	11,6	1,5	0,2	0,2	3,0	6,2	4,6	-3,0
150ct2f3	15,5	16,1	18,4	1,5	0,3	0,3	3,0	6,3	4,6	-3,0
bl1			0,0					0,0		
bl2			0,0					0,0		

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Masttype: H150  
 Mast: 97

Auteur: TBR  
 Versie: v1.9

**Geleiderbelastingen**

**Uitgangspunten**

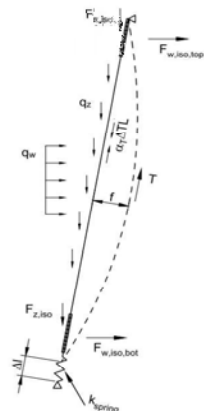
Betrouwbaarheidsniveau Afkeur CC2-0  
 Referentieperiode 30 jaar

ULS (bezwijksterkte)		NEN-EN50341-2-15:2019						
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$\gamma_G$		$\gamma_Q$			$\gamma_a$
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	
ULS 1a	Wind	10°	1,05	1,05	0,00	1,12	0,00	0,0
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk alleen mast	10°	0,90	1,05	0,00	1,12	0,00	0,0
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk ook geleider	10°	0,90	0,90	0,00	1,12	0,00	0,0
ULS 3	Wind+ijs	-5°	1,05	1,05	0,00	0,34	0,97	0,0
ULS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,05	0,00	0,34	0,97	0,0
ULS 4	Koude+wind	-20°	1,05	1,05	0,00	0,22	0,00	0,0
ULS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,05	0,00	0,22	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°	1,05	1,05	1,20	0,22	0,00	0,0
ULS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,05	1,05	0,00	0,22	0,00	0,0
ULS 7	Permanent	10°	1,15	1,15	0,00	0,00	0,00	0,0
ULS 8	Special	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0
<b>SPLS</b> (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)			$\gamma_G$		$\gamma_Q$			
			$G_k$	$G_k$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$
SPLS 1a	Wind	10°	1,05	1,05	0,0	0,78	0,00	0,0
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	1,05	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°	1,05	1,05	0,0	0,36	0,34	0,0
SPLS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,05	0,0	0,36	0,34	0,0
SPLS 4	Koude+wind	-20°	1,05	1,05	0,0	0,24	0,00	0,0
SPLS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,05	0,0	0,24	0,00	0,0
SPLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,05	1,05	1,2	0,24	0,0	0,0
SPLS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,05	1,05	0,0	0,24	0,0	0,0
<b>SLS</b> (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	0,94	0,0	0,0
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,28	0,88	0,0
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,19	0,0	0,0
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,19	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 57  
 Aantal belastingcombinaties SPLS 210  
 Aantal belastingcombinaties SLS 15  
 Aantal knooplasten 4512

**Schematisation**

De trekkracht in de afloper wordt bepaald met de toestandsvergelijking voor een gekromde kabel. In de rekstijfheid van de kabel is de invloed van de veer verdisconteerd.



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Masttype: H150  
 Mast: 97

### Tabellen met geleiderbelastingen

In de onderstaande drie tabellen is weergegeven:

- De trekkracht per belastingcombinatie en de bijbehorende zeeg en veerverlenging
- De geleiderbelastingen in het lokale assenstelsel voor het onderste bevestigingspunt
- De maximale waarden voor de reacties onder en boven in het globale assenstelsel

#### Trekkracht, zeeg en veerverlenging

Geleider	Combinatie	Zeeg [m]	Veer- verlenging [m]	Totale veer- verlenging [m]	Trek- kracht initieel [kN]	Trek- kracht [kN]
<b>150ct1f1</b>	SLS 1a	0,45	0,009	0,018	4,6	9,2
	SLS 3	0,33	0,007	0,016	4,7	7,9
	SLS 4	0,19	0,006	0,015	4,6	7,3
	SLS 6	0,25	0,002	0,011	4,6	5,6
	SLS 7	0,22	0,000	0,009	4,6	4,6
	ULS 1a	0,48	0,011	0,020	4,9	9,9
	ULS 3	0,35	0,007	0,017	5,0	8,3
	ULS 4	0,21	0,006	0,015	4,9	7,5
	ULS 6b	0,28	0,003	0,012	4,9	6,1
<b>150ct1f2</b>	SLS 1a	0,42	0,009	0,018	4,6	9,0
	SLS 3	0,29	0,006	0,015	4,7	7,7
	SLS 4	0,14	0,006	0,015	4,6	7,4
	SLS 6	0,19	0,002	0,011	4,6	5,4
	SLS 7	0,17	0,000	0,009	4,6	4,6
	ULS 1a	0,45	0,010	0,019	4,9	9,7
	ULS 3	0,31	0,007	0,016	5,0	8,1
	ULS 4	0,15	0,006	0,015	4,9	7,4
	ULS 6b	0,24	0,003	0,012	4,9	6,0
<b>150ct1f3</b>	SLS 1a	0,49	0,012	0,021	4,6	10,5
	SLS 3	0,32	0,009	0,018	4,8	9,2
	SLS 4	0,14	0,009	0,019	4,6	9,3
	SLS 6	0,21	0,003	0,013	4,6	6,3
	SLS 7	0,10	0,000	0,009	4,6	4,6
	ULS 1a	0,53	0,014	0,023	5,0	11,5
	ULS 3	0,35	0,010	0,019	5,1	9,7
	ULS 4	0,16	0,010	0,019	5,0	9,4
	ULS 6b	0,24	0,004	0,013	5,0	6,6

#### Controle iteratieproces

Geleider	Iteratie
<b>b11</b>	0
<b>b12</b>	0
<b>150ct1f: OK</b>	
<b>150ct1f: OK</b>	
<b>150ct1f: OK</b>	
<b>150ct2f: OK</b>	
<b>150ct2f: OK</b>	
<b>150ct2f: OK</b>	

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Masttype: H150  
 Mast: 97

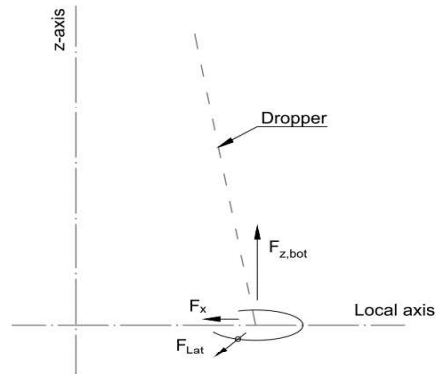
**Belastingen in lokale richting geleider**

De belastingen op het onderste bevestigingspunt voor het dimensioneren van de ondersteuningsconstructie

De richting van de laterale kracht wordt bepaald door de windrichting en kan in alle richtingen aangrijpen.

De resulterende horizontale kracht kan worden afgeleid uit de vectoriële optelling van de kracht in x-richting en laterale kracht.

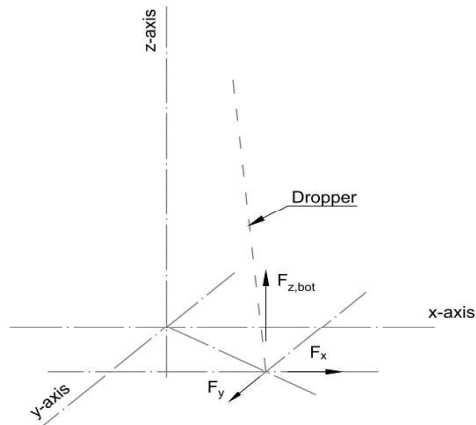
Combinatie1	F <sub>x,lok,bot</sub> [kN]	F <sub>lat,bot</sub> [kN]	F <sub>z_bot</sub> [kN]
SLS 1a	2,1	0,7	-7,6
SLS 3	1,8	0,3	-6,3
SLS 4	1,7	0,1	-5,8
SLS 6	1,3	0,1	-4,0
SLS 7	1,1	0,0	-3,0
ULS 1a	2,3	0,9	-8,2
ULS 3	1,9	0,3	-6,6
ULS 4	1,7	0,2	-5,8
ULS 6b	1,4	0,2	-4,4
SLS 1a	1,6	0,7	-7,4
SLS 3	1,4	0,3	-6,1
SLS 4	1,3	0,1	-5,8
SLS 6	1,0	0,1	-3,8
SLS 7	0,8	0,0	-3,0
ULS 1a	1,7	0,9	-8,0
ULS 3	1,5	0,3	-6,3
ULS 4	1,3	0,2	-5,8
ULS 6b	1,1	0,2	-4,3
SLS 1a	1,0	0,9	-8,9
SLS 3	0,9	0,4	-7,5
SLS 4	0,9	0,2	-7,7
SLS 6	0,6	0,2	-4,6
SLS 7	0,4	0,0	-3,0
ULS 1a	1,1	1,1	-9,8
ULS 3	0,9	0,4	-7,9
ULS 4	0,9	0,2	-7,7
ULS 6b	0,6	0,2	-4,9



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Masttype: H150  
 Mast: 97

### Maximale waarden in globale assenstelsel

De maximale waarden van de verticale kracht en de resulterende horizontale kracht per belastingcombinatie  
 Zowel voor het bovenste als het onderste bevestigingspunt



Geleider	Combinatie	Fx_top [kN]	Fy_top [kN]	Fz_top [kN]	Fx_bot [kN]	Fy_bot [kN]	Fz_bot [kN]
<b>150ct1f1</b>	SLS 1a	2,5	0,4	10,8	-2,6	0,0	-7,6
	SLS 3	1,4	0,0	9,6	-2,0	0,0	-6,3
	SLS 4	1,3	0,0	8,9	-1,6	0,0	-5,8
	SLS 6	0,9	0,0	7,2	-1,2	0,0	-4,0
	SLS 7	0,7	0,0	6,2	-1,0	0,0	-3,0
	ULS 1a	2,9	0,5	11,6	-2,8	0,0	-8,2
	ULS 3	1,6	0,0	10,1	-2,1	0,0	-6,6
	ULS 4	1,3	0,0	9,1	-1,6	0,0	-5,8
	ULS 6b	1,1	0,0	7,8	-1,5	0,0	-4,4
	ULS 7	0,7	0,0	6,5	-1,1	0,0	-2,8
<b>150ct1f2</b>	SLS 1a	2,4	1,2	10,5	-2,4	0,0	-7,4
	SLS 3	1,3	0,4	9,4	-1,8	0,0	-6,1
	SLS 4	1,2	0,1	8,9	-1,5	0,0	-5,8
	SLS 6	0,8	0,2	7,0	-1,1	0,0	-3,8
	SLS 7	0,7	0,0	6,2	-1,0	0,0	-3,0
	ULS 1a	2,8	1,4	11,4	-2,6	0,0	-8,0
	ULS 3	1,4	0,5	9,9	-1,9	0,0	-6,3
	ULS 4	1,2	0,2	9,1	-1,5	0,0	-5,8
	ULS 6b	0,9	0,2	7,6	-1,4	0,0	-4,3
	ULS 7	0,7	0,0	6,5	-1,0	0,0	-2,8
<b>150ct1f3</b>	SLS 1a	2,0	0,8	12,2	-1,4	0,0	-8,9
	SLS 3	1,0	0,0	11,0	-1,0	0,0	-7,5
	SLS 4	0,5	0,0	10,9	-0,6	0,0	-7,7
	SLS 6	0,3	0,0	7,9	-0,4	0,0	-4,6
	SLS 7	0,2	0,0	6,3	-0,3	0,0	-3,0
	ULS 1a	2,4	1,0	13,2	-1,6	0,0	-9,8
	ULS 3	1,2	0,1	11,6	-1,0	0,0	-7,9
	ULS 4	0,5	0,0	11,1	-0,6	0,0	-7,7
	ULS 6b	0,7	0,0	8,3	-0,6	0,0	-4,9
	ULS 7	0,2	0,0	6,6	-0,3	0,0	-2,8
<b>150ct2f1</b>	SLS 1a	2,5	1,2	10,5	-2,5	0,0	-7,4
	SLS 3	1,3	0,4	9,4	-1,9	0,0	-6,1
	SLS 4	1,3	0,2	8,9	-1,6	0,0	-5,7
	SLS 6	0,9	0,2	6,9	-1,2	0,0	-3,7
	SLS 7	0,7	0,0	6,2	-1,0	0,0	-3,0
	ULS 1a	2,9	1,4	11,3	-2,8	0,0	-8,0



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Masttype: H150  
 Mast: 97

<b>150ct2f1</b>	ULS 3	1,5	0,5	9,9	-2,1	0,0	-6,3
	ULS 4	1,3	0,2	9,0	-1,6	0,0	-5,7
	ULS 6b	1,0	0,2	7,6	-1,5	0,0	-4,3
	ULS 7	0,7	0,0	6,5	-1,1	0,0	-2,8
<b>150ct2f2</b>	SLS 1a	2,4	2,1	10,0	-2,3	-0,9	-6,8
	SLS 3	1,3	1,1	8,8	-1,7	-0,8	-5,5
	SLS 4	1,1	1,0	8,4	-1,4	-0,7	-5,2
	SLS 6	0,7	0,7	6,3	-1,0	-0,5	-3,1
	SLS 7	0,7	0,5	6,2	-1,0	-0,7	-3,0
	ULS 1a	2,8	2,5	10,8	-2,5	-1,0	-7,4
	ULS 3	1,4	1,3	9,3	-1,8	-0,8	-5,7
	ULS 4	1,1	1,0	8,5	-1,4	-0,7	-5,1
	ULS 6b	0,9	0,8	7,2	-1,3	-0,6	-3,9
	ULS 7	0,7	0,5	6,5	-1,0	-0,7	-2,8
<b>150ct2f3</b>	SLS 1a	2,0	2,1	11,7	-1,4	-0,8	-8,4
	SLS 3	1,0	1,1	10,4	-0,9	-0,7	-6,8
	SLS 4	0,5	0,9	10,6	-0,6	-0,5	-7,3
	SLS 6	0,3	0,6	7,1	-0,4	-0,2	-3,8
	SLS 7	0,2	0,3	6,3	-0,3	-0,4	-3,0
	ULS 1a	2,4	2,5	12,7	-1,6	-0,8	-9,2
	ULS 3	1,2	1,3	11,0	-1,0	-0,7	-7,2
	ULS 4	0,5	1,0	10,7	-0,6	-0,5	-7,3
	ULS 6b	0,7	0,7	7,8	-0,6	-0,5	-4,4
	ULS 7	0,2	0,3	6,6	-0,3	-0,4	-2,8



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Masttype: H150  
 Mast: 97

### Tabellen met geleiderbelastingen

In de onderstaande drie tabellen is weergegeven:

- De trekkracht per belastingcombinatie en de bijbehorende zeeg en veerverlenging
- De geleiderbelastingen in het lokale assenstelsel voor het onderste bevestigingspunt
- De maximale waarden voor de reacties onder en boven in het globale assenstelsel

#### Trekkracht, zeeg en veerverlenging

Geleider	Combinatie	Zeeg [m]	Veer- verlenging [m]	Totale veerver- lenging [m]	Trek- kracht initieel [kN]	Trek- kracht [kN]
<b>150ct1f1</b>	SLS 1a	0,46	0,010	0,019	4,6	9,4
	SLS 3	0,34	0,007	0,016	4,7	8,1
	SLS 4	0,20	0,006	0,015	4,6	7,4
	SLS 6	0,26	0,002	0,011	4,6	5,7
	SLS 7	0,22	0,000	0,009	4,6	4,6
	ULS 1a	0,52	0,013	0,022	5,6	11,0
	ULS 3	0,38	0,009	0,018	5,7	9,0
	ULS 4	0,22	0,006	0,015	5,6	7,7
	ULS 6b	0,30	0,004	0,013	5,6	6,4
<b>150ct1f2</b>	SLS 1a	0,43	0,009	0,018	4,6	9,2
	SLS 3	0,30	0,007	0,016	4,7	7,9
	SLS 4	0,14	0,006	0,015	4,6	7,4
	SLS 6	0,20	0,002	0,011	4,6	5,4
	SLS 7	0,17	0,000	0,009	4,6	4,6
	ULS 1a	0,49	0,012	0,022	5,6	10,8
	ULS 3	0,34	0,008	0,017	5,7	8,7
	ULS 4	0,17	0,006	0,015	5,6	7,6
	ULS 6b	0,26	0,003	0,013	5,6	6,3
<b>150ct1f3</b>	SLS 1a	0,51	0,012	0,022	4,6	10,9
	SLS 3	0,34	0,010	0,019	4,8	9,4
	SLS 4	0,15	0,009	0,019	4,6	9,3
	SLS 6	0,22	0,003	0,013	4,6	6,3
	SLS 7	0,10	0,000	0,009	4,6	4,6
	ULS 1a	0,58	0,017	0,026	5,6	12,9
	ULS 3	0,40	0,012	0,021	5,8	10,6
	ULS 4	0,19	0,010	0,019	5,6	9,7
	ULS 6b	0,27	0,005	0,014	5,6	7,0

#### Controle iteratieproces

Geleider	Iteratie
<b>b11</b>	0
<b>b12</b>	0
<b>150ct1f: OK</b>	
<b>150ct1f: OK</b>	
<b>150ct1f: OK</b>	
<b>150ct2f: OK</b>	
<b>150ct2f: OK</b>	
<b>150ct2f: OK</b>	

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Masttype: H150  
 Mast: 97

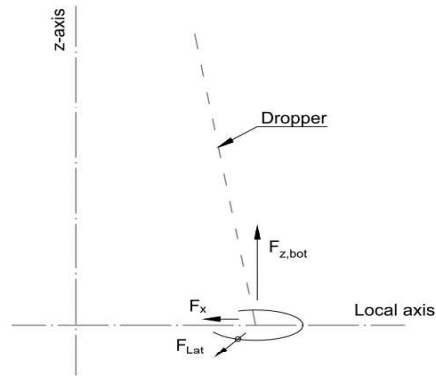
**Belastingen in lokale richting geleider**

De belastingen op het onderste bevestigingspunt voor het dimensioneren van de ondersteuningsconstructie

De richting van de laterale kracht wordt bepaald door de windrichting en kan in alle richtingen aangrijpen.

De resulterende horizontale kracht kan worden afgeleid uit de vectoriële optelling van de kracht in x-richting en laterale kracht.

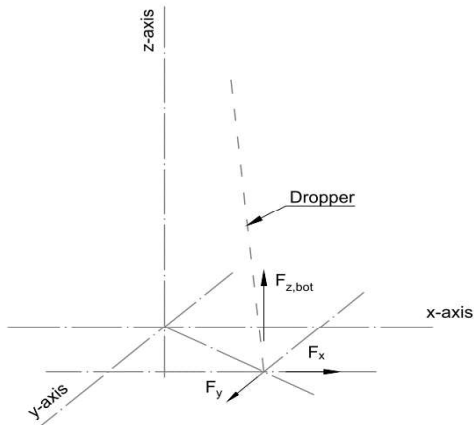
Combinatie1	F <sub>x,lok,bot</sub> [kN]	F <sub>lat,bot</sub> [kN]	F <sub>z_bot</sub> [kN]
SLS 1a	2,2	0,8	-7,8
SLS 3	1,9	0,3	-6,4
SLS 4	1,7	0,2	-5,8
SLS 6	1,3	0,2	-4,1
SLS 7	1,1	0,0	-3,0
ULS 1a	2,5	1,1	-9,2
ULS 3	2,1	0,4	-7,1
ULS 4	1,8	0,2	-5,9
ULS 6b	1,5	0,2	-4,6
SLS 1a	1,7	0,8	-7,6
SLS 3	1,4	0,3	-6,2
SLS 4	1,3	0,2	-5,8
SLS 6	1,0	0,2	-3,8
SLS 7	0,8	0,0	-3,0
ULS 1a	2,0	1,1	-9,0
ULS 3	1,6	0,4	-6,8
ULS 4	1,4	0,2	-5,8
ULS 6b	1,1	0,2	-4,4
SLS 1a	1,0	0,9	-9,2
SLS 3	0,9	0,4	-7,6
SLS 4	0,9	0,2	-7,7
SLS 6	0,6	0,2	-4,7
SLS 7	0,4	0,0	-3,0
ULS 1a	1,2	1,3	-11,0
ULS 3	1,0	0,5	-8,5
ULS 4	0,9	0,3	-7,8
ULS 6b	0,7	0,3	-5,1



Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Masttype: H150  
 Mast: 97

### Maximale waarden in globale assenstelsel

De maximale waarden van de verticale kracht en de resulterende horizontale kracht per belastingcombinatie  
 Zowel voor het bovenste als het onderste bevestigingspunt



Geleider	Combinatie	Fx_top [kN]	Fy_top [kN]	Fz_top [kN]	Fx_bot [kN]	Fy_bot [kN]	Fz_bot [kN]
<b>150ct1f1</b>	SLS 1a	2,6	0,4	11,0	-2,7	0,0	-7,8
	SLS 3	1,5	0,0	9,8	-2,0	0,0	-6,4
	SLS 4	1,3	0,0	9,0	-1,6	0,0	-5,8
	SLS 6	0,9	0,0	7,3	-1,3	0,0	-4,1
	SLS 7	0,7	0,0	6,2	-1,0	0,0	-3,0
	ULS 1a	3,5	0,8	12,9	-3,2	0,0	-9,2
	ULS 3	1,7	0,0	11,0	-2,3	0,0	-7,1
	ULS 4	1,3	0,0	9,5	-1,7	0,0	-5,9
	ULS 6b	1,1	0,0	8,2	-1,6	0,0	-4,6
	ULS 7	0,7	0,0	6,8	-1,1	0,0	-2,6
<b>150ct1f2</b>	SLS 1a	2,6	1,2	10,8	-2,5	0,0	-7,6
	SLS 3	1,4	0,4	9,6	-1,9	0,0	-6,2
	SLS 4	1,2	0,2	9,0	-1,5	0,0	-5,8
	SLS 6	0,8	0,2	7,0	-1,1	0,0	-3,8
	SLS 7	0,7	0,0	6,2	-1,0	0,0	-3,0
	ULS 1a	3,4	1,8	12,6	-3,0	0,0	-9,0
	ULS 3	1,7	0,6	10,7	-2,1	0,0	-6,8
	ULS 4	1,2	0,3	9,4	-1,5	0,0	-5,8
	ULS 6b	1,0	0,3	8,1	-1,5	0,0	-4,4
	ULS 7	0,7	0,0	6,7	-1,0	0,0	-2,6
<b>150ct1f3</b>	SLS 1a	2,2	0,8	12,5	-1,5	0,0	-9,2
	SLS 3	1,1	0,0	11,2	-1,0	0,0	-7,6
	SLS 4	0,5	0,0	11,0	-0,6	0,0	-7,7
	SLS 6	0,3	0,0	8,0	-0,4	0,0	-4,7
	SLS 7	0,2	0,0	6,3	-0,3	0,0	-3,0
	ULS 1a	2,9	1,3	14,8	-2,0	0,0	-11,0
	ULS 3	1,4	0,2	12,7	-1,2	0,0	-8,5
	ULS 4	0,5	0,0	11,5	-0,6	0,0	-7,8
	ULS 6b	0,8	0,0	8,9	-0,7	0,0	-5,1
	ULS 7	0,2	0,0	6,8	-0,3	0,0	-2,5
<b>150ct2f1</b>	SLS 1a	2,6	1,3	10,8	-2,6	0,0	-7,6
	SLS 3	1,4	0,4	9,5	-2,0	0,0	-6,2
	SLS 4	1,3	0,2	8,9	-1,6	0,0	-5,7
	SLS 6	0,9	0,2	7,0	-1,2	0,0	-3,8
	SLS 7	0,7	0,0	6,2	-1,0	0,0	-3,0
	ULS 1a	3,5	1,8	12,6	-3,2	0,0	-9,0

Project: ZWO380 D2.2 OSP Mast 97  
 Masttype: H150  
 Mast: 97

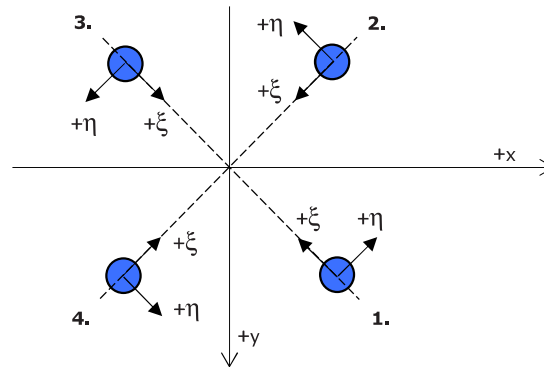
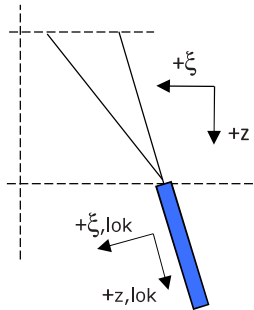
<b>150ct2f1</b>	ULS 3	1,7	0,6	10,7	-2,3	0,0	-6,8
	ULS 4	1,3	0,3	9,4	-1,6	0,0	-5,7
	ULS 6b	1,0	0,3	8,1	-1,6	0,0	-4,4
	ULS 7	0,7	0,0	6,7	-1,1	0,0	-2,6
<b>150ct2f2</b>	SLS 1a	2,6	2,2	10,2	-2,4	-1,0	-7,0
	SLS 3	1,4	1,2	9,0	-1,8	-0,8	-5,6
	SLS 4	1,1	1,0	8,4	-1,4	-0,7	-5,2
	SLS 6	0,7	0,8	6,3	-1,0	-0,5	-3,1
	SLS 7	0,7	0,5	6,2	-1,0	-0,7	-3,0
	ULS 1a	3,4	3,0	12,1	-2,9	-1,2	-8,4
	ULS 3	1,7	1,4	10,1	-2,0	-0,9	-6,2
	ULS 4	1,1	1,1	8,7	-1,4	-0,7	-5,0
	ULS 6b	1,0	0,9	7,6	-1,4	-0,6	-3,9
	ULS 7	0,7	0,4	6,8	-1,0	-0,7	-2,6
<b>150ct2f3</b>	SLS 1a	2,2	2,2	12,0	-1,5	-0,8	-8,7
	SLS 3	1,1	1,2	10,5	-0,9	-0,7	-7,0
	SLS 4	0,5	0,9	10,6	-0,6	-0,5	-7,3
	SLS 6	0,3	0,7	7,2	-0,4	-0,2	-3,9
	SLS 7	0,2	0,3	6,3	-0,3	-0,4	-3,0
	ULS 1a	2,9	3,0	14,3	-1,9	-0,9	-10,5
	ULS 3	1,4	1,5	12,0	-1,2	-0,8	-7,8
	ULS 4	0,5	1,0	11,0	-0,6	-0,4	-7,2
	ULS 6b	0,8	0,8	8,3	-0,7	-0,5	-4,5
	ULS 7	0,2	0,3	6,8	-0,3	-0,4	-2,5

Project: ZW-Oost RSD-MDK150  
 Masttype: Winkelmast 150°  
 Mast: 97

Auteur: SSHD  
 Versie: 1.4

### Oplegreacties per randstijl

Betrouwbaarheidsniveau Afkeur CC2-0  
 Referentieperiode 30 jaar



Assenstelsels

#### Maximale drukbelasting

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 1a_45 Ba All Cts	-27	-25	<b>-179</b>	1	-37	7	-182
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts	-19	17	<b>-128</b>	-2	-25	4	-130
3	ULS 3_135	62	69	<b>-545</b>	-5	-93	2	-553
4	ULS 3_95,5	96	-101	<b>-787</b>	3	-139	8	-800

#### Maximale trekbelasting

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 3_0,9_135	42	54	<b>425</b>	8	68	3	431
2	ULS 3_0,9_95,5	80	-83	<b>668</b>	-2	115	-4	678
3	SPLS 1a_0,9_0,9_45 Ba All Cts	-16	-15	<b>109</b>	-1	22	-4	111
4	SPLS 1a_0,9_0,9_0 Ba All Cts	-9	7	<b>58</b>	1	11	-1	59

#### Maximale torsiebelasting (positief)

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	-20	67	<b>226</b>	61	34	4	229
2	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	72	5	<b>271</b>	54	48	-2	275
3	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	79	-6	<b>-313</b>	60	-52	-1	-317
4	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	6	-97	<b>-399</b>	64	-73	7	-405

#### Maximale torsiebelasting (negatief)

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	53	-20	<b>148</b>	-51	23	2	150
2	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	0	-83	<b>351</b>	-58	59	0	356
3	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	-12	80	<b>-275</b>	-65	-48	2	-279
4	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	97	-11	<b>-438</b>	-61	-77	4	-444

#### Combinatie Ftrek+Fh

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 3_0,9_135	42	54	<b>425</b>	8	68	3	431
2	ULS 3_0,9_95,5	80	-83	<b>668</b>	-2	115	-4	678
3	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	-12	80	<b>-275</b>	-65	-48	2	-279
4	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	6	-97	<b>-399</b>	64	-73	7	-405

### Permanente belasting

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SLS 7	16	21	<b>164</b>	3	26	1	166
2	SLS 7	24	-26	<b>211</b>	-1	35	0	214
3	SLS 7	32	34	<b>-263</b>	-1	-46	2	-267
4	SLS 7	38	-40	<b>-310</b>	1	-55	4	-315

### Omhullenden ongeacht stijl

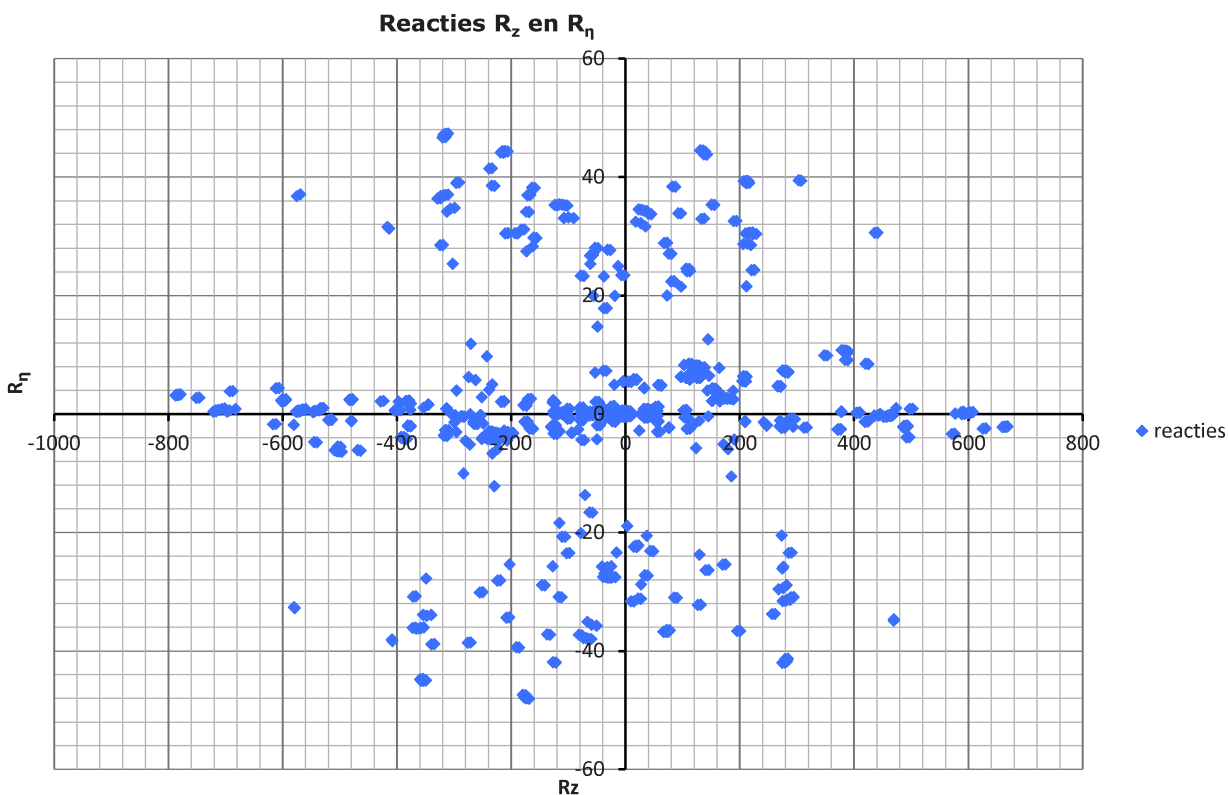
Belasting	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
Max. druk	ULS 3_95,5	96	-101	<b>-787</b>	3	-139	8	-800
Max. trek	ULS 3_0,9_95,5	80	-83	<b>668</b>	-2	115	-4	678
Max. pos. torsie	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	6	-97	-399	<b>64</b>	-73	7	-405
Max. neg. torsie	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	-12	80	-275	<b>-65</b>	-48	2	-279
Comb. trek+torsie	ULS 3_0,9_95,5	80	-83	<b>668</b>	<b>-2</b>	115	-4	678

### Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_0,9_0,9_45	-18	-9	<b>-53</b>	7	-19	10	-56
2	SLS 1a_0	4	-8	<b>72</b>	-3	9	3	72
3	ULS 3_135	62	69	<b>-545</b>	-5	-93	2	-553
4	ULS 3_135	92	-96	<b>-751</b>	3	-133	8	-762

### Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 3_0,9_135	42	54	<b>425</b>	8	68	3	431
2	ULS 3_0,9_135	75	-79	<b>630</b>	-2	109	-4	640
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	-2	4	<b>-50</b>	-4	-2	-7	-50
4	SLS 1a_0	20	-23	<b>-180</b>	2	-31	1	-183



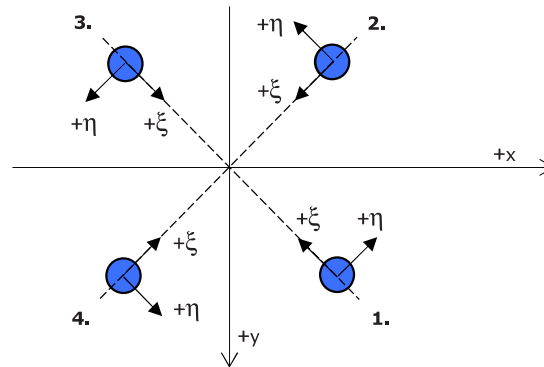
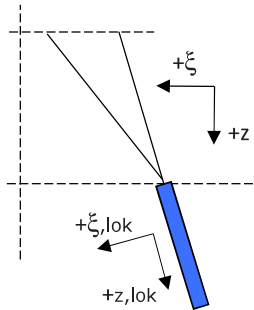


Project: ZW-Oost RSD-MDK150  
 Masttype: Winkelmast 150°  
 Mast: 97

Auteur: MKh  
 Versie: 1.4

### Oplegreacties per randstijl

Betrouwbaarheidsniveau **Verbouw CC2**  
 Referentieperiode **50 jaar**



Assenstelsels

#### Maximale drukbelasting

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 1a_45 Ba All Cts	-28	-25	<b>-182</b>	2	-38	7	-186
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts	-20	17	<b>-131</b>	-2	-26	4	-134
3	ULS 3_135	74	82	<b>-649</b>	-6	-110	2	-658
4	ULS 3_95,5	115	-121	<b>-945</b>	4	-167	9	-959

#### Maximale trekbelasting

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 3_0,9_135	52	66	<b>518</b>	10	83	3	524
2	ULS 3_0,9_95,5	98	-101	<b>814</b>	-2	141	-5	827
3	SPLS 1a_0,9_0,9_45 Ba All Cts	-16	-15	<b>109</b>	-1	22	-4	111
4	SPLS 1a_0,9_0,9_0 Ba All Cts	-9	7	<b>58</b>	1	11	-1	59

#### Maximale torsiebelasting (positief)

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	-20	69	<b>232</b>	63	34	4	234
2	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	74	5	<b>276</b>	56	48	-2	280
3	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	82	-6	<b>-326</b>	62	-54	-1	-330
4	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	7	-100	<b>-412</b>	66	-76	7	-419

#### Maximale torsiebelasting (negatief)

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	54	-21	<b>152</b>	-53	23	2	153
2	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	0	-85	<b>359</b>	-60	60	0	364
3	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	-12	83	<b>-286</b>	-67	-51	3	-291
4	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	101	-11	<b>-452</b>	-63	-79	4	-459

#### Combinatie Ftrek+Fh

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 3_0,9_135	52	66	<b>518</b>	10	83	3	524
2	ULS 3_0,9_95,5	98	-101	<b>814</b>	-2	141	-5	827
3	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	-12	83	<b>-286</b>	-67	-51	3	-291
4	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	7	-100	<b>-412</b>	66	-76	7	-419

### Permanente belasting

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SLS 7	16	21	<b>164</b>	3	26	1	166
2	SLS 7	24	-26	<b>211</b>	-1	35	0	214
3	SLS 7	32	34	<b>-263</b>	-1	-46	2	-267
4	SLS 7	38	-40	<b>-310</b>	1	-55	4	-315

### Omhullenden ongeacht stijl

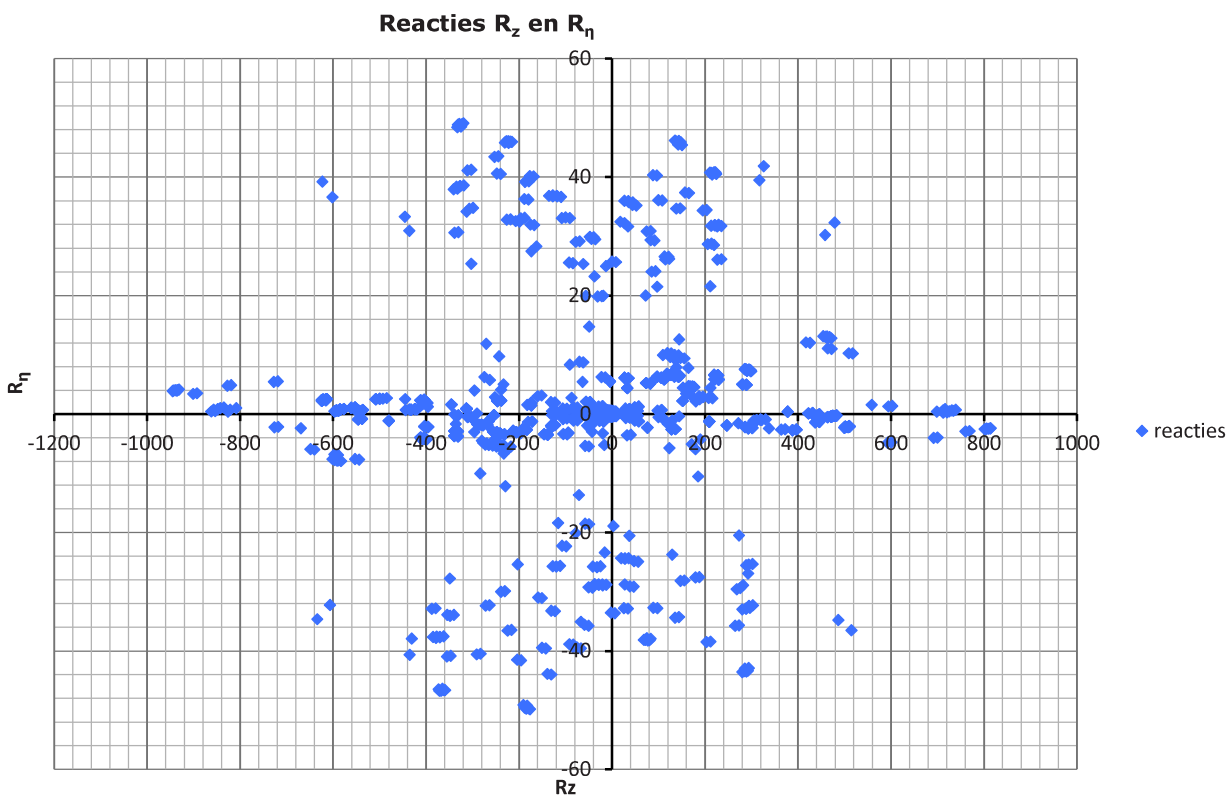
Belasting	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
Max. druk	ULS 3_95,5	115	-121	<b>-945</b>	4	-167	9	-959
Max. trek	ULS 3_0,9_95,5	98	-101	<b>814</b>	-2	141	-5	827
Max. pos. torsie	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	7	-100	-412	<b>66</b>	-76	7	-419
Max. neg. torsie	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	-12	83	-286	<b>-67</b>	-51	3	-291
Comb. trek+torsie	ULS 3_0,9_95,5	98	-101	<b>814</b>	<b>-2</b>	141	-5	827

### Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_0,9_0,9_45	-25	-14	<b>-90</b>	8	-28	13	-94
2	SLS 1a_0	3	-7	<b>63</b>	-3	7	3	63
3	ULS 3_135	74	82	<b>-649</b>	-6	-110	2	-658
4	ULS 3_135	110	-115	<b>-901</b>	3	-160	9	-915

### Maximale trekbelasting SLS

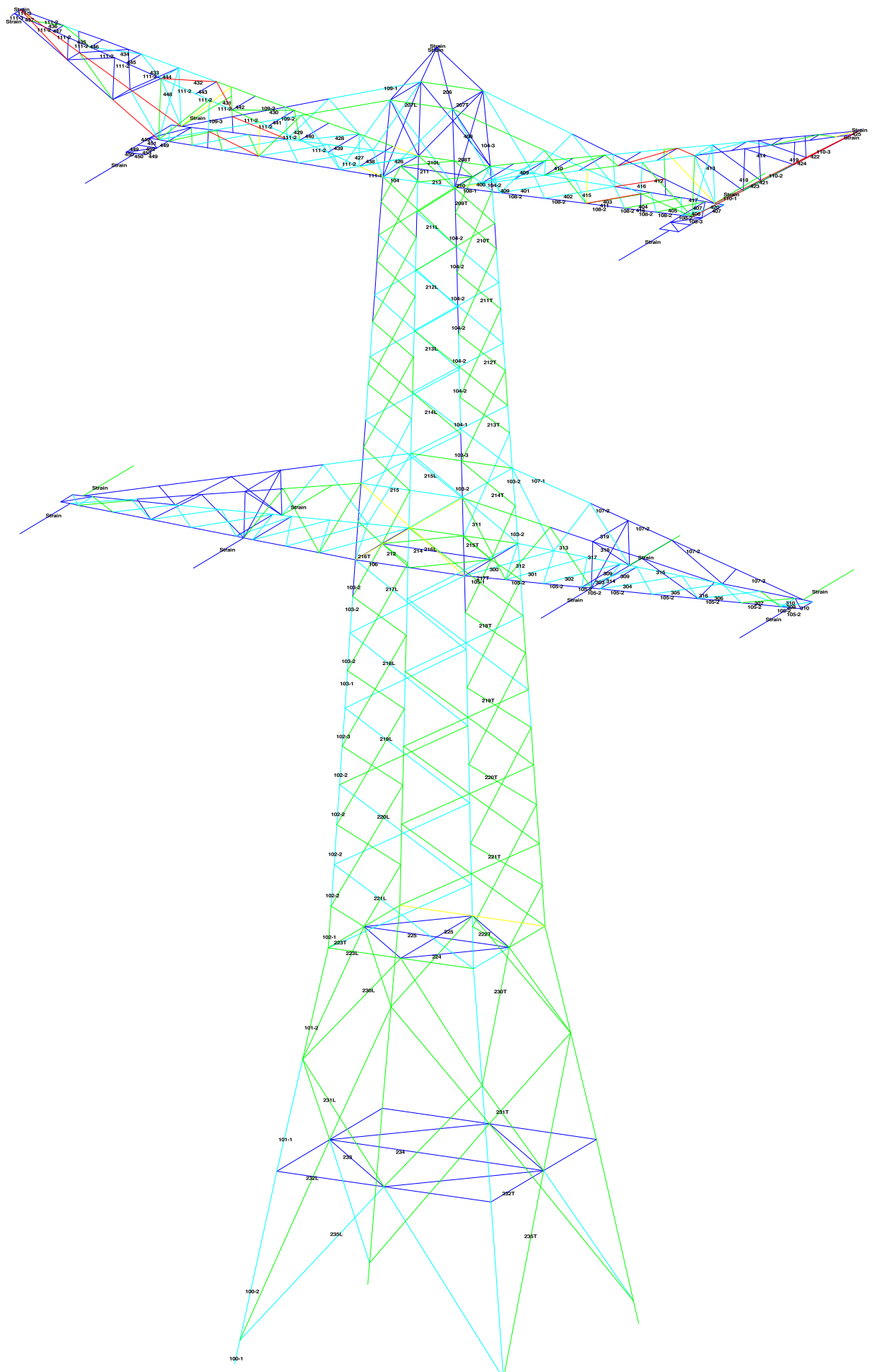
Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 3_0,9_135	52	66	<b>518</b>	10	83	3	524
2	ULS 3_0,9_135	92	-96	<b>769</b>	-3	133	-5	780
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	-8	-1	<b>-17</b>	-5	6	-9	-15
4	SLS 1a_0	19	-22	<b>-172</b>	2	-29	1	-174





**APPENDIX B**  
**PLS-tower output**

---







Date 17-6-2021  
 Author MKh  
 Version 1.0

Assessment of groups for initial mast (afteur level)

ZW380 Oost D2.3 GT-BD  
 Hoekmast H1  
 Maast 1

Group Label	Design	Quality	Ux	Uy	Uz	Slenderness	Compression	Wind Case (Compression)	Buckling	Shear (Comp)	Bearing (Comp)	U.C. (Comp)	Exceedance (Comp)	Tension	Net Section	Shear (Tens)	Bearing (Tens)	U.C. (Tens)	Exceedance (Tens)
107-1	Tweede DWSRM - Inside hoist	5235	4014<-6,61	1,00	1,49	1,00	-2,5 ULS 3,0,9,3	0,0	143,6	338,9	570,2	0,00	0,00	134,3	249,5	338,9	549,4	0,54	0,54
107-2	Eerste DWSRM - Main member top	5235	4014<-6,61	1,00	1,49	1,00	0,0	0,0	84,0	0,0	0,0	0,00	0,00	104,1	439,9	0,0	0,0	0,0	0,24
107-3	Eerste DWSRM - Main member top	5235	4014<-6,61	1,00	1,49	1,00	0,0	0,0	84,0	0,0	0,0	0,00	0,00	104,1	439,9	0,0	0,0	0,0	0,24
401	Tweede DWSRM - CDJ Under	5235	2016<-6,61	0,52	0,52	0,52	-20,1 ULS 3,0,9,3	0,0	66,6	75,4	86,4	0,45	0,45	30,0	64,5	75,4	72,7	0,46	0,46
402	Tweede DWSRM - CDJ Under	5235	2016<-6,61	0,52	0,52	0,52	-20,1 ULS 3,0,9,3	0,0	66,6	75,4	86,4	0,45	0,45	30,0	64,5	75,4	72,7	0,46	0,46
403	Tweede DWSRM - CDJ Under	5235	2016<-6,61	0,52	0,52	0,52	-20,1 ULS 3,0,9,3	0,0	66,6	75,4	86,4	0,45	0,45	30,0	64,5	75,4	72,7	0,46	0,46
404	Tweede DWSRM - CDJ Under	5235	2016<-6,61	0,52	0,52	0,52	-20,1 ULS 3,0,9,3	0,0	66,6	75,4	86,4	0,45	0,45	30,0	64,5	75,4	72,7	0,46	0,46
405	Tweede DWSRM - CDJ Under	5235	2016<-6,61	0,52	0,52	0,52	-20,1 ULS 3,0,9,3	0,0	66,6	75,4	86,4	0,45	0,45	30,0	64,5	75,4	72,7	0,46	0,46
406	Tweede DWSRM - CDJ Under	5235	2016<-6,61	0,52	0,52	0,52	-20,1 ULS 3,0,9,3	0,0	66,6	75,4	86,4	0,45	0,45	30,0	64,5	75,4	72,7	0,46	0,46
407	Tweede DWSRM - Front diaz	5235	2016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-16,0 ULS 3,0,9,3	0,0	122,7	37,7	81,2	0,43	0,43	11,0	57,7	37,7	43,6	0,29	0,29
408	Tweede DWSRM - Front diaz	5235	2016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-16,0 ULS 3,0,9,3	0,0	122,7	37,7	81,2	0,43	0,43	11,0	57,7	37,7	43,6	0,29	0,29
409	Tweede DWSRM - Front diaz	5235	2016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-16,0 ULS 3,0,9,3	0,0	122,7	37,7	81,2	0,43	0,43	11,0	57,7	37,7	43,6	0,29	0,29
410	Tweede DWSRM - Front diaz	5235	2016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-16,0 ULS 3,0,9,3	0,0	122,7	37,7	81,2	0,43	0,43	11,0	57,7	37,7	43,6	0,29	0,29
411	Tweede DWSRM - Front diaz	5235	2016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-16,0 ULS 3,0,9,3	0,0	122,7	37,7	81,2	0,43	0,43	11,0	57,7	37,7	43,6	0,29	0,29
412	Tweede DWSRM - Front diaz	5235	2016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-16,0 ULS 3,0,9,3	0,0	122,7	37,7	81,2	0,43	0,43	11,0	57,7	37,7	43,6	0,29	0,29
413	Tweede DWSRM - Front diaz	5235	2016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-16,0 ULS 3,0,9,3	0,0	122,7	37,7	81,2	0,43	0,43	11,0	57,7	37,7	43,6	0,29	0,29
414	Tweede DWSRM - Front diaz	5235	2016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-16,0 ULS 3,0,9,3	0,0	122,7	37,7	81,2	0,43	0,43	11,0	57,7	37,7	43,6	0,29	0,29
415	Tweede DWSRM - Front diaz	5235	2016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-16,0 ULS 3,0,9,3	0,0	122,7	37,7	81,2	0,43	0,43	11,0	57,7	37,7	43,6	0,29	0,29
416	Tweede DWSRM - Front diaz	5235	2016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-16,0 ULS 3,0,9,3	0,0	122,7	37,7	81,2	0,43	0,43	11,0	57,7	37,7	43,6	0,29	0,29
417	Tweede DWSRM - Front diaz	5235	2016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-16,0 ULS 3,0,9,3	0,0	122,7	37,7	81,2	0,43	0,43	11,0	57,7	37,7	43,6	0,29	0,29
418	Tweede DWSRM - Front diaz	5235	2016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-16,0 ULS 3,0,9,3	0,0	122,7	37,7	81,2	0,43	0,43	11,0	57,7	37,7	43,6	0,29	0,29
419	Tweede DWSRM - Front diaz	5235	2016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-16,0 ULS 3,0,9,3	0,0	122,7	37,7	81,2	0,43	0,43	11,0	57,7	37,7	43,6	0,29	0,29
420	Tweede DWSRM - Front diaz	5235	2016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-16,0 ULS 3,0,9,3	0,0	122,7	37,7	81,2	0,43	0,43	11,0	57,7	37,7	43,6	0,29	0,29
421	Tweede DWSRM - Diaz 2 under raised	505505	10124<-5,61	1,00	1,00	1,00	0,0	0,0	38,4	37,7	43,2	0,04	0,04	0,0	37,7	37,7	25,1	0,07	0,07
422	Tweede DWSRM - Diaz 3 under raised	505505	10124<-5,61	1,00	1,00	1,00	0,0	0,0	38,4	37,7	43,2	0,04	0,04	0,0	37,7	37,7	25,1	0,07	0,07
423	Tweede DWSRM - Diaz 3 under raised	505505	10124<-5,61	1,00	1,00	1,00	0,0	0,0	38,4	37,7	43,2	0,04	0,04	0,0	37,7	37,7	25,1	0,07	0,07
424	Tweede DWSRM - Diaz 3 under raised	505505	10124<-5,61	1,00	1,00	1,00	0,0	0,0	38,4	37,7	43,2	0,04	0,04	0,0	37,7	37,7	25,1	0,07	0,07
108-1	Tweede DWSRM - Main member bottom 140x140x13	5235	10124<-5,61	1,00	1,93	1,00	-30,0 ULS 3,0,9,3	0,0	691,4	0,0	0,0	0,44	0,44	118,1	827,4	0,0	0,0	0,14	0,14
108-2	Tweede DWSRM - Main member bottom 140x140x13	5235	10124<-5,61	1,00	1,93	1,00	-30,0 ULS 3,0,9,3	0,0	691,4	0,0	0,0	0,44	0,44	118,1	827,4	0,0	0,0	0,14	0,14
108-3	Tweede DWSRM - Main member bottom 140x140x13	5235	10124<-5,61	1,00	1,93	1,00	-30,0 ULS 3,0,9,3	0,0	691,4	0,0	0,0	0,44	0,44	118,1	827,4	0,0	0,0	0,14	0,14
109-1	Tweede DWSRM - Main member top	5235	3062<-6,61	2,67	1,00	1,00	0,0	0,0	48,0	176,4	291,6	0,00	0,00	146,6	361,6	176,4	291,6	0,73	0,73
109-2	Tweede DWSRM - Main member top	5235	3062<-6,61	2,67	1,00	1,00	0,0	0,0	48,0	176,4	291,6	0,00	0,00	146,6	361,6	176,4	291,6	0,73	0,73
109-3	Tweede DWSRM - Main member top	5235	3062<-6,61	2,67	1,00	1,00	0,0	0,0	48,0	176,4	291,6	0,00	0,00	146,6	361,6	176,4	291,6	0,73	0,73
110-1	Tweede DWSRM - Main member top	5235	1016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-58,2 ULS 3,0,9,3	0,0	35,6	0,0	0,0	1,43	1,43	knik, afschuiving, stuk	29,9	141,0	0,0	0,21	0,21
110-2	Tweede DWSRM - Main member top	5235	1016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-58,2 ULS 3,0,9,3	0,0	35,6	0,0	0,0	1,43	1,43	knik, afschuiving, stuk	29,9	141,0	0,0	0,21	0,21
110-3	Tweede DWSRM - Main member top	5235	1016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-58,2 ULS 3,0,9,3	0,0	35,6	0,0	0,0	1,43	1,43	knik, afschuiving, stuk	29,9	141,0	0,0	0,21	0,21
425	Tweede DWSRM - Edge cap member	5235	1016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-44,1 ULS 3,0,9,3	0,0	23,9	37,7	51,8	0,02	0,02	0,0	55,3	37,7	38,2	0,00	0,00
426	Tweede DWSRM - Edge cap member	5235	1016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-44,1 ULS 3,0,9,3	0,0	23,9	37,7	51,8	0,02	0,02	0,0	55,3	37,7	38,2	0,00	0,00
427	Tweede DWSRM - Edge cap member	5235	1016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-44,1 ULS 3,0,9,3	0,0	23,9	37,7	51,8	0,02	0,02	0,0	55,3	37,7	38,2	0,00	0,00
428	Tweede DWSRM - Top diaz 2	5235	1016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-9,5 ULS 1,0,0,9,0	0,0	20,5	37,7	43,2	0,46	0,46	13,6	46,1	37,7	31,8	0,43	0,43
429	Tweede DWSRM - Top diaz 3	5235	1016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-12,8 ULS 3,0,9,105	0,0	20,5	37,7	43,2	0,49	0,49	8,5	46,1	37,7	38,2	0,23	0,23
430	Tweede DWSRM - Top diaz 4	5235	1016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-13,4 ULS 1,0,0,9,0	0,0	24,4	37,7	43,2	0,55	0,55	11,9	46,1	37,7	31,8	0,37	0,37
431	Tweede DWSRM - Top diaz 5	5235	1016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-9,5 ULS 1,0,0,9,0	0,0	20,5	37,7	43,2	0,46	0,46	13,6	46,1	37,7	31,8	0,43	0,43
432	Tweede DWSRM - Top diaz 6	5235	1016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-3,6 ULS 1,0,0,9,0	0,0	22,5	37,7	43,2	0,16	0,16	31,7	37,7	37,7	25,1	1,27	1,27
433	Tweede DWSRM - Top diaz 7	5235	1016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-33,8 ULS 3,0,9,9,3	0,0	25,4	37,7	43,2	1,33	1,33	knik	3,5	37,7	25,1	0,14	0,14
434	Tweede DWSRM - Top diaz 8	5235	1016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-27,7 ULS 3,0,9,9,3	0,0	28,4	37,7	43,2	0,99	0,99	9,9	37,7	37,7	25,1	0,33	0,33
435	Tweede DWSRM - Top diaz 9	5235	1016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-22,7 ULS 3,0,9,9,3	0,0	32,7	37,7	43,2	0,64	0,64	14,5	37,7	37,7	25,1	0,58	0,58
436	Tweede DWSRM - Top diaz 10	5235	1016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-1,5 ULS 1,0,0,9,0	0,0	48,7	37,7	43,2	0,04	0,04	3,2	37,7	37,7	25,1	0,06	0,06
437	Tweede DWSRM - Top diaz 11	5235	1016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-0,9 ULS 6,0,9,9,3	0,0	61,0	37,7	43,2	0,03	0,03	20,7	37,7	37,7	25,1	0,81	0,81
438	Tweede DWSRM - Top diaz 12	5235	1016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-0,6 ULS 6,0,9,9,3	0,0	20,3	37,7	43,2	0,03	0,03	1,0	37,7	37,7	25,1	0,04	0,04
439	Tweede DWSRM - Top diaz 13	5235	1016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-0,6 ULS 6,0,9,9,3	0,0	20,3	37,7	43,2	0,03	0,03	1,0	37,7	37,7	25,1	0,04	0,04
440	Tweede DWSRM - Top diaz 14	5235	1016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-0,6 ULS 3,75	0,0	22,7	43,2	43,2	0,02	0,02	0,1	37,7	37,7	25,1	0,00	0,00
441	Tweede DWSRM - Top diaz 15	5235	1016<-6,61	1,00	1,00	1,00	-0,7 ULS 1,0,0,9,0	0,0	25,8	37,7									









**Assessment of groups for strengthened mast (verbouw level)**

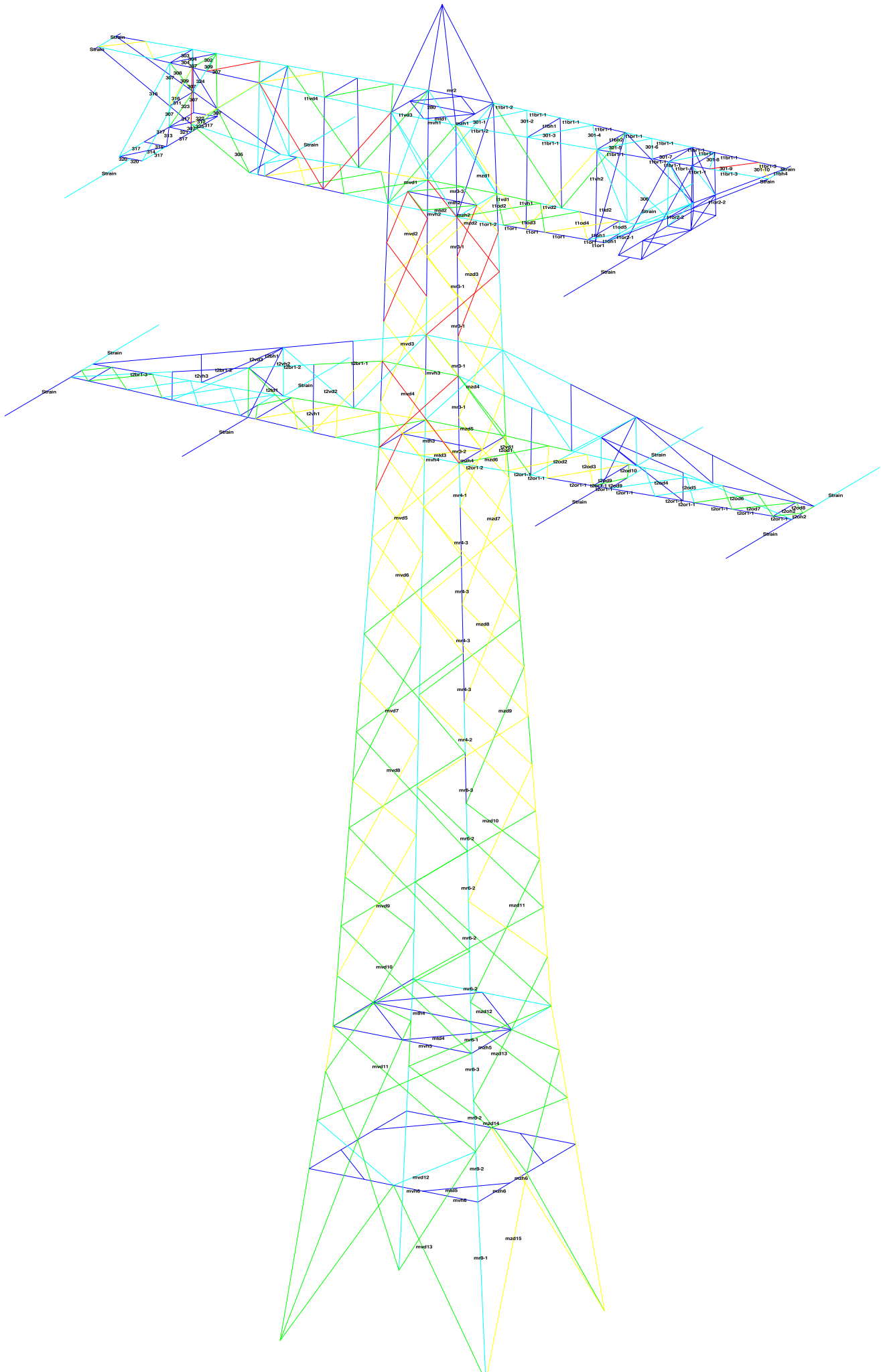
Date 17-6-2021  
 Author MKH  
 Version 1.0

ZW380 Oost D2.3 GT-BD  
 Hoekmast H1  
 Mast 1

Stafgroep	Omschrijving	Profil	Staalsoort	Buiten	RLX	RLY	RLZ	Slankheid	Druk	Combinatie	druk	Knik	Afsluiting	Stuik	(druk)	U.C.	(druk)	Opm.	Trek	Combinatie	trek	Nettoadm.	Afsluit.	Stuik	(trek)	U.C.	(trek)
411	Tweede DWSRv	60x60x6	S355	IM16-4,8t	1,00	1,00	1,00	151	-47,7	ULS 3_105	70,6	52,6	60,3	70,6	0,91	0,91	0,00	0,0	ULS 3_105	61,2	60,3	61,2	60,3	40,9	0,00	0,00	
412	Tweede DWSRv	55x55x6	S355	IM16-4,8t	1,00	1,00	1,00	207	-21,1	SPLS 1a_0_Ba All Cts	70,6	29,1	60,3	70,6	0,07	0,07	0,00	0,0	ULS 3_0_9_93	75,3	60,3	75,3	60,3	52,0	0,94	0,94	
110-1	Tweede DWSRv	70x70x7	S355	IM16-4,8t	1,00	1,00	1,00	135	-81,3	ULS 3_93	82,3	81,5	120,6	82,3	1,00	1,00	0,00	0,0	ULS 3_0_9_105	142,7	120,6	142,7	120,6	69,3	0,94	0,94	
110-2	Tweede DWSRv	70x70x7	S355	IM16-4,8t	1,00	1,00	1,00	134	-83,2	ULS 3_105	0,0	92,0	0,0	0,0	0,90	0,90	0,00	0,0	SPLS 1a_0_9_0_Ba	332,7	0,0	332,7	0,0	0,0	0,13	0,13	
431	Tweede DWSRv	55x55x6	S355	IM16-4,8t	1,00	1,00	1,00	156	-60,8	ULS 3_93	82,3	61,0	120,6	82,3	1,00	1,00	0,00	0,0	SPLS 1a_0_9_0_Ba	142,7	120,6	142,7	120,6	69,3	0,00	0,00	
432	Tweede DWSRv	55x55x6	S355	IM16-4,8t	1,00	1,00	1,00	180	-3,9	SPLS 1a_0_9_0_Ba	70,6	35,8	60,3	70,6	0,11	0,11	0,00	0,0	ULS 3_0_9_105	75,3	60,3	75,3	60,3	52,0	0,79	0,79	
448	Tweede DWSRv	50x50x5	S355	IM16-4,8t	0,50	0,50	0,50	115	-20,7	ULS 3_93	58,8	51,6	60,3	58,8	0,40	0,40	0,00	0,0	ULS 1a_0_9_0	98,8	60,3	98,8	60,3	59,4	0,09	0,09	
450	Tweede DWSRv	HRB160	S355	IM16-4,8t	2,00	2,00	2,00	15	-0,1	SPLS 1a_0_9_105	188,2	188,2	188,2	188,2	0,00	0,00	0,00	0,0	ULS 1a_135	1789,7	188,2	1789,7	188,2	189,0	0,17	0,17	
451	Tweede DWSRv	50x50x5	S355	IM16-4,8t	1,00	1,00	1,00	102	-0,2	SPLS 1a_135 Ba C2	58,8	59,0	60,3	58,8	0,01	0,01	0,00	0,0	ULS 1a_135	51,0	60,3	51,0	60,3	34,1	0,80	0,80	
452	Tweede DWSRv	50x50x5	S355	IM16-4,8t	1,00	1,00	1,00	64	-0,2	SPLS 1a_135 Ba All Cts	58,8	85,2	60,3	58,8	0,00	0,00	0,00	0,0	ULS 1a_135	51,0	60,3	51,0	60,3	34,1	0,17	0,17	
453	Tweede DWSRv	50x50x5	S355	IM16-4,8t	1,00	1,00	1,00	100	-55,7	ULS 1a_135	58,8	60,7	60,3	58,8	0,95	0,95	0,00	0,0	SPLS 1a_0_9_105 Ba C	51,0	60,3	51,0	60,3	34,1	0,01	0,01	

**Notes**

- 1) The bolded connections on groups 110-1 and 110-3 require strengthening using plates. Refer to Appendix D and E.
- 2) Groups 448 t/m 453 are new groups which were added for the upper conductor attachment extension







Assessment of groups for initial mast (afkeur level)

Date 21-7-2021
Author MKM
Version 1.0

ZW380 Oost D2.3 RSB-RSD

Hoelmast H150'

Table with columns: Group Label, Description, Profile, Steel Quality, Bolts, RLV, RLV, RLV, Slenderness, Compression Load Case (Compression), Buckling Load Case (Compression), Bearing (Comp), U.C. (Comp), Exceedance (Comp), Tension, Load Case (Tension), Net Section, Shear (Tens), Bearing (Tens), U.C. (Tens), Exceedance (Tens). Rows include various mast components like Onderstuk main member, Bovenstuk Bovenmast, and Bovenstuk Bovenmast.



Assessment of groups for strengthened mast (afkeur level)

Date 21-7-2021
Author MKH
Version 1.0

ZW380 Oost D12.3 RSB-RSD
Hoekmast H150°
11

Table with columns: Snelinggroep, Omschrijving, Profiel, Steeltoort, Bouten, RLY, RLYZ, SLRZ, Slankheid, Druk Combinatie druk, Rink, Afschrijving, Stuk (dru), U.C. (dru), Opm., Trek Combinatie trek, Nettoadm., Afschrij, Stuk (trek), U.C. (trek). The table contains multiple rows of data for different mast sections and loading conditions.





Assessment of groups for strengthened mast (verbouwd level)

21-7-2021  
MKH  
1.0

Date  
Author  
Version

ZW380 Coost D2.3 RSB-RSD  
Hoekmast H150°  
11

Stafgroep	Omschrijving	Profil	Staalsoort	Bouten	RLX	RLY	RLZ	Slankheid	Druk Combinatie druk	Knik	Afschuiving	Stuik (druk)	U.C. (druk)	Opm.	Trek Combinatie trek	Nettods-	Afsluif	Stuik (trek)	U.C. (trek)
11d1	t1vd1	80x80x8	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	183	0.0	71.6	120.6	94.1	0.00		62.2	194.4	120.6	69.7	0.89
306	Boven traverse	170x70x7	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	167	-17.9	62.6	60.3	82.3	0.30		52.3	142.7	60.3	61.0	0.87
11d2	t1vd2	80x80x8	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	181	-62.5	72.4	120.6	94.1	0.86		0.0	194.4	120.6	69.7	0.00
307	Boven traverse	170x70x7	S355	2M20-8-8t	0.52	0.52	0.52	102	-90.7	145.3	188.2	205.8	0.62		71.7	131.6	188.2	123.3	0.58
11d3	mvd2	70x70x7	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	103	-67.3	143.6	188.2	205.8	0.63		71.7	131.6	188.2	123.3	0.58
308	Boven traverse	170x70x7	S355	2M20-8-8t	0.52	0.52	0.52	103	-90.3	143.6	188.2	205.8	0.63		91.5	138.9	188.2	123.3	0.74
11d4	mvd3	70x70x7	S355	2M20-8-8t	0.51	0.51	0.51	102	-67.3	144.7	188.2	205.8	0.47		84.8	131.6	188.2	123.3	0.69
309	Boven traverse	170x70x7	S355	2M20-8-8t	0.52	0.52	0.52	112	-70.8	136.8	188.2	205.8	0.54		111.0	131.6	188.2	145.5	0.84
11d5	mzd6	50x50x6	S355	3M22-8-8t	1.00	1.00	1.00	86	-195.3	349.1	349.1	436.6	0.69		30.4	276.6	349.1	323.4	0.69
301-6	Bovenstuk Bover	50x50x6	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	130	-0.4	55.9	60.3	70.6	0.01		30.4	62.7	60.3	45.8	0.67
301-7	Bovenstuk Bover	50x50x6	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	123	-24.8	48.0	60.3	58.8	0.52		2.1	62.7	60.3	38.1	0.05
301-8	Bovenstuk Bover	50x50x6	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	113	-24.8	48.0	60.3	58.8	0.52		2.1	62.7	60.3	38.1	0.05
301-9	Bovenstuk Bover	50x50x6	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	103	-0.4	55.9	60.3	70.6	0.01		30.4	62.7	60.3	45.8	0.67
302	Boven traverse	150x50x5	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	113	0.0	52.9	60.3	58.8	0.00		20.3	62.7	60.3	38.1	0.53
303	Boven traverse	150x50x5	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	106	-1.4	56.9	60.3	58.8	0.02		8.9	62.7	60.3	38.1	0.23
304	Boven traverse	150x50x5	S355	1M16-8-8t	0.52	0.52	0.52	65	-8.5	96.6	60.3	58.8	0.14		19.2	62.7	60.3	38.1	0.50
305	Boven traverse	150x50x5	S355	1M16-8-8t	0.50	0.50	0.50	114	-28.5	58.6	60.3	58.8	0.49		25.3	62.7	60.3	38.1	0.66
307	Boven traverse	60x60x6	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	116	-46.1	83.3	60.3	70.6	0.77		19.5	98.8	60.3	52.3	0.37
308	Boven traverse	60x60x6	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	152	-0.9	38.2	60.3	58.8	0.02		23.8	62.7	60.3	38.1	0.62
309	Boven traverse	60x60x6	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	112	-0.1	53.4	60.3	58.8	0.00		30.1	62.7	60.3	38.1	0.53
311	Boven traverse	150x50x5	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	112	-0.1	53.4	60.3	58.8	0.00		30.1	62.7	60.3	38.1	0.53
312	Boven traverse	150x50x5	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	62	-0.1	86.2	60.3	58.8	0.00		0.3	62.7	60.3	38.1	0.01
313	Boven traverse	150x50x5	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	134	-0.6	43.2	60.3	58.8	0.01		0.4	62.7	60.3	38.1	0.01
314	Boven traverse	150x50x5	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	133	-1.3	44.4	60.3	58.8	0.03		0.5	62.7	60.3	38.1	0.01
315	Boven traverse	150x50x5	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	130	-1.3	44.4	60.3	58.8	0.03		0.9	62.7	60.3	38.1	0.02
316	Boven traverse	150x50x5	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	62	0.0	86.3	60.3	58.8	0.00		0.3	62.7	60.3	38.1	0.01
317	Boven traverse	150x50x5	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	76	-0.0	86.3	60.3	58.8	0.00		0.3	62.7	60.3	38.1	0.01
318	Boven traverse	150x50x5	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	71	-24.5	244.0	60.3	58.8	0.41		0.6	134.4	60.3	69.7	0.01
319	Boven traverse	150x50x5	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	151	-24.5	244.0	60.3	58.8	0.41		0.6	134.4	60.3	69.7	0.01
320	Boven traverse	150x50x5	S355	1M16-8-8t	2.00	2.00	2.00	15	-24.5	1602.3	188.2	235.2	0.01		0.1	1739.7	188.2	166.3	0.01
321	Boven traverse	150x50x5	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	121	0.0	48.7	60.3	58.8	0.00		14.7	62.7	60.3	38.1	0.38
322	Boven traverse	150x50x5	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	125	-24.6	46.8	60.3	58.8	0.53		0.9	62.7	60.3	38.1	0.02
323	Boven traverse	150x50x5	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	125	-13.0	52.7	60.3	70.6	0.25		1.9	98.8	60.3	52.3	0.04
324	Boven traverse	60x60x6	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	151	-24.5	47.8	60.3	58.8	0.51		0.8	62.7	60.3	38.1	0.02
325	Boven traverse	60x60x6	S355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	123	-24.5	47.8	60.3	58.8	0.51		0.8	62.7	60.3	38.1	0.02

Notes

- The bolted connections on groups t1vd1 and t1vd2 require strengthening with plates. Refer to Appendix D and E.
- Groups 301-7, 301-8 and 302 t/m 325 are new groups which were added for the upper conductor attachment extension.









Date 17-6-2021  
 Author MKH  
 Version 1.0

Assessment of groups for strengthened mast (afkeur level)

ZW380 Oost D2.3 RSD-WDT  
 Lijnportaal  
 Mast 19a

Staafgroep	Omschrijving Profiel	Staaltype	Bouten	RLX	RLY	RLZ	SLankheid	Drink Combinatie druk	Knik	Afschuiving	Stuik (druk)	U.C. (druk)	Opm.	Trek Combinatie trek	Nettoedst.	Afschuif	Stuik (trek)	U.C. (trek)	Opm.2
100-1	BRKSTK - Rahn 100x100x16 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	0,33	0,33	15	-95,8 ULS 3,135	276,5	319,0	388,9	0,53	18,66	95,6 ULS 3,09	1851,0	319,0	318,2	0,48	
100-2	BRKSTK - Rahn 100x100x16 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	0,33	0,33	15	-95,8 ULS 3,135	276,5	319,0	388,9	0,53	18,66	95,6 ULS 3,09	1851,0	319,0	318,2	0,48	
101-1	BRKSTK - Rahn 180x180x16 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	1,00	1,00	51	-87,6 ULS 3,135	1663,8	3720,3	3951,4	0,54	37,20	746,9 ULS 3,09	1661,0	3720,3	3715,0	0,45	
101-2	BRKSTK - Rahn 180x180x16 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	1,00	1,00	51	-87,6 ULS 3,135	1663,8	3720,3	3951,4	0,54	37,20	746,9 ULS 3,09	1661,0	3720,3	3715,0	0,45	
101-3	BRKSTK - Rahn 180x180x16 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	0,50	0,50	45	-79,5 ULS 3,135	1741,5	2168,8	2237,9	0,47	17,41	174,7 ULS 3,09	1661,0	2168,8	2122,8	0,11	
102-1	BRKSTK - Rahn 180x180x16 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	0,50	0,50	45	-79,5 ULS 3,135	1741,5	2168,8	2237,9	0,47	17,41	174,7 ULS 3,09	1661,0	2168,8	2122,8	0,11	
102-2	BRKSTK - Rahn 180x180x16 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	0,52	0,52	46	-81,7 ULS 3,135	1927,7	2626,6	2701,1	0,50	19,28	192,7 ULS 3,09	1661,0	2626,6	2582,2	0,06	
102-3	BRKSTK - Rahn 180x180x16 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	0,52	0,52	46	-81,7 ULS 3,135	1927,7	2626,6	2701,1	0,50	19,28	192,7 ULS 3,09	1661,0	2626,6	2582,2	0,06	
103-1	BRKSTK - Rahn 100x100x10 # S355	S355	M16x4-8-R	1,00	0,50	0,50	64	-18,3 ULS 3,595	512,4	482,3	476,4	0,64	4,82	13,2 SPS 3,09	550,4	482,3	473,9	0,03	
103-2	BRKSTK - Rahn 100x100x10 # S355	S355	M16x4-8-R	1,00	0,50	0,50	64	-18,3 ULS 3,595	512,4	482,3	476,4	0,64	4,82	13,2 SPS 3,09	550,4	482,3	473,9	0,03	
104-1	BRKSTK - Rahn 100x100x10 # S355	S355	M16x4-8-R	1,00	1,00	1,00	66	-51,3 SPS 4,90 Ba C1	1258,7	1258,7	1258,7	0,45	12,59	27,6 SPS 4,90 Ba C1	1582,2	1258,7	1258,7	0,00	
104-2	BRKSTK - Rahn 100x100x10 # S355	S355	M16x4-8-R	1,00	2,00	1,00	66	-61,0 ULS 18,90 Ba C2	1658,2	406,7	1897,7	0,52	16,58	37,1 SPS 4,90 Ba C2	1510,3	406,7	549,6	0,00	
105-1	BRKSTK - Rahn 100x100x10 # S355	S355	M16x4-8-R	1,00	1,50	1,00	194	0,0	1277,7	2711,1	352,8	0,00	10,6	10,6 ULS 18,90 Ba C2	2111,1	301,5	440	0,40	
105-2	BRKSTK - Rahn 100x100x10 # S355	S355	M16x4-8-R	1,00	1,00	1,00	134	0,0	1730,0	2711,1	352,8	0,00	11,6	11,6 ULS 18,90 Ba C2	2111,1	301,5	440	0,40	
105-3	BRKSTK - Rahn 100x100x10 # S355	S355	M16x4-8-R	1,00	1,00	1,00	177	0,0	1397,7	2711,1	352,8	0,00	11,6	11,6 ULS 18,90 Ba C2	2111,1	301,5	440	0,40	
200T	BRKSTK - Dier 150x100x10 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	0,33	0,33	125	-167,1 SPS 4,90 Ba C2	276,5	271,1	352,8	0,62	27,6	181,1 SPS 4,90 Ba C2	282,0	271,1	244,2	0,74	
200L	BRKSTK - Dier 150x100x10 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	0,33	0,33	125	-167,1 SPS 4,90 Ba C2	276,5	271,1	352,8	0,62	27,6	181,1 SPS 4,90 Ba C2	282,0	271,1	244,2	0,74	
201	BRKSTK - Dier 150x100x10 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	1,00	1,00	134	-77,5 ULS 3,535	1730,0	2711,1	352,8	0,45	17,3	60,1 ULS 3,09	216,4	271,1	271,4	0,28	
201T	BRKSTK - Dier 150x100x10 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	1,00	1,00	134	-77,5 ULS 3,535	1730,0	2711,1	352,8	0,45	17,3	60,1 ULS 3,09	216,4	271,1	271,4	0,28	
202	BRKSTK - Dier 180x60x8 # S355	S355	M20x4-8-R	0,82	0,50	0,50	189	-22,8 SPS 4,90 Ba C2	81,7	188,2	238,2	0,38	8,17	4,4 ULS 18,90 Ba C2	185,3	188,2	142,5	0,03	
203	BRKSTK - Dier 180x60x8 # S355	S355	M20x4-8-R	1,00	1,00	1,00	244	-5,3 ULS 18,90 Ba C2	35,0	494,1	102,9	0,69	5,3	24,0 SPS 4,90 Ba C2	131,7	94,1	93,5	0,26	
204	BRKSTK - Dier 180x60x8 # S355	S355	M20x4-8-R	1,00	1,00	1,00	144	-13,0 SPS 4,90 Ba C1	18,2	271,1	352,8	0,71	18,2	15,6 SPS 4,90 Ba C1	260,3	271,1	244,2	0,62	
210L	BRKSTK - Dier 100x100x10 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	1,00	1,00	144	-13,0 SPS 4,90 Ba C1	18,2	271,1	352,8	0,71	18,2	15,6 SPS 4,90 Ba C1	260,3	271,1	244,2	0,62	
211L	BRKSTK - Dier 100x100x10 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	0,52	0,52	142	-187,0 SPS 4,90 Ba C2	189,9	271,1	352,8	0,84	18,7	163,3 SPS 4,90 Ba C2	260,3	271,1	244,2	0,67	
211T	BRKSTK - Dier 100x100x10 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	0,52	0,52	142	-187,0 SPS 4,90 Ba C2	189,9	271,1	352,8	0,84	18,7	163,3 SPS 4,90 Ba C2	260,3	271,1	244,2	0,67	
212L	BRKSTK - Dier 100x100x10 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	0,55	0,55	133	-208,1 SPS 4,90 Ba C2	217,7	271,1	352,8	0,86	20,8	228,3 SPS 4,90 Ba C2	260,3	271,1	244,2	0,93	
212T	BRKSTK - Dier 100x100x10 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	0,55	0,55	133	-208,1 SPS 4,90 Ba C2	217,7	271,1	352,8	0,86	20,8	228,3 SPS 4,90 Ba C2	260,3	271,1	244,2	0,93	
213L	BRKSTK - Dier 100x100x10 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	0,55	0,55	112	-291,9 SPS 4,90 Ba C2	316,3	542,2	423,4	0,53	29,2	255,5 SPS 4,90 Ba C2	307,0	542,2	293,1	0,87	
213T	BRKSTK - Dier 100x100x10 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	0,55	0,55	112	-291,9 SPS 4,90 Ba C2	316,3	542,2	423,4	0,53	29,2	255,5 SPS 4,90 Ba C2	307,0	542,2	293,1	0,87	
214	BRKSTK - Dier 100x100x10 # S355	S355	M20x4-8-R	1,00	1,00	1,00	95	-164,1 SPS 4,90 Ba C2	301,9	188,2	176,4	0,83	16,4	164,6 SPS 4,90 Ba C2	386,9	188,2	176,4	0,93	
214T	BRKSTK - Dier 100x100x10 # S355	S355	M20x4-8-R	1,00	1,00	1,00	95	-164,1 SPS 4,90 Ba C2	301,9	188,2	176,4	0,83	16,4	164,6 SPS 4,90 Ba C2	386,9	188,2	176,4	0,93	
216L	BRKSTK - Dier 100x100x10 # S355	S355	M20x4-8-R	1,00	2,00	1,00	154	-65,6 ULS 3,135	1132,2	806,5	182,6	0,31	65,6	416,1 ULS 4,90 Ba C2	916,5	806,5	606,5	0,52	
216T	BRKSTK - Dier 100x100x10 # S355	S355	M20x4-8-R	1,00	2,00	1,00	154	-65,6 ULS 3,135	1132,2	806,5	182,6	0,31	65,6	416,1 ULS 4,90 Ba C2	916,5	806,5	606,5	0,52	
220L	BRKSTK - Dier 190x90x9 # S355	S355	M24x4-8-R	0,83	0,53	0,53	103	-48,3 SPS 3,09	284,4	271,1	317,5	0,22	48,3	77,7 SPS 4,90 Ba C1	204,6	271,1	219,8	0,38	
220T	BRKSTK - Dier 190x90x9 # S355	S355	M24x4-8-R	0,83	0,53	0,53	103	-48,3 SPS 3,09	284,4	271,1	317,5	0,22	48,3	77,7 SPS 4,90 Ba C1	204,6	271,1	219,8	0,38	
221L	BRKSTK - Dier 190x90x9 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	1,00	1,00	149	-2,6 SPS 3,09	188,2	188,2	235,2	0,05	2,6	11,9 ULS 18,90 Ba C1	188,2	188,2	159,2	0,06	
221T	BRKSTK - Dier 190x90x9 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	1,00	1,00	149	-2,6 SPS 3,09	188,2	188,2	235,2	0,05	2,6	11,9 ULS 18,90 Ba C1	188,2	188,2	159,2	0,06	
222L	BRKSTK - Dier 190x90x9 # S355	S355	M24x4-8-R	0,83	0,52	0,52	93	-19,5 ULS 18,90 Ba C2	246,9	271,1	317,5	0,08	19,5	1,3 SPS 18,0	204,6	271,1	219,8	0,03	
222T	BRKSTK - Dier 190x90x9 # S355	S355	M24x4-8-R	0,83	0,52	0,52	93	-19,5 ULS 18,90 Ba C2	246,9	271,1	317,5	0,08	19,5	1,3 SPS 18,0	204,6	271,1	219,8	0,03	
223L	BRKSTK - Dier 190x90x9 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	1,00	1,00	81	-11,1 SPS 4,90 Ba C2	219,9	271,1	282,2	0,03	11,1	12,2 ULS 3,90	169,5	271,1	217,1	0,07	
223T	BRKSTK - Dier 190x90x9 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	1,00	1,00	81	-11,1 SPS 4,90 Ba C2	219,9	271,1	282,2	0,03	11,1	12,2 ULS 3,90	169,5	271,1	217,1	0,07	
224L	BRKSTK - Dier 190x90x9 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	2,00	1,00	82	-6,3 SPS 4,90 Ba C2	219,9	271,1	282,2	0,03	6,3	4,8 SPS 4,90 Ba C2	160,3	271,1	195,4	0,03	
224T	BRKSTK - Dier 190x90x9 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	2,00	1,00	82	-6,3 SPS 4,90 Ba C2	219,9	271,1	282,2	0,03	6,3	4,8 SPS 4,90 Ba C2	160,3	271,1	195,4	0,03	
225	BRKSTK - Dier 190x90x9 # S355	S355	M24x4-8-R	0,50	0,50	0,50	103	0,0 ULS 3,135	58,6	60,3	58,6	0,00	0,0	6,1 ULS 3,135	62,7	60,3	44,5	0,00	
225T	BRKSTK - Dier 190x90x9 # S355	S355	M24x4-8-R	0,50	0,50	0,50	103	0,0 ULS 3,135	58,6	60,3	58,6	0,00	0,0	6,1 ULS 3,135	62,7	60,3	44,5	0,00	
226L	BRKSTK - Dier 190x90x9 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	1,00	1,00	149	-2,6 SPS 3,09	188,2	188,2	235,2	0,05	2,6	11,9 ULS 18,90 Ba C1	188,2	188,2	159,2	0,06	
226T	BRKSTK - Dier 190x90x9 # S355	S355	M24x4-8-R	1,00	1,00	1,00	149	-2,6 SPS 3,09	188,2	188,2	235,2	0,05	2,6	11,9 ULS 18,90 Ba C1	188,2	188,2	159,2	0,06	
230L	BRKSTK - Dier 180x60x8 # S355	S355	M20x4-8-R	0,50	0,50	0,50	103	-9,0 ULS 3,535	188,2	188,2	235,2	0,05	9,0	4,4 SPS 3,535	165,3	188,2	159,2	0,05	
230T	BRKSTK - Dier 180x60x8 # S355	S355	M20x4-8-R	0,50	0,50	0,50	103	-9,0 ULS 3,535	188,2	188,2	235								



**Assessment of groups for strengthened mast (afkeur level)**

Date 17-6-2021  
 Author MKh  
 Version 1.0

**ZW380 Oost D2.3 RSD-WDT  
 Lijnportaal  
 Mast 19a**

Stafgroep	Omschrijving	Profiel	Staalsoort	Bouten	RLX	RLY	RLZ	Slankheid	Druk Combinatie druk	Knik	Afschuiving	Stuik (druk)	U.c. (druk)	Opm.	Trek Combinatie trek	Nettoafsch.	Afschuif	Stuik (trek)	U.c. (trek)	Opm.2
329	Traverse - Top	60x60x6	S355	M16x8-8t	1,00	1,00	1,00	241	-0,8 SLS 3,0 Ba Ct2	25,2	60,3	70,6	0,24	0,24	0,6 SLS 3,0 Ba Ct1	98,8	60,3	52,3	0,04	
330	Traverse - Top	60x60x6	S355	M16x8-8t	1,00	1,00	1,00	241	-0,8 SLS 3,0 Ba Ct2	25,2	60,3	70,6	0,24	0,24	0,6 SLS 3,0 Ba Ct1	98,8	60,3	52,3	0,04	
331	Traverse - Top	60x60x6	S355	M16x8-8t	1,00	1,00	1,00	138	-0,9 ULS 1a, 0,9 Ba Ct2	59,3	60,3	70,6	0,02	0,02	0,6 ULS 1a, 0,9 Ba Ct1	98,8	60,3	52,3	0,01	
332	Traverse - Top	60x60x6	S355	M16x8-8t	1,00	1,00	1,00	190	-0,3 ULS 3,53 S	38,0	60,3	70,6	0,25	0,25	0,7 SFLS 1a, 0,5, 0,9, 0 Ba	98,8	60,3	52,3	0,01	
333	Traverse - Top	60x60x6	S355	M16x8-8t	1,00	1,00	1,00	191	-0,7 SFLS 1a, 0 Ba All Ct2	37,7	60,3	70,6	0,02	0,02	14,1 ULS 3,0, 0,53 S	98,8	60,3	52,3	0,27	
334	Traverse - Top	60x60x6	S355	M16x8-8t	1,00	1,00	1,00	178	-2,28 ULS 3,0, 0,53 S	41,7	60,3	70,6	0,05	0,05	0,8 SFLS 1a, 0 Ba Ct1	98,8	60,3	52,3	0,02	



**Assessment of groups for strengthened mast (verbouw level)**

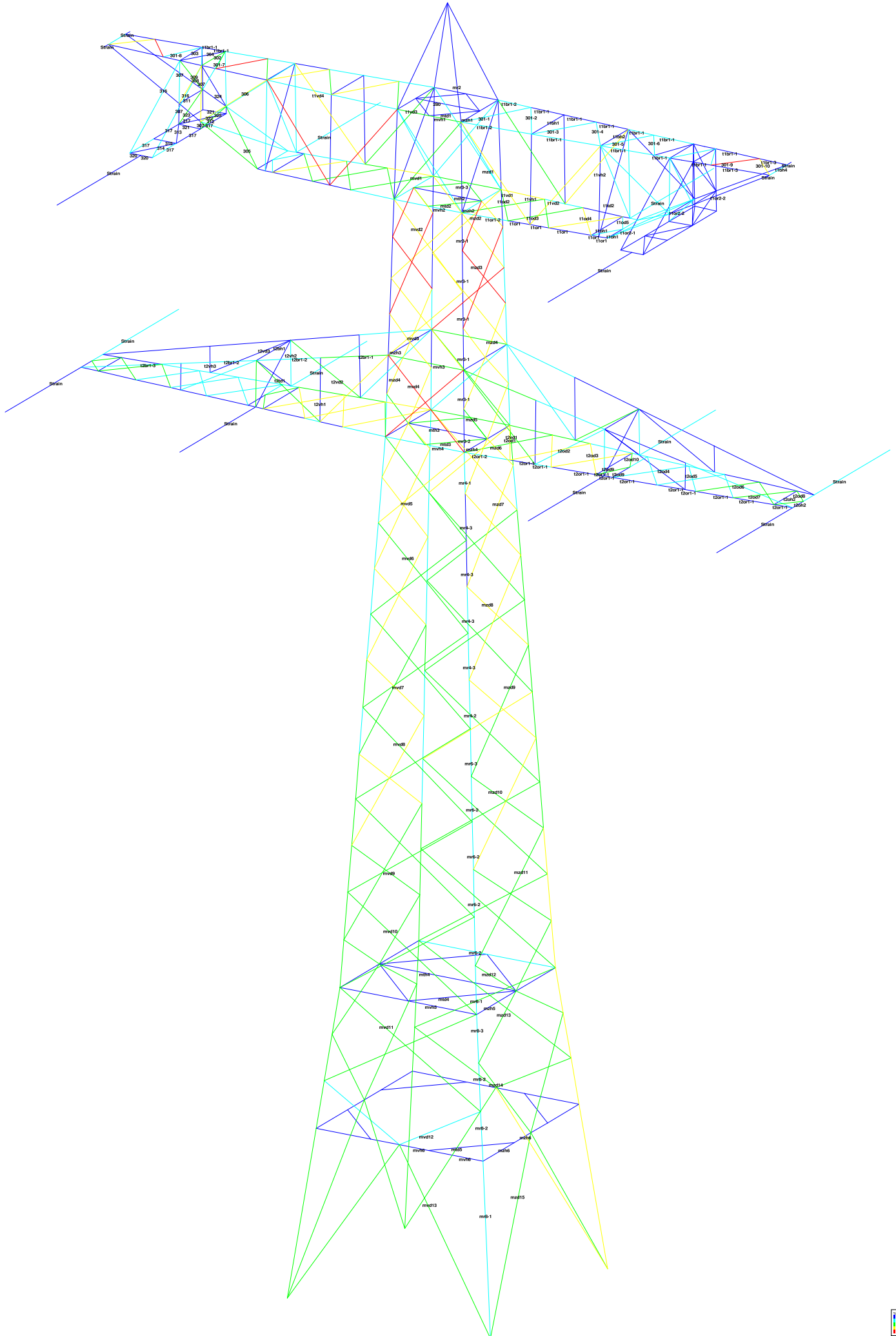
Date 17-6-2021  
 Author MKH  
 Version 1.0

ZW380 Oost D2.3 RSD-WDT  
 Lijnportaal  
 Mast 19a

Staalgroep	Omschrijving Profiel	Staalsoort	Bouten	RLX	RLY	RLZ	Stankheid	Druk Combinatie druk	Knik	Afschuiving	Stuik (druk)	U.C. (druk)	Opm.	Trek Combinatie trek	Nettodsh.	Afschuif	Stuik (trek)	U.C. (trek)	
213L	Eerste TSSNTK 100x100x12	S355	2M24-8.8t	0,55	0,55	0,55	112	-302,0	SPLS 4_90 Ba C2	315,3	542,2	423,4	0,96	263,5	SPLS 4_0,9_90 Ba C2	307,0	542,2	293,1	0,90
213T	Eerste TSSNTK 100x100x12	S355	2M24-8.8t	0,55	0,55	0,55	112	-293,5	SPLS 4_0,9_90 Ba C2	315,3	542,2	423,4	0,93	265,8	SPLS 4_90 Ba C2	307,0	542,2	293,1	0,91
214	Eerste TSSNTK 100x100x12	S355	1M20-8.8t	1,00	1,00	1,00	95	-170,3	SPLS 4_90 Ba C2	301,9	188,2	176,4	0,97	170,0	SPLS 4_0,9_90 Ba C2	366,9	188,2	176,4	0,96

**Notes**

1) The bolted connections on groups 213L/T and 214 require strengthening using plates. Refer to Appendix D and E.







Assessment of groups for initial mast (afkeur level)

Date 21-7-2021
Author MKM
Version 1.0

ZW380 Oost D2.3 RSD-HDK
Winkelmast 150°
Mast 97

Table with columns: Group Label, Description, Profile, Steel Quality, Bolts, RLV, RLV, RLV, Slenderness, Compression Load Case (Compression), Buckling Shear (Comp), Bearing (Comp), U.C. (Comp), Exceedance (Comp), Tension, Load Case (Tension), Net Section, Shear (Tens), Bearing (Tens), U.C. (Tens), Exceedance (Tens)







Assessment of groups for strengthened mast (afkeur level)

Date 21-7-2021
Author MKH
Version 1.0

ZW380 Oost D2.3 RSD-MDK
Winkelmast 150°
Mast 97

Table with columns: Staafgroep, Omschrijving, Profiel, RLY, RLV, RLZ, Slankheid, Draak Combinatie draak, Klink, Afsluiting, Stuk (draak), ULC (draak), Opm., Trek Combinatie trek, Nettoedst., Afschuur, Stuk (trek), ULC (trek). Rows list various mast components like mze9, mze2, mze3, etc.



**Assessment of groups for strengthened mast (verbouw level)**

21-7-2021  
MKH  
1.0

Date  
Author  
Version

**ZW380 Oost D2.3 RSD-MDK  
Winkelmast 150°  
Mast 97**

Staalgroep	Omschrijving Profiel	Staalsoort	Bouten	RLX	RLY	RLZ	Slankheid	Druk Combinatie druk	Knik	Afschuiving	Stuik (druk)	U.C. (druk)	Opm.	Trek Combinatie trek	Nettodsh.	Afsluif	Stuik (trek)	U.C. (trek)
tlw1	tlw1	80x80x8	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	183	0.0	71.6	120.6	94.1	0.00		63.8	163.1	120.6	69.7	0.92
tlw2	tlw2	80x80x8	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	181	-64.0	74.4	120.6	94.1	0.88		0.0	131.6	188.2	123.3	0.74
mzd3	mzd3	70x70x7	2M20-8-8t	1.00	1.00	1.00	96	-91.9	154.5	188.2	205.8	0.60		91.4	199.9	188.2	123.3	0.73
mzd3	mzd3	70x70x7	2M20-8-8t	0.52	0.52	0.52	102	-89.6	144.5	188.2	205.8	0.62		91.3	199.9	188.2	123.3	0.73
mzd4	mzd4	70x70x7	2M20-8-8t	0.52	0.52	0.52	109	-88.5	134.3	188.2	205.8	0.54		110.3	199.9	188.2	123.3	0.82
mzd4	mzd4	70x70x7	2M20-8-8t	0.52	0.52	0.52	109	-88.5	134.3	188.2	205.8	0.54		110.3	199.9	188.2	123.3	0.82
301-6	Bovenstuk Bow 55x55x6	5355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	129	-1.1	56.3	60.3	70.6	0.02		30.8	75.3	60.3	45.8	0.67
301-9	Bovenstuk Bow 55x55x6	5355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	113	-0.4	60.3	60.3	70.6	0.01		36.4	75.3	60.3	45.8	0.80
301-7	Bovenstuk Bow 50x50x5	5355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	122	-24.7	48.4	60.3	58.8	0.51		3.0	62.7	60.3	38.1	0.08
301-8	Bovenstuk Bow 50x50x5	5355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	113	-29.5	55.9	60.3	58.8	0.56		0.5	62.7	60.3	38.1	0.01
302	Boven traverse I 50x50x5	5355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	112	0.0	55.2	60.3	58.8	0.00		20.3	62.7	60.3	38.1	0.53
303	Boven traverse I 50x50x5	5355	1M16-8-8t	0.52	0.52	0.52	105	-0.3	56.8	60.3	58.8	0.12		0.1	62.7	60.3	38.1	0.15
304	Boven traverse I 50x50x5	5355	1M16-8-8t	0.52	0.52	0.52	105	-0.3	56.8	60.3	58.8	0.12		20.0	62.7	60.3	38.1	0.53
305	Boven traverse I 50x50x5	5355	1M16-8-8t	0.50	0.50	0.50	114	-28.1	52.2	60.3	58.8	0.48		25.6	62.7	60.3	38.1	0.67
307	Boven traverse I 50x60x6	5355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	117	-47.2	82.5	60.3	70.6	0.78		19.0	98.8	60.3	52.3	0.36
308	Boven traverse I 50x50x5	5355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	153	-0.8	36.0	60.3	58.8	0.02		23.2	62.7	60.3	38.1	0.61
309	Boven traverse I 50x50x5	5355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	124	-22.2	47.3	60.3	58.8	0.47		31.3	62.7	60.3	38.1	0.85
311	Boven traverse I 50x50x5	5355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	112	-0.1	53.3	60.3	58.8	0.00		3.3	62.7	60.3	38.1	0.09
321	Boven traverse I 50x50x5	5355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	122	-0.1	82.2	60.3	58.8	0.00		0.2	62.7	60.3	38.1	0.01
322	Boven traverse I 50x50x5	5355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	132	-0.1	82.2	60.3	58.8	0.00		0.2	62.7	60.3	38.1	0.01
313	Boven traverse I 50x50x5	5355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	133	-1.3	43.2	60.3	58.8	0.03		0.7	62.7	60.3	38.1	0.02
314	Boven traverse I 50x50x5	5355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	130	-1.5	44.5	60.3	58.8	0.03		0.9	62.7	60.3	38.1	0.02
315	Boven traverse I 50x50x5	5355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	62	0.0	86.3	60.3	58.8	0.00		0.3	62.7	60.3	38.1	0.01
316	Boven traverse I 50x50x5	5355	1M20-8-8t	1.00	1.00	1.00	178	-0.4	74.4	94.1	117.6	0.01		35.6	181.9	94.1	83.2	0.43
317	Boven traverse I 50x80x8	5355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	71	-24.7	244.2	60.3	94.1	0.41		0.6	194.4	60.3	66.3	0.01
320	Boven traverse I HEB100	5355	2M20-8-8t	2.00	2.00	2.00	15	-1.1	160.3	188.2	235.2	0.01		2.0	179.7	188.2	166.3	0.01
321	Boven traverse I 50x50x5	5355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	115	-1.1	44.5	60.3	58.8	0.01		0.9	62.7	60.3	38.1	0.03
323	Boven traverse I 50x50x5	5355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	125	-24.2	46.9	60.3	58.8	0.52		0.9	62.7	60.3	38.1	0.03
324	Boven traverse I 50x60x6	5355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	152	-13.0	47.6	60.3	70.6	0.25		0.8	98.8	60.3	52.3	0.04
325	Boven traverse I 50x50x5	5355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	123	-25.5	47.6	60.3	58.8	0.54		0.8	62.7	60.3	38.1	0.02
306	Boven traverse I 70x70x7	5355	1M16-8-8t	1.00	1.00	1.00	166	-18.2	63.0	60.3	82.3	0.30		53.3	142.7	60.3	61.0	0.88

**Notes**

- 1) The bolted connections on groups tlw1, and tlw2 require strengthening with plates. Refer to Appendix D and E.
- 2) Groups 301-7, 301-8 and 301-7/m 325 are new groups which were added for the upper conductor attachment extension.



## **APPENDIX C**

### **Redundant members analysis**

---

# DNV-GL

## Knikverkorters initial construction (afkeur)

Date: 2021-06-18

Author: M H Khan

Version: 1.8

GT-BD

H1

Mast 1

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt	Quality	Length (m)	Angle (°)	Slenderness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Bolt Cap. (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Exceedance Type	Notes
231	Onderstuk	Enkele staaf	L60.6	S235	M20	8.8	1.029	0	88	16.5	0.26	77.0	94.1	47.5	48.4	1.24	0.35		
29	Onderstuk	Enkele staaf	L60.6	S235	M20	8.8	1.80	68	154	16.5	0.00	44.7	94.1	47.5	48.4	1.24	0.37		
229	Onderstuk	Enkele staaf	L60.6	S235	M20	8.8	2.10	0	180	16.5	0.53	36.5	94.1	47.5	48.4	1.24	0.45		
26	Onderstuk	Enkele staaf	L65.6	S235	M20	8.8	2.43	40	191	16.5	0.00	36.5	94.1	50.5	65.7	1.46	0.45		
25	Onderstuk	Enkele staaf	L65.6	S235	M20	8.8	2.41	41	190	16.5	0.00	36.9	94.1	50.5	65.7	1.46	0.45		
24	Onderstuk	Enkele staaf	L60.6	S235	M20	8.8	1.65	0	141	16.5	0.41	49.5	94.1	47.5	48.4	1.24	0.35		
23	Onderstuk	Enkele staaf	L60.6	S235	M20	8.8	1.07	0	92	16.5	0.27	74.9	94.1	47.5	48.4	1.24	0.35		
22	Onderstuk	Enkele staaf	L60.6	S235	M20	8.8	1.56	60	133	16.5	0.00	52.7	94.1	47.5	48.4	1.24	0.35		
42	Doorsnede A-A	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	2.31	0	237	1.5	0.58	17.1	60.3	30.3	31.7	0.72	0.80		
43	Doorsnede A-A	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.63	0	167	1.5	0.41	27.8	60.3	30.3	31.7	0.72	0.57		
40	Doorsnede A-A	Enkele staaf	L100.8	S235	M20	8.8	6.81	0	346	1.5	1.70	30.3	94.1	69.8	179.7	4.76	0.36		
41	Doorsnede A-A	Kniksteun op 0,5L	L70.6	S235	M20	8.8	4.65	0	218	1.5	1.16	26.9	94.1	52.4	82.9	1.71	0.68		
49	Doorsnede B-B	Enkele staaf	L75.7	S235	M20	8.8	3.18	0	217	2.5	0.80	41.0	94.1	61.1	96.8	2.27	0.35		
47	Doorsnede B-B	Kruisende staaf halverwege	L65.6	S235	M20	8.8	4.73	0	240	2.5	0.59	21.8	94.1	50.5	65.7	1.46	0.41		
383	Tussenstuk	Enkele staaf	L70.6	S235	M16	8.8	1.41	0	103	12.3	0.35	80.3	60.3	38.4	89.9	1.71	0.32		

## Knikverkorters initial construction (afkeur)

Date: 2021-06-18

Author: M H Khan

Version: 1.8

RSB-RSD  
H150°  
Mast 11

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt	Quality	Length (m)	Angle (°)	Slender ness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear		Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Exceedance Type	Notes
													Cap. Bolt (kN)	Cap. Bolt (kN)						
23	Onderstuk	Enkele staaf	L60.5	S235	M20	8.8	0.76	0	65	10.1	0.19	73.1	94.1	94.1	39.6	40.3	1.05	0.25		
21	Onderstuk	Enkele staaf	L60.5	S235	M20	8.8	1.46	66	124	10.1	0.00	48.0	94.1	94.1	39.6	40.3	1.05	0.25		
19	Onderstuk	Enkele staaf	L60.5	S235	M20	8.8	1.51	0	129	10.1	0.38	46.3	94.1	94.1	39.6	40.3	1.05	0.36		
18	Onderstuk	Enkele staaf	L60.5	S235	M20	8.8	1.86	42	158	10.1	0.00	36.3	94.1	94.1	39.6	40.3	1.05	0.28		
44	Onderstuk	Enkele staaf	L60.5	S235	M20	8.8	1.67	38	142	10.1	0.00	41.4	94.1	94.1	39.6	40.3	1.05	0.25		
43	Onderstuk	Enkele staaf	L60.5	S235	M20	8.8	1.13	0	96	10.1	0.28	60.7	94.1	94.1	39.6	40.3	1.05	0.27		
34	Doorsnede A-A	Enkele staaf	L65.6	S235	M20	8.8	3.59	0	283	1.7	0.90	20.3	94.1	94.1	50.5	65.7	1.46	0.62		
47	Doorsnede B-B	Enkele staaf	L60.5	S235	M20	8.8	2.24	0	191	1.0	0.56	28.4	94.1	94.1	39.6	40.3	1.05	0.53		
48	Doorsnede C-C	Enkele staaf	L60.5	S235	M20	8.8	2.04	0	174	2.8	0.51	32.2	94.1	94.1	39.6	40.3	1.05	0.49		
49	Doorsnede D-D	Enkele staaf	L60.5	S235	M20	8.8	0.98	0	83	2.8	0.25	66.8	94.1	94.1	39.6	40.3	1.05	0.23		
251	Bovenstuk	Enkele staaf	L60.6	S235	M20	8.8	0.99	0	85	5.0	0.25	78.7	94.1	94.1	47.5	48.4	1.24	0.20		

# DNV-GL

## Knikverkorters initial construction (afkeur)

Date: 2021-06-18

Author: M H Khan

Version: 1.8

RSB-RSD

Lijnportaal

Mast 19a

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt	Quality	Length (m)	Angle (°)	Slenderness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Bolt Cap. (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Exceedance Type	Notes
K22	Onderstuk	Enkele staaf	L50.5	S355	M16	8.8	0.675	0	69	16.9	0.17	82.4	60.3	41.3	43.1	1.08	0.41		
K19	Onderstuk	Enkele staaf	L50.5	S355	M16	8.8	0.96	58	99	16.9	0.00	61.2	60.3	41.3	43.1	1.08	0.41		
K21	Onderstuk	Enkele staaf	L50.5	S355	M16	8.8	1.09	0	112	16.9	0.27	53.4	60.3	41.3	43.1	1.08	0.41		
K18	Onderstuk	Enkele staaf	L50.5	S355	M16	8.8	1.23	41	127	16.9	0.00	46.1	60.3	41.3	43.1	1.08	0.41		
K20	Onderstuk	Enkele staaf	L50.5	S355	M16	8.8	1.51	0	155	16.9	0.38	35.4	60.3	41.3	43.1	1.08	0.48		
K17	Onderstuk	Enkele staaf	L50.5	S355	M16	8.8	1.79	52	183	16.9	0.00	27.8	60.3	41.3	43.1	1.08	0.61		
D29	Horiz verband	Enkele staaf	L70.7	S355	M20	8.8	3.17	0	233	1.7	0.79	37.8	94.1	83.2	131.7	2.99	0.27		
H3	Horiz verband	Kruisende staaf halverwege	L80.8	S355	M20	8.8	4.62	0	191	1.7	0.58	55.7	94.1	95.0	181.9	4.46	0.13		
K1	1e Tussenstuk	Enkele staaf	L60.6	S355	M16	8.8	1.84	0	157	17.4	0.46	49.8	60.3	52.3	98.8	1.88	0.35		
K2	1e Tussenstuk	Enkele staaf	L60.6	S355	M16	8.8	1.43	0	122	17.4	0.36	69.3	60.3	52.3	98.8	1.88	0.33		
K11	1e Tussenstuk	Enkele staaf	L50.5	S355	M16	8.8	1.13	0	116	17.4	0.28	51.3	60.3	41.3	43.1	1.08	0.42		
D51	Horiz verband	Enkele staaf	L70.7	S355	M20	8.8	1.67	0	123	11.1	0.42	94.0	94.1	83.2	131.7	2.99	0.14		
H71	Horiz verband	Kruisende staaf halverwege	L50.5	S355	M16	8.8	2.52	0	166	11.1	0.32	26.1	60.3	41.3	43.1	1.08	0.43		
K12	2e Tussenstuk	Enkele staaf	L50.5	S355	M16	8.8	0.99	0	102	9.2	0.25	59.5	60.3	41.3	43.1	1.08	0.23		
K14	2e Tussenstuk	Enkele staaf	L50.5	S355	M16	8.8	0.88	0	91	9.2	0.22	66.6	60.3	41.3	43.1	1.08	0.22		
K13	2e Tussenstuk	Enkele staaf	L50.5	S355	M16	8.8	0.79	0	81	9.2	0.20	73.8	60.3	41.3	43.1	1.08	0.22		

# DNV-GL

## Knikverkorters initial construction (afkeur)

Date: 2021-06-18

Author: M H Khan

Version: 1.8

MDK-RSD

W150°

Mast 97

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.	Exceedance Type	Notes
24	Onderstuk	Enkele staaf	L60.5	S235	M20	8.8	0.76	0	65	10.1	0.19	73.1	94.1	39.6	40.3	1.05	0.25		
23	Onderstuk	Enkele staaf	L60.5	S235	M20	8.8	1.46	66	124	10.1	0.00	48.0	94.1	39.6	40.3	1.05	0.25		
25	Onderstuk	Enkele staaf	L60.5	S235	M20	8.8	1.51	0	129	10.1	0.38	46.3	94.1	39.6	40.3	1.05	0.36		
21	Onderstuk	Enkele staaf	L60.5	S235	M20	8.8	1.86	42	158	10.1	0.00	36.3	94.1	39.6	40.3	1.05	0.28		
27	Onderstuk	Enkele staaf	L60.5	S235	M20	8.8	1.67	38	142	10.1	0.00	41.4	94.1	39.6	40.3	1.05	0.25		
26	Onderstuk	Enkele staaf	L60.5	S235	M20	8.8	1.13	0	96	10.1	0.28	60.7	94.1	39.6	40.3	1.05	0.27		
16	Doorsnede A-A	Enkele staaf	L65.6	S235	M20	8.8	3.59	0	283	1.3	0.90	20.3	94.1	50.5	65.7	1.46	0.62		
20	Doorsnede B-B	Enkele staaf	L60.5	S235	M20	8.8	2.24	0	191	1.0	0.56	28.4	94.1	39.6	40.3	1.05	0.53		
25	Doorsnede C-C	Enkele staaf	L60.5	S235	M20	8.8	2.04	0	174	2.8	0.51	32.2	94.1	39.6	40.3	1.05	0.49		
18	Doorsnede D-D	Enkele staaf	L60.5	S235	M20	8.8	0.99	0	84	2.8	0.25	66.5	94.1	39.6	40.3	1.05	0.24		
251	Bovenstuk	Enkele staaf	L60.6	S235	M20	8.8	0.99	0	85	5.0	0.25	78.7	94.1	47.5	48.4	1.24	0.20		
17	Doorsnede A-A	Enkele staaf	L60.5	S235	M20	8.8	2.50	0	213	1.3	0.63	24.3	94.1	39.6	40.3	1.05	0.59		



## **APPENDIX D**

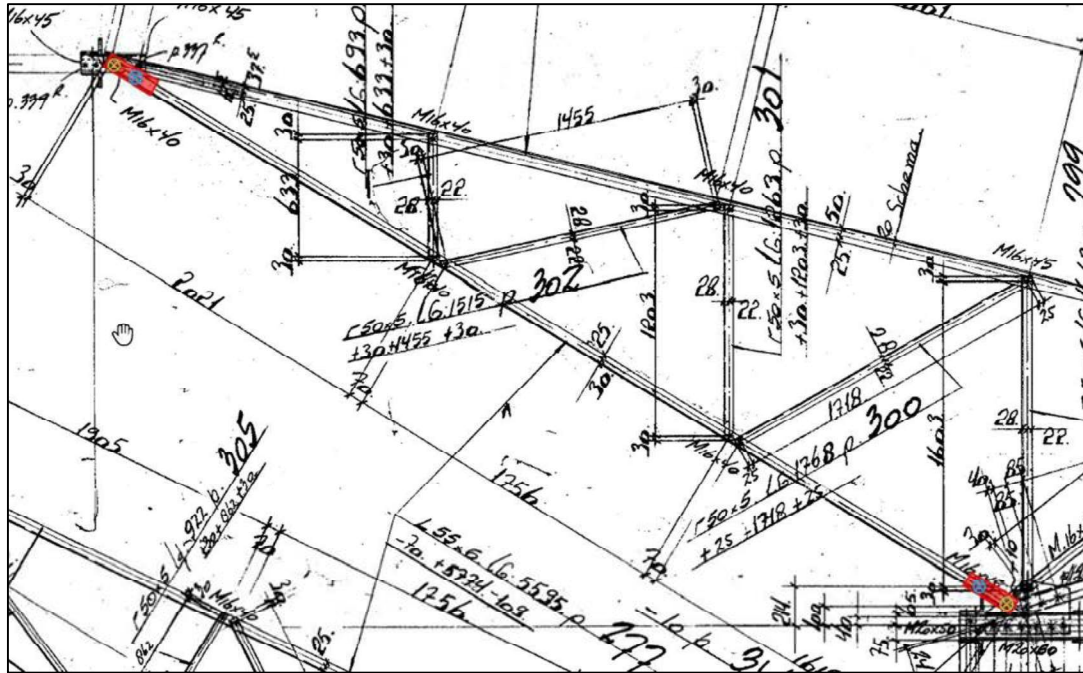
### **Shear blocks and miscellaneous calculations**

---

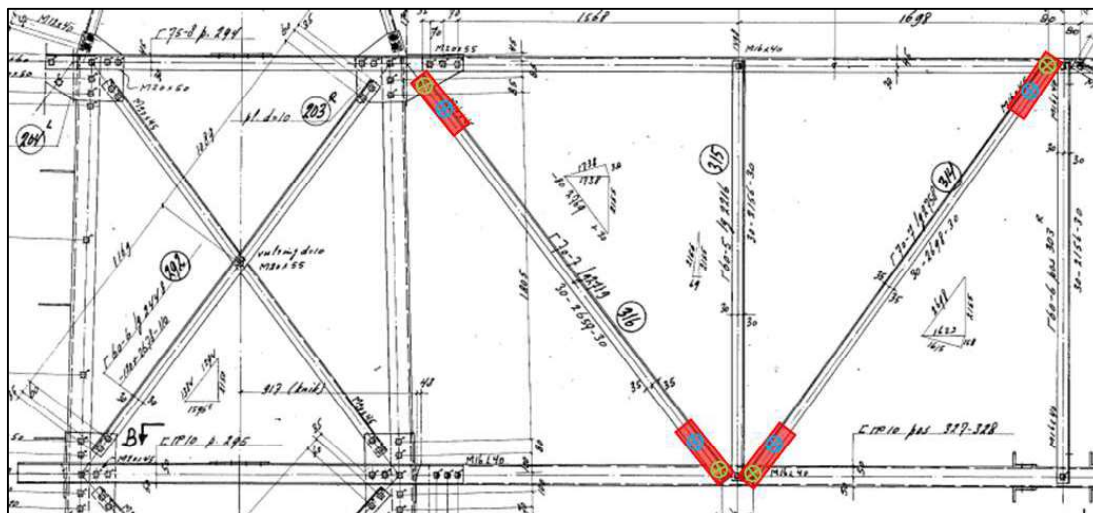


## Joint Strengthening

A number of bolted connections on the four structures require strengthening with plates. The purpose of the plates are to place the existing bolts in double shear, thereby increasing the shear capacity of the joints. The figures which follow show the locations which require plates. New bolts are depicted in blue and existing bolts in green.



**Figure D.1 Mast 1 GT-BD member P277**



**Figure D.2 Mast 11 RSB-RSD (members 314 and 316) and Mast 97 RSD-MDK (members 81 and 82).**



Table D.1, Table D.2 and Table D.3 summarise the net section and bearing capacity calculations for the plates.

**Table D.1 Details for the members which require joint strengthening**

Mast nr	Pos nr (from asset data)	Group nr (from PLS Tower)	Member size	Bolt info	Force (kN)
1	P277	110-1, 110-2, 110-3	L70x7	1xM16	83.15
11	316	T1VD1	L80x8	1xM16	62.35
11	314	T1VD2	L80x8	1xM16	62.64
19a	D51	214	L100x12	1xM20	170.32
19a	D76, D78, D87	213L/ T	L100x12	2xM24	302.00
97	81	T1VD1	L80x8	1xM16	63.91
97	82	T1VD2	L80x8	1xM16	64.13

**Table D.2 Net section capacity check for the plates**

Pos Nr	Force (kN)	Plate width (mm)	Plate thickness (mm)	Plate area (mm <sup>2</sup> )	Member width (mm)	Member thick (mm)	Member area (mm <sup>2</sup> )	Plate force (kN)	Bolt hole diam (mm)	Net area (mm <sup>2</sup> )	Net section cap (kN)	Check (Net section cap > plate force)
P277	83.15	70	10	700	70	7	735	40.56	18	520	134.784	OK
316	62.35	80	10	800	80	8	960	28.34	18	620	160.704	OK
314	62.64	80	10	800	80	8	960	28.47	18	620	160.704	OK
D51	170.32	100	10	1000	100	12	1800	60.83	22	780	202.176	OK
D76, D78, D87	302.00	100	10	1000	100	12	1800	107.86	26	740	191.808	OK
81	63.91	80	10	800	80	8	960	29.05	18	620	160.704	OK
82	64.13	80	10	800	80	8	960	29.15	18	620	160.704	OK

**Table D.3 Bearing capacity check for the plates**

Pos Nr	Plate force (kN)	Bolt end distance (mm)	Short edge distance (mm)	Bolt hole diam (mm)	k1	Bolt diam (mm)	Alpha	Plate thickness (mm)	Bearing capacity (kN)	Check (bearing cap > plate force)
P277	40.56	30	35	18	2.50	16	0.56	10	64.00	OK
316	28.34	30	40	18	2.50	16	0.56	10	64.00	OK
314	28.47	30	40	18	2.50	16	0.56	10	64.00	OK
D51	60.83	40	50	22	2.50	20	0.61	10	87.27	OK
D76, D78, D87	107.86	45	50	26	2.50	24	0.58	10	199.38	OK
81	29.05	30	35	18	2.50	16	0.56	10	64.00	OK
82	29.15	30	35	18	2.50	16	0.56	10	64.00	OK

Project: GT-BD150  
 Mast: 1 - Afkeur

**Shear blocks**

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

Datum: 2021-06-18  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.4

Load			Results		
Compression	$F_{Ed,c}$	1019 kN	Compression	U.C.	0.82 < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	800 kN	Tension	U.C.	0.77 < 1,00 OK

**Main leg**

Profile		<b>L200.24</b>
Steel material		S235
Cross section		9059 mm <sup>2</sup>
Axial capacity	$N_{pl}$	2129 kN
Width	b	200 mm
Thickness	t	24 mm
Length in concrete		1190 mm

**Capacity shear blocks main leg**

$A_{f1}$	=	6000 mm <sup>2</sup>
$A_{f2}$	=	13392 mm <sup>2</sup>
Slope		1 : 5
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}}$	=	1.49
$f_{jd} = C_A \times f_{cd}$	=	19.9 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	837 kN
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	837 kN

**Shear blocks main leg**

Width	b	30 mm
Thickness	h	30 mm
Length	L	200 mm
Welds	a	4 mm
c.t.c. separation	s	150 mm
Number for compr.	$n_c$	7 -
Number for tension	$n_t$	7 -

**Capacity foot plate**

$K_d$	=	1.73 -
$f_{jd} = C_A \times f_{cd}$	=	23.1 N/mm <sup>2</sup>
$c = t\sqrt{(f_{yd} / 3f_{jd})}$	=	59 mm
$m^* = \min(c, m)$	=	10 mm
Type foot plate		Diagonally cut
Effective for		Compr. and tension
$A_{p,c}$	=	17531 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = A_{p,druk} \times f_{jd}$	=	405 kN
$A_{p,t}$	=	8472 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd}$	=	196 kN

**Foot plate**

Thickness	t	30 mm
Ext. length	m	10 mm
Welds	a	4 mm

**Pile**

Name		Buispaal
Diameter		400 mm
Thickness		10 mm
Cross section		12252 mm <sup>2</sup>
Steel material		S235
Capacity		2879 kN
Concrete strength		C25/30

**Capacities**

$F_{Rd,c,plate}$	=	405 kN
$F_{Rd,blocks,c}$	=	837 kN
$F_{Rd,c} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate}$	=	<b>1241 kN</b>
U.C. compression		0.82 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)		625 kN
$F_{Rd,t} = \min. (welds / foot plate) =$		196 kN
$F_{Rd,blocks,t}$	=	837 kN
$F_{Rd,t} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate}$	=	<b>1032 kN</b>
U.C. tension		0.77 < 1,00 OK
U.C. welds		0.66 < 1,00 OK

**Shear blocks pile**

Width	b	30 mm
Thickness	h	30 mm
Length	L	300 mm
Welds	a	4 mm
c.t.c. separation	s	375 mm
Number for compr.	$n_c$	8 -
Number for tension	$n_t$	8 -

**Capacity shear blocks pile**

$A_{f1}$	=	9000 mm <sup>2</sup>
$A_{f2}$	=	27000 mm <sup>2</sup>
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}}$	=	1.73 -
$f_{jd} = K_d \times f_{cd}$	=	23.1 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	<b>1663 kN</b>
U.C. compression		0.61 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	<b>1663 kN</b>
U.C. tension		0.48 < 1,00 OK
U.C. welds		0.61 < 1,00 OK

**Design value concrete strength**

Material factor	$\gamma_c$	1.5
Add. mat. factor	$\gamma_m$	1.25 -
$f_{cd} =$		13.3 N/mm <sup>2</sup>

**Steel tower stub**

Yield strength	$f_{yd}$	235 N/mm <sup>2</sup>
Tensile strength	$f_{ud}$	360 N/mm <sup>2</sup>

**"Splitting" of pile**

Spread of forces		45 °
Length force flow		1000 mm
Splitting force		400 kN/m
Yield strength wall	$f_{yd} =$	235 N/mm <sup>2</sup>
Capacity tubular pile		4700 kN/m
U.C.		0.09 < 1,00 OK

Project: GT-BD150  
 Mast: 1 - Afkeur

**Welds of shear blocks of main leg**

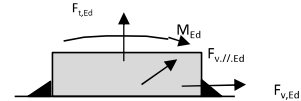
*Out-of-plane loading*

**Plate**

t = 30 mm  
 Grade S235  
 $f_{yd} = 235 \text{ N/mm}^2$   
 $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$

**Welds**

a = 4 mm  
 l = 200 mm  
 $\beta_w = 0.8$   
 $\gamma_{M2} = 1.25$



**Member forces**

Factor 1.2  
 $F_{t,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = F_{Rd,c} / n = 143 \text{ kN}$   
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 2.15 \text{ kNm}$

**Stress components**

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 4al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 4al = 63 \text{ N/mm}^2$   


---

 $b^* = b + 2/3av^2 = 33.8 \text{ mm}$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = 0,706M_{Ed} / al b^* = 56 \text{ N/mm}^2$   
 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{vw,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 239 \text{ N/mm}^2$

**Check**

$\sigma_{vw,Ed} = 239 \text{ N/mm}^2 \leq f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 360 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.66 OK**  
 $\sigma_1 = 120 \text{ N/mm}^2 \leq 0,9f_u / \gamma_{M2} = 259 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.46 OK**

**Welds of shear blocks of pile**

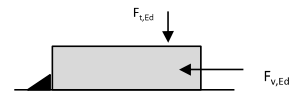
*Out-of-plane loading*

**Plate**

t = 30 mm  
 Grade S235  
 $f_{yd} = 235 \text{ N/mm}^2$   
 $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$

**Welds**

a = 4 mm  
 l = 300 mm  
 $\beta_w = 0.8$   
 $\gamma_{M2} = 1.25$



**Member forces**

Factor 1.2  
 $F_{t,Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 125 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = 249 \text{ kN}$   
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 0.00 \text{ kNm}$

**Stress components**

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 2al = 37 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 2al = 73 \text{ N/mm}^2$   


---

 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{vw,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 220 \text{ N/mm}^2$

**Check**

$\sigma_{vw,Ed} = 220 \text{ N/mm}^2 \leq f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 360 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.61 OK**  
 $\sigma_1 = 110 \text{ N/mm}^2 \leq 0,9f_u / \gamma_{M2} = 259 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.43 OK**

**Welds of foot plate**

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 360 \text{ N/mm}^2$   
 Weld size a = 4 mm  
 Length l = 2b + 2b - t = 752 mm  
 Capacity  $F_{Rd} = a \times l \times f_{w,d} / \sqrt{3} = 625 \text{ kN}$

Project: RSB-RSD150  
Mast: 11 - Afkeur

**Shear blocks**

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

Datum: 2021-06-18  
Auteur: TBR  
Versie: 1.4

Load			Results		
Compression	$F_{Ed,c}$	<b>858</b> kN	Compression	U.C.	<b>0.89</b> < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	<b>745</b> kN	Tension	U.C.	<b>0.86</b> < 1,00 OK

**Main leg**

Profile		<b>L150.14</b>
Steel material		<b>S235</b>
Cross section		<b>4030</b> mm <sup>2</sup>
Axial capacity	$N_{pl}$	<b>947</b> kN
Width	$b$	<b>150</b> mm
Thickness	$t$	<b>14</b> mm
Length in concrete		<b>2440</b> mm

**Capacity shear blocks main leg**

$A_{f1}$	=	<b>5700</b> mm <sup>2</sup>
$A_{f2}$	=	<b>7000</b> mm <sup>2</sup>
Slope		<b>1 : 5</b>
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}}$	=	<b>1.11</b>
$f_{jd} = C_A \times f_{cd}$	=	<b>14.8</b> N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	<b>505</b> kN
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	<b>505</b> kN

**Shear blocks main leg**

Width	$b$	<b>50</b> mm
Thickness	$h$	<b>30</b> mm
Length	$L$	<b>190</b> mm
Welds	$a$	<b>4</b> mm
c.t.c. separation	$s$	<b>75</b> mm
Number for compr.	$n_c$	<b>6 -</b>
Number for tension	$n_t$	<b>6 -</b>

**Capacity foot plate**

$k_d$	=	<b>1.73 -</b>
$f_{jd} = C_A \times f_{cd}$	=	<b>23.1</b> N/mm <sup>2</sup>
$c = t\sqrt{(f_{yd} / 3f_{jd})}$	=	<b>58</b> mm
$m^* = \min(c,m)$	=	<b>30</b> mm
Type foot plate		<b>Diagonally cut</b>
Effective for		<b>Compr. and tension</b>
$A_{p,c}$	=	<b>19782</b> mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = A_{p,druk} \times f_{jd}$	=	<b>457</b> kN
$A_{p,t}$	=	<b>15752</b> mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd}$	=	<b>364</b> kN

**Foot plate**

Thickness	$t$	<b>25</b> mm
Ext. length	$m$	<b>30</b> mm
Welds	$a$	<b>5</b> mm

**Pile**

Name		<b>Buispaal</b>
Diameter		<b>470</b> mm
Thickness		<b>10</b> mm
Cross section		<b>14451</b> mm <sup>2</sup>
Steel material		<b>S235</b>
Capacity		<b>3396</b> kN
Concrete strength		<b>C25/30</b>

**Capacities**

$F_{Rd,c,plate}$	=	<b>457</b> kN
$F_{Rd,blocks,c}$	=	<b>505</b> kN
$F_{Rd,c} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate}$	=	<b>962</b> kN
U.C. compression		<b>0.89</b> < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)		<b>594</b> kN
$F_{Rd,t} = \min. (welds / foot plate) =$		<b>364</b> kN
$F_{Rd,blocks,t}$	=	<b>505</b> kN
$F_{Rd,t} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate}$	=	<b>869</b> kN
U.C. tension		<b>0.86</b> < 1,00 OK
U.C. welds		<b>0.52</b> < 1,00 OK

**Shear blocks pile**

Width	$b$	<b>25</b> mm
Thickness	$h$	<b>25</b> mm
Length	$L$	<b>1414</b> mm
Welds	$a$	<b>4</b> mm
c.t.c. separation	$s$	<b>300</b> mm
Number for compr.	$n_c$	<b>3 -</b>
Number for tension	$n_t$	<b>3 -</b>

**Capacity shear blocks pile**

$A_{f1}$	=	<b>35343</b> mm <sup>2</sup>
$A_{f2}$	=	<b>106029</b> mm <sup>2</sup>
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}}$	=	<b>1.73 -</b>
$f_{jd} = k_d \times f_{cd}$	=	<b>23.1</b> N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	<b>2449</b> kN
U.C. compression		<b>0.35</b> < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	<b>2449</b> kN
U.C. tension		<b>0.30</b> < 1,00 OK
U.C. welds		<b>0.51</b> < 1,00 OK

**Design value concrete strength**

Material factor	$\gamma_c$	<b>1.5</b>
Add. mat. factor	$\gamma_m$	<b>1.25 -</b>
$f_{cd} =$		<b>13.3</b> N/mm <sup>2</sup>

**Steel tower stub**

Yield strength	$f_{yd} =$	<b>235</b> N/mm <sup>2</sup>
Tensile strength	$f_{ud} =$	<b>360</b> N/mm <sup>2</sup>

**"Splitting" of pile**

Spread of forces		<b>45</b> °
Length force flow		<b>2215</b> mm
Splitting force		<b>168</b> kN/m
Yield strength wall	$f_{yd} =$	<b>235</b> N/mm <sup>2</sup>
Capacity tubular pile		<b>4700</b> kN/m
U.C.		<b>0.04</b> < 1,00 OK

Project: RSB-RSD150  
 Mast: 11 - Afkeur

**Welds of shear blocks of main leg**

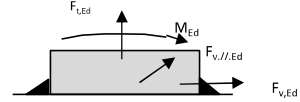
*Out-of-plane loading*

**Plate**

t = 50 mm  
 Grade S235  
 $f_{yd} = 235 \text{ N/mm}^2$   
 $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$

**Welds**

a = 4 mm  
 l = 150 mm  
 $\beta_w = 0.8$   
 $\gamma_{M2} = 1.25$



**Member forces**

Factor 1.2  
 $F_{t,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = F_{Rd,c} / n = 101 \text{ kN}$   
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 1.52 \text{ kNm}$

**Stress components**

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 4al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 4al = 60 \text{ N/mm}^2$   


---

 $b^* = b + 2/3av^2 = 53.8 \text{ mm}$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = 0,706M_{Ed} / al b^* = 33 \text{ N/mm}^2$   
 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{vw,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 185 \text{ N/mm}^2$

**Check**

$\sigma_{vw,Ed} = 185 \text{ N/mm}^2 \leq f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 360 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.52 OK**  
 $\sigma_1 = 93 \text{ N/mm}^2 \leq 0,9f_u / \gamma_{M2} = 259 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.36 OK**

**Welds of shear blocks of pile**

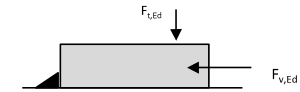
*Out-of-plane loading*

**Plate**

t = 25 mm  
 Grade S235  
 $f_{yd} = 235 \text{ N/mm}^2$   
 $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$

**Welds**

a = 4 mm  
 l = 1414 mm  
 $\beta_w = 0.8$   
 $\gamma_{M2} = 1.25$



**Member forces**

Factor 1.2  
 $F_{t,Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 490 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = 979 \text{ kN}$   
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 0.00 \text{ kNm}$

**Stress components**

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 2al = 31 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 2al = 61 \text{ N/mm}^2$   


---

 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{vw,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 184 \text{ N/mm}^2$

**Check**

$\sigma_{vw,Ed} = 184 \text{ N/mm}^2 \leq f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 360 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.51 OK**  
 $\sigma_1 = 92 \text{ N/mm}^2 \leq 0,9f_u / \gamma_{M2} = 259 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.35 OK**

**Welds of foot plate**

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 360 \text{ N/mm}^2$   
 Weld size a = 5 mm  
 Length l = 2b + 2b - t = 572 mm  
 Capacity  $F_{Rd} = a \times l \times f_{w,d} / \sqrt{3} = 594 \text{ kN}$



Project: RSB-RSD150  
Mast: 19a - Afkeur

**Shear blocks**

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

Datum: 2021-06-18  
Auteur: TBR  
Versie: 1.4

Load			Results		
Compression	$F_{Ed,c}$	919 kN	Compression	U.C.	0.84 < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	766 kN	Tension	U.C.	0.81 < 1,00 OK

**Main leg**

Profile		<b>L180.16</b>
Steel material		S355
Cross section		5540 mm <sup>2</sup>
Axial capacity	$N_{pl}$	1967 kN
Width	b	180 mm
Thickness	t	16 mm
Length in concrete		3500 mm

**Capacity shear blocks main leg**

$A_{f1}$	=	4000 mm <sup>2</sup>
$A_{f2}$	=	25000 mm <sup>2</sup>
Slope		1 : 5
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}}$	=	2.50
$f_{jd} = C_A \times f_{cd}$	=	37.3 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	448 kN
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	448 kN

**Shear blocks main leg**

Width	b	50 mm
Thickness	h	25 mm
Length	L	160 mm
Welds	a	4 mm
c.t.c. separation	s	950 mm
Number for compr.	$n_c$	3 -
Number for tension	$n_t$	3 -

**Capacity foot plate**

$k_d$	=	1.73 -
$f_{jd} = C_A \times f_{cd}$	=	25.9 N/mm <sup>2</sup>
$c = t\sqrt{(f_{yd} / 3f_{jd})}$	=	53 mm
$m^* = \min(c, m)$	=	30 mm
Type foot plate		Diagonally cut
Effective for		Compr. and tension
$A_{p,c}$	=	24892 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = A_{p,druk} \times f_{jd}$	=	644 kN
$A_{p,t}$	=	19352 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd}$	=	501 kN

**Foot plate**

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

**Pile**

Name		Buispaal
Diameter		508 mm
Thickness		10 mm
Cross section		15645 mm <sup>2</sup>
Steel material		S235
Capacity		3677 kN
Concrete strength		C28/35

**Capacities**

$F_{Rd,c,plate}$	=	644 kN
$F_{Rd,blocks,c}$	=	448 kN
$F_{Rd,c} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate}$	=	<b>1092 kN</b>
U.C. compression		0.84 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)		865 kN
$F_{Rd,t} = \min. (welds / foot plate) =$		501 kN
$F_{Rd,blocks,t}$	=	448 kN
$F_{Rd,t} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate}$	=	<b>949 kN</b>
U.C. tension		0.81 < 1,00 OK
U.C. welds		0.67 < 1,00 OK

**Shear blocks pile**

Width	b	30 mm
Thickness	h	30 mm
Length	L	1533 mm
Welds	a	5 mm
c.t.c. separation	s	200 mm
Number for compr.	$n_c$	2 -
Number for tension	$n_t$	2 -

**Capacity shear blocks pile**

$A_{f1}$	=	45993 mm <sup>2</sup>
$A_{f2}$	=	107317 mm <sup>2</sup>
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}}$	=	1.53 -
$f_{jd} = k_d \times f_{cd}$	=	22.8 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	<b>2098 kN</b>
U.C. compression		0.44 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	<b>2098 kN</b>
U.C. tension		0.37 < 1,00 OK
U.C. welds		0.48 < 1,00 OK

**Design value concrete strength**

Material factor	$\gamma_c$	1.5
Add. mat. factor	$\gamma_m$	1.25 -
$f_{cd} =$		14.9 N/mm <sup>2</sup>

**Steel tower stub**

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

**"Splitting" of pile**

Spread of forces		45 °
Length force flow		3256 mm
Splitting force		118 kN/m
Yield strength wall	$f_{yd} =$	235 N/mm <sup>2</sup>
Capacity tubular pile		4700 kN/m
U.C.		0.03 < 1,00 OK

Project: RSB-RSD150  
 Mast: 19a - Afkeur

**Welds of shear blocks of main leg**

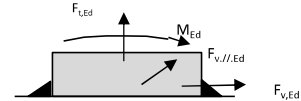
*Out-of-plane loading*

**Plate**

t = 50 mm  
 Grade S355  
 $f_{yd} = 355 \text{ N/mm}^2$   
 $f_u = 490 \text{ N/mm}^2$

**Welds**

a = 4 mm  
 l = 160 mm  
 $\beta_w = 0.9$   
 $\gamma_{M2} = 1.25$



**Member forces**

Factor 1.2  
 $F_{t,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = F_{Rd,c} / n = 179 \text{ kN}$   
 $F_{v,II,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 2.24 \text{ kNm}$

**Stress components**

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 4al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 4al = 99 \text{ N/mm}^2$   


---

 $b^* = b + 2/3av\sqrt{2} = 53.8 \text{ mm}$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = 0,706M_{Ed} / al b^* = 46 \text{ N/mm}^2$   
 $\tau_{II} = F_{v,II,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{vw,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{II}^2)} = 290 \text{ N/mm}^2$

**Check**

$\sigma_{vw,Ed} = 290 \text{ N/mm}^2 \leq f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.67 OK**  
 $\sigma_1 = 145 \text{ N/mm}^2 \leq 0,9f_u / \gamma_{M2} = 353 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.41 OK**

**Welds of shear blocks of pile**

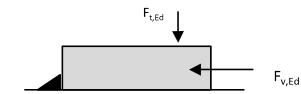
*Out-of-plane loading*

**Plate**

t = 30 mm  
 Grade S235  
 $f_{yd} = 235 \text{ N/mm}^2$   
 $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$

**Welds**

a = 5 mm  
 l = 1533 mm  
 $\beta_w = 0.8$   
 $\gamma_{M2} = 1.25$



**Member forces**

Factor 1.2  
 $F_{t,Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 629 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = 1259 \text{ kN}$   
 $F_{v,II,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 0.00 \text{ kNm}$

**Stress components**

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 2al = 29 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 2al = 58 \text{ N/mm}^2$   


---

 $\tau_{II} = F_{v,II,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{vw,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{II}^2)} = 174 \text{ N/mm}^2$

**Check**

$\sigma_{vw,Ed} = 174 \text{ N/mm}^2 \leq f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 360 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.48 OK**  
 $\sigma_1 = 87 \text{ N/mm}^2 \leq 0,9f_u / \gamma_{M2} = 259 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.34 OK**

**Welds of foot plate**

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$   
 Weld size a = 5 mm  
 Length l = 2b + 2b - t = 688 mm  
 Capacity  $F_{Rd} = a \times l \times f_{w,d} / \sqrt{3} = 865 \text{ kN}$

Project: RSD-MDK150  
Mast: 97 - Afkeur

**Shear blocks**

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

Datum: 2021-06-18  
Auteur: TBR  
Versie: 1.4

Load			Results		
Compression	$F_{Ed,c}$	787 kN	Compression	U.C.	0.82 < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	668 kN	Tension	U.C.	0.77 < 1,00 OK

**Main leg**

Profile		<b>L150.14</b>
Steel material		S235
Cross section		4030 mm <sup>2</sup>
Axial capacity	$N_{pl}$	947 kN
Width	b	150 mm
Thickness	t	14 mm
Length in concrete		2440 mm

**Capacity shear blocks main leg**

$A_{f1}$	=	5700 mm <sup>2</sup>
$A_{f2}$	=	7000 mm <sup>2</sup>
Slope		1 : 5
$C_A = \sqrt{(A_{f2}/A_{f1})}$	=	1.11
$f_{jd} = C_A \times f_{cd}$	=	14.8 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	505 kN
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	505 kN

**Shear blocks main leg**

Width	b	50 mm
Thickness	h	30 mm
Length	L	190 mm
Welds	a	4 mm
c.t.c. separation	s	75 mm
Number for compr.	$n_c$	6 -
Number for tension	$n_t$	6 -

**Capacity foot plate**

$k_d$	=	1.73 -
$f_{jd} = C_A \times f_{cd}$	=	23.1 N/mm <sup>2</sup>
$c = t\sqrt{(f_{yd} / 3f_{jd})}$	=	58 mm
$m^* = \min(c,m)$	=	30 mm
Type foot plate		Diagonally cut
Effective for		Compr. and tension
$A_{p,c}$	=	19782 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = A_{p,druk} \times f_{jd}$	=	457 kN
$A_{p,t}$	=	15752 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd}$	=	364 kN

**Foot plate**

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

**Pile**

Name		Buispaal
Diameter		470 mm
Thickness		10 mm
Cross section		14451 mm <sup>2</sup>
Steel material		S235
Capacity		3396 kN
Concrete strength		C25/30

**Capacities**

$F_{Rd,c,plate}$	=	457 kN
$F_{Rd,blocks,c}$	=	505 kN
$F_{Rd,c} = F_{Rd,blok} + F_{Rd,footplate}$	=	962 kN
U.C. compression		0.82 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)		594 kN
$F_{Rd,t} = \min. (welds / foot plate) =$		364 kN
$F_{Rd,blocks,t}$	=	505 kN
$F_{Rd,t} = F_{Rd,blok} + F_{Rd,footplate}$	=	869 kN
U.C. tension		0.77 < 1,00 OK
U.C. welds		0.52 < 1,00 OK

**Shear blocks pile**

Width	b	25 mm
Thickness	h	25 mm
Length	L	1414 mm
Welds	a	4 mm
c.t.c. separation	s	300 mm
Number for compr.	$n_c$	3 -
Number for tension	$n_t$	3 -

**Capacity shear blocks pile**

$A_{f1}$	=	35343 mm <sup>2</sup>
$A_{f2}$	=	106029 mm <sup>2</sup>
$C_A = \sqrt{(A_{f2}/A_{f1})}$	=	1.73 -
$f_{jd} = k_d \times f_{cd}$	=	23.1 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	2449 kN
U.C. compression		0.32 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	2449 kN
U.C. tension		0.27 < 1,00 OK
U.C. welds		0.51 < 1,00 OK

**Design value concrete strength**

Material factor	$\gamma_c$	1.5
Add. mat. factor	$\gamma_m$	1.25 -
$f_{cd} =$		13.3 N/mm <sup>2</sup>

**Steel tower stub**

Yield strength	$f_{yd}$	235 N/mm <sup>2</sup>
Tensile strength	$f_{ud}$	360 N/mm <sup>2</sup>

**"Splitting" of pile**

Spread of forces		45 °
Length force flow		2215 mm
Splitting force		151 kN/m
Yield strength wall	$f_{yd} =$	235 N/mm <sup>2</sup>
Capacity tubular pile		4700 kN/m
U.C.		0.03 < 1,00 OK

Project: RSD-MDK150  
 Mast: 97 - Afkeur

**Welds of shear blocks of main leg**

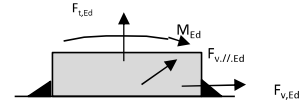
*Out-of-plane loading*

**Plate**

t = 50 mm  
 Grade S235  
 $f_{yd} = 235 \text{ N/mm}^2$   
 $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$

**Welds**

a = 4 mm  
 l = 150 mm  
 $\beta_w = 0.8$   
 $\gamma_{M2} = 1.25$



**Member forces**

Factor 1.2  
 $F_{t,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = F_{Rd,c} / n = 101 \text{ kN}$   
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 1.52 \text{ kNm}$

**Stress components**

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 4al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 4al = 60 \text{ N/mm}^2$   


---

 $b^* = b + 2/3av2 = 53.8 \text{ mm}$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = 0,706M_{Ed} / al b^* = 33 \text{ N/mm}^2$   
 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{vw,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 185 \text{ N/mm}^2$

**Check**

$\sigma_{vw,Ed} = 185 \text{ N/mm}^2 \leq f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 360 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.52 OK**  
 $\sigma_1 = 93 \text{ N/mm}^2 \leq 0,9f_u / \gamma_{M2} = 259 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.36 OK**

**Welds of shear blocks of pile**

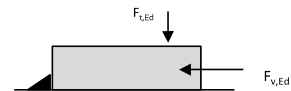
*Out-of-plane loading*

**Plate**

t = 25 mm  
 Grade S235  
 $f_{yd} = 235 \text{ N/mm}^2$   
 $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$

**Welds**

a = 4 mm  
 l = 1414 mm  
 $\beta_w = 0.8$   
 $\gamma_{M2} = 1.25$



**Member forces**

Factor 1.2  
 $F_{t,Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 490 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = 979 \text{ kN}$   
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 0.00 \text{ kNm}$

**Stress components**

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 2al = 31 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 2al = 61 \text{ N/mm}^2$   


---

 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{vw,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 184 \text{ N/mm}^2$

**Check**

$\sigma_{vw,Ed} = 184 \text{ N/mm}^2 \leq f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 360 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.51 OK**  
 $\sigma_1 = 92 \text{ N/mm}^2 \leq 0,9f_u / \gamma_{M2} = 259 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.35 OK**

**Welds of foot plate**

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 360 \text{ N/mm}^2$   
 Weld size a = 5 mm  
 Length l = 2b + 2b - t = 572 mm  
 Capacity  $F_{Rd} = a \times l \times f_{w,d} / \sqrt{3} = 594 \text{ kN}$



## APPENDIX E

### Drawings

---





















## **About DNV**

DNV is a global quality assurance and risk management company. Driven by our purpose of safeguarding life, property and the environment, we enable our customers to advance the safety and sustainability of their business. We provide classification, technical assurance, software and independent expert advisory services to the maritime, oil & gas, power and renewables industries. We also provide certification, supply chain and data management services to customers across a wide range of industries. Operating in more than 100 countries, our experts are dedicated to helping customers make the world safer, smarter and greener.