

B.19 Fundatierapportage

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

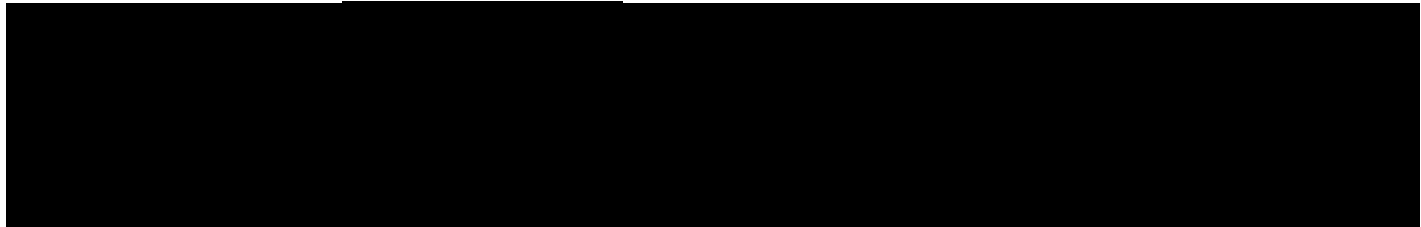
STATUS TENNET: DEFINITIEF

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	



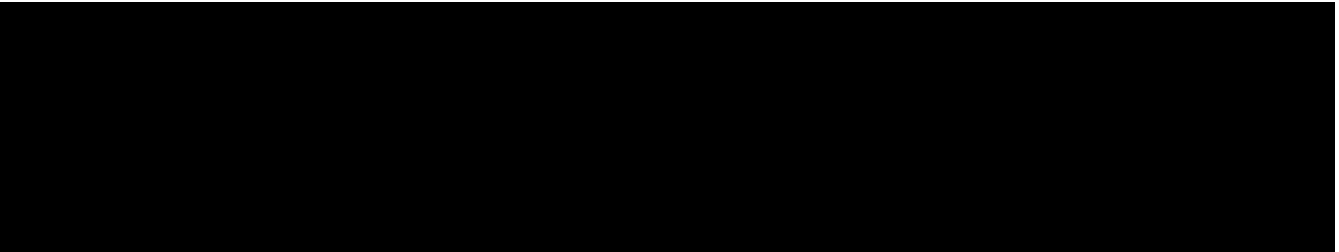
Copyright © DNV 2022. All rights reserved. Unless otherwise agreed in writing: (i) This publication or parts thereof may not be copied, reproduced or transmitted in any form, or by any means, whether digitally or otherwise; (ii) The content of this publication shall be kept confidential by the customer;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

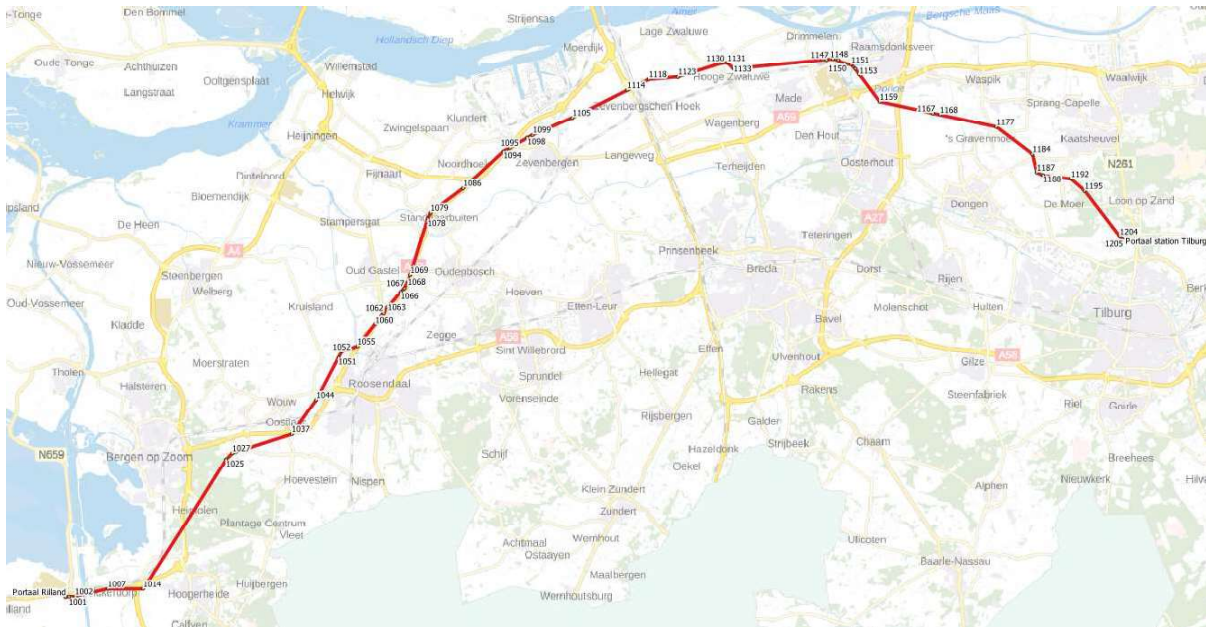


Inhoudsopgave

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



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 ² 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

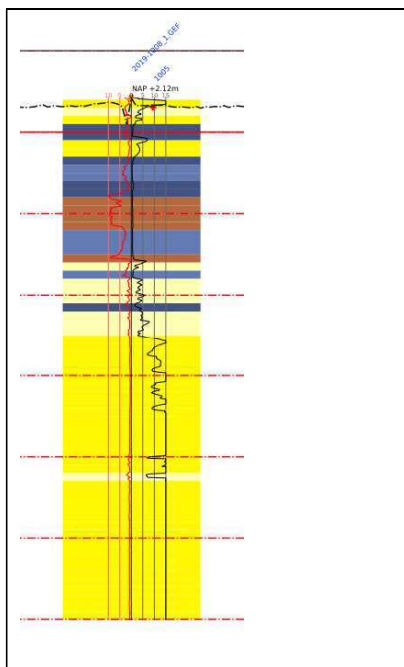
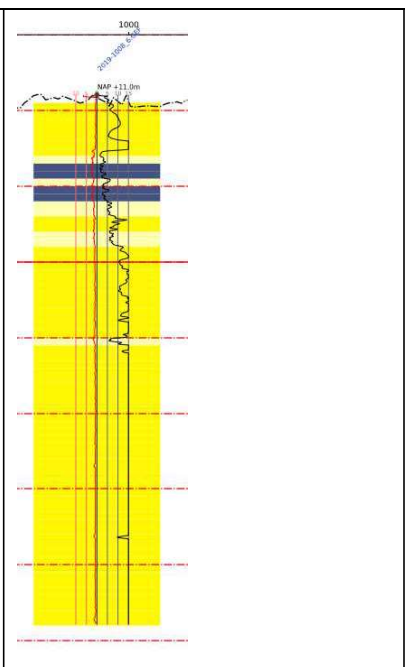
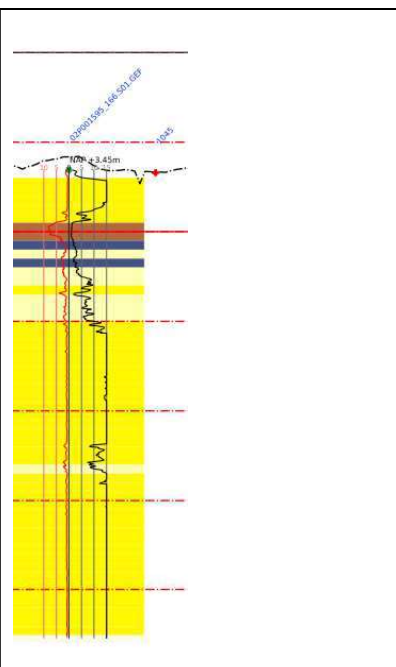
In Tabel 6 is de grondopbouw volgens het geotechnisch lengteprofiel van TenneT opgenomen. Voor het beschrijven van de grondopbouw maken we gebruik van de sonderingen die beschikbaar zijn gesteld.

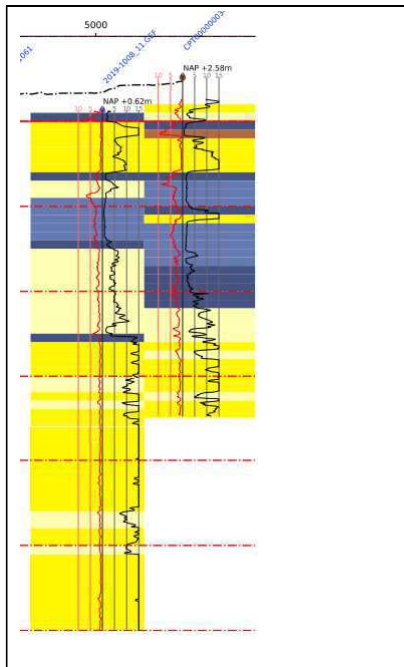
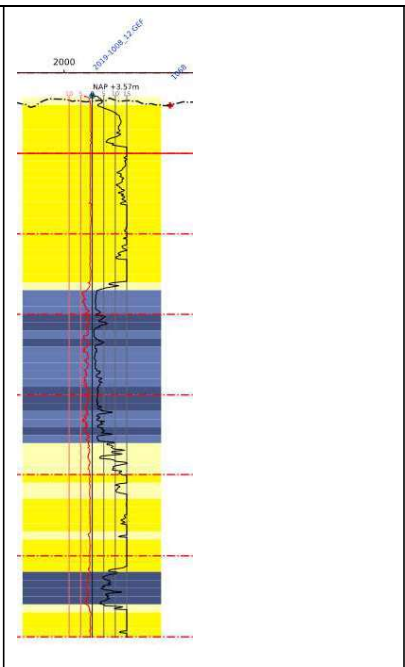
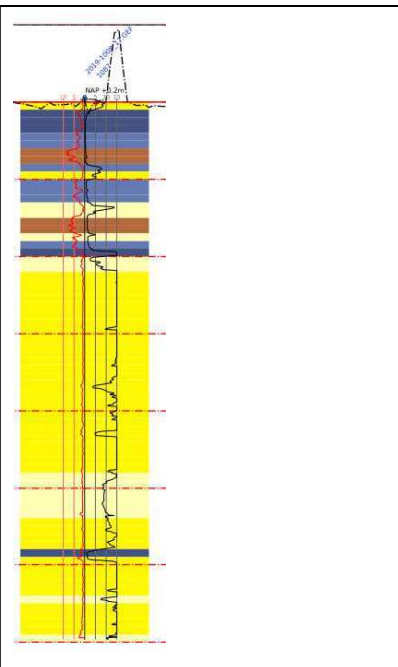
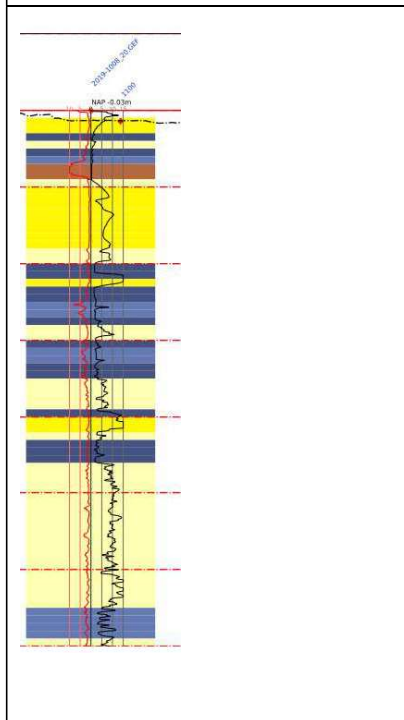
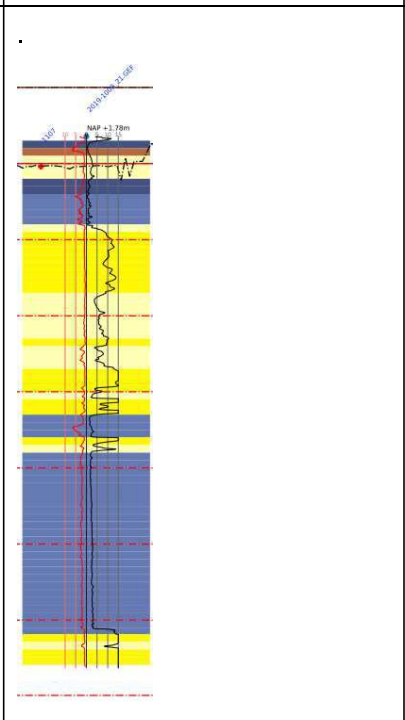
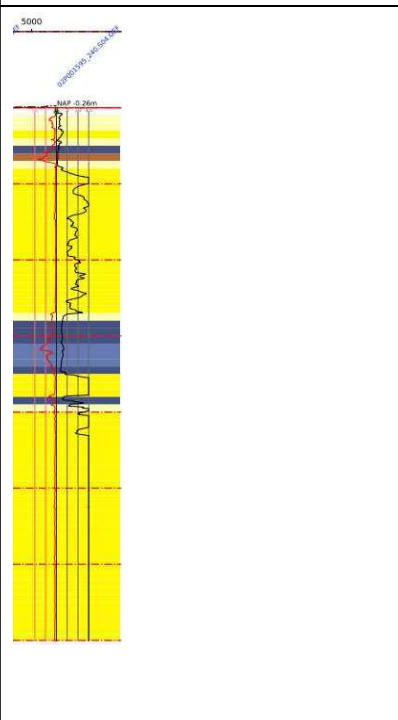
De sonderingen laten over de lengte verschillen zien in ondergrond. Westelijk van Geertruidenberg en dat betekent over circa tweederde van de lengte van het tracé is er een wisselend beeld van zandlagen en cohesieve lagen.

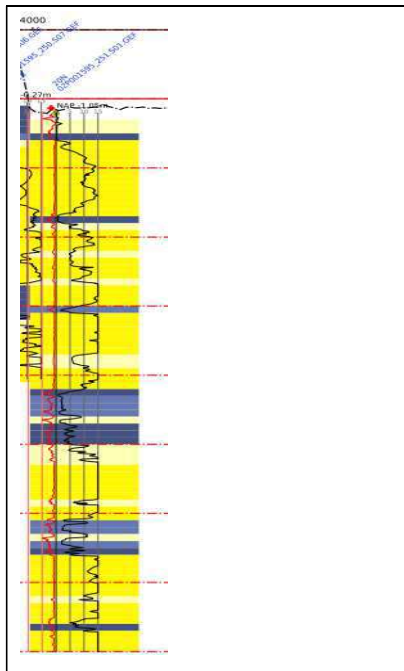
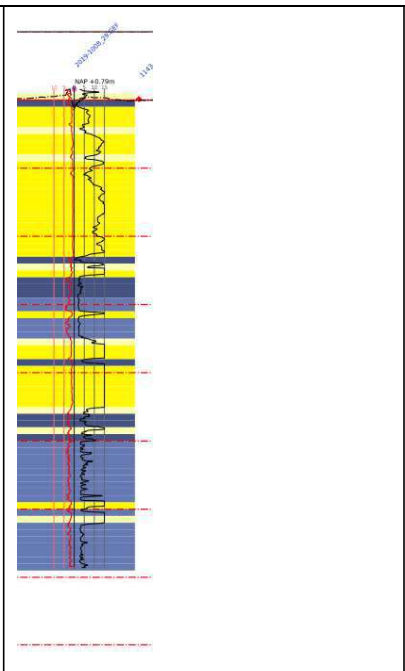
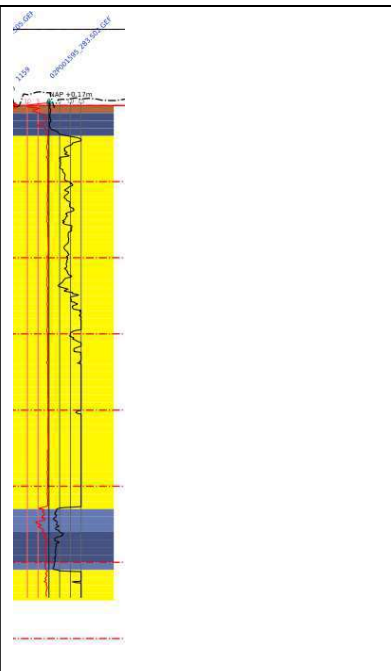
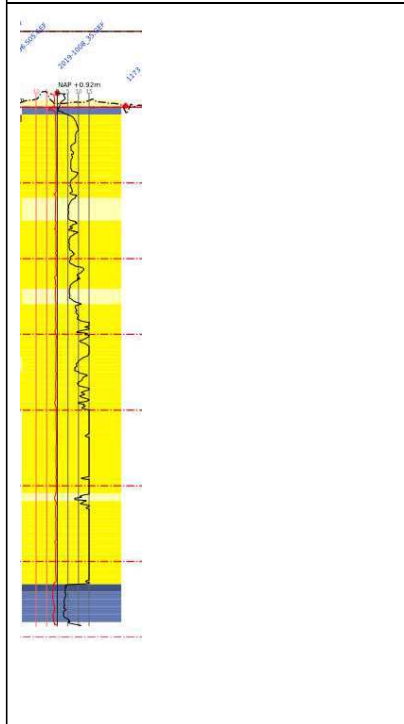
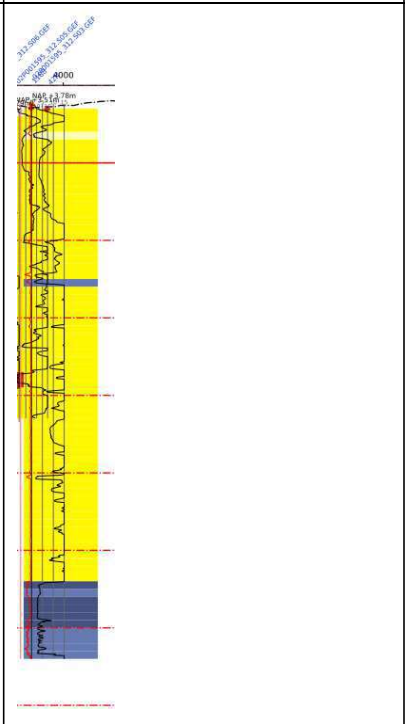
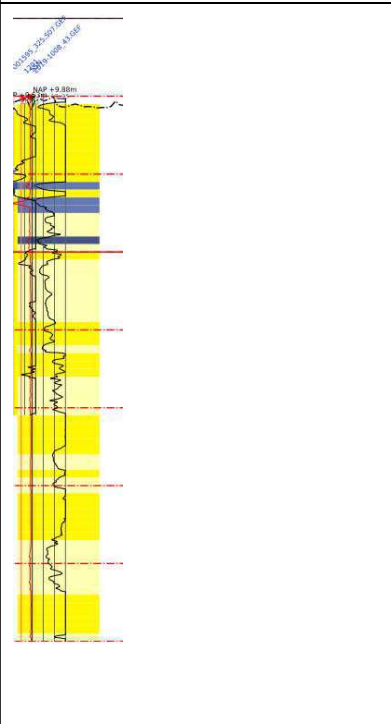
Noemenswaardig is hierbij dat de slappere lagen ook op vrij grote diepte voorkomen met een dikte van meerdere meters. De pakking van de zandlagen is over het algemeen tussen los en matig. Maar er zijn ook locaties met dicht gepakte lagen. Ondiep gelegen slappere lagen komen vooral voor tussen Standdaarbuiten 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) ¹	0,387
Factor α_s	0,009
Factor α_t	0,009
Factor α_p	0,63
Factor β	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

¹ 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 gering². 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.

² 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 ³]	[-]	[-]
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 1×10^5 kN/m.

3 FUNDATIES COMPONENTEN OPSTIJGPUNTEN

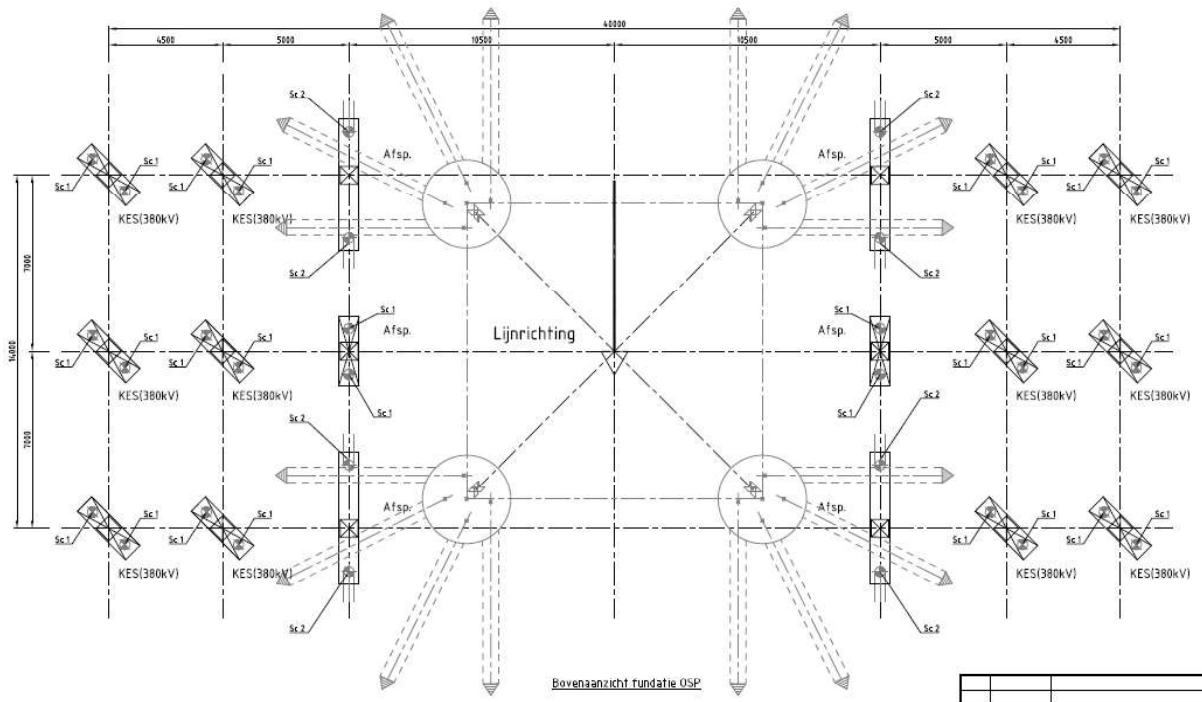
3.1 Inleiding

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

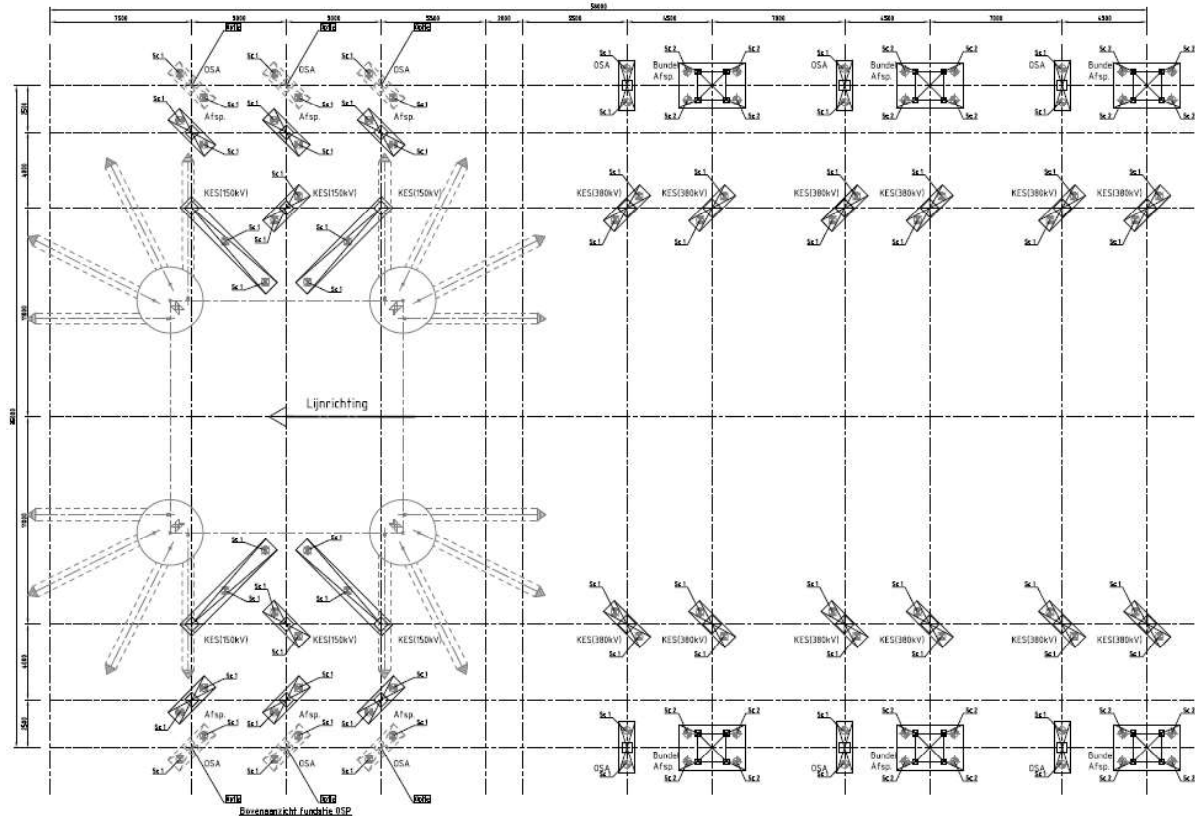
Bij EA-3_so (mast 1014) komen de volgende types componenten voor namelijk KES 380 en GRA 380 (GRA met twee typen geometrie). Vanwege de schuine palen van de mast hebben de balken van de GRA 380 ook een langere versie waarbij de palen verder uit elkaar staan en beiden schoor staat met schoorstand 10 op 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

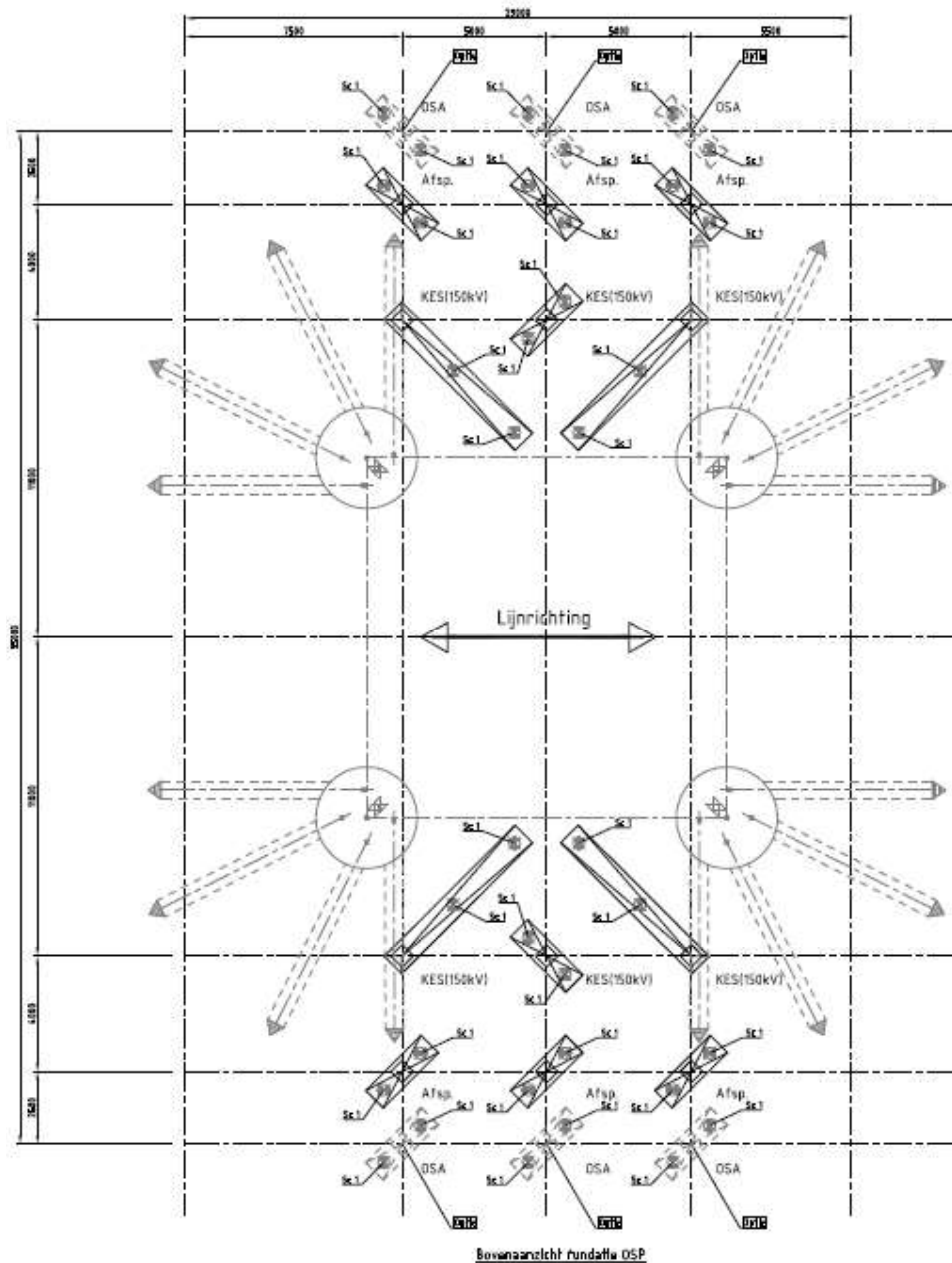
Bij EA-3_co (mast 1025) komen de volgende types componenten voor namelijk OSA150 (optioneel), KES 150 (twee typen geometrie), GRA 150, OSA 380, KES 380 en BUA 380. Vanwege de schuine palen van de mast hebben de balken van de KES 150 ook een langere versie waarbij de balk voorzien is van een overstek. 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

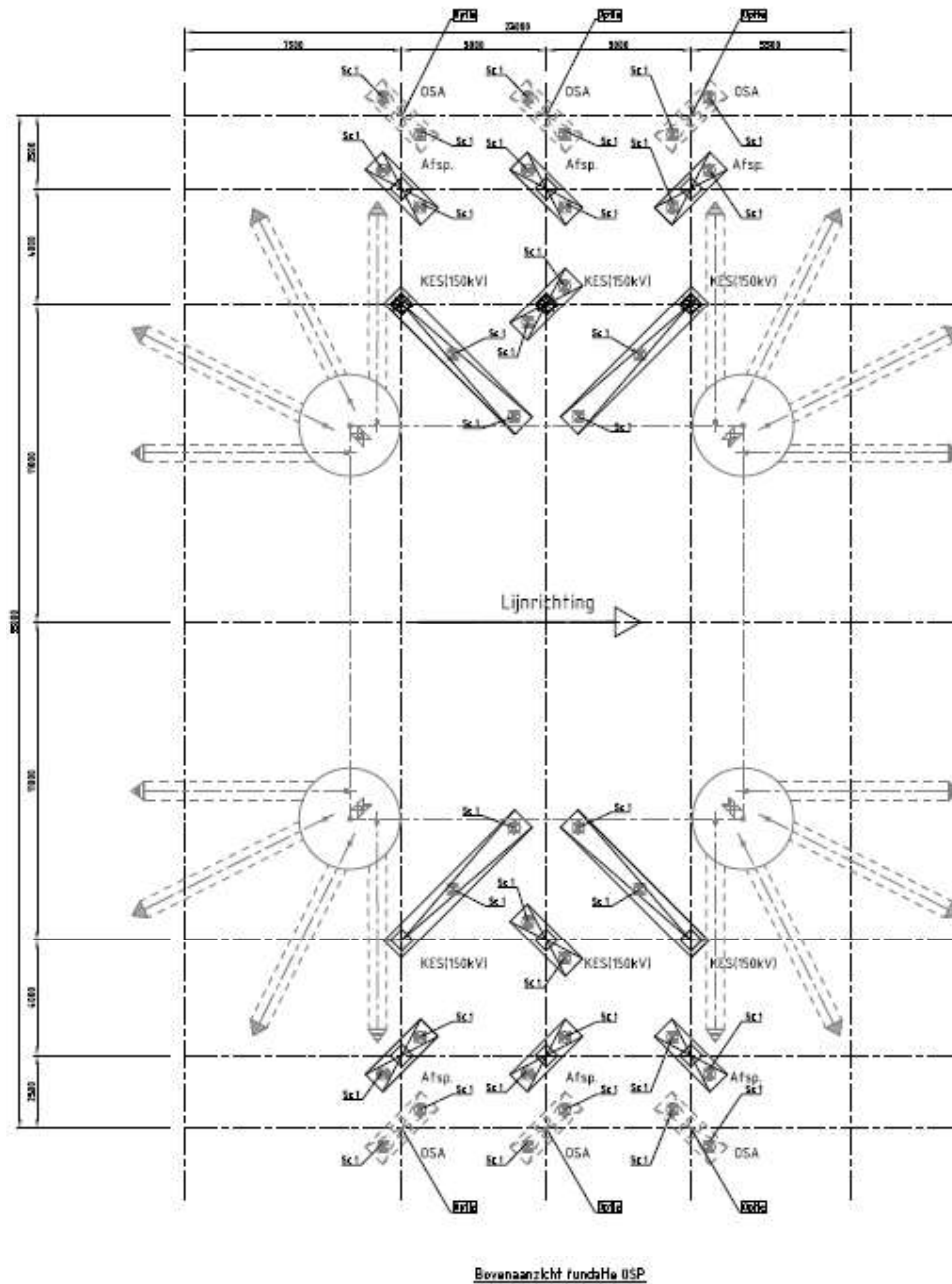
Bij HA+0_ci (mast 1051,1066,1098,1099, 1147, 1153, 1167, 1168 en 1204) komen de volgende types componenten voor namelijk OSA150 (optioneel), KES 150 (twee typen geometrie) en GRA 150. Vanwege de schuine palen van de mast hebben de balken van de KES 150 ook een langere versie waarbij de balk voorzien 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 ²	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 _{Ed} [kN]	Paalpunt niveau (t.o.v. N.A.P.)	F _{R,d,druk} [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 _{Ed} [kN]	Paalpunt		U.C.
					niveau (t.o.v. N.A.P.)	F _{R,d,trek} [kN]	
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.

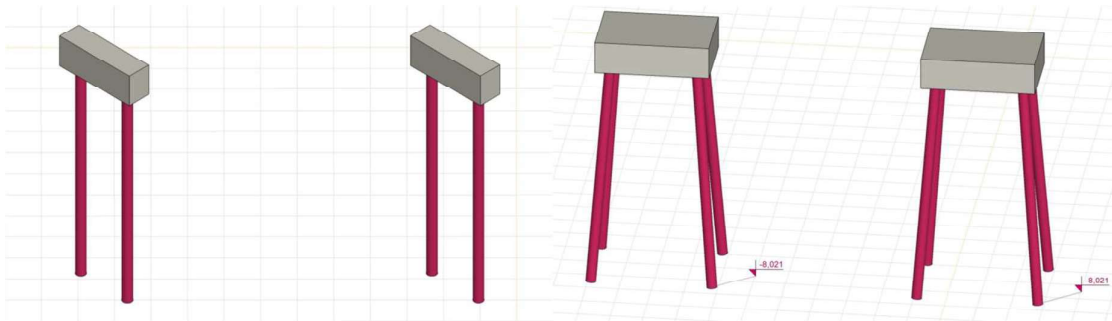
APPENDIX B

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).



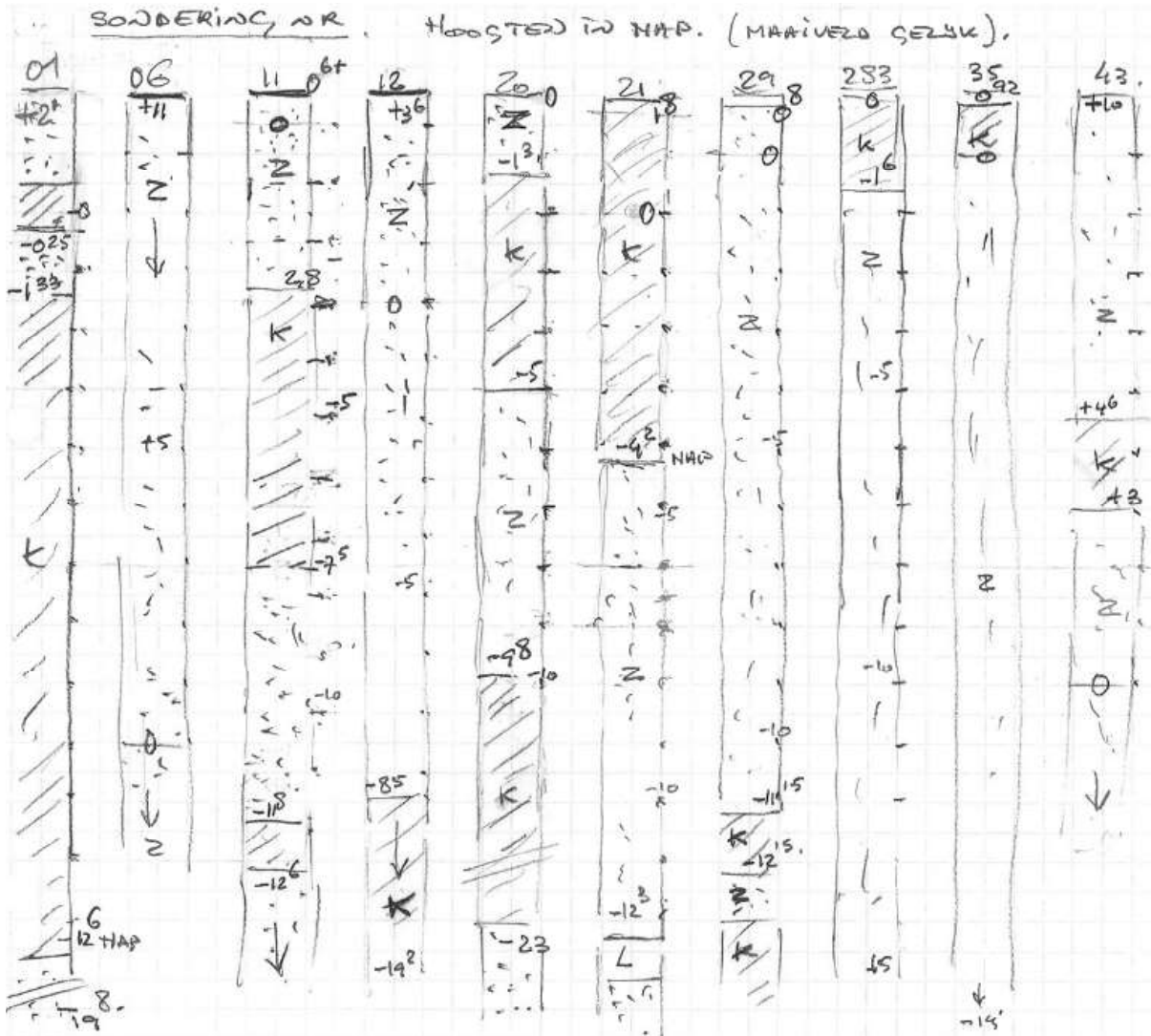
Figuur 7 Rekenmodellen tweepaalspoeren en vierpaalspoer

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 ³]	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/m³, met een grondwaterstand van 0,5 m beneden maaiveld.

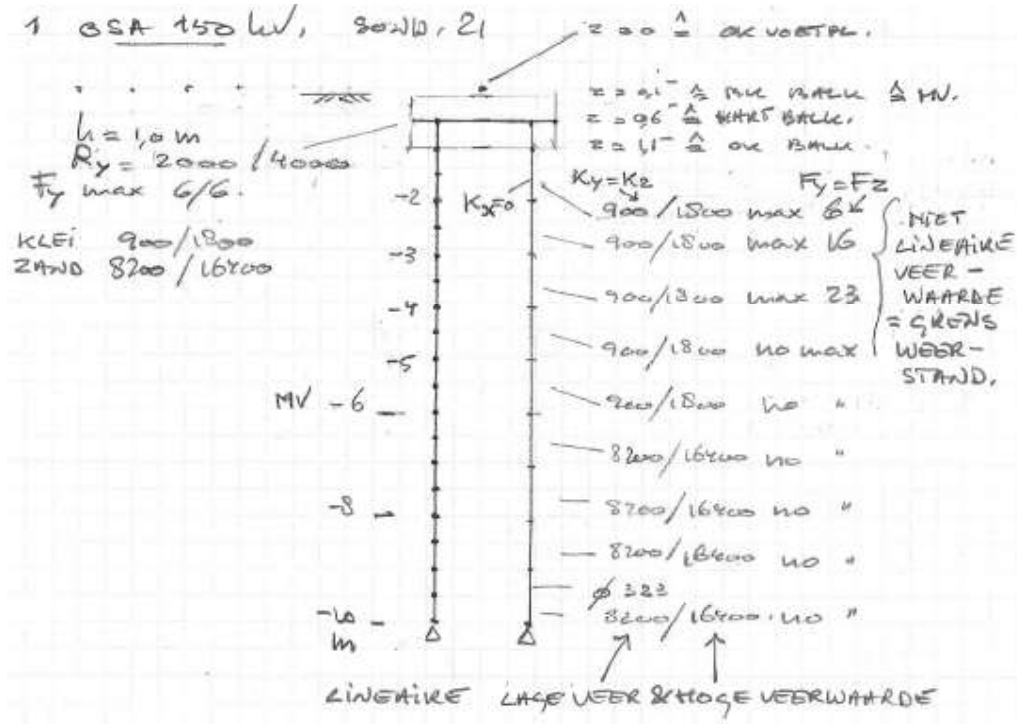
De methode van Bijlage C van NEN 1997-1 is gevolgd. De grenswaarde van de maximale passieve gronddruk is conservatief bepaald met de lage k_{pa} van klei, namelijk 2 kN/m³. In Tabel 16 zijn de maximale grondweerstand samengevat die zijn toegekend aan de elastische ondersteuning van de palen. Toegepast 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]	ρ [kN/m ³]	k_{pa} [kN/m ³]	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

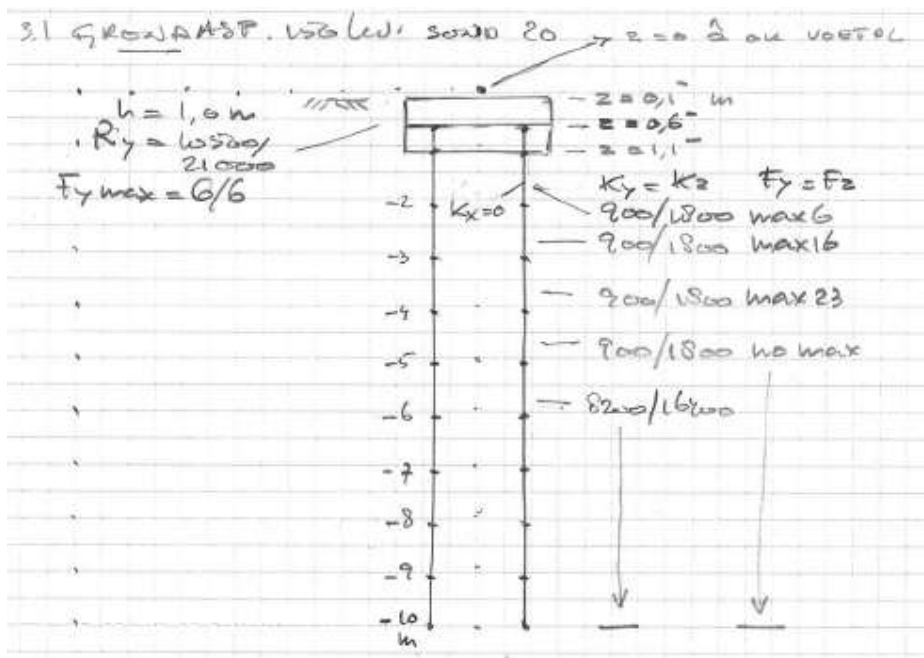
De betonbalken zijn volledig door grond ingebed. Hier is de maximale druk gelimiteerd tot 50% van de maximale passieve gronddruk zoals eerder vermeld, met waarde 6 kN/m.

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.



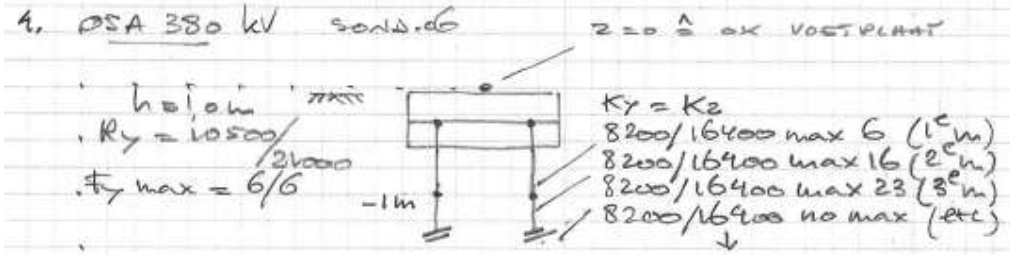
Figuur 9 Beddingen op sondering 2019-1008_21

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



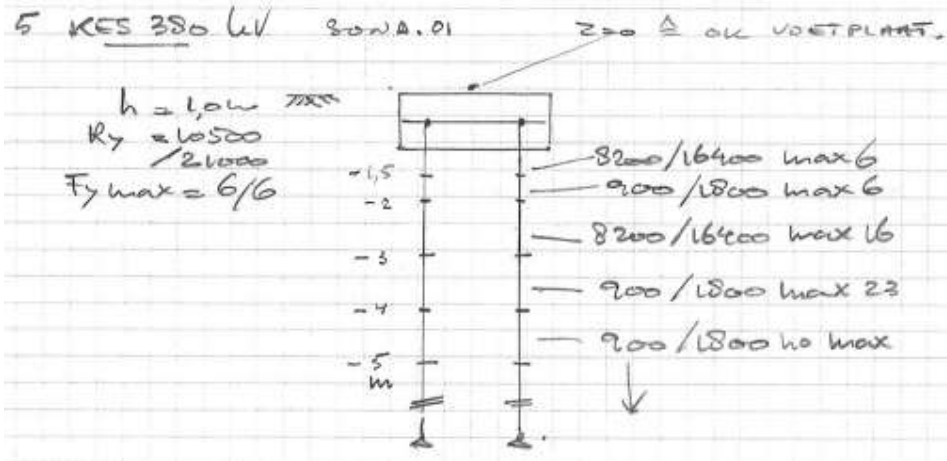
Figuur 10 Beddingen op sondering 2019-1008_20

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.

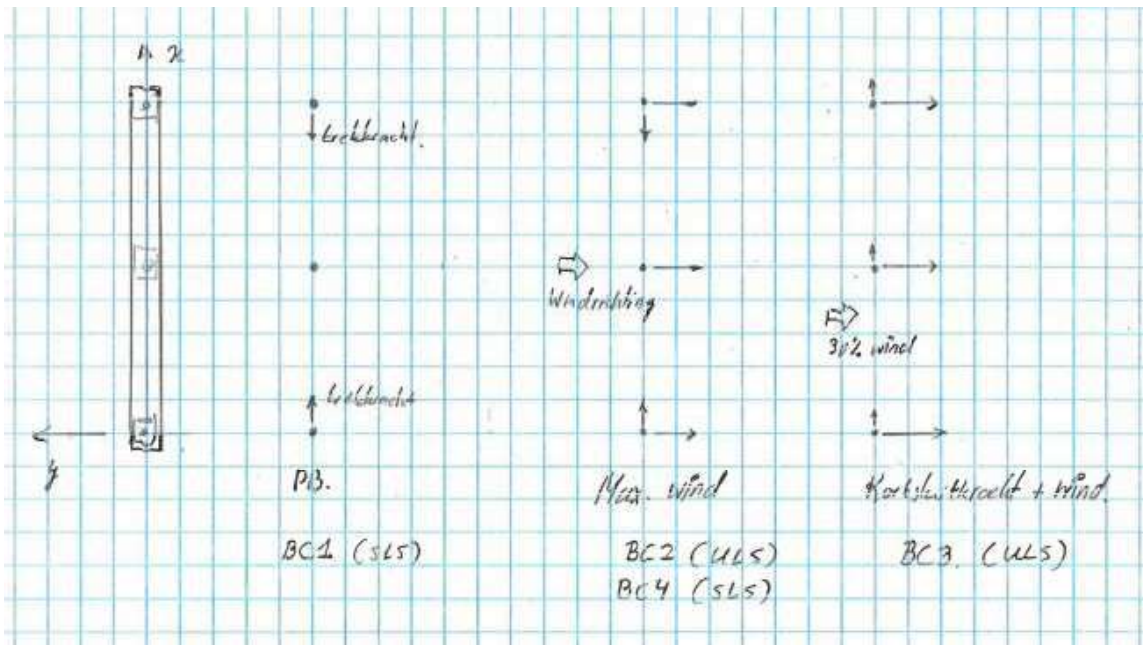


Figuur 12 Beddingen op sondering 2019-1008_1

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

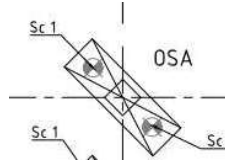
Alle componenten zijn volbelast gerekend. De herkomst van de belastingen worden aangegeven per type OSP (van de tien).

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

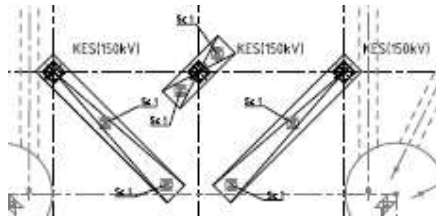


Onderdeel	Belastinggeval	F _x (kN)	F _y (kN)	F _z (kN)	M _x (kNm)	M _y (kNm)
OSA150	Wind ULS	0,8	1,8	-3,1	-3,9	3,4
	Kortsluiting	0,6	7,1	-3,1	-28,8	2,3
	Wind SLS	0,8	1,2	-2,5	-2,6	3,4
	Permanent	0,6	0	-1,7	0	2,3

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

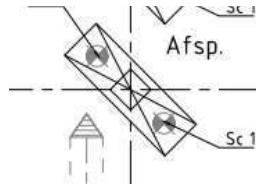


Onderdeel	Belastinggeval	F _x (kN)	F _y (kN)	F _z (kN)	M _x (kNm)	M _y (kNm)
KES (lokaal)	ULS 1a_45	-2,7	-3,5	-15,8	-5,9	-2,3
	ULS_8_45	-5,2	-5,6	-15,8	-19,7	-16,1
	SLS 1a_45	-1,8	-2,4	-13,1	-4,0	-1,4
	SLS_7	0,2	-0,2	-13,4	-0,7	0,6

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.

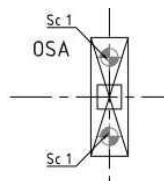
Tabel 20 Belastingen GRA 150 kV (mast 1114)

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



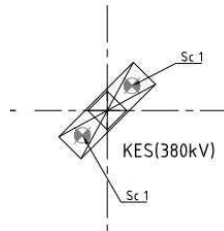
Onderdeel	Belastinggeval	F_x (kN)	F_y (kN)	F_z (kN)	M_x (kNm)	M_y (kNm)
OSA380	Wind ULS	1,9	3,7	-7,3	-14,2	12,6
	Kortsluiting	1,3	9,8	-7,3	-62,5	8,4
	Wind SLS	1,9	2,5	-6,1	9,5	12,6
	Permanent	1,3	0	-6,1	0	8,4

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

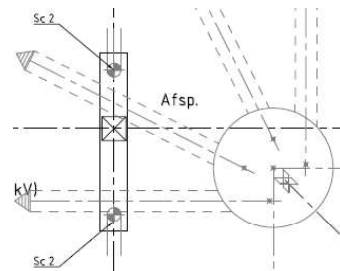
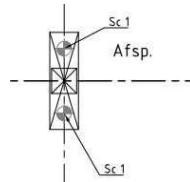
Dit is het resultaat uit reacties PLS-TOWER. Bestand: "OSP KES (380kV) 2.5m - Reacties PLS TOWER v1.4 v3.xlsx".

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



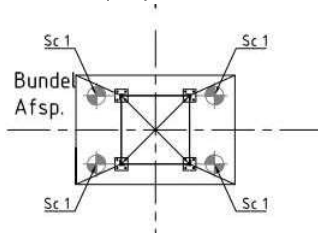
2 poertypes te berekenen

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

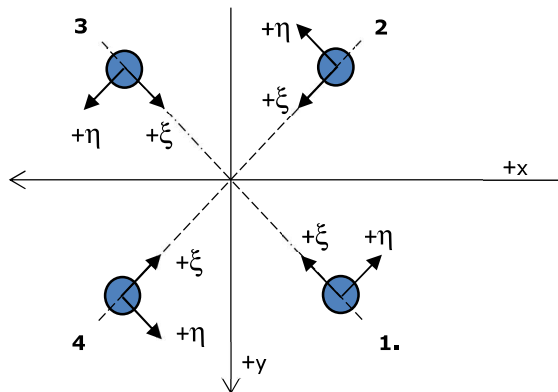
Twee types met verschillende belasting, maar kunnen gelijk genomen worden
Belasting komt uit vier pootjes vanuit de vakwerkkolom



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.

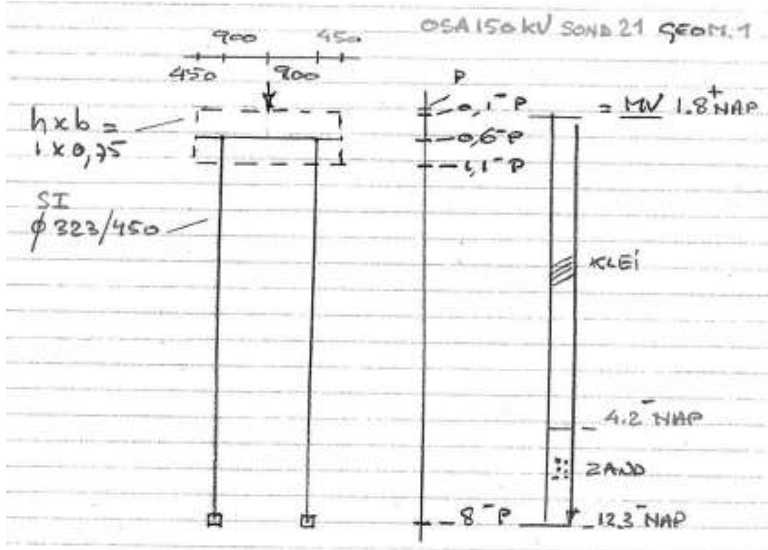
De gronddruk wordt niet getoetst, deze is immers reeds begrensd. Voor de toetsing van de betonconstructie wordt gebruikgemaakt van de DNV-spreadsheet "Beton". De spanning in de palen wordt rechtstreeks in AxisVM beoordeeld. Het draagvermogen van de palen is bepaald met TS/paalfunderingen.

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 ²	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.

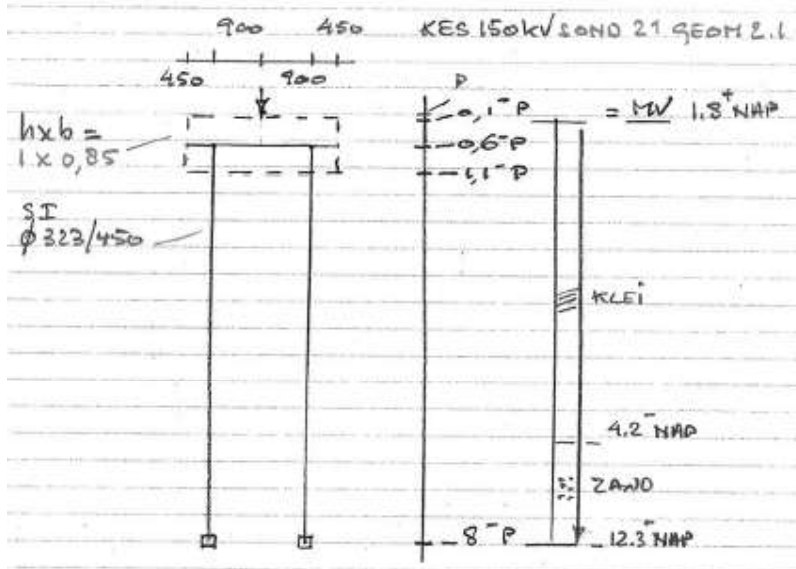
Bijlage: rapport AxisVM OSP 01 OSA 150 kV sond 21 geom 1.

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 doorsnedekrachten 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

Doorsnedekracht	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 ²	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.

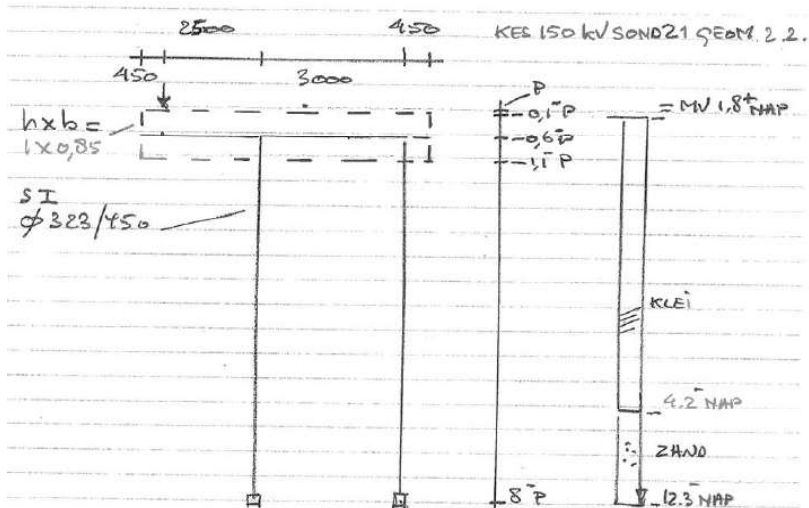
Bijlage: rapport AxisVM OSP 02 KES 150 kV sond 21 geom 2.1.

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.

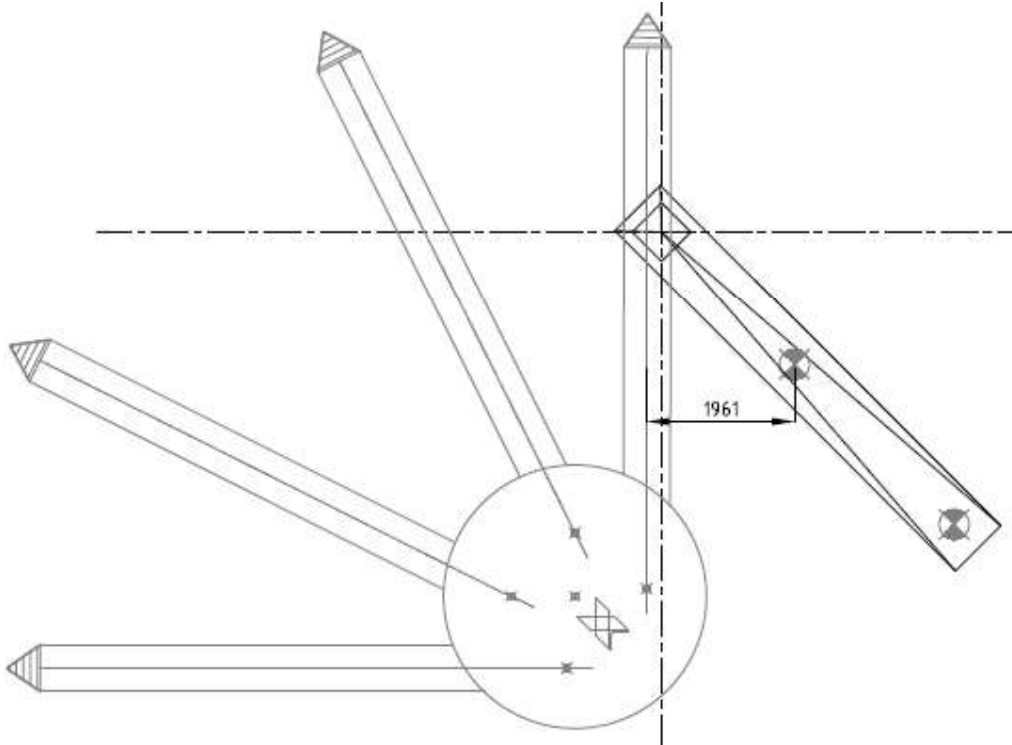
Tabel 31 Resultaten

OSP 03	Berekend	Toelaatbaar			
Spanningsniveau buispaal	36	355 N/mm ²	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

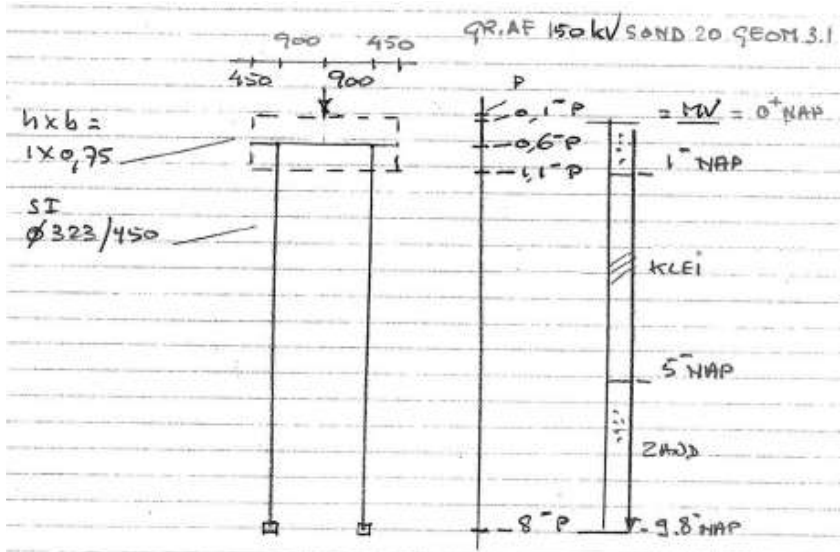
Bijlage: rapport AxisVM OSP 03 KES 150 kV sond 21 geom 2.2.

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 ²	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.

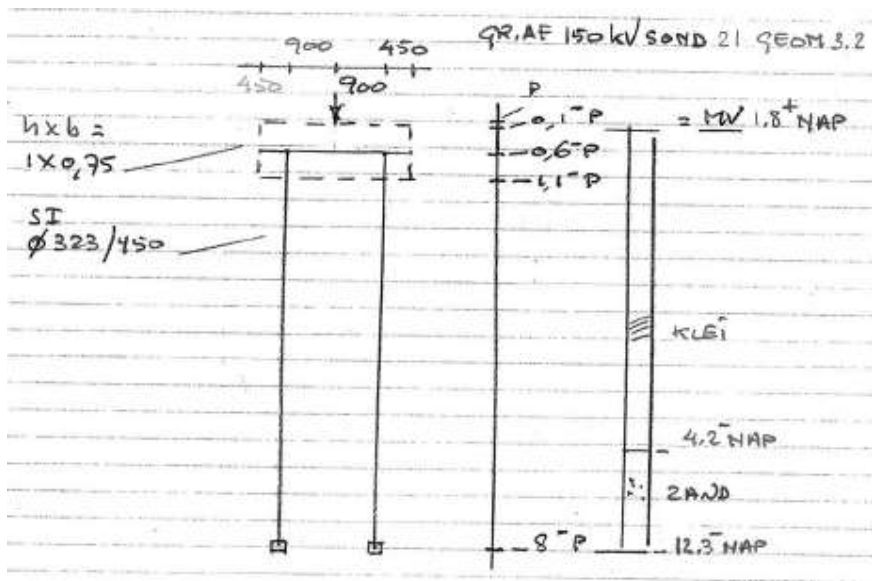
Bijlage: rapport AxisVM OSP 04 Grondafspanning 150 kV sond 20 bg 3.1.

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 ²	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.

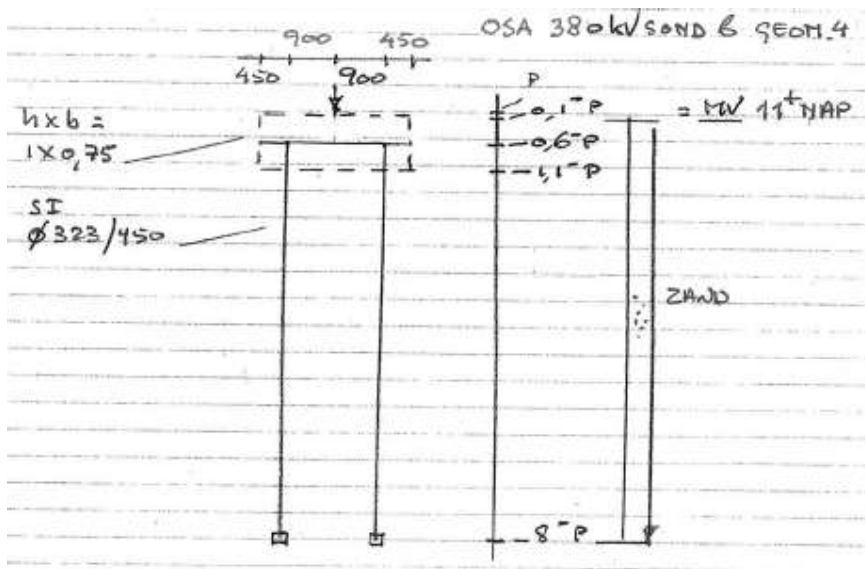
Bijlage: rapport AxisVM OSP 05 Grondafspanning 150 kV sond 21 bg 3.2.

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 ²	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.

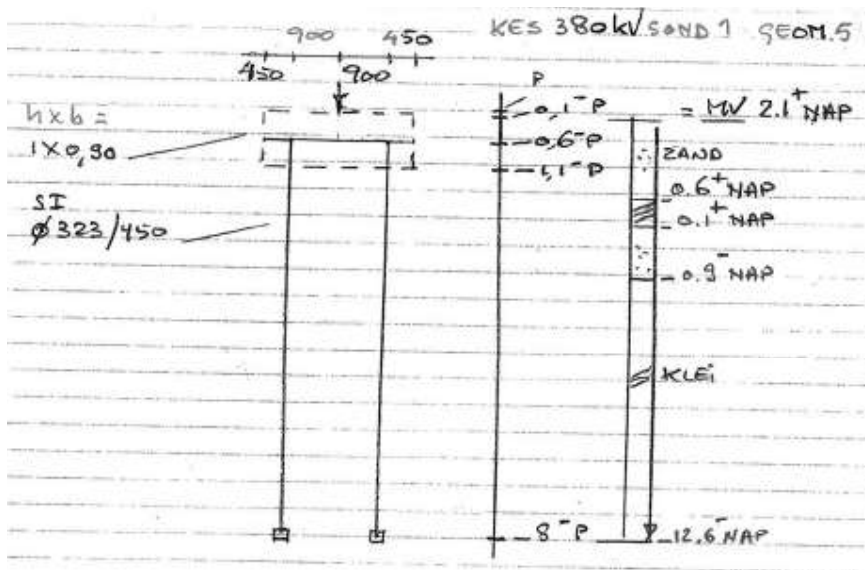
Bijlage: rapport AxisVM OSP 06 OSA 380 kV sond 06 geom 4.

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 ²	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.

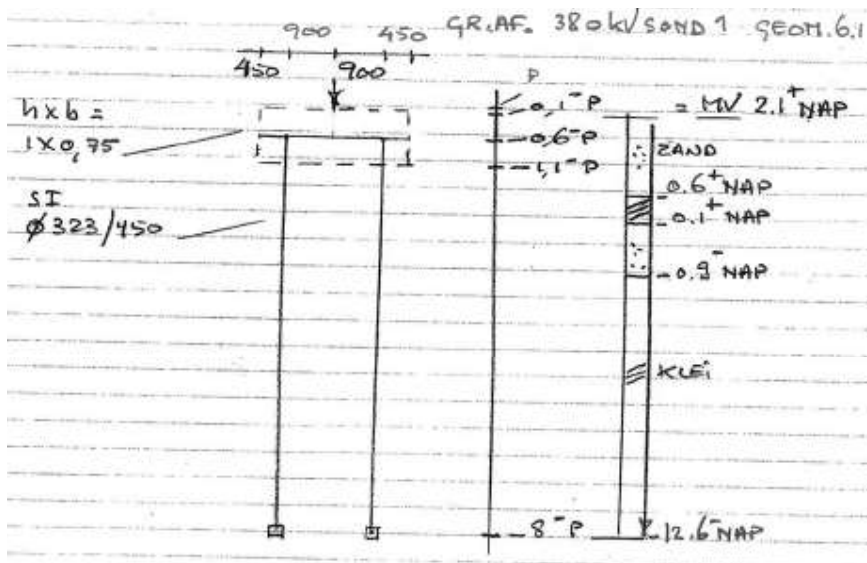
Bijlage: rapport AxisVM OSP 07 KES 380 kV sond 01 geom 5.

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 ²	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.

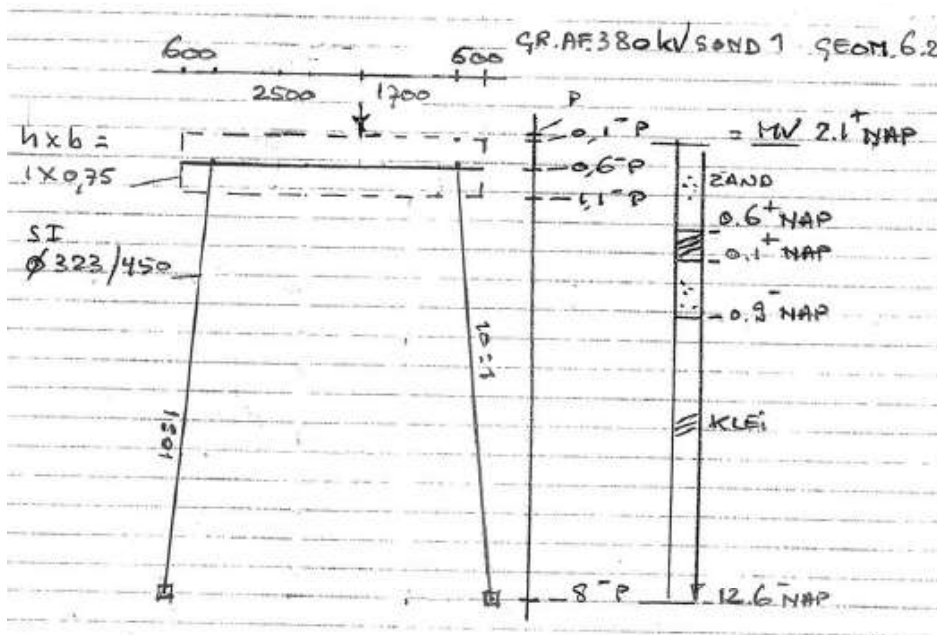
Bijlage: rapport AxisVM OSP 08 Grondafspanning 380 kV sond 01 geom 6.1.

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

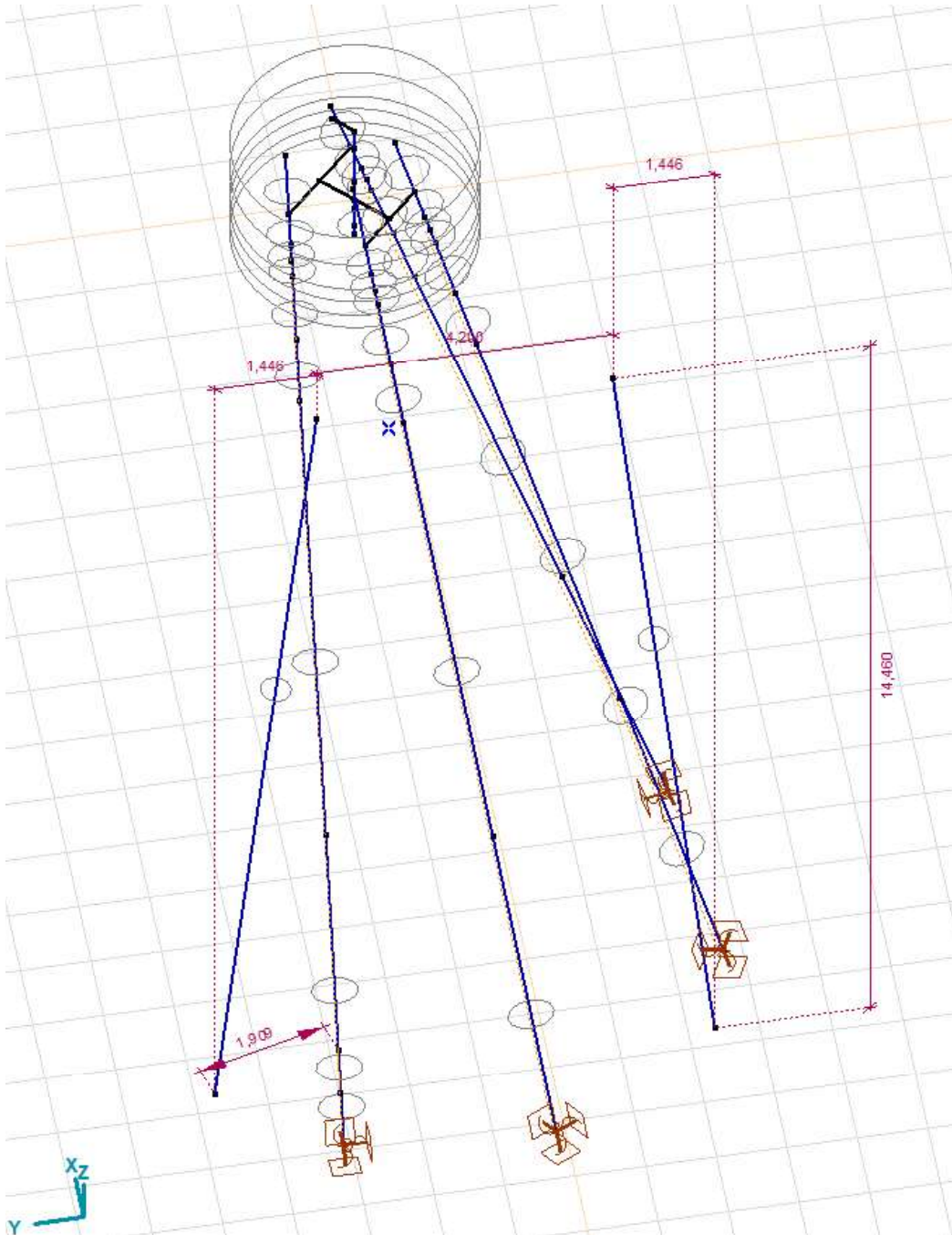
OSP 09	Berekend	Toelaatbaar		
Spanningsniveau buispaal	12	355 N/mm ²	0,03	OK
Max. paalbelasting druk	62	404 kN	0,15	OK
Max. paalbelasting trek	8	166	0,05	OK

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.

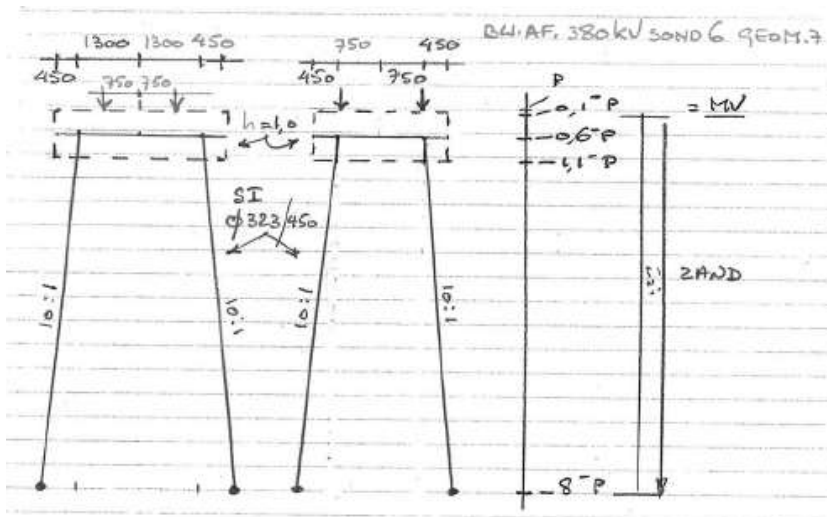
Bijlage: rapport AxisVM OSP 09 Grondafspanning 380 kV sond 01 geom 6.2

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 ²	0,18	OK
Max. paalbelasting druk	241	671 kN	0,36	OK
Max. paalbelasting trek	158	334	0,47	OK
$Hv \phi_r = \sqrt{\phi_x(6)^2 + \phi_y(11)^2}$	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.



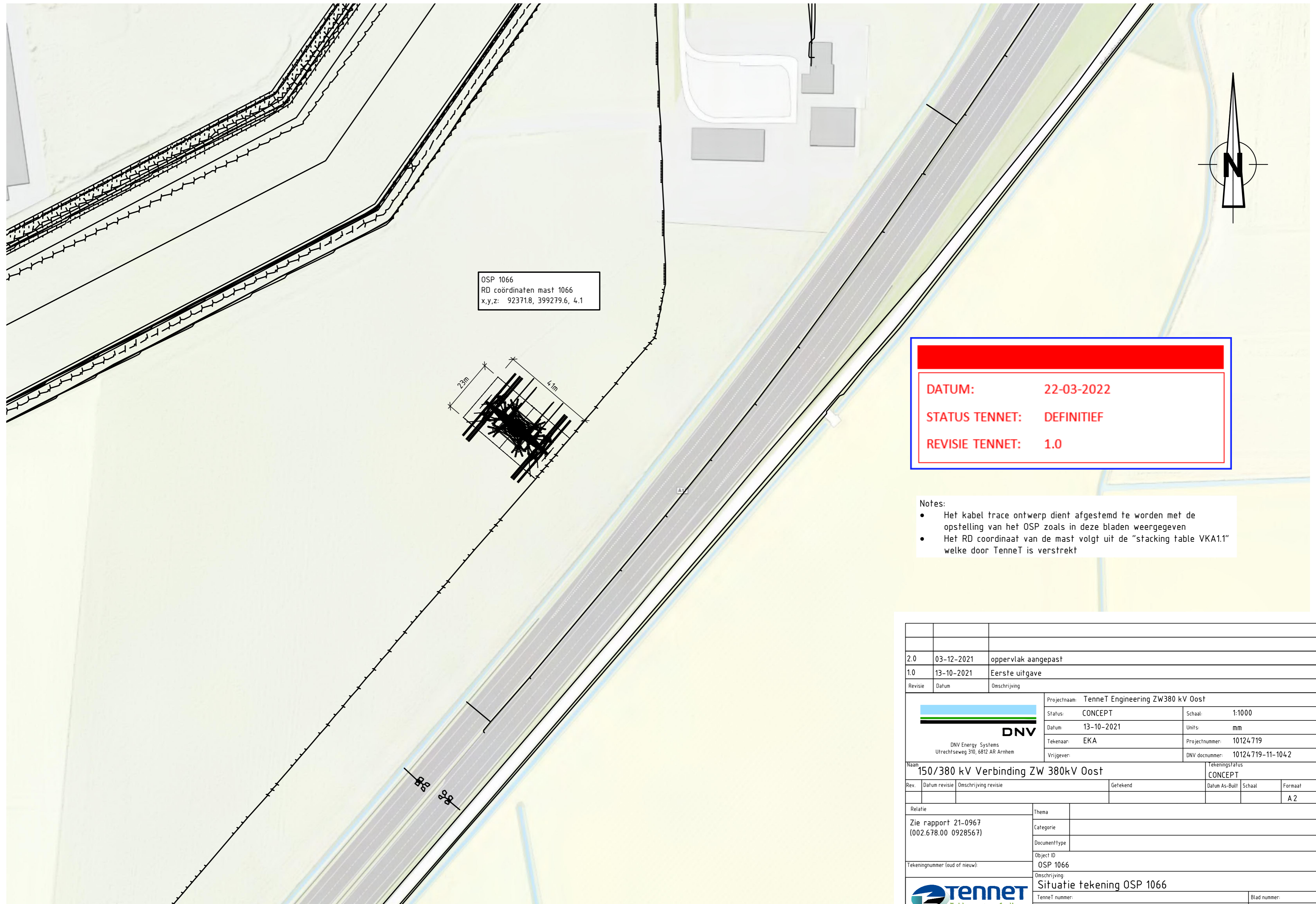
About DNV

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.

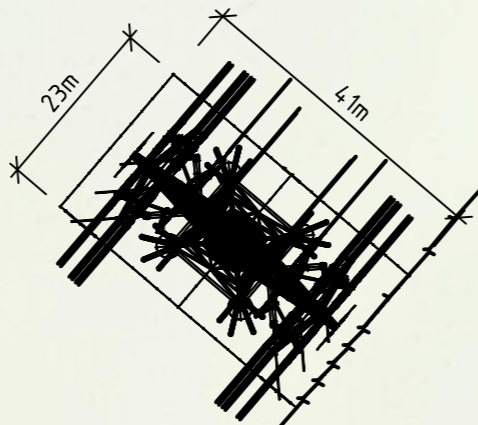
Whether assessing a new ship design, optimizing the performance of a wind farm, analyzing sensor data from a gas pipeline or certifying a food company's supply chain, DNV enables its customers and their stakeholders to make critical decisions with confidence.

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.20 Situatietekening

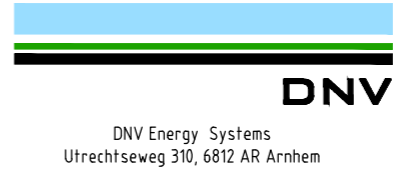


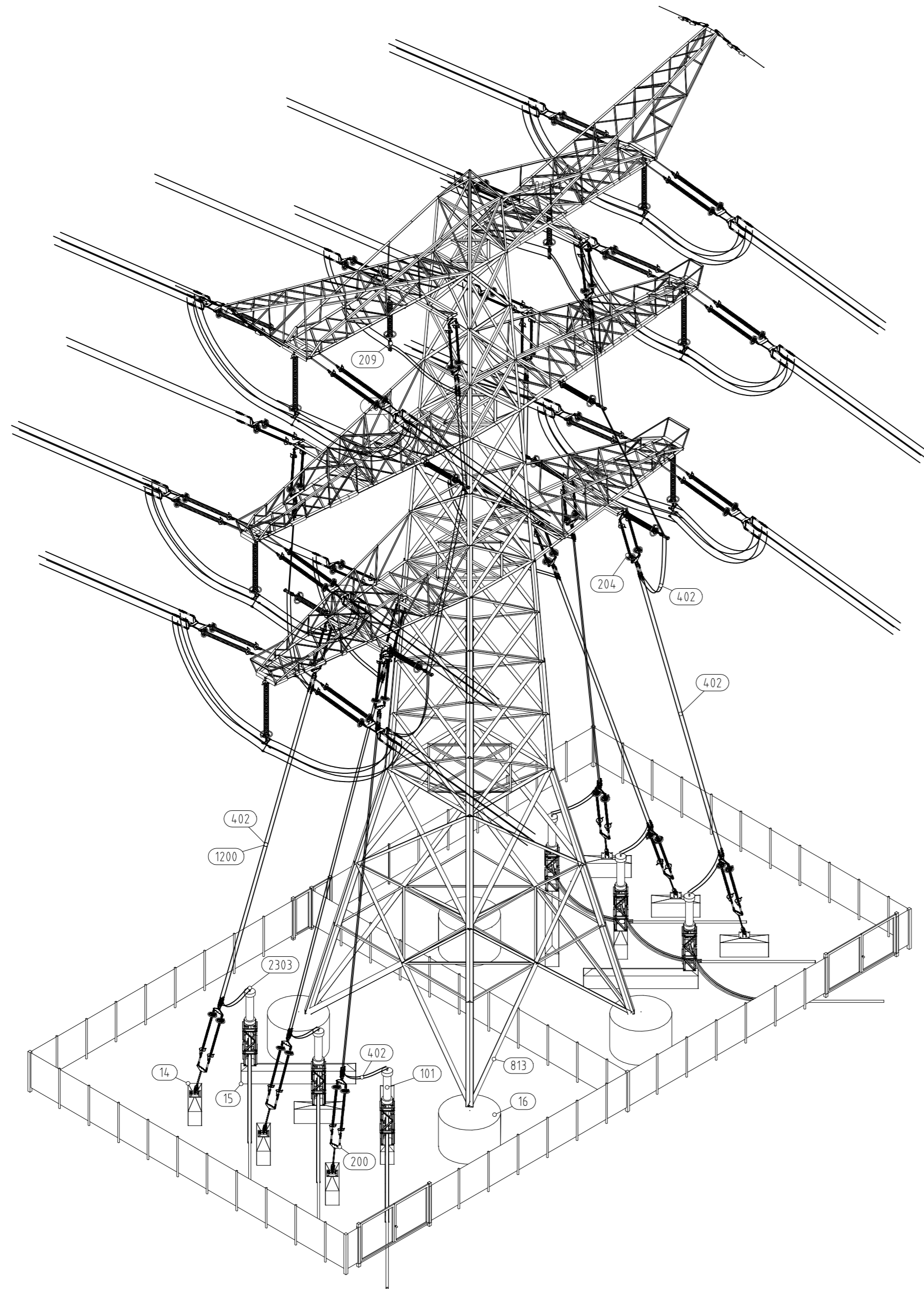
OSP 1066
 RD coördinaten mast 1066
 x,y,z: 923718, 399279.6, 4.1



DATUM: 22-03-2022
STATUS TENNET: DEFINITIEF
REVISIE TENNET: 1.0

- Notes:
- Het kabel trace ontwerp dient afgestemd te worden met de opstelling van het OSP zoals in deze bladen weergegeven
 - Het RD coördinaat van de mast volgt uit de "stacking table VKA1.1" welke door TenneT is verstrekt

2.0		03-12-2021	oppervlak aangepast			
1.0		13-10-2021	Eerste uitgave			
Revisie	Datum	Omschrijving				
 DNV Energy Systems Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem			Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost Status: CONCEPT Datum: 13-10-2021 Tekenaar: EKA Vrijgever:			
			Schaal: 1:1000	Units: mm	Projectnummer: 10124.719	
			DNV docnummer: 10124.719-11-1042			
Naam: 150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost				Tekeningstatus: CONCEPT		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
						A 2
Relatie		Thema				
Zie rapport 21-0967 (002.678.00 0928567)		Categorie				
		Documenttype				
Tekeningnummer (oud of nieuw):		Object ID: OSP 1066				
		Omschrijving: Situatie tekening OSP 1066				
		TenneT nummer: 002.678.00 0928570				
				Blad nummer: 1 van 5		

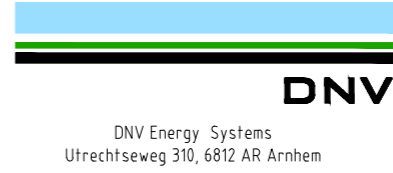


Overzicht met hoofdcomponenten

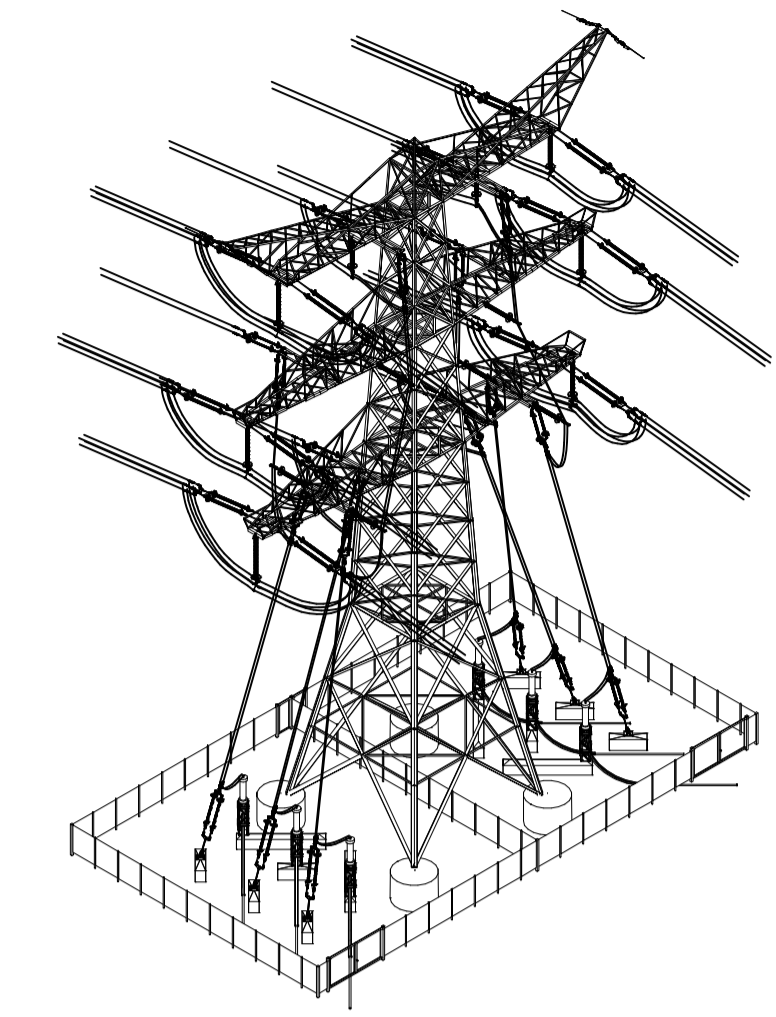
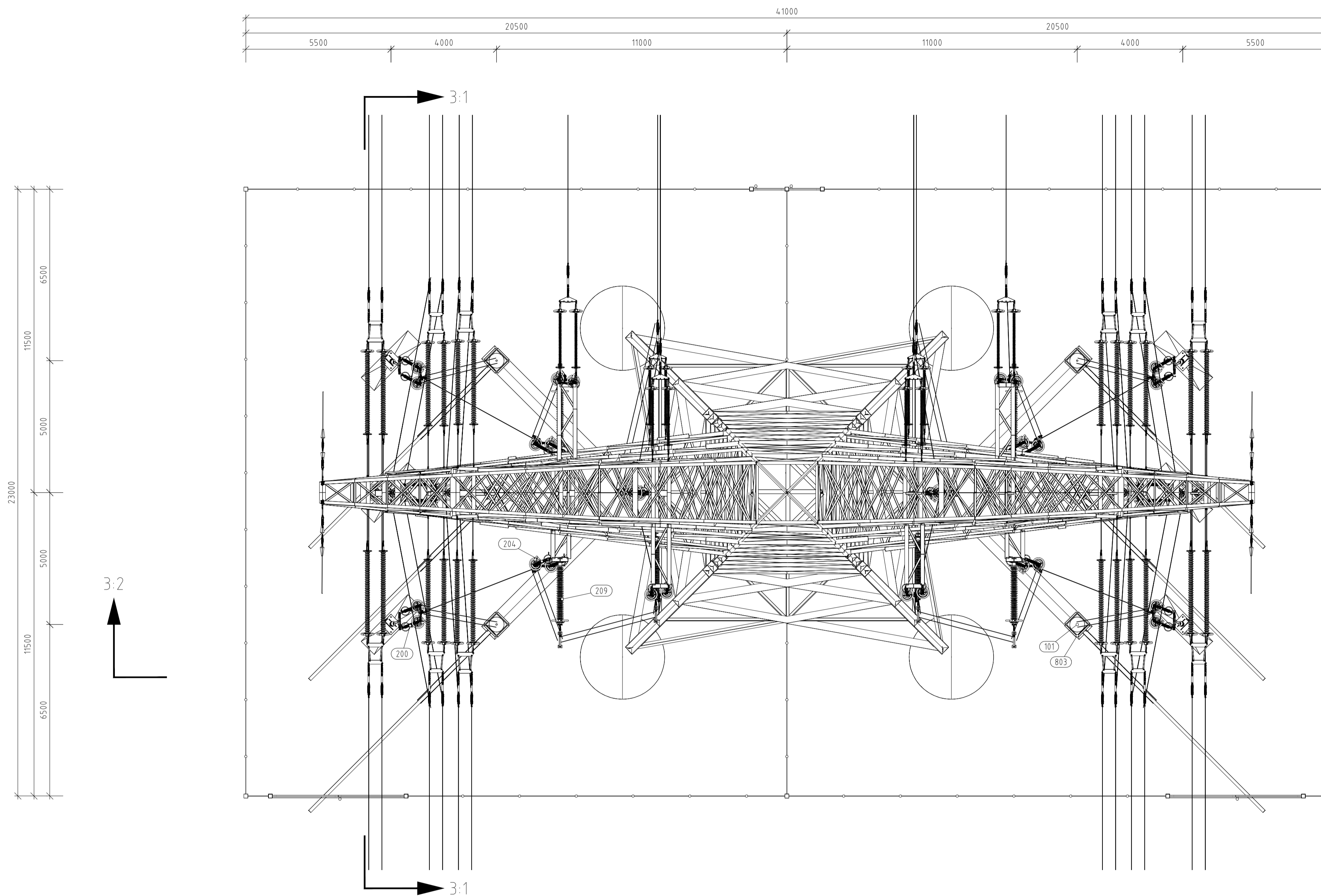
POS	Omschrijving	Id.nr.	Leverancier	Aant.
14	Fundatie Poer 800x1000x2500 (OSA380kV)	002.678.00.0935075 (10124.719-12-1020)	n.t.b.	8
15	Fundatie Poer 700x1000x5900	onbekend	n.t.b.	4
16	4-paals poer (Masttype HA+0/ci)	002.678.00.0903475 (10124.719-032-1005)	n.t.b.	2
101	150kV Kabeindsluiting	n.t.b.	n.t.b.	6
200	150kV vertical-up strain insulator (opstijgpunten)	002.678.00.0944976 (10124.719-40-1035)	n.t.b.	6
204	150kV vertical insulator (opstijgpunten)	002.678.00.0928621 (10124.719-40-1030)	n.t.b.	10
209	150kV post-insulator	002.678.00.0928613 (10124.719-40-1033)	n.t.b.	8
402	AAAC-AL7 620 mm ²		n.t.b.	
813	Mast type HA+0 ci	002.678.00.0927490 (10124.719-35-1040)	Moldau	1
1200	Spacer t.b.v. AAAC-AL7 620mm ² , 2 bundel	Spacer type 2 (150kV)	n.t.b.	18
2303	T-klem t.b.v. AAAC-AL7 620mm ² , 2 bundel	Clamp type 2 (150kV)	n.t.b.	6

Opmerkingen;

- 380kV armaturen zijn niet benoemd, en vallen onder geleidermontage
- 150kV afspanning t.b.v. verbinding zijn niet benoemd, en vallen onder geleidermontage

2.0		26-11-2021	oppervlak aangepast			
1.0		13-10-2021	Eerste uitgave			
Revisie	Datum	Omschrijving				
 DNV Energy Systems Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem			Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost			
			Status: CONCEPT	Schaal: 1:100		
			Datum: 13-10-2021	Units: mm		
			Tekenaar: EKA	Projectnummer: 10124.719		
			Vrijgever:	DNV docnummer: 10124.719-11-1042		
Naam: 150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost			Tekeningstatus: CONCEPT			
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
						A 2
Relatie		Thema				
Zie rapport 21-0967 (002.678.00.0928567)		Categorie				
		Documenttype				
Tekeningnummer (oud of nieuw):		Object ID: OSP 1066				
		Omschrijving: 3D aanzicht OSP 1066				
		TenneT nummer: 002.678.00.0935058				Blad nummer: 2 van 5

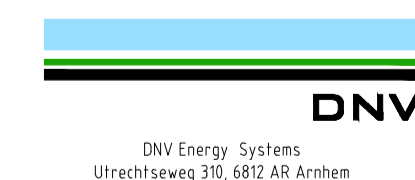



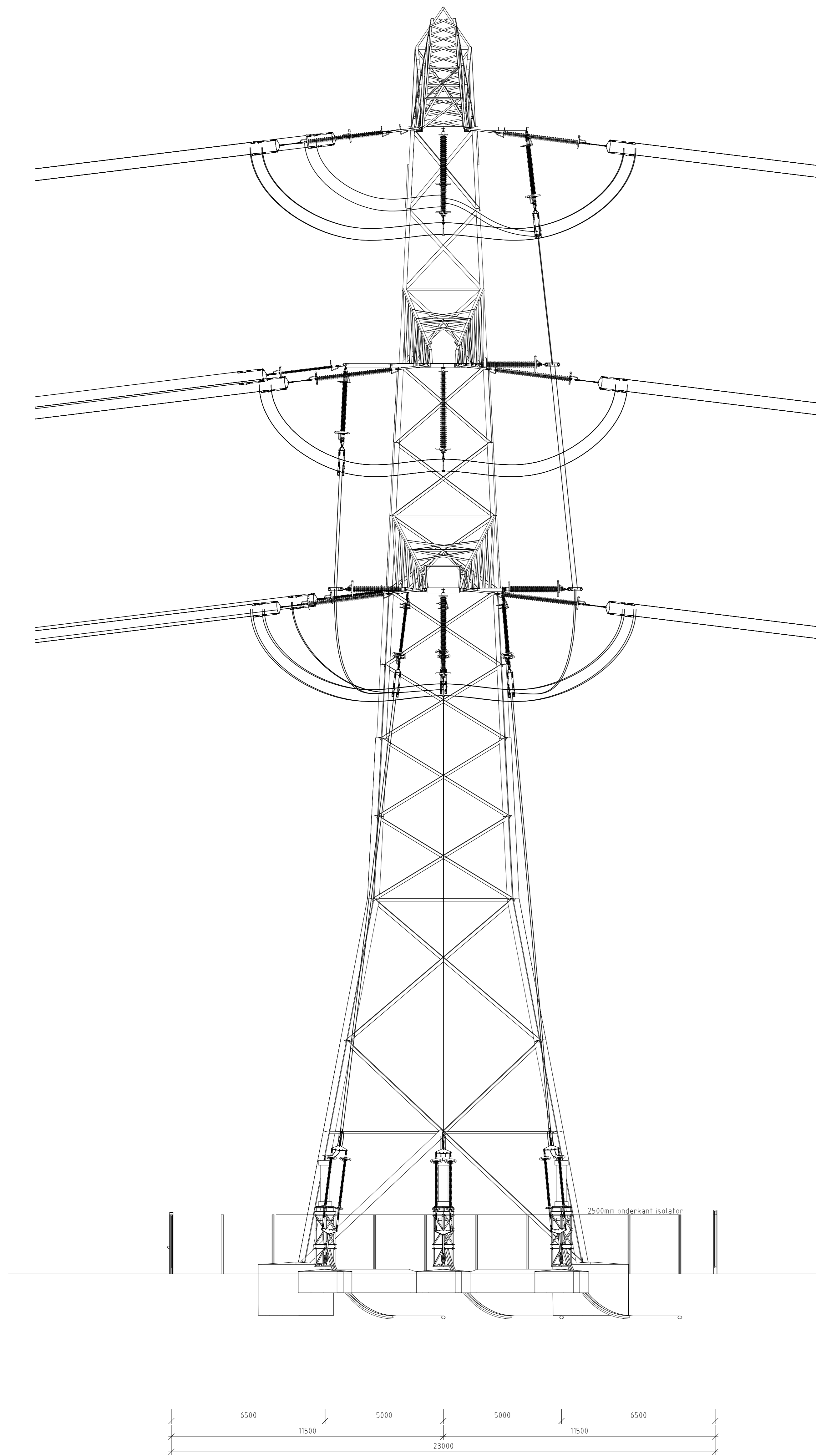


3D aanzicht
Schaal 1:500

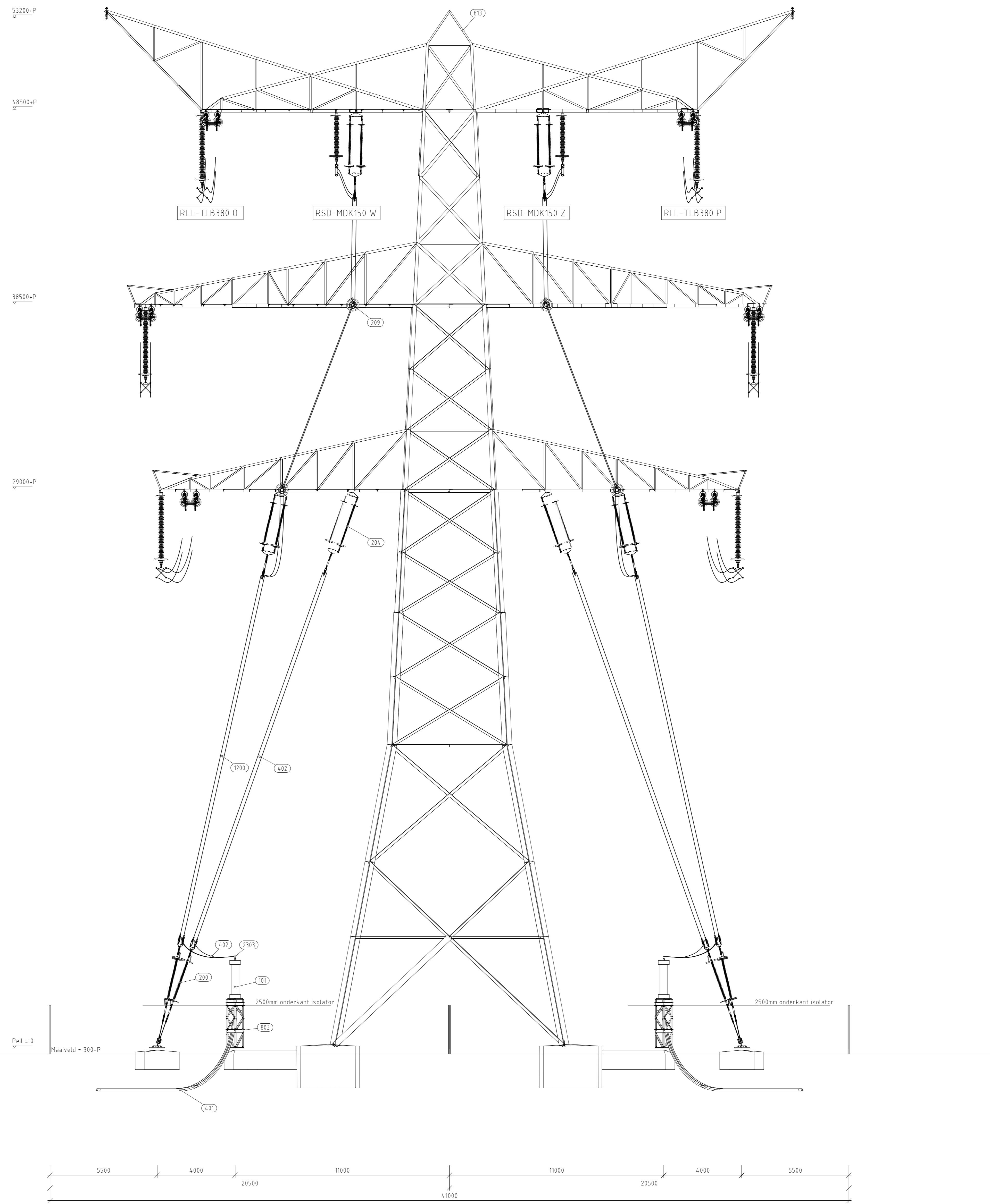
Overzicht van hoofd elementen t.b.v OSP			
Pos	Omschrijving	Id.nr.	Leverancier
101	150kV Kabeindsluiting	n.t.b.	n.t.b.
200	150kV vertical-up strain insulator (opstijgpunten)	002.678.00.094.4976 (10124.719-4.0-1035)	n.t.b.
204	150kV vertical insulator (opstijgpunten)	002.678.00.0928621 (10124.719-4.0-1030)	n.t.b.
209	150kV post-insulator	002.678.00.0928613 (10124.719-4.0-1033)	n.t.b.
803	Staalwerk KES 150kV	002.678.00.0935072 (10124.719-12-1004)	n.t.b.

- Opmerking:
 1) Voor de aanzichten zie blad 3
 2) Voor de civiele installatie zie blad 4

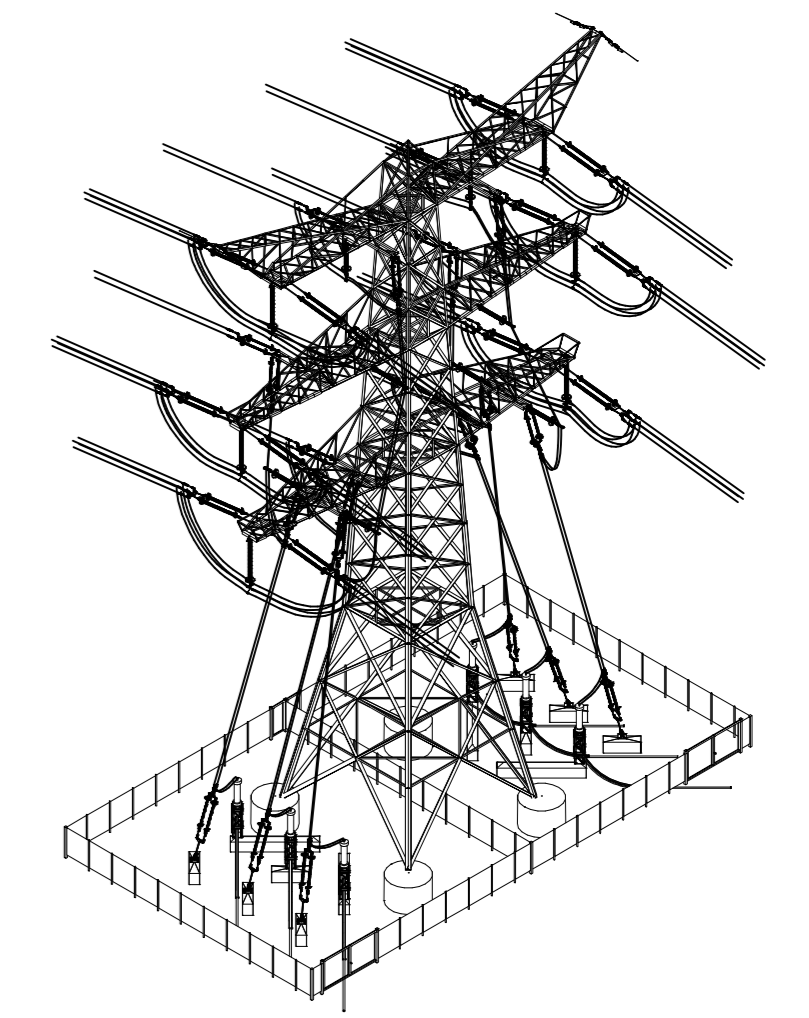
2.0	26-11-2021	oppervlak aangepast				
1.0	13-10-2021	Concept versie				
Revisie	Datum	Omschrijving				
			Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost Status: CONCEPT Datum: 13-10-2021 Tekenaar: EKA Vrijgever:			
			Schaal: 1:100 Units: mm Projectnummer: 10124.719 DNV document: 10124.719-11-104.2			
Naam: 150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost			Tekeningstafus: CONCEPT			
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefokend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
						A 1
Relatie Zie rapport 21-0967 (002.678.00.0928567)		Thema Categorie Documenttype Object ID: OSP 1066 Omschrijving: Bovenaanzicht primaire installatie OSP 1066 Tennaal nummer: 002.678.00.0935058				
Tekeningnummer (oud of nieuw)		Tennaal nummer: 002.678.00.0935058				
		Blad nummer: 3 van 5				



Doorsnede 3.1



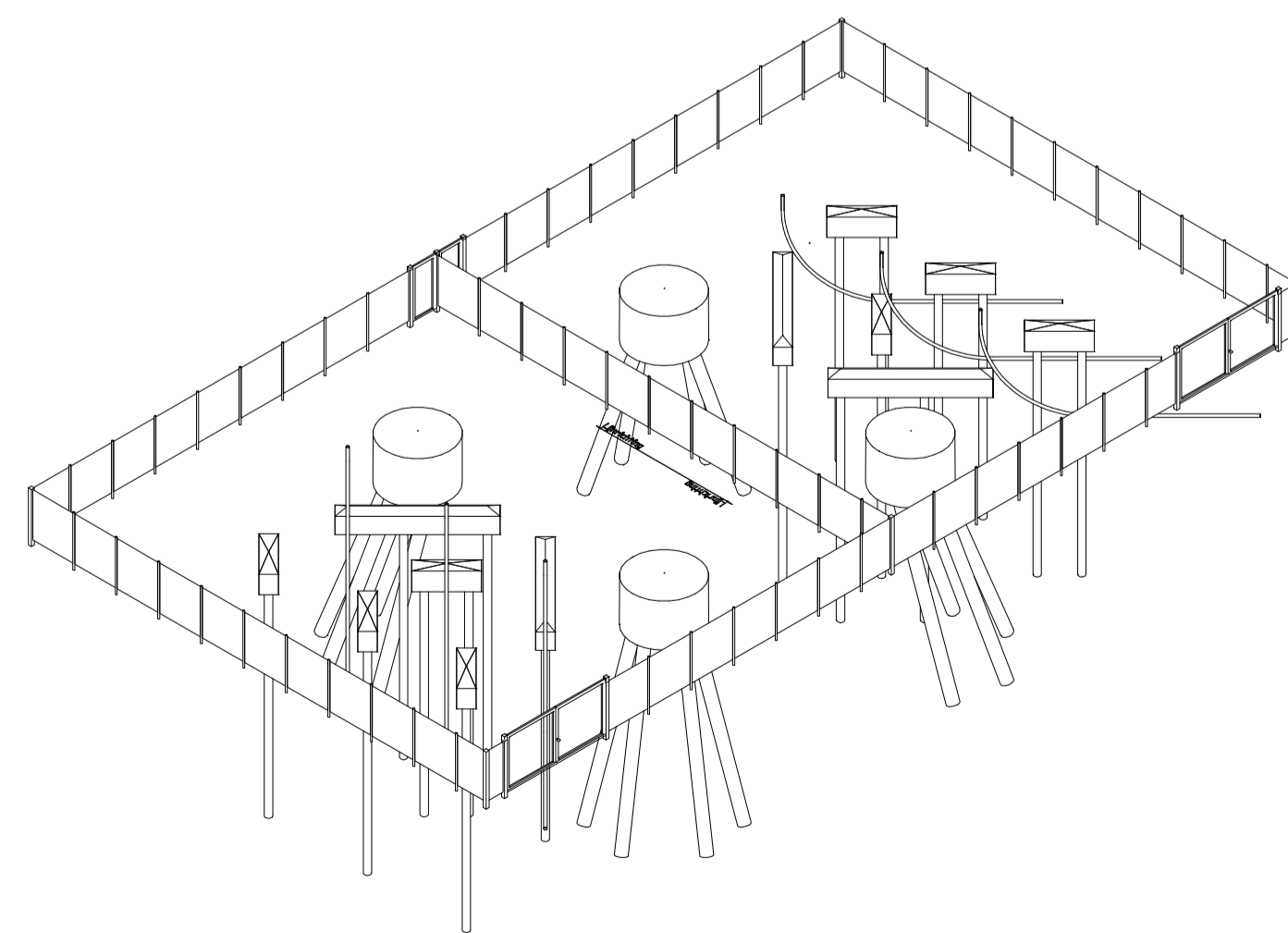
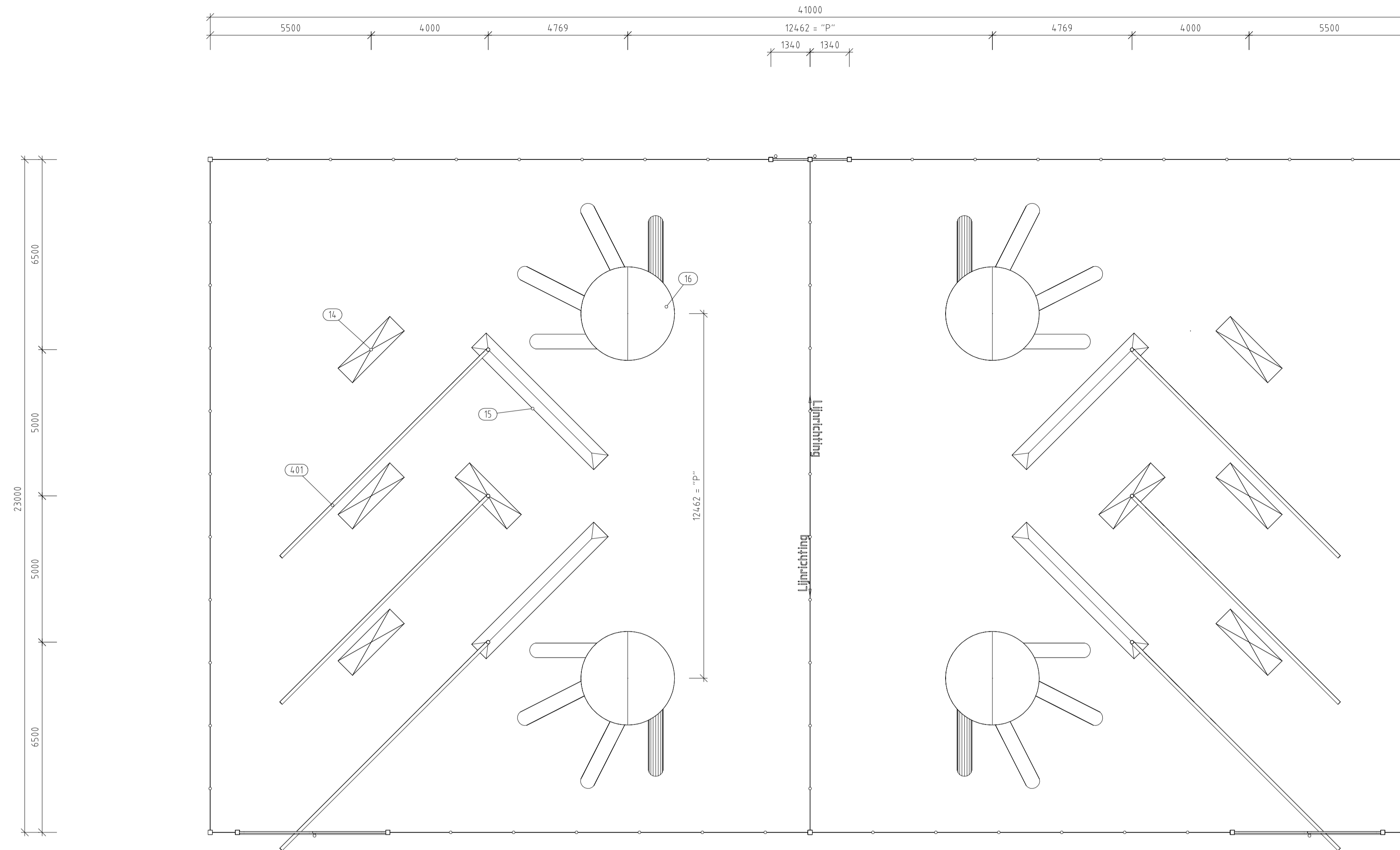
Doorsnede 3.2



3D aanzicht
Schaal 1:500

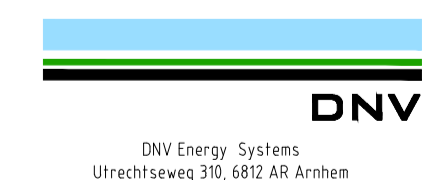

Overzicht van hoofd elementen t.b.v. OSP			
Pos	Omschrijving	Id nr.	Leverancier
101	150kV Kabelendsluiting	n.t.b.	n.t.b.
200	150kV verticaal-up straan insulator (opstijppunten)	002.678.00.0944976 10124719-40-10351	n.t.b.
204	150kV verticaal insulator (opstijppunten)	002.678.00.0928637 10124719-40-10301	n.t.b.
209	150kV post-insulator	002.678.00.0928613 10124719-40-10331	n.t.b.
401	150kV kabel	002.678.00.0935072 10124719-02-10104	n.t.b.
402	AAAC-ALT 620 mm ²	n.t.b.	n.t.b.
803	Staalwerk KES 150kV	002.678.00.0935072 10124719-02-10104	n.t.b.
813	Mast type HA-0 ci	002.678.00.0927490 10124719-35-10101	Moldau
1200	Spacer t.b.v. AAAC-ALT 620mm ² , 2 bundel	002.678.00.0927490 10124719-35-10101	n.t.b.
2393	T-klem t.b.v. AAAC-ALT 620mm ² , 2 bundel	Spacer type 2 (150kV) (Lamp type 2 (150kV))	n.t.b.

2.0	26-11-2021	opgevat/ aangepast																										
1.0	13-10-2021	Concept versie																										
Revisie	Datum	Omschrijving																										
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost</td> </tr> <tr> <td>Status: CONCEPT</td> <td>Schaal: 1:100</td> </tr> <tr> <td>Datum: 13-10-2021</td> <td>Uitsch: mm</td> </tr> <tr> <td>Tekenaar: EKA</td> <td>Projectnummer: 10124719</td> </tr> <tr> <td>Ontwerp: DNV Energy Systems</td> <td>DNV document: 10124719-11-1042</td> </tr> <tr> <td colspan="2">150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost</td> </tr> <tr> <td>Revisie</td> <td>Datum/versie</td> <td>Omschrijving</td> <td>Geneest</td> <td>Datum/Revisie</td> <td>Schaal</td> <td>Formaat</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>A 0</td> </tr> </table>			Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost		Status: CONCEPT	Schaal: 1:100	Datum: 13-10-2021	Uitsch: mm	Tekenaar: EKA	Projectnummer: 10124719	Ontwerp: DNV Energy Systems	DNV document: 10124719-11-1042	150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost		Revisie	Datum/versie	Omschrijving	Geneest	Datum/Revisie	Schaal	Formaat							A 0
Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost																												
Status: CONCEPT	Schaal: 1:100																											
Datum: 13-10-2021	Uitsch: mm																											
Tekenaar: EKA	Projectnummer: 10124719																											
Ontwerp: DNV Energy Systems	DNV document: 10124719-11-1042																											
150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost																												
Revisie	Datum/versie	Omschrijving	Geneest	Datum/Revisie	Schaal	Formaat																						
						A 0																						
<table border="1"> <tr> <td>Bladzijde</td> <td>Tekst</td> </tr> <tr> <td>Zie rapport 21-1067 (002.678.00.0938547)</td> <td>Categorie</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Documenttype</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Object</td> </tr> <tr> <td></td> <td>OSP: 1046</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Aanvraagnummer (ind. of nieuw)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Omschrijving</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Zijaanzichten primaire installatie OSP 1066</td> </tr> <tr> <td colspan="2">TenneT logo</td> </tr> <tr> <td>002.678.00.0935058</td> <td>Bladnummer</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>van 5</td> </tr> </table>			Bladzijde	Tekst	Zie rapport 21-1067 (002.678.00.0938547)	Categorie		Documenttype		Object		OSP: 1046	Aanvraagnummer (ind. of nieuw)		Omschrijving		Zijaanzichten primaire installatie OSP 1066		TenneT logo		002.678.00.0935058	Bladnummer	4	van 5				
Bladzijde	Tekst																											
Zie rapport 21-1067 (002.678.00.0938547)	Categorie																											
	Documenttype																											
	Object																											
	OSP: 1046																											
Aanvraagnummer (ind. of nieuw)																												
Omschrijving																												
Zijaanzichten primaire installatie OSP 1066																												
TenneT logo																												
002.678.00.0935058	Bladnummer																											
4	van 5																											



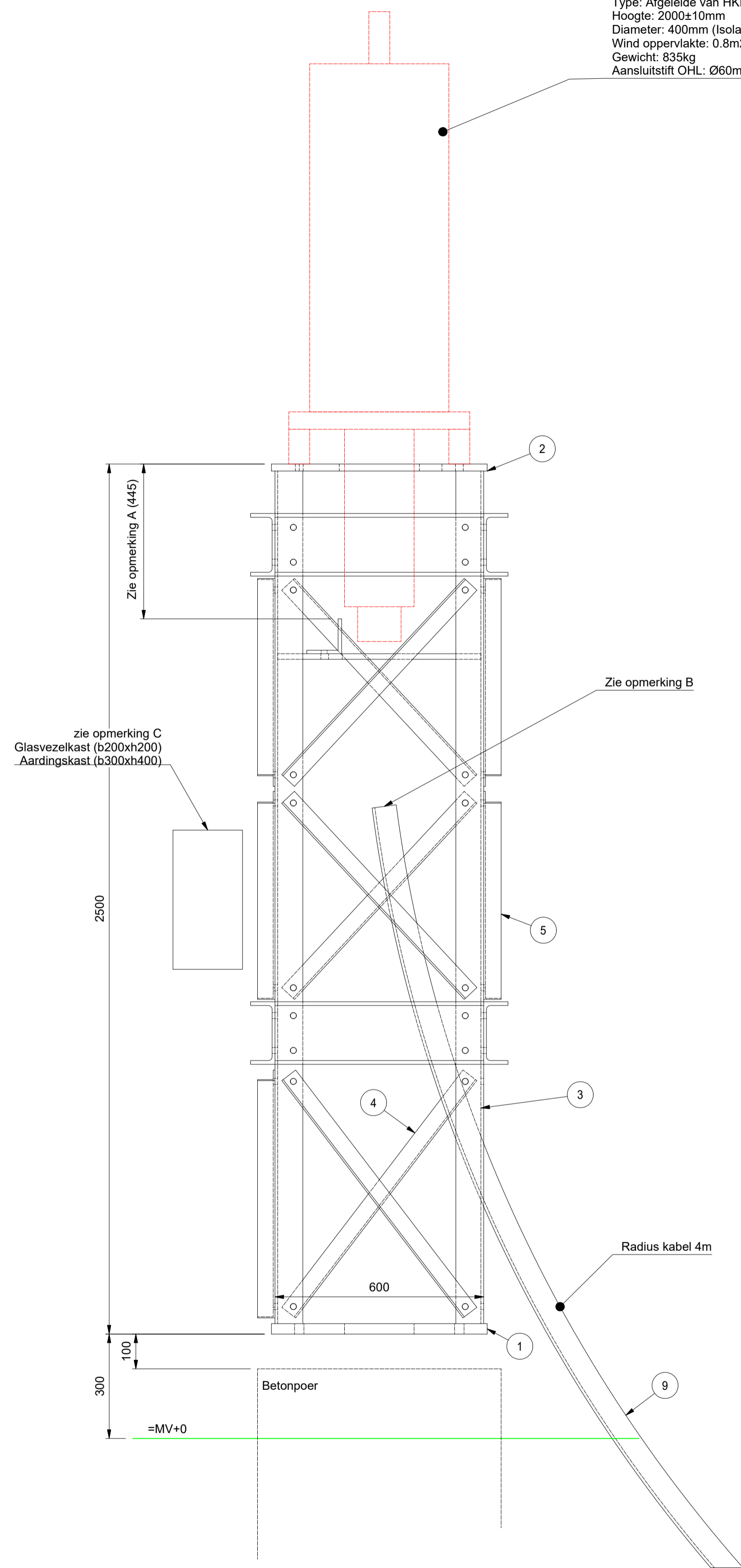
3D aanzicht
Schaal 1:250

Overzicht van hoofd elementen t.b.v OSP			
Pos	Omschrijving	Id.nr.	Leverancier
14	Fundatie Poer 800x1000x2500 (OSA380kV)	002.678.00.0935075 (10124.719-12-1020)	n.t.b.
15	Fundatie Poer 700x1000x5900	onbekend	n.t.b.
16	4-paals poer (Masttype HA+0/ci)	002.678.00.0903475 (10124.719-032-1005)	n.t.b.
401	150kV kabel		n.t.b.

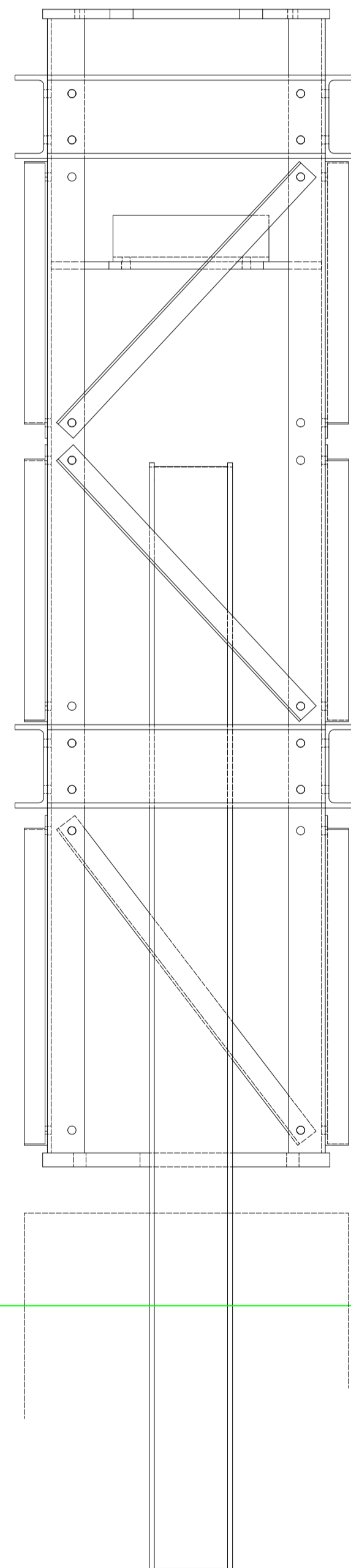
2.0		26-11-2021	oppervlak aangepast		
1.0		13-10-2021	Concept		
Revisie	Datum	Omschrijving			
 DNV Energy Systems Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem		Projectnaam: TenneT Engineering ZW380 kV Oost Status: CONCEPT Datum: 13-10-2021 Tekenaar: EKA Vrijgever:			
Naam: 150/380 kV Verbinding ZW 380kV Oost		Schaal: 1:100 Units: mm Projectnummer: 10124.719 DNV document: 10124.719-11-104.2		Tekeningstatus: CONCEPT	
Rev.	Datum	revisie	Omschrijving	Gefokend	Blad nummer
					A 1
Relatie: Zie rapport 21-0967 (002.678.00.0928567)		Thema: Categorie: Documenttype: Object ID: OSP 1066 Omschrijving: Boven-aanzicht civiele installatie OSP 1066 Totaal nummer: 002.678.00.0935058			
 Taking power further		Blad nummer: 5 van 5		© 2021	

B.21 Staalwerk

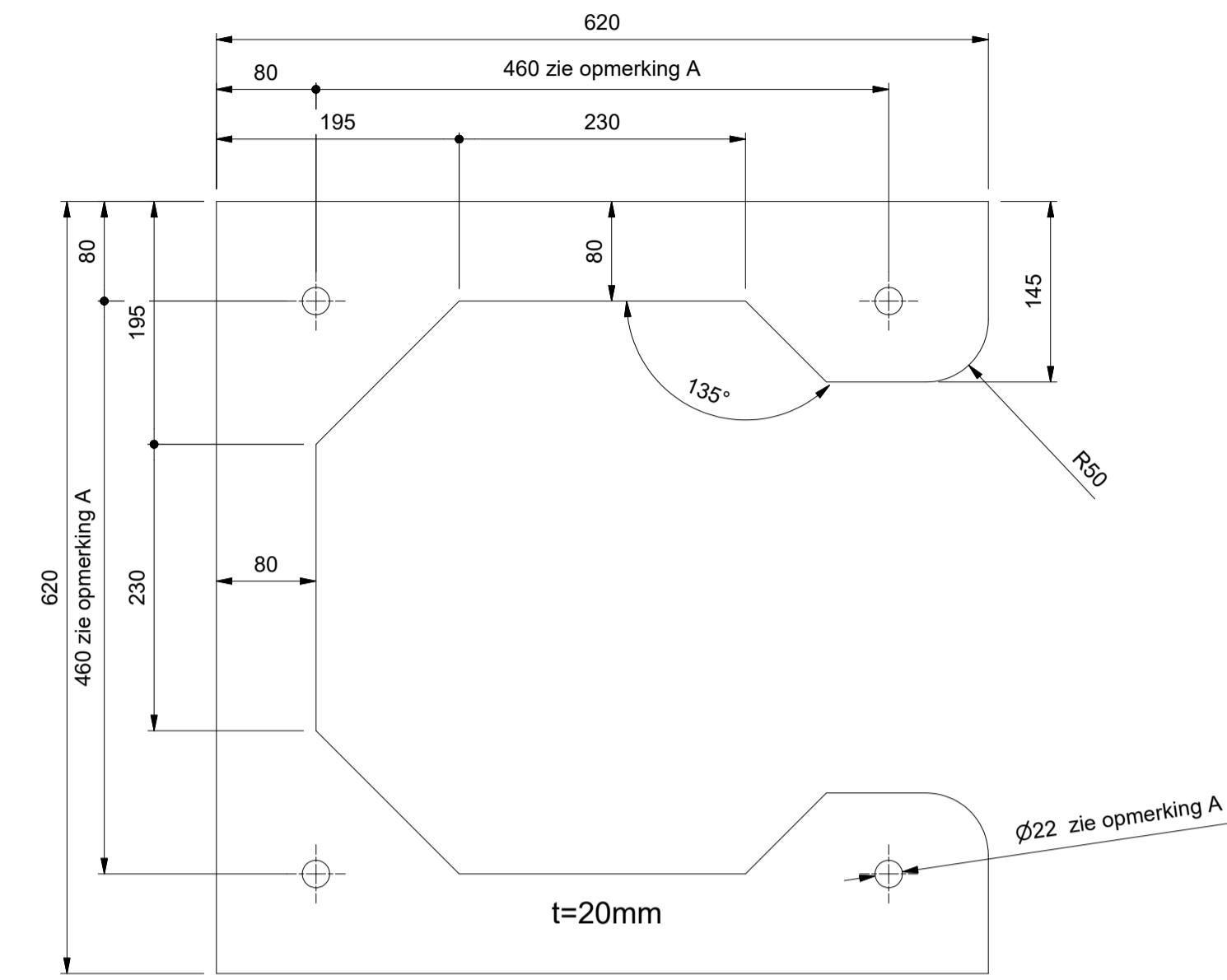
Type: Afgeleide van HKN-TAI-00005 (Taihan)
 Hoogte: 2000±10mm
 Diameter: 400mm (Isolator)
 Wind oppervlakte: 0.8m²
 Gewicht: 835kg
 Aansluitstift OHL: Ø60mm



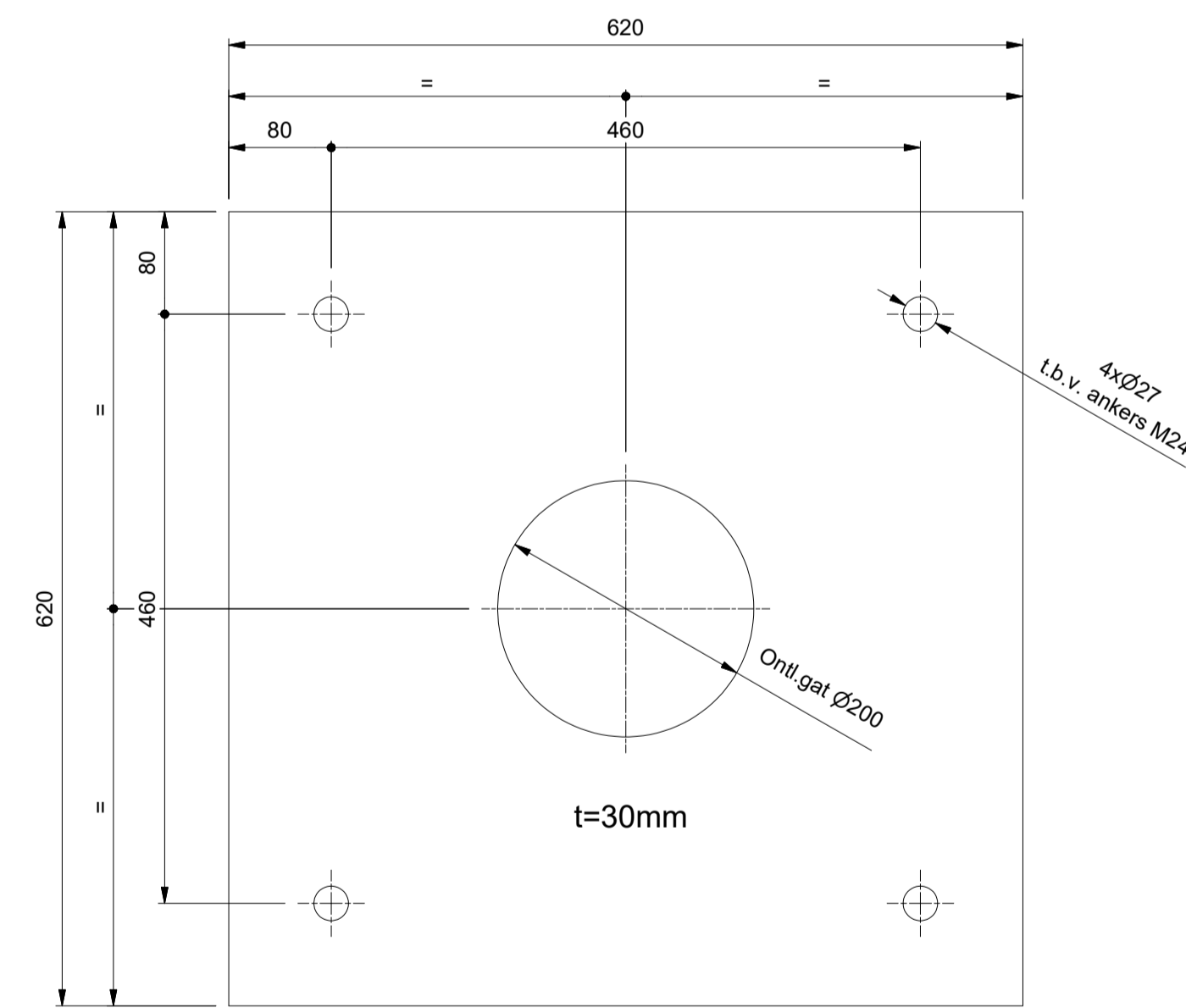
Zijaanzicht (1 : 10)



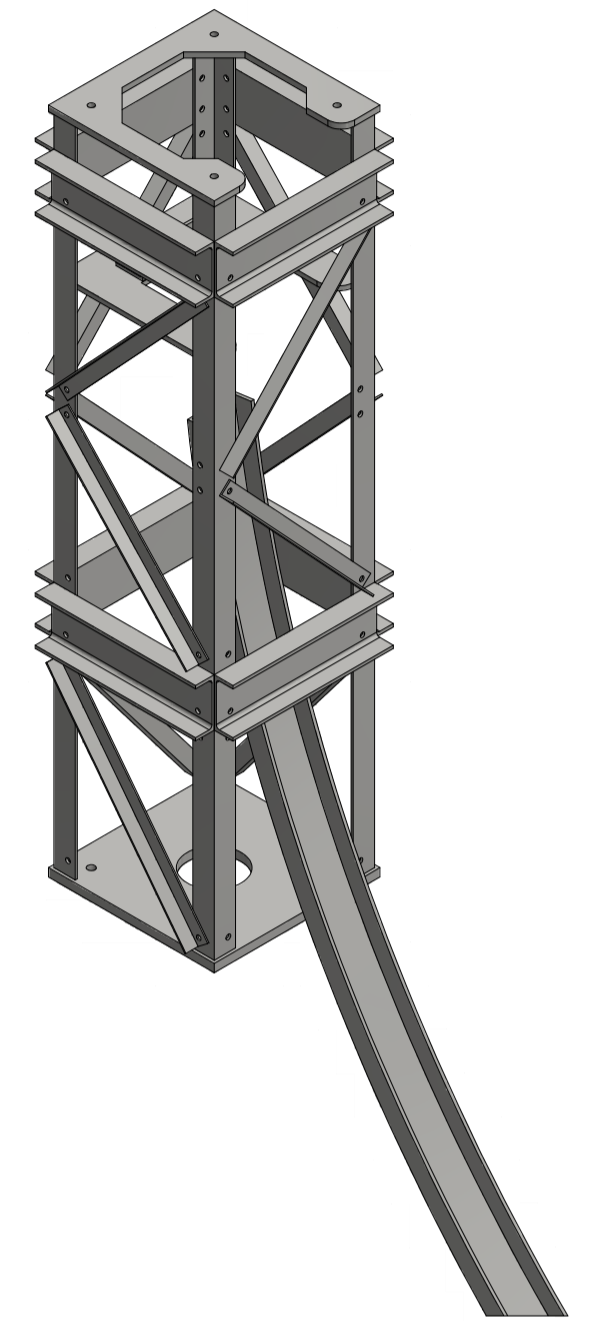
Vooraanzicht (1 : 10)



Top plaat
Pos 2 (1 : 5)



Voetplaat
Pos 1 (1 : 5)



3D-aanzicht (1 : 20)

Opmerking:

- A. De maatvoering is afhankelijk van de leverancier kabeleindsluiting en zal dan ook met de leverancier afgestemd moeten worden
- B. Hier dient een tussen plaat te komen volgend opgave van leverancier kabeleindsluiting
- C. Positie en afmetingen kasten dienen met leverancier afgestemd te worden. Voor kasten geldt dat er maximaal 2 per ondersteuning geplaatst kunnen worden afmeting dienen afgestemd te worden met de leverancier. Per fase dient bepaald te worden welke kasten van toepassing zijn

Gewicht ca 504 kg

Item	Drawingnr	Qty	Description	MATERIAL	remark
9	10124719-12-1004-POS-09	1	Kabel begeleiding	S355J2	Zie opmerking A
5	10124719-12-1004-POS-05	8	Diagonaal L50x5 Lg=770	S355J2	
4	10124719-12-1004-POS-04	3	Diagonaal L50x5 Lg=858	S355J2	
3	10124719-12-1004-POS-03	4	Randstijl L80x8	S355J2	
2	10124719-12-1004-POS-02	1	Topplaat t=20	S355J2	Zie opmerking A
1	10124719-12-1004-POS-01	1	Voetplaat 620x620 t=30	S355J2	

Rev.	Date	Description
6.0	07-12-2021	Update naar aanleiding RFA 0942922 - punt 42
5.0	11-11-2021	Opmerking kasten toegevoegd

Project:	TenneT Engineering ZW380 kV Oost
Design State:	Released
Date:	28-7-2021
Author:	EKA
Approved:	EPL
Scale:	1 : 10
Units:	mm
Projectno:	10124.719
DW Dec.no:	10124.719-12-1004

Rev.No	Date revision	Description revision	Author	Date As-Built	Scale	Format
					1 : 10	A1

Relationship to other drawings	Theme	
	Category	
	Documenttype	
Drawing no. (old or new)	Object ID	
	Description	Staalwerk KES 150kV
	TenneT number:	002.678.00 0935072

DATUM: 20-12-2021
STATUS TENNET: DEFINITIEF
REVISIE TENNET: 1.0

B.22 Mastrapportage combi hoekmast combi-inlus

ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN

Mastrapport combi-hoekmast HA+0/ci (combi-inlus)

TenneT TSO B.V.

Meridian doc.nr.: 002.678.00.0928561

Rapport nr.: 21-0824, Rev. 1

Datum: 2021-07-22

DATUM:	20-09-2021
STATUS TENNET:	DEFINITIEF
REVISIE TENNET:	1.0

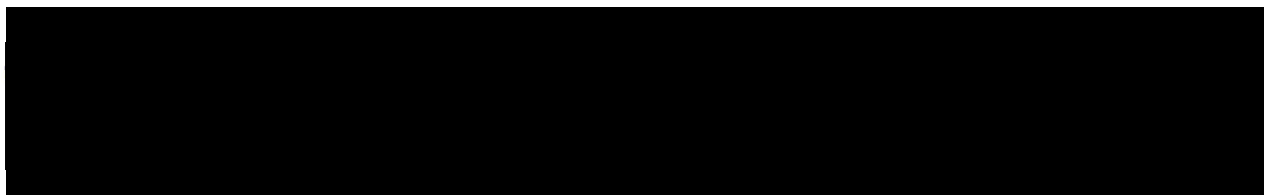




Projectnaam: Zuid-West 380 kV Oost Verbindingen
Rapport titel: Mastrapport combi-hoekmast HA+0/ci (combi-inlus)
Klant: TenneT TSO B.V.,
Contactpersoon klant: XXXXXXXXXX
Datum uitgave: 2021-07-22
Project nr.: 10124719
Organisatie unit: TDT
Meridian doc.nr.: 002.678.00.0928561
Rapport nr.: 21-0824, Rev. 1

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

Tel: 026 356 9111
Handelsregister Arnhem 09006404



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

DNV Distributie:

- Open
- Intern
- Commercieel vertrouwelijk
- Vertrouwelijk
- Geheim

*Specificatie distributie: --

Trefwoorden:

Rev.	Datum	Reden van uitgave	Auteur	Beoordelaar	Goedkeuder
0	2021-07-01	Eerste uitgave	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX
1	2021-07-22	RFA-commentaar verwerkt	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX

Inhoudsopgave

1	INLEIDING	1
2	UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN	2
2.1	Normen	2
2.2	TenneT-specificaties	2
2.3	Eisenverificatie	2
2.4	Ontwerprapporten	2
2.5	Materialen	2
2.6	Software	3
3	MASTONTWERP	4
3.1	Masttekeningen	4
3.2	Aflopers	4
3.3	Veerconstructie verticale aflopers	4
3.4	Mastbeeld	5
3.5	Uitgangspunten berekening	6
3.6	Mastenlijst	6
3.7	Geleiderbelastingen	6
3.8	Reacties op de fundering	7
3.9	Modellering	7
3.10	Overige controles	7
3.11	Mastgewicht	7
4	TOETSING	8
4.1	Resultaat PLS-TOWER	8
4.2	Toetsing overige onderdelen	9
Appendix A	Geleiderbelastingen	
Appendix B	Resultaten PLS	
Appendix C	Knikverkorters	
Appendix D	Blokdeuvels	
Appendix E	Liggers	
Appendix F	Sterkte-coördinatie	
Appendix G	Galloping	

1 INLEIDING

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

Deze rapportage bevat de resultaten van de toetsing van de combi-hoekmast HA+0/ci (ci: combi-inlus), een masttype geschikt voor twee circuits 380kV en twee circuits 150kV. De toetsing bestaat uit controle van:

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

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

Bij uitwerking UO-fase moet er ook rekening mee gehouden worden dat de uithouders aan de traversen van dit masttype ook in een gespiegelde variant voorkomen.

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

2 UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

2.1 Normen

Er is gebruik gemaakt van de normen volgens Tabel 1.

Tabel 1 Gebruikgemaakte normen, voorschriften en richtlijnen

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

2.2 TenneT-specificaties

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

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

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

2.3 Eisenverificatie

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

2.4 Ontwerppapporten

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

2.5 Materialen

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

Tabel 3 Materialen aangepaste constructie

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



Voor de constructie geldt conform TenneT-specificatie:

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

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

2.6 Software

De gebruikte software wordt benoemd in Tabel 4.

Tabel 4 Toegepaste software

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

3 MASTONTWERP

3.1 Masttekeningen

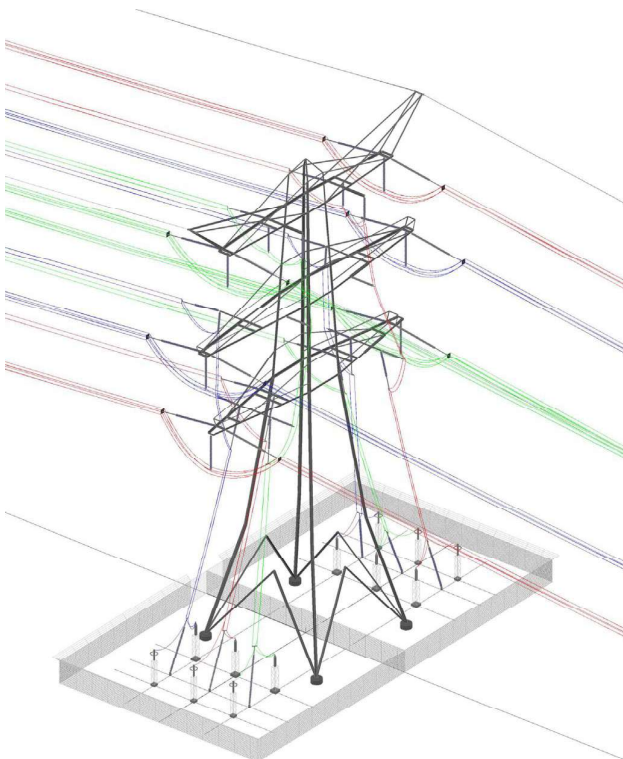
In dit hoofdstuk worden de mastbeelden weergegeven met de belangrijkste maatvoering, voor volledige tekeningen van de masttypen wordt verwezen naar onderstaande tekeningen:

- Mastbeeldtekening Bijzondere masten, Meridiannummer 002.678.00 0890101
- Overzichtstekening HA+0/ci, Meridiannummer 002.678.00 0927490

3.2 Aflopers

Masttype HA+0/ci is een combi-hoekmast voor twee circuits 380 kV en twee circuits 150kV. De geleiders van de 150kV circuits gaan bij deze mast in verticale richting naar een grondopstelling voor de overgang naar de kabelverbinding in het tracé.

Om de verticale afloop te faciliteren zijn alle traversen voorzien van uitkragende liggers om voldoende spanningsafstand te creëren, hierbij gaat de afloper van de boventraverse achter de midden- en ondertraverse langs. De geleider van de middentraverse van het lijnveld wordt afgespannen op de uitkragende liggers en de afloper gaat voor de traversen langs. Alleen aan de boventraverse zijn post-isolatoren voor de bretelle opgehangen. Aan de midden- en ondertraverse zijn extra horizontale post-isolatoren opgehangen.



Figuur 1 Principeontwerp HA+0/ci

3.3 Veerconstructie verticale aflopers

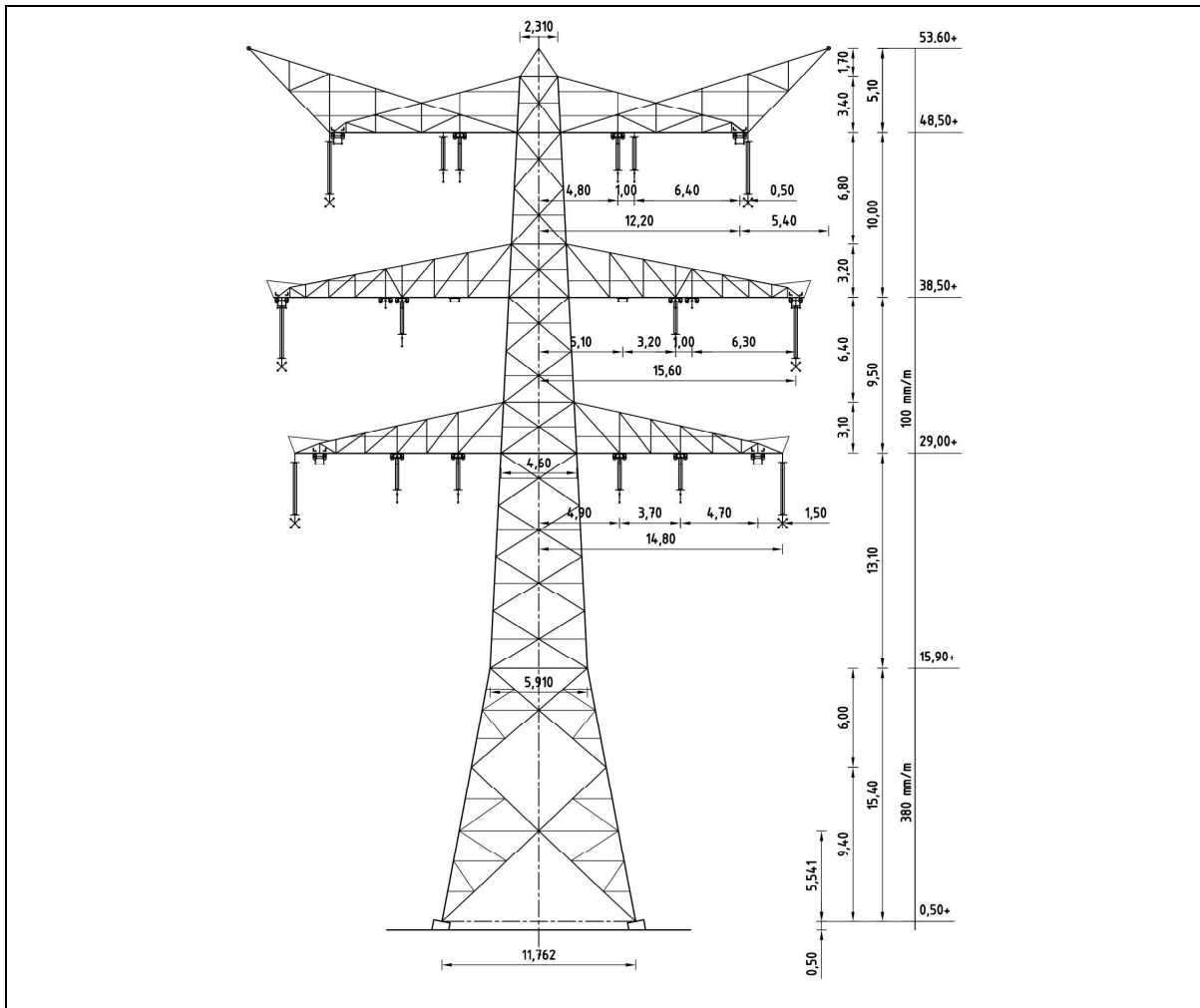
De verticale geleiders dienen met een veerconstructie te worden afgespannen naar de grond. Deze veer is benodigd vanwege verschillen in temperatuursuitzetting van geleider en mast en om vervormingen van de mastconstructie op te vangen. Het uitgangspunt voor de veerconstructie is:

- maximaal 50 mm veerweg na het aanbrengen van de voorspankracht. De maximale verplaatsing is een belangrijke eis om te grote verplaatsingen van de geleider onder windbelasting te voorkomen.
- voorspanning 5 kN
- veerstijfheid in de orde van 200 kN/m (zie hieronder)
- belasting in uiterste grenstoestand 25 kN

In de berekening is een hogere fictieve veerstijfheid gehanteerd van 1000 kN/m. Dit is een conservatief uitgangspunt waarbij een verplaatsing van 50 mm wordt gevonden (zie Appendix A). In werkelijkheid zal de stijfheid van de veer lager zijn, echter als de verplaatsing 50 mm bedraagt, zal de veer niet meer kunnen vervormen en zal de geleiderstijfheid de trekkracht bepalen. Om niet te gunstige waarden voor de trekkracht te vinden is er gerekend met een fictieve stijfheid waarbij de verplaatsing maximaal 50 mm is. De waarde voor de werkelijke veerstijfheid moet zodanig zijn dat onder reguliere windbelastingen geen klapperen van de veer optreedt. Bij de waarde van 200 kN/m is er bij 50 mm verplaatsing een krachtstoename van 10 kN mogelijk, een verdubbeling ten opzichte van de voorspankracht.

3.4 Mastbeeld

In Figuur 2 is het schematische mastbeeld opgenomen.



Figuur 2 Mastbeeld masttype HA+0/ci

3.5 Uitgangspunten berekening

De uitgangspunten volgens Tabel 5 zijn van toepassing.

Tabel 5 Uitgangspunten

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

3.6 Mastenlijst

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

In Tabel 6 zijn alle masten in het tracé van het type HA+0/ci opgenomen. De mast met grootste wind span is vetgedrukt aangegeven. Het masttype zal niet met deze wind en weight span worden berekend maar met generieke wind en weight span, zie uitgangspuntenrapport.

Tabel 6 Mastenlijst HA+0/ci

Mast-nummer	Masttype	Lijnhoek (°)	Wind span (m)	Weight span (m)	Hoogteverschil ba+ah (m)	Hoogteverschil back (m)	Hoogteverschil ahead (m)
1051	HA+0_ci	180,0	392,6	402,8	2,3	0,3	2,0
1066	HA+0_ci	180,0	309,0	288,7	-3,5	1,4	-4,9
1098	HA+0_ci	180,0	369,0	358,3	-2,1	0,0	-2,0
1099	HA+0_ci	174,0	375,1	372,0	-1,0	2,0	-3,0
1147	HA+0_ci	178,4	352,8	262,6	-17,1	0,6	-17,8
1153	HA+0_ci	180,0	380,2	302,9	-16,2	-17,2	1,0
1167	HA+0_ci	180,0	386,4	357,6	-6,0	-6,1	0,1
1168	HA+0_ci	180,0	385,8	369,6	-3,4	-0,1	-3,3
1204	HA+0_ci	177,8	334,7	343,1	1,5	0,9	0,7

3.7 Geleiderbelastingen

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

De geleiderkrachten van de verticale geleiders zijn berekend met een spreadsheet voor aflopers. Hierin is de invloed van de veerstijfheid meegenomen van de bevestiging.

De kortsluitkrachten tussen de aflopers zijn separaat berekend, zie Appendix A. Deze zijn in de geleiderbelastingen opgenomen als extra load cases.

Voor de verticale geleiders die tussen de traversen lopen is een verticale belasting van 5 kN op het uiteinde van de isolatoren aangenomen. Deze belasting is voldoende groot om alle belastingeffecten op deze geleiders af te dekken, deze geleiders worden via post-isolatoren begeleid, niet met afspankettingen met bijbehorende grotere trekkrachten.

3.8 Reacties op de fundering

De oplegreacties op de fundering worden ontleend aan de uitvoer van PLS TOWER. Dit is in afwijking op andere masttypes uit de reeks, vanwege de verticale geleiders. Zie Appendix A.

3.9 Modelling

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

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

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

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

3.10 Overige controles

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

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

3.11 Mastgewicht

Het totale mastgewicht per masttype is met de uitgangspunten van paragraaf 3.9 bepaald op:

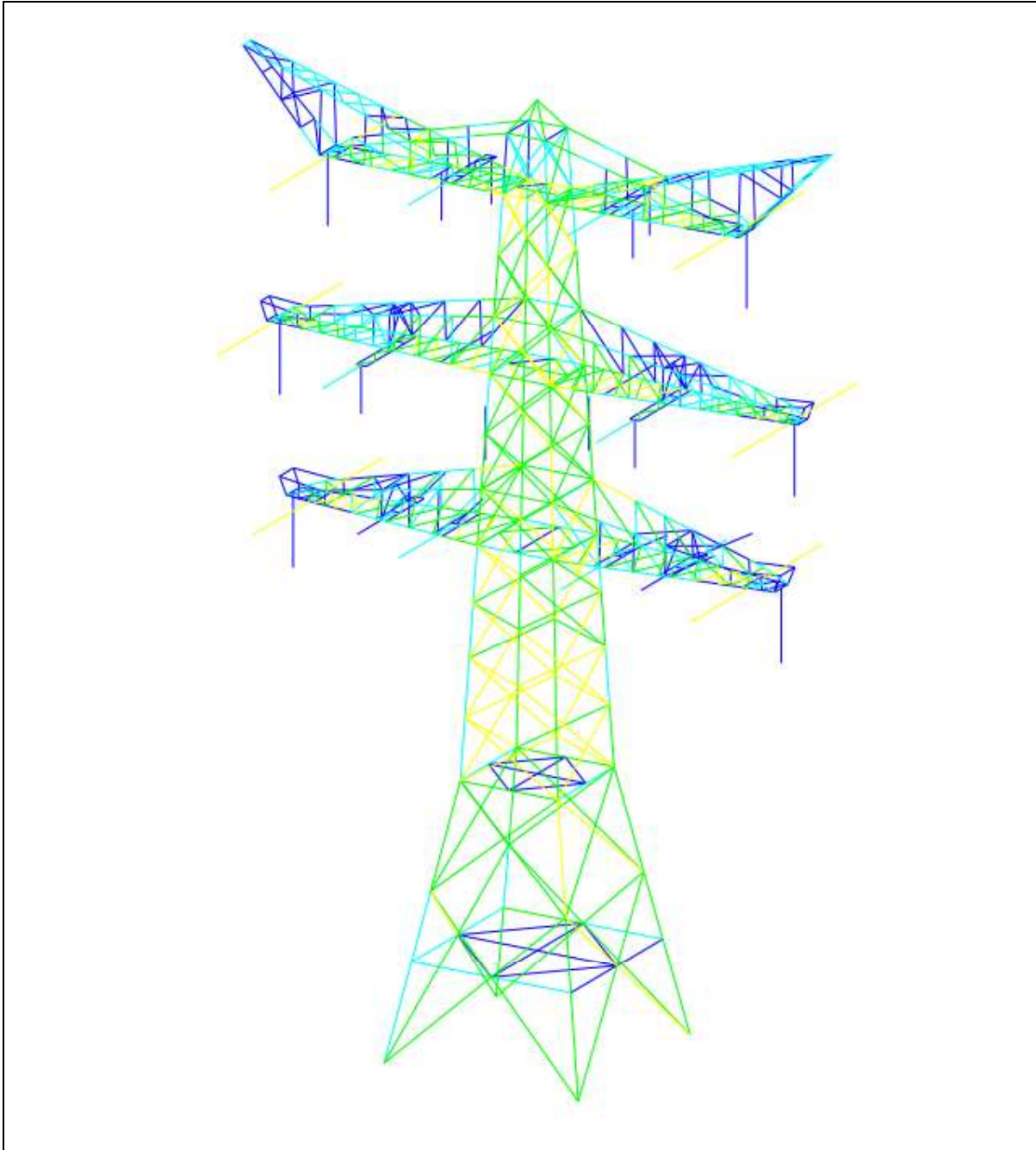
- Masttype HA+0/ci 105,8 ton

4 TOETSING

4.1 Resultaat PLS-TOWER

Het resultaat van de toetsing met PLS-TOWER is per masttype weergegeven in Figuur 3. De belastingen zijn inclusief bouwphase, afspannen, belasting op aflopers en kortsluitbelasting.

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



Figuur 3 Resultaat PLS-TOWER voor masttype HA+0/ci

4.2 Toetsing overige onderdelen

In Tabel 7 zijn de resultaten van de uitgevoerde toetsingen weergegeven.

Tabel 7 Samenvatting uitgevoerde controles

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

APPENDIX A

Geleiderbelastingen

Geleiderbelastingen opgenomen:

- Masttype HA+0/ci
- Masttype HA+0/ci bouwfase
- Masttype HA+0/ci aflopers
- short circuit loads
- Reacties fundering PLS-TOWER

Voor afspannen loadcase, zie rapportage "21-0773 DNV Rapport TenneT -ZW-Oost - Mastrapport combi-hoekmasten (HA_c)" meridiannummer 002.678.00 0928551.

Project: RLL-TLB380
 Tower: HA+0_ci
 Number: 1099

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

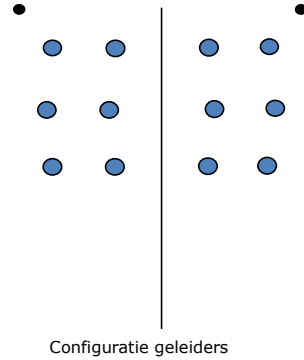
Geleiderbelastingen

Algemeen

Benaming HA+0_ci
 Masttype Hoekmast
 Aantal circuits 4
 Configuratie 4-circuit-dubbel verticaal
 Aantal bliksemgeleiders 2

Uitgangspunten

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



Geleiders Back

Omschrijving	Spanning	Geleider Back	Bundel Ba	IJsgebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden P_{back}
Circuit 1	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Circuit 2	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Circuit 3	150 kV	Niet aanwezig	2	B	3 %	3 %	1800
Circuit 4	150 kV	Niet aanwezig	2	B	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	2 %	2 %	1800
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	2 %	2 %	1800

Geleiders Ahead

Omschrijving	Spanning	Geleider Ahead	Bundel Ah	IJsgebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden P_{ahead}
Circuit 1	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Circuit 2	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Circuit 3	150 kV	AAAC-AL7 620	2	B	3 %	3 %	1800
Circuit 4	150 kV	AAAC-AL7 620	2	B	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	2 %	2 %	1800
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	2 %	2 %	1800

Isolatoren (1)

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m ²]
Circuit 1	Afspanketting	3,00	6,50	1,10
Circuit 2	Afspanketting	3,00	6,50	1,10
Circuit 3	Afspanketting	2,00	3,50	0,80
Circuit 4	Afspanketting	2,00	3,50	0,80
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	380ct1f1	48,0 m	48,0 m	-12,2 m
Circuit 1	11	380ct1f2	38,0 m	38,0 m	-15,6 m
Circuit 1	12	380ct1f3	28,5 m	28,5 m	-13,3 m
Circuit 2	40	380ct2f1	48,0 m	48,0 m	12,2 m
Circuit 2	41	380ct2f2	38,0 m	38,0 m	15,6 m
Circuit 2	42	380ct2f3	28,5 m	28,5 m	13,3 m
Circuit 3	20	150ct3f1	48,0 m	48,0 m	-4,8 m
Circuit 3	21	150ct3f2	38,0 m	38,0 m	-8,3 m
Circuit 3	22	150ct3f3	28,5 m	28,5 m	-4,9 m
Circuit 4	30	150ct4f1	48,0 m	48,0 m	4,8 m
Circuit 4	31	150ct4f2	38,0 m	38,0 m	8,3 m
Circuit 4	32	150ct4f3	28,5 m	28,5 m	4,9 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	53,1 m	53,1 m	-17,6 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	53,1 m	53,1 m	17,6 m

Project: RLL-TLB380
 Tower: HA+0_ci
 Number: 1099

Hoogteaanpassing naastgelegen masten (aanpassing wind- en weight span)

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

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

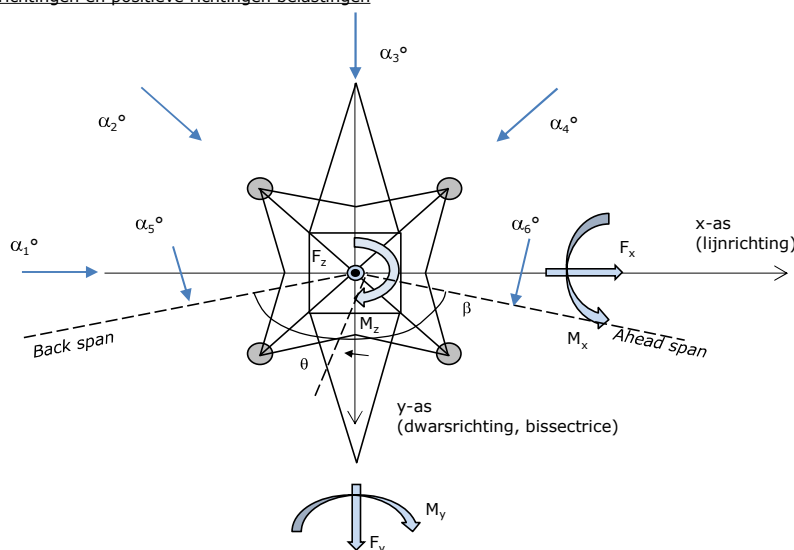
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			Δh back	Δh ahead	Δy back	Δy ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	40	380ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	41	380ct2f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	42	380ct2f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 3	20	150ct3f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 3	21	150ct3f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 3	22	150ct3f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 4	30	150ct4f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 4	31	150ct4f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 4	32	150ct4f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m

Lijn- en mastgegevens

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

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

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



Beschouwd aantal windrichtingen

1a	6
3	6
4	1
6	1
Overig	1

Project: RLL-TLB380
 Tower: HA+0_ci
 Number: 1099

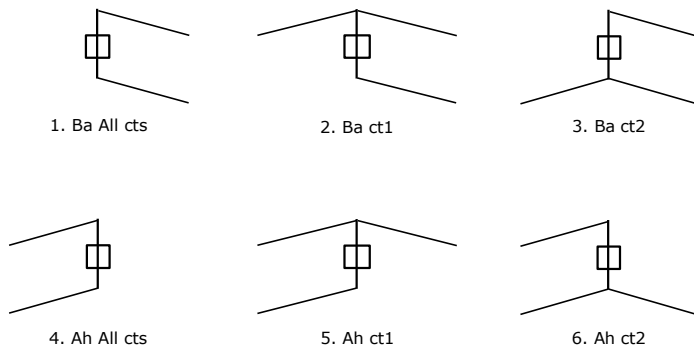
Geleiderafval

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	380ct1f1	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f2	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f3	1	0	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f1	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f2	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f3	0	1	1	0	1	0
Circuit 3	150ct3f1	1	0	1	0	1	0
Circuit 3	150ct3f2	1	0	1	0	1	0
Circuit 3	150ct3f3	1	0	1	0	1	0
Circuit 4	150ct4f1	0	1	1	0	1	0
Circuit 4	150ct4f2	0	1	1	0	1	0
Circuit 4	150ct4f3	0	1	1	0	1	0
Bliksemdraad 1	b11	1	0	1	0	1	0
Bliksemdraad 2	b12	0	1	1	0	1	0

Belastingsituaties SPLS

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

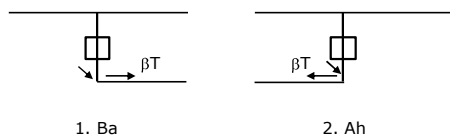
Principe belastingssituaties:



Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: RLL-TLB380
 Tower: HA+0_ci
 Number: 1099

Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

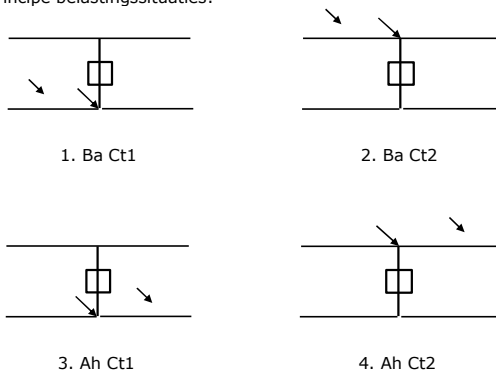
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden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

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

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

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

Principe belastingssituaties:



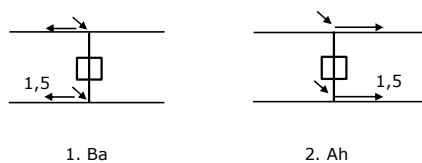
Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

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

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

Belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders van het circuit.

Principe belastingssituaties:



Belastingcombinatie 8. Lijndansen als dynamische belasting

Alleen van toepassing op hoek- en eindmasten

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

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

Project: RLL-TLB380
 Tower: HA+0_ci
 Number: 1099

Mastconstructie

Eigenschappen

Masttype	Hoekmast	
Mastbenaming	HA+0_ci	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	53,1 m	
Gewicht mast	1034,0 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>		
	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	11,76	11,76 m
Helling van de randstijl	0,190	0,190 -
Factor spatkracht	1,1	1,1 -

Berekening windbelasting

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

Eigenschappen mastsecties langsrichting (vooraanzicht, yz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b ₁ [m]	b ₂ [m]	Δh [m]	Δ _x [m]	A ₀ [m ²]	A ₁ [m ²]	χ = A ₁ /A ₀ [-]	C _t
Broekstuk	15,40	11,76	5,91	15,40	0,190	136,07	31,26	0,23	2,80
Eerste tussenstuk	22,20	5,91	5,23	6,80	0,050	37,88	13,09	0,35	2,38
Tweede tussenstuk	28,50	5,23	4,60	6,30	0,050	30,96	10,39	0,34	2,41
Bovenstuk 1	38,00	4,60	3,65	9,50	0,050	39,19	11,88	0,30	2,52
Bovenstuk 2	51,40	3,65	2,31	13,40	0,050	39,93	13,13	0,33	2,43
Topstuk	53,10	2,31		1,70		1,96	0,33	0,17	3,08
Ondertraverse	28,50	12,50		3,10		19,38	5,57	0,29	2,58
Middentraverse	38,00	14,10		3,20		22,56	6,99	0,31	2,50
Boventraverse	48,00	16,25		4,80		39,00	8,11	0,21	2,90

Eigenschappen mastsecties dwarsrichting (zijaanzicht, xz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b ₁ [m]	b ₂ [m]	Δh [m]	Δ _x [m]	A ₀ [m ²]	A ₁ [m ²]	χ = A ₁ /A ₀ [-]	C _t
Broekstuk	15,40	11,76	5,91	15,40	0,190	136,07	31,26	0,23	2,80
Eerste tussenstuk	22,20	5,91	5,23	6,80	0,050	37,88	13,09	0,35	2,38
Tweede tussenstuk	28,50	5,23	4,60	6,30	0,050	30,96	10,39	0,34	2,41
Bovenstuk 1	38,00	4,60	3,65	9,50	0,050	39,19	11,88	0,30	2,52
Bovenstuk 2	51,40	3,65	2,31	13,40	0,050	39,93	13,13	0,33	2,43
Topstuk	53,10	2,31		1,70		1,96	0,33	0,17	3,08
Ondertraverse	28,50	12,50		3,10		19,38	5,57	0,29	2,58
Middentraverse	38,00	14,10		3,20		22,56	6,99	0,31	2,50
Boventraverse	48,00	16,25		4,80		39,00	8,11	0,21	2,90

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

Project: RLL-TLB380
 Tower: HA+0_ci
 Number: 1099

Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m ² /m)	Factor	Δh	A ₁
Broekstuk	0,14	0,71	15,4	1,5
Eerste tussenstuk	0,14	0,71	6,8	0,7
Tweede tussenstuk	0,14	0,71	6,3	0,6
Bovenstuk 1	0,14	0,71	9,5	0,9
Bovenstuk 2				

Invoer antennes

Omschrijving	A (m ²)	h (m)	C _i (m)
Antenne top			
Antenne o.t.	4,7	34,7	1,5

Belastingen mastsectie langsrichting (x-richting) per windrichting

Omschrijving	P _w [kN/m ²]	F _{x1} [kN]	F _{x2} [kN]	F _{x3} [kN]	F _{x4} [kN]	h _{ef} [m]	M _{y1} [kNm]	M _{y2} [kNm]	M _{y3} [kNm]	M _{y4} [kNm]
Broekstuk	0,70	61,5	52,2	0,0	-52,2	7,7	473,3	401,6	0,0	-401,6
Eerste tussenstuk	0,86	26,8	22,8	0,0	-22,8	18,8	504,6	428,2	0,0	-428,2
Tweede tussenstuk	0,94	23,6	20,0	0,0	-20,0	25,4	598,7	508,0	0,0	-508,0
Bovenstuk 1	1,02	30,6	26,0	0,0	-26,0	33,3	1018,5	864,2	0,0	-864,2
Bovenstuk 2	1,10	35,3	29,9	0,0	-29,9	44,7	1575,8	1337,1	0,0	-1337,1
Topstuk	1,15	1,2	1,0	0,0	-1,0	52,3	60,7	51,5	0,0	-51,5
Ondertraverse	0,98	28,3	16,8	0,0	-16,8	29,5	834,9	495,9	0,0	-495,9
Middentraverse	1,06	37,2	22,1	0,0	-22,1	39,1	1451,5	862,2	0,0	-862,2
Boventraverse	1,13	53,2	31,6	0,0	-31,6	49,6	2640,6	1568,4	0,0	-1568,4
Totaal		297,6	222,3	0,0	-222,3		9158,7	6517,2	0,0	-6517,2

Belastingen mastsectie dwarsrichting (y-richting) per windrichting

Omschrijving	P _w [kN/m ²]	F _{y1} [kN]	F _{y2} [kN]	F _{y3} [kN]	F _{y4} [kN]	h _{ef} [m]	M _{x1} [kNm]	M _{x2} [kNm]	M _{x3} [kNm]	M _{x4} [kNm]
Broekstuk	0,70	0,0	52,2	61,5	52,2	7,7	0,0	401,6	473,3	401,6
Eerste tussenstuk	0,86	0,0	22,8	26,8	22,8	18,8	0,0	428,2	504,6	428,2
Tweede tussenstuk	0,94	0,0	20,0	23,6	20,0	25,4	0,0	508,0	598,7	508,0
Bovenstuk 1	1,02	0,0	26,0	30,6	26,0	33,3	0,0	864,2	1018,5	864,2
Bovenstuk 2	1,10	0,0	29,9	35,3	29,9	44,7	0,0	1337,1	1575,8	1337,1
Topstuk	1,15	0,0	1,0	1,2	1,0	52,3	0,0	51,5	60,7	51,5
Ondertraverse	0,98	0,0	16,8	11,3	16,8	29,5	0,0	495,9	334,0	495,9
Middentraverse	1,06	0,0	22,1	14,9	22,1	39,1	0,0	862,2	580,6	862,2
Boventraverse	1,13	0,0	31,6	21,3	31,6	49,6	0,0	1568,4	1056,2	1568,4
Totaal		0,0	222,3	226,4	222,3		0,0	6517,2	6202,4	6517,2

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

Belasting / windrichting	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Permanente belasting	0	0	1034	0	0	0
Windrichting 0°	305	0	0	0	9411	0
Windrichting 45°	227	227	0	6695	6695	0
Windrichting 90°	0	234	0	6454	0	0
Windrichting 135°	-227	227	0	6695	-6695	0

Project: RLL-TLB380
 Tower: HA+0_ci
 Number: 1099

Tussenresultaten geleiderbelastingen

Geleiders back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm ²]	G [N/m]	E [N/mm ²]	αT [-]
Circuit 1	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Circuit 2	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Circuit 3	Niet aanwezig					
Circuit 4	Niet aanwezig					
Bliksemdraad 1	AACSR 241-AL3-39-A20SA	21,8	281,0	9,38	70165	1,97E-05
Bliksemdraad 2	OPGW AFL-226/38	21,7	264,0	9,13	72000	1,98E-05

Geleiders ahead

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm ²]	G [N/m]	E [N/mm ²]	αT [-]
Circuit 1	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Circuit 2	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Circuit 3	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Circuit 4	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Bliksemdraad 1	AACSR 241-AL3-39-A20SA	21,8	281,0	9,38	70165	1,97E-05
Bliksemdraad 2	OPGW AFL-226/38	21,7	264,0	9,13	72000	1,98E-05

Verticale belasting back

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsgebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Circuit 2	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Circuit 3	2	3		B	4+0,2d		
Circuit 4	2	3		B	4+0,2d		
Bliksemdraad 1	1	2	9,6	A	15+0,4d	23,7	23,7
Bliksemdraad 2	1	2	9,3	A	15+0,4d	23,7	23,7

Verticale belasting ahead

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsgebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Circuit 2	4	3	73,0	B	4+0,2d	10,5	41,9
Circuit 3	2	3	36,5	B	4+0,2d	10,5	21,0
Circuit 4	2	3	36,5	B	4+0,2d	10,5	21,0
Bliksemdraad 1	1	2	9,6	A	15+0,4d	23,7	23,7
Bliksemdraad 2	1	2	9,3	A	15+0,4d	23,7	23,7

Isolatoren

Geleider	$G_{isolator}$ [kN]	Aantal	$F_{v,iso}$ [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m ²]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m ²]	Vormfactor	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	3,00	1	3	6,5	1,1	48,50	1,13	1,2	1,49
380ct1f2	3,00	1	3	6,5	1,1	38,50	1,06	1,2	1,40
380ct1f3	3,00	1	3	6,5	1,1	29,00	0,98	1,2	1,29
380ct2f1	3,00	1	3	6,5	1,1	48,50	1,13	1,2	1,49
380ct2f2	3,00	1	3	6,5	1,1	38,50	1,06	1,2	1,40
380ct2f3	3,00	1	3	6,5	1,1	29,00	0,98	1,2	1,29
150ct3f1	2,00	1	2	3,5	0,8	48,50	1,13	1,2	1,08
150ct3f2	2,00	1	2	3,5	0,8	38,50	1,06	1,2	1,02
150ct3f3	2,00	1	2	3,5	0,8	29,00	0,98	1,2	0,94
150ct4f1	2,00	1	2	3,5	0,8	48,50	1,13	1,2	1,08
150ct4f2	2,00	1	2	3,5	0,8	38,50	1,06	1,2	1,02
150ct4f3	2,00	1	2	3,5	0,8	29,00	0,98	1,2	0,94
bl1	0,10	1	0,1	0,2	0,1	53,60	1,16	1,2	0,14
bl2	0,10	1	0,1	0,2	0,1	53,60	1,16	1,2	0,14

Project: RLL-TLB380
 Tower: HA+0_ci
 Number: 1099

Windbelasting back

Geleider	hoogte		G _{c,dwars}	G _{c,trek}	C _c	d _{toeslag}	W _y	W _{y,vak}	D _{jjs,toeslag}	W _{y,jjs}	W _{y,jjs,vak}
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	50,1	1,14	0,62	0,68	0,96	33,37	89,8	98,8	51,8	174,5	191,9
380ct1f2	40,1	1,07	0,60	0,66	0,98	33,37	84,0	92,4	51,8	159,9	175,9
380ct1f3	30,6	0,99	0,58	0,64	1,00	33,37	77,1	84,9	51,8	143,2	157,6
380ct2f1	50,1	1,14	0,62	0,68	0,96	33,37	89,8	98,8	51,8	174,5	191,9
380ct2f2	40,1	1,07	0,60	0,66	0,98	33,37	84,0	92,4	51,8	159,9	175,9
380ct2f3	30,6	0,99	0,58	0,64	1,00	33,37	77,1	84,9	51,8	143,2	157,6
150ct3f1	50,1	1,14	0,62	0,68							
150ct3f2	40,1	1,07	0,60	0,66							
150ct3f3	30,6	0,99	0,58	0,64							
150ct4f1	50,1	1,14	0,62	0,68							
150ct4f2	40,1	1,07	0,60	0,66							
150ct4f3	30,6	0,99	0,58	0,64							
bl1	55,2	1,17	0,62	0,69	1,18	22,24	19,1	21,0	63,1	55,2	60,6
bl2	55,2	1,17	0,62	0,69	1,18	22,13	19,0	20,9	63,0	55,1	60,5

Windbelasting ahead

Geleider	hoogte		G _{c,dwars}	G _{c,trek}	C _c	d _{toeslag}	W _y	W _{y,vak}	D _{jjs,toeslag}	W _{y,jjs}	W _{y,jjs,vak}
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	44,1	1,10	0,61	0,67	0,97	33,37	86,5	95,1	51,8	166,0	182,6
380ct1f2	34,1	1,02	0,59	0,65	0,99	33,37	79,9	87,9	51,8	149,7	164,8
380ct1f3	24,6	0,93	0,56	0,62	1,02	33,37	71,7	78,9	51,8	130,4	143,6
380ct2f1	44,1	1,10	0,61	0,67	0,97	33,37	86,5	95,1	51,8	166,0	182,6
380ct2f2	34,1	1,02	0,59	0,65	0,99	33,37	79,9	87,9	51,8	149,7	164,8
380ct2f3	24,6	0,93	0,56	0,62	1,02	33,37	71,7	78,9	51,8	130,4	143,6
150ct3f1	44,1	1,10	0,61	0,67	0,97	33,37	43,2	47,6	51,8	83,0	91,3
150ct3f2	34,1	1,02	0,59	0,65	0,99	33,37	39,9	43,9	51,8	74,9	82,4
150ct3f3	24,6	0,93	0,56	0,62	1,02	33,37	35,8	39,5	51,8	65,2	71,8
150ct4f1	44,1	1,10	0,61	0,67	0,97	33,37	43,2	47,6	51,8	83,0	91,3
150ct4f2	34,1	1,02	0,59	0,65	0,99	33,37	39,9	43,9	51,8	74,9	82,4
150ct4f3	24,6	0,93	0,56	0,62	1,02	33,37	35,8	39,5	51,8	65,2	71,8
bl1	49,2	1,13	0,62	0,68	1,19	22,24	18,4	20,2	63,1	52,8	58,0
bl2	49,2	1,13	0,62	0,68	1,19	22,13	18,3	20,1	63,0	52,7	57,9

NB: belastingen w_v gelden voor bundel

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HA+0_ci
 Mast: 1099

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

Geleiderbelastingen

Uitgangspunten

Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2
 Referentieperiode 50 jaar

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

Aantal windrichtingen 6
 Aantal belastingcombinaties ULS 100
 Aantal belastingcombinaties SPLS 246
 Aantal belastingcombinaties SLS 15
 Aantal knooplasten 12274

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HA+0_ci
 Mast: 1099

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	-65,7	65,2	16,7	16,4	11,1	11,0
380ct1f1	-264,6	262,4	73,5	71,6	39,8	39,7
380ct1f2	-260,9	258,4	70,2	67,8	39,7	39,6
380ct1f3	-256,9	254,1	66,2	63,1	39,6	39,5
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
380ct2f1	-264,6	262,4	73,5	71,6	39,8	39,7
380ct2f2	-260,9	258,4	70,2	67,8	39,7	39,6
380ct2f3	-256,9	254,1	66,2	63,1	39,6	39,5
150ct3f1	0,0	131,2	0,0	36,3	0,0	21,3
150ct3f2	0,0	129,2	0,0	34,4	0,0	21,3
150ct3f3	0,0	127,0	0,0	32,1	0,0	21,3
150ct4f1	0,0	131,2	0,0	36,3	0,0	21,3
150ct4f2	0,0	129,2	0,0	34,4	0,0	21,3
150ct4f3	0,0	127,0	0,0	32,1	0,0	21,3
bl2	-64,8	64,3	16,5	16,2	11,0	10,9
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	481,1	498,0	481,0
380ct1f1	481,1	496,4	481,0
380ct1f2	481,0	496,2	481,0
380ct1f3	481,0	495,8	481,0
Post-isolator 1			
Post-isolator 2			
Post-isolator 3			
380ct2f1	481,1	496,4	481,0
380ct2f2	481,0	496,2	481,0
380ct2f3	481,0	495,8	481,0
150ct3f1	240,5	248,2	240,5
150ct3f2	240,5	248,0	240,5
150ct3f3	240,5	247,8	240,5
150ct4f1	240,5	248,2	240,5
150ct4f2	240,5	248,0	240,5
150ct4f3	240,5	247,8	240,5
bl2	481,1	498,3	481,0
Post-isolator 4			
Post-isolator 5			
Post-isolator 6			

Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	575,0	464,1
380ct1f1	529,0	480,4
380ct1f2	524,0	479,3
380ct1f3	518,0	478,0
Post-isolator 1		
Post-isolator 2		
Post-isolator 3		
380ct2f1	529,0	480,4
380ct2f2	524,0	479,3
380ct2f3	518,0	478,0
150ct3f1	264,9	240,3
150ct3f2	262,2	239,6
150ct3f3	258,8	238,9
150ct4f1	264,9	240,3
150ct4f2	262,2	239,6
150ct4f3	258,8	238,9
bl2	577,5	463,7
Post-isolator 4		
Post-isolator 5		
Post-isolator 6		

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

Voor alle geleiders	Wind / Weight span verhouding
Max. weight span	575,0 m 1,437 -
Min. weight span	93,3 m 0,233 -

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HA+0_ci
 Mast: 1099

Maximale waarden back+ahead span Maximale waarden trekkracht geleider

Geleider	Maximale waarden back+ahead span		Maximale waarden trekkracht geleider		
	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	38,7	32,7	11,1	-67,6	67,1
380ct1f1	205,8	141,9	39,8	-271,5	269,2
380ct1f2	201,9	135,0	39,7	-267,5	264,9
380ct1f3	197,6	126,6	39,6	-263,3	260,2
Post-isolato	4,2	4,2	6,8	0,0	
Post-isolato	4,6	4,6	6,8	0,0	
Post-isolato	4,9	4,9	6,8	0,0	
380ct2f1	205,8	141,9	39,8	-271,5	269,2
380ct2f2	201,9	135,0	39,7	-267,5	264,9
380ct2f3	197,6	126,6	39,6	-263,3	260,2
150ct3f1	131,2	36,3	21,3	0,0	134,6
150ct3f2	129,2	34,4	21,3	0,0	132,4
150ct3f3	127,0	32,1	21,3	0,0	130,1
150ct4f1	131,2	36,3	21,3	0,0	134,6
150ct4f2	129,2	34,4	21,3	0,0	132,4
150ct4f3	127,0	32,1	21,3	0,0	130,1
bl2	38,2	32,3	11,0	-66,7	66,1
Post-isolato	4,2	4,2	6,8	0,0	
Post-isolato	4,6	4,6	6,8	0,0	
Post-isolato	4,9	4,9	6,8	0,0	

EDS-belastingen geleiders

Geleider	EDS-belastingen geleiders		EDS-belastingen geleiders		
	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	17,0	3,0	2,4	-17,2	17,2
380ct1f1	129,3	22,8	20,5	-131,3	131,3
380ct1f2	129,3	22,8	20,5	-131,3	131,3
380ct1f3	129,3	22,8	20,5	-131,3	131,3
Post-isolato	0,0	0,0	5,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	5,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	5,0	0,0	
380ct2f1	129,3	22,8	20,5	-131,3	131,3
380ct2f2	129,3	22,8	20,5	-131,3	131,3
380ct2f3	129,3	22,8	20,5	-131,3	131,3
150ct3f1	64,7	11,4	10,8	0,0	65,7
150ct3f2	64,7	11,4	10,8	0,0	65,7
150ct3f3	64,7	11,4	10,8	0,0	65,7
150ct4f1	64,7	11,4	10,8	0,0	65,7
150ct4f2	64,7	11,4	10,8	0,0	65,7
150ct4f3	64,7	11,4	10,8	0,0	65,7
bl2	16,5	2,9	2,3	-16,8	16,8
Post-isolato	0,0	0,0	5,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	5,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	5,0	0,0	

Controle uplift SLS-wind

Combinatie: Geleider	Controle uplift SLS-wind	
	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4 bl1	0,0	0,0
380ct1f1	0,0	0,0
380ct1f2	0,0	0,0
380ct1f3	0,0	0,0
Post-isolato	0,0	
Post-isolato	0,0	
Post-isolato	0,0	
380ct2f1	0,0	0,0
380ct2f2	0,0	0,0
380ct2f3	0,0	0,0
150ct3f1	0,0	0,0
150ct3f2	0,0	0,0
150ct3f3	0,0	0,0
150ct4f1	0,0	0,0
150ct4f2	0,0	0,0
150ct4f3	0,0	0,0
bl2	0,0	0,0
Post-isolato	0,0	
Post-isolato	0,0	
Post-isolato	0,0	

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HA+0_ci
 Mast: 1099

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

Combinatie	Combination	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90		647	1089	451	42727	24940	0
ULS 1a_0,9_0		479	408	293	15784	18309	0
ULS 1a_0,9_0,9_90		603	1053	177	41395	23289	0
ULS 3_0		732	678	671	26485	27928	0
SLS 7		388	354	351	13681	14810	0

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

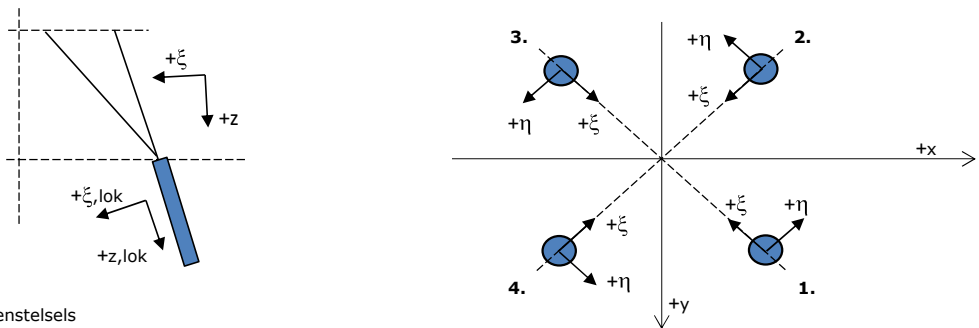
Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90	647	1439	1692	52408	24940	0
ULS 1a_0,9_0,9_90	603	1404	1107	51077	23289	0
SLS 7	388	354	1385	13681	14810	0

Fundatiebelastingen, selectie belastingcombinaties op basis grootste waarde

Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_0,9_90	647	1439	1184	52409	24940	0
SPLS 3_90 Ba All Cts	1856	480	1566	17742	72199	-9
SPLS 3_100 Ah Ct1	-338	549	1607	21791	-13258	10638
SPLS 3_0,9_100 Ba All Cts	1851	485	1176	17928	72189	-9

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

Oplegreacties op fundering per randstijl



Assenstelsels

Maximale drukbelasting

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_100 Ba All Cts	704	845	4222	-100	-1095	40	4372
2	SPLS 3_0 Ba All Cts	427	-611	2797	131	-734	17	2896
3	ULS 8 Ba	-305	-440	2010	-95	-527	13	2081
4	SPLS 3_80 Ah All Cts	-515	614	3068	70	-798	26	3176

Maximale trekbelasting

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	-145	-298	-1295	108	313	-35	-1341
2	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-380	479	-2423	-70	608	-44	-2509
3	SPLS 3_0,9_100 Ba All Cts	561	701	-3537	99	892	-58	-3662
4	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	283	-469	-2111	-131	532	-36	-2186

Maximale torsiebelasting (positief)

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_90 Ah Ct1	416	-127	741	384	-205	-6	767
2	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct2	-21	-518	1352	381	-351	12	1400
3	SPLS 3_90 Ba Ct2	223	675	-2521	320	635	-42	-2610
4	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct1	-116	548	1804	306	-470	15	1868

Maximale torsiebelasting (negatief)

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct1	386	825	3302	-310	-856	31	3419
2	SPLS 3_100 Ah Ct2	55	397	-976	-320	241	-21	-1010
3	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	252	-271	45	-370	-14	-2	46
4	SPLS 3_90 Ba Ct1	-184	-370	-573	-392	131	-23	-594

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HA+0_ci
 Mast: 1099

Combinatie Ftrek+Fhor

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	-145	-298	-1295	108	313	-35	-1341
2	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-380	479	-2423	-70	608	-44	-2509
3	SPLS 3_0,9_100 Ba All Cts	561	701	-3537	99	892	-58	-3662
4	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	283	-469	-2111	-131	532	-36	-2186

Permanente belasting

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SLS 7	291	292	1557	-1	-412	6	1613
2	SLS 7	48	-115	394	48	-115	-10	408
3	SLS 7	146	148	-865	1	208	-25	-896
4	SLS 7	-97	29	298	-48	-89	-9	309

Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
Max. druk	SPLS 3_100 Ba All Cts	704	845	4222	-100	-1095	40	4372
Max. trek	SPLS 3_0,9_100 Ba All Cts	561	701	-3537	99	892	-58	-3662
Max. pos. torsie	SPLS 3_90 Ah Ct1	416	-127	741	384	-205	-6	767
Max. neg. torsie	SPLS 3_90 Ba Ct1	-184	-370	-573	-392	131	-23	-594
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0,9_100 Ba All Cts	561	701	-3537	99	892	-58	-3662

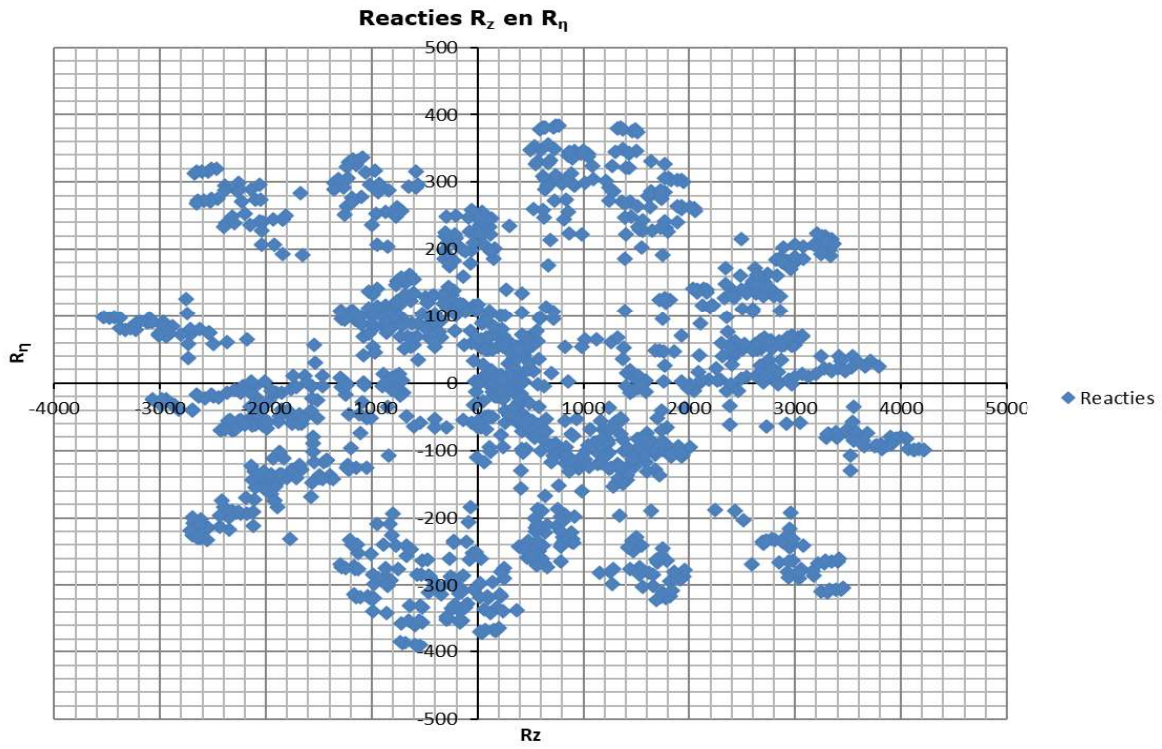
Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-142	-296	-1284	109	310	-35	-1330
2	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-380	479	-2423	-70	608	-44	-2509
3	SPLS 3_0,9_100 Ba Ct2	257	699	-2677	313	675	-44	-2772
4	SPLS 3_0,9_100 Ba Ct2	228	-21	-767	147	176	-29	-794

Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 3_100 Ba Ct2	772	477	3365	209	-883	22	3484
2	SPLS 3_100 Ba Ct2	12	-541	1506	374	-391	13	1559
3	SPLS 3_80 Ah All Cts	-277	-430	1928	-108	-500	18	1997
4	SPLS 3_80 Ah All Cts	-515	614	3068	70	-798	26	3176

Project: RLL-TLB380
Masttype: HA+0_ci
Mast: 1099



Project: RLL-TLB380
 Tower: HA+0_ci (bouwfase)
 Number: 1099

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

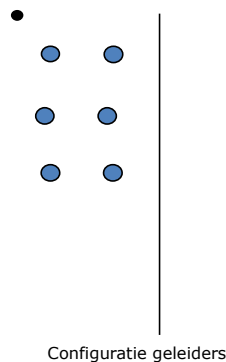
Geleiderbelastingen

Algemeen

Benaming HA+0_ci (bouwfase)
 Masttype Hoekmast
 Aantal circuits 2
 Configuratie 2-circuit-verticaal
 Aantal bliksemgeleiders 1

Uitgangspunten

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



Geleiders Back

Omschrijving	Spanning	Geleider Back	Bundel Ba	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden P_{back}
Circuit 1	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Circuit 2	150 kV	Niet aanwezig	2	B	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	2 %	2 %	1800

Geleiders Ahead

Omschrijving	Spanning	Geleider Ahead	Bundel Ah	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden P_{ahead}
Circuit 1	380 kV	AAAC-AL7 620	4	B	3 %	3 %	1800
Circuit 2	150 kV	AAAC-AL7 620	2	B	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	2 %	2 %	1800

Isolatoren (1)

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m ²]
Circuit 1	Afspanketting	3,00	6,50	1,10
Circuit 2	Afspanketting	2,00	3,50	0,80
Bliksemdraad 1	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	380ct1f1	48,0 m	48,0 m	-12,2 m
Circuit 1	11	380ct1f2	38,0 m	38,0 m	-15,6 m
Circuit 1	12	380ct1f3	28,5 m	28,5 m	-13,3 m
Circuit 2	20	150ct2f1	48,0 m	48,0 m	-4,8 m
Circuit 2	21	150ct2f2	38,0 m	38,0 m	-8,3 m
Circuit 2	22	150ct2f3	28,5 m	28,5 m	-4,9 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	53,1 m	53,1 m	-17,6 m

Project: RLL-TLB380
 Tower: HA+0_ci (bouwfase)
 Number: 1099

Hoogteaanpassing naastgelegen masten (aanpassing wind- en weight span)

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

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

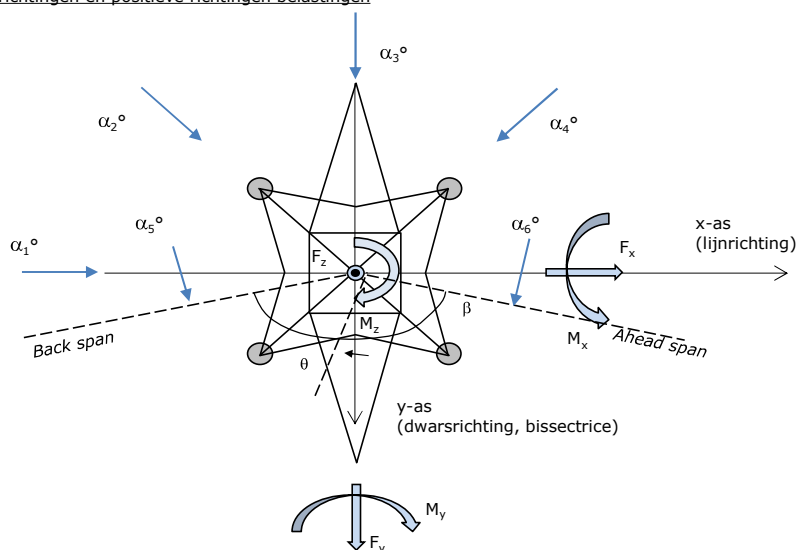
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			Δh back	Δh ahead	Δy back	Δy ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	150ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	21	150ct2f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	22	150ct2f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m

Lijn- en mastgegevens

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

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

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



Beschouwd aantal windrichtingen

1a	6
3	6
4	1
6	1
Overig	1

Project: RLL-TLB380
 Tower: HA+0_ci (bouwfase)
 Number: 1099

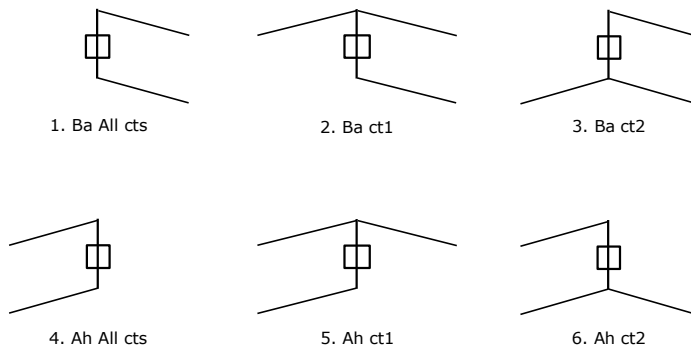
Geleiderafval

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	380ct1f1	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f2	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f3	1	0	1	0	1	0
Circuit 2	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

Belastingsituaties SPLS

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

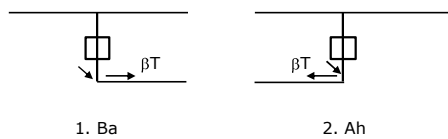
Principe belastingssituaties:



Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: RLL-TLB380
 Tower: HA+0_ci (bouwfase)
 Number: 1099

Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

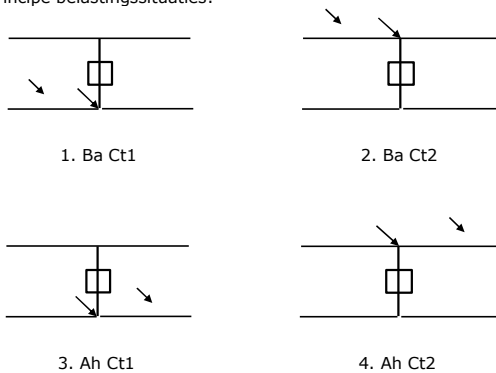
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden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

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

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

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

Principe belastingssituaties:



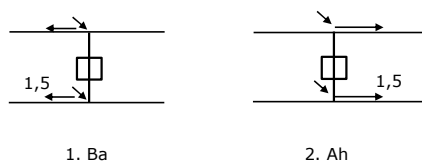
Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

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

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

Belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders van het circuit.

Principe belastingssituaties:



Belastingcombinatie 8. Lijndansen als dynamische belasting

Alleen van toepassing op hoek- en eindmasten

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

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

Project: RLL-TLB380
 Tower: HA+0_ci (bouwfase)
 Number: 1099

Mastconstructie

Eigenschappen

Masttype	Hoekmast
Mastbenaming	HA+0_ci (bouwfase)
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m
Masthoogte t.o.v. voetplaat	53,1 m
Gewicht mast	1034,0 kN

<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	11,76	11,76 m
Helling van de randstijl	0,190	0,190 -
Factor spatkracht	1,1	1,1 -

Berekening windbelasting

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

Eigenschappen mastsecties langsrichting (vooraanzicht, yz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b ₁ [m]	b ₂ [m]	Δh [m]	Δ _x [m]	A ₀ [m ²]	A ₁ [m ²]	χ = A ₁ /A ₀ [-]	C _t
Broekstuk	15,40	11,76	5,91	15,40	0,190	136,07	31,26	0,23	2,80
Eerste tussenstuk	22,20	5,91	5,23	6,80	0,050	37,88	13,09	0,35	2,38
Tweede tussenstuk	28,50	5,23	4,60	6,30	0,050	30,96	10,39	0,34	2,41
Bovenstuk 1	38,00	4,60	3,65	9,50	0,050	39,19	11,88	0,30	2,52
Bovenstuk 2	51,40	3,65	2,31	13,40	0,050	39,93	13,13	0,33	2,43
Topstuk	53,10	2,31		1,70		1,96	0,33	0,17	3,08
Ondertraverse	28,50	12,50		3,10		19,38	5,57	0,29	2,58
Middentraverse	38,00	14,10		3,20		22,56	6,99	0,31	2,50
Boventraverse	48,00	16,25		4,80		39,00	8,11	0,21	2,90

Eigenschappen mastsecties dwarsrichting (zijaanzicht, xz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b ₁ [m]	b ₂ [m]	Δh [m]	Δ _x [m]	A ₀ [m ²]	A ₁ [m ²]	χ = A ₁ /A ₀ [-]	C _t
Broekstuk	15,40	11,76	5,91	15,40	0,190	136,07	31,26	0,23	2,80
Eerste tussenstuk	22,20	5,91	5,23	6,80	0,050	37,88	13,09	0,35	2,38
Tweede tussenstuk	28,50	5,23	4,60	6,30	0,050	30,96	10,39	0,34	2,41
Bovenstuk 1	38,00	4,60	3,65	9,50	0,050	39,19	11,88	0,30	2,52
Bovenstuk 2	51,40	3,65	2,31	13,40	0,050	39,93	13,13	0,33	2,43
Topstuk	53,10	2,31		1,70		1,96	0,33	0,17	3,08
Ondertraverse	28,50	12,50		3,10		19,38	5,57	0,29	2,58
Middentraverse	38,00	14,10		3,20		22,56	6,99	0,31	2,50
Boventraverse	48,00	16,25		4,80		39,00	8,11	0,21	2,90

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

Project: RLL-TLB380
 Tower: HA+0_ci (bouwfase)
 Number: 1099

Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m ² /m)	Factor	Δh	A ₁
Broekstuk	0,14	0,71	15,4	1,5
Eerste tussenstuk	0,14	0,71	6,8	0,7
Tweede tussenstuk	0,14	0,71	6,3	0,6
Bovenstuk 1	0,14	0,71	9,5	0,9
Bovenstuk 2				

Invoer antennes

Omschrijving	A (m ²)	h (m)	C _i (m)
Antenne top			
Antenne o.t.	4,7	34,7	1,5

Belastingen mastsectie langsrichting (x-richting) per windrichting

Omschrijving	P _w [kN/m ²]	F _{x1} [kN]	F _{x2} [kN]	F _{x3} [kN]	F _{x4} [kN]	h _{ef} [m]	M _{y1} [kNm]	M _{y2} [kNm]	M _{y3} [kNm]	M _{y4} [kNm]
Broekstuk	0,70	61,5	52,2	0,0	-52,2	7,7	473,3	401,6	0,0	-401,6
Eerste tussenstuk	0,86	26,8	22,8	0,0	-22,8	18,8	504,6	428,2	0,0	-428,2
Tweede tussenstuk	0,94	23,6	20,0	0,0	-20,0	25,4	598,7	508,0	0,0	-508,0
Bovenstuk 1	1,02	30,6	26,0	0,0	-26,0	33,3	1018,5	864,2	0,0	-864,2
Bovenstuk 2	1,10	35,3	29,9	0,0	-29,9	44,7	1575,8	1337,1	0,0	-1337,1
Topstuk	1,15	1,2	1,0	0,0	-1,0	52,3	60,7	51,5	0,0	-51,5
Ondertraverse	0,98	28,3	16,8	0,0	-16,8	29,5	834,9	495,9	0,0	-495,9
Middentraverse	1,06	37,2	22,1	0,0	-22,1	39,1	1451,5	862,2	0,0	-862,2
Boventraverse	1,13	53,2	31,6	0,0	-31,6	49,6	2640,6	1568,4	0,0	-1568,4
Totaal		297,6	222,3	0,0	-222,3		9158,7	6517,2	0,0	-6517,2

Belastingen mastsectie dwarsrichting (y-richting) per windrichting

Omschrijving	P _w [kN/m ²]	F _{y1} [kN]	F _{y2} [kN]	F _{y3} [kN]	F _{y4} [kN]	h _{ef} [m]	M _{x1} [kNm]	M _{x2} [kNm]	M _{x3} [kNm]	M _{x4} [kNm]
Broekstuk	0,70	0,0	52,2	61,5	52,2	7,7	0,0	401,6	473,3	401,6
Eerste tussenstuk	0,86	0,0	22,8	26,8	22,8	18,8	0,0	428,2	504,6	428,2
Tweede tussenstuk	0,94	0,0	20,0	23,6	20,0	25,4	0,0	508,0	598,7	508,0
Bovenstuk 1	1,02	0,0	26,0	30,6	26,0	33,3	0,0	864,2	1018,5	864,2
Bovenstuk 2	1,10	0,0	29,9	35,3	29,9	44,7	0,0	1337,1	1575,8	1337,1
Topstuk	1,15	0,0	1,0	1,2	1,0	52,3	0,0	51,5	60,7	51,5
Ondertraverse	0,98	0,0	16,8	11,3	16,8	29,5	0,0	495,9	334,0	495,9
Middentraverse	1,06	0,0	22,1	14,9	22,1	39,1	0,0	862,2	580,6	862,2
Boventraverse	1,13	0,0	31,6	21,3	31,6	49,6	0,0	1568,4	1056,2	1568,4
Totaal		0,0	222,3	226,4	222,3		0,0	6517,2	6202,4	6517,2

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

Belasting / windrichting	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Permanente belasting	0	0	1034	0	0	0
Windrichting 0°	305	0	0	0	9411	0
Windrichting 45°	227	227	0	6695	6695	0
Windrichting 90°	0	234	0	6454	0	0
Windrichting 135°	-227	227	0	6695	-6695	0

Project: RLL-TLB380
 Tower: HA+0_ci (bouwfase)
 Number: 1099

Tussenresultaten geleiderbelastingen

Geleiders back

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

Geleiders ahead

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

Verticale belasting back

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$w_{z,G}$ [N/m]	IJsgebied	Formule	$w_{z,ijs}$ [N/m]	$w_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	3	73,0		B 4+0,2d	10,5	41,9
Circuit 2	2	3			B 4+0,2d		
Bliksemdraad 1	1	2	9,6		A 15+0,4d	23,7	23,7

Verticale belasting ahead

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$w_{z,G}$ [N/m]	IJsgebied	Formule	$w_{z,ijs}$ [N/m]	$w_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	3	73,0		B 4+0,2d	10,5	41,9
Circuit 2	2	3	36,5		B 4+0,2d	10,5	21,0
Bliksemdraad 1	1	2	9,6		A 15+0,4d	23,7	23,7

Isolatoren

Geleider	$G_{isolator}$ [kN]	Aantal	$F_{v,iso}$ [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m ²]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m ²]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	3,00	1	3	6,5	1,1	48,50	1,13	1,2	1,49
380ct1f2	3,00	1	3	6,5	1,1	38,50	1,06	1,2	1,40
380ct1f3	3,00	1	3	6,5	1,1	29,00	0,98	1,2	1,29
150ct2f1	2,00	1	2	3,5	0,8	48,50	1,13	1,2	1,08
150ct2f2	2,00	1	2	3,5	0,8	38,50	1,06	1,2	1,02
150ct2f3	2,00	1	2	3,5	0,8	29,00	0,98	1,2	0,94
bl1	0,10	1	0,1	0,2	0,1	53,60	1,16	1,2	0,14

Project: RLL-TLB380
 Tower: HA+0_ci (bouwfase)
 Number: 1099

Windbelasting back

Geleider	hoogte		G_{c_dwars}	G_{c_trek}	C_c	$d_{toeslag}$	w_y	$w_{y,vak}$	$D_{ijs,toeslag}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,vak}$
	wind [m]	Stuwdruk [kN/m ²]									
380ct1f1	50,1	1,14	0,62	0,68	0,96	33,37	89,8	98,8	51,8	174,5	191,9
380ct1f2	40,1	1,07	0,60	0,66	0,98	33,37	84,0	92,4	51,8	159,9	175,9
380ct1f3	30,6	0,99	0,58	0,64	1,00	33,37	77,1	84,9	51,8	143,2	157,6
150ct2f1	50,1	1,14	0,62	0,68							
150ct2f2	40,1	1,07	0,60	0,66							
150ct2f3	30,6	0,99	0,58	0,64							
bl1	55,2	1,17	0,62	0,69	1,18	22,24	19,1	21,0	63,1	55,2	60,6

Windbelasting ahead

Geleider	hoogte		G_{c_dwars}	G_{c_trek}	C_c	$d_{toeslag}$	w_y	$w_{y,vak}$	$D_{ijs,toeslag}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,vak}$
	wind [m]	Stuwdruk [kN/m ²]									
380ct1f1	44,1	1,10	0,61	0,67	0,97	33,37	86,5	95,1	51,8	166,0	182,6
380ct1f2	34,1	1,02	0,59	0,65	0,99	33,37	79,9	87,9	51,8	149,7	164,8
380ct1f3	24,6	0,93	0,56	0,62	1,02	33,37	71,7	78,9	51,8	130,4	143,6
150ct2f1	44,1	1,10	0,61	0,67	0,97	33,37	43,2	47,6	51,8	83,0	91,3
150ct2f2	34,1	1,02	0,59	0,65	0,99	33,37	39,9	43,9	51,8	74,9	82,4
150ct2f3	24,6	0,93	0,56	0,62	1,02	33,37	35,8	39,5	51,8	65,2	71,8
bl1	49,2	1,13	0,62	0,68	1,19	22,24	18,4	20,2	63,1	52,8	58,0

NB: belastingen w_v gelden voor bundel

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HA+0_ci (bouwfase)
 Mast: 1099

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

Geleiderbelastingen

Uitgangspunten

Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2
 Referentieperiode 15 jaar

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

Aantal windrichtingen 6
 Aantal belastingcombinaties ULS 68
 Aantal belastingcombinaties SPLS 222
 Aantal belastingcombinaties SLS 15
 Aantal knooplasten 5185

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HA+0_ci (bouwfase)
 Mast: 1099

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	-53,8	53,3	13,7	13,5	8,2	8,2
380ct1f1	-238,8	237,0	64,7	63,1	35,6	35,6
380ct1f2	-235,7	233,6	61,9	59,9	35,5	35,5
380ct1f3	-232,4	230,0	58,6	56,1	35,4	35,4
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
150ct2f1	0,0	118,5	0,0	31,9	0,0	21,3
150ct2f2	0,0	116,8	0,0	30,4	0,0	21,3
150ct2f3	0,0	115,1	0,0	28,4	0,0	21,3

Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	481,1	496,6	481,0
380ct1f1	481,0	495,9	481,0
380ct1f2	481,0	495,7	481,0
380ct1f3	481,0	495,4	481,0
Post-isolator 1			
Post-isolator 2			
Post-isolator 3			
150ct2f1	240,5	247,9	240,5
150ct2f2	240,5	247,8	240,5
150ct2f3	240,5	247,7	240,5

Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	555,8	471,7
380ct1f1	517,4	482,5
380ct1f2	513,3	481,3
380ct1f3	508,5	480,1
Post-isolator 1		
Post-isolator 2		
Post-isolator 3		
150ct2f1	259,0	241,3
150ct2f2	256,8	240,7
150ct2f3	254,1	240,0

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

Voor alle geleiders

		Wind / Weight span verhouding
Max. weight span	555,8 m	1,390 -
Min. weight span	129,2 m	0,323 -

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HA+0_ci (bouwfase)
 Mast: 1099

Maximale waarden back+ahead span Maximale waarden trekkracht geleider

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	38,7	26,9	8,2	-55,3	54,8
380ct1f1	205,8	125,1	35,6	-244,9	242,9
380ct1f2	201,9	119,4	35,5	-241,5	239,3
380ct1f3	197,6	112,5	35,4	-237,9	235,4
Post-isolato	3,5	3,5	6,8	0,0	
Post-isolato	3,8	3,8	6,8	0,0	
Post-isolato	4,1	4,1	6,8	0,0	
150ct2f1	118,5	31,9	21,3	0,0	121,5
150ct2f2	116,8	30,4	21,3	0,0	119,7
150ct2f3	115,1	28,4	21,3	0,0	117,7

EDS-belastingen geleiders

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	17,0	3,0	2,4	-17,2	17,2
380ct1f1	129,3	22,8	20,5	-131,3	131,3
380ct1f2	129,3	22,8	20,5	-131,3	131,3
380ct1f3	129,3	22,8	20,5	-131,3	131,3
Post-isolato	0,0	0,0	5,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	5,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	5,0	0,0	
150ct2f1	64,7	11,4	10,8	0,0	65,7
150ct2f2	64,7	11,4	10,8	0,0	65,7
150ct2f3	64,7	11,4	10,8	0,0	65,7

Controle uplift SLS-wind

Combinatie: Geleider	Fz_ba	Fz_ah
	[kN]	[kN]
SLS 4 bl1	0,0	0,0
380ct1f1	0,0	0,0
380ct1f2	0,0	0,0
380ct1f3	0,0	0,0
Post-isolato	0,0	
Post-isolato	0,0	
Post-isolato	0,0	
150ct2f1	0,0	0,0
150ct2f2	0,0	0,0
150ct2f3	0,0	0,0

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HA+0_ci (bouwfase)
 Mast: 1099

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

Combinatie	Combination	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90		299	480	222	16594	11503	-1664
ULS 1a_0,9_0		237	204	146	6492	9059	-1198
ULS 1a_0,9_0,9_90		273	460	93	17304	10540	-1493
ULS 3_0		332	306	299	8690	12687	-1928
SLS 7		194	177	175	5094	7405	-1164

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

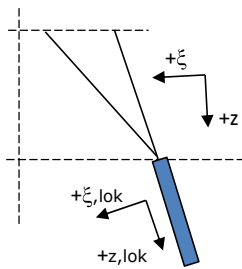
Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90	299	773	1463	24682	11503	-1664
ULS 1a_0,9_0,9_90	273	752	1024	25392	10540	-1493
SLS 7	194	177	1209	5094	7405	-1164

Fundatiebelastingen, selectie belastingcombinaties op basis grootste waarde

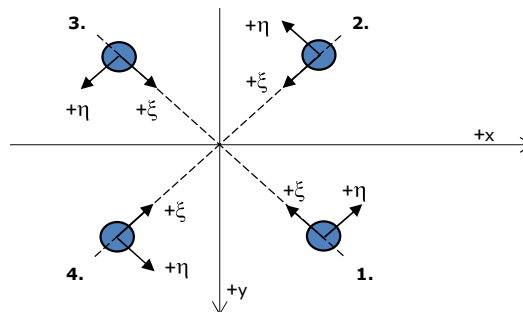
Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_0,9_90	299	773	1062	25716	11503	-1664
SPLS 3_90 Ba All Cts	928	282	1404	8640	36113	-10573
SPLS 3_100 Ba All Cts	918	285	1404	8755	35899	-10647
SPLS 3_0,9_90 Ba All Cts	928	282	1053	8980	36113	-10573

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

Oplegreacties op fundering per randstijl



Assenstelsels



Maximale drukbelasting

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_90 Ba All Cts	157	689	2253	-376	-599	7	2333
2	SPLS 3_0 Ba All Cts	471	-154	1684	-224	-442	11	1744
3	ULS 8 Ba	-381	-68	1242	221	-318	16	1286
4	SPLS 1a_100 Ah All Cts	-144	519	1725	265	-468	-5	1787

Maximale trekbelasting

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 8 Ba	106	-297	-623	285	135	-33	-645
2	SPLS 1a_0,9_100 Ah All Cts	-351	69	-1156	199	297	-13	-1197
3	SPLS 3_0,9_90 Ba All Cts	482	112	-1654	-262	419	-25	-1712
4	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	-59	-424	-1058	-341	259	-26	-1095

Maximale torsiebelasting (positief)

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	151	-302	-493	320	107	-26	-511
2	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-360	33	-1111	231	278	-21	-1151
3	SPLS 3_80 Ah All Cts	-360	-44	1110	223	-286	13	1150
4	SPLS 3_80 Ah All Cts	-97	539	1681	312	-450	2	1741

Maximale torsiebelasting (negatief)

Index	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_100 Ba All Cts	154	690	2249	-379	-597	7	2329
2	SPLS 3_100 Ba All Cts	451	-95	1505	-252	-386	18	1558
3	SPLS 3_0,9_100 Ba All Cts	482	109	-1650	-264	418	-26	-1708
4	SPLS 3_0,9_100 Ba All Cts	-133	-419	-876	-390	202	-33	-907

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HA+0_ci (bouwfase)
 Mast: 1099

Combinatie Ftrek+Fhor

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	ULS 8 Ba	106	-297	-623	285	135	-33	-645
2	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	-360	37	-1118	229	281	-20	-1158
3	SPLS 3_0,9_100 Ba All Cts	482	109	-1650	-264	418	-26	-1708
4	ULS 8 Ah	-88	-420	-1012	-359	235	-37	-1048

Permanente belasting

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SLS 7	132	198	834	-47	-233	-9	863
2	SLS 7	91	-60	401	-22	-107	1	415
3	SLS 7	55	22	-229	-23	55	-7	-237
4	SLS 7	-85	17	204	-48	-72	-17	211

Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
Max. druk	SPLS 3_90 Ba All Cts	157	689	2253	-376	-599	7	2333
Max. trek	SPLS 3_0,9_90 Ba All Cts	482	112	-1654	-262	419	-25	-1712
Max. pos. torsie	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	151	-302	-493	320	107	-26	-511
Max. neg. torsie	SPLS 3_0,9_100 Ba All Cts	-133	-419	-876	-390	202	-33	-907
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0,9_100 Ba All Cts	482	109	-1650	-264	418	-26	-1708

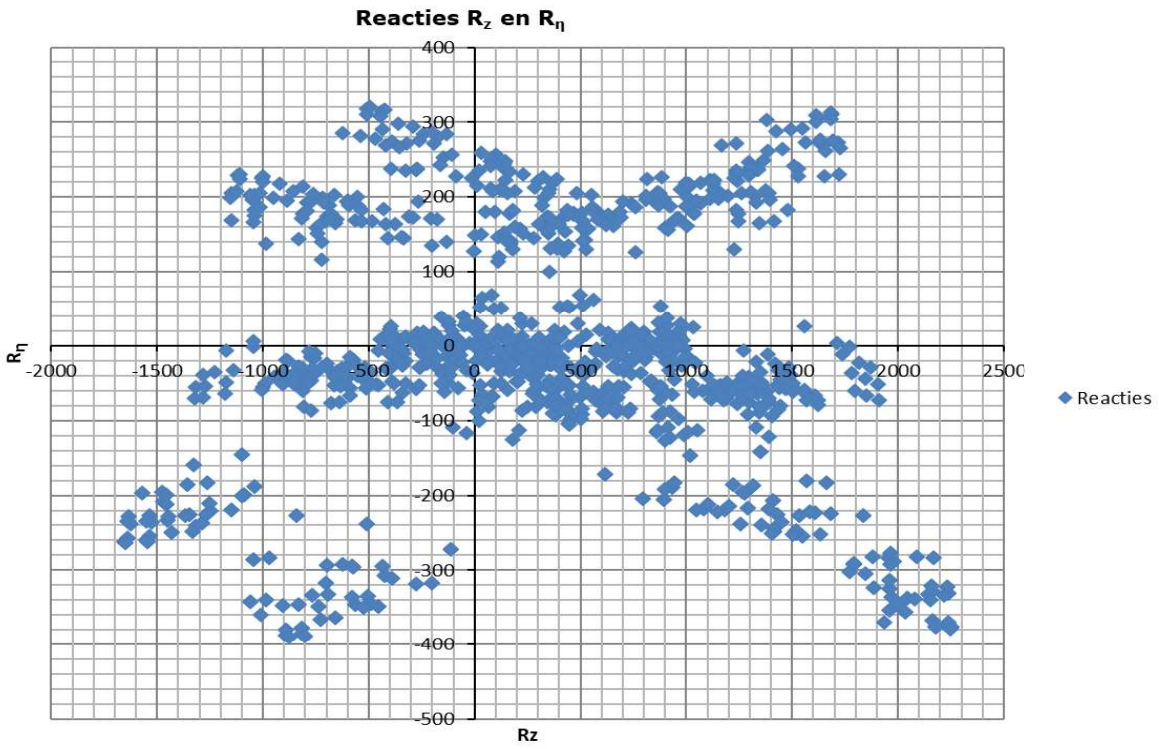
Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 3_0,9_100 Ah All Cts	140	-300	-511	311	113	-24	-529
2	SPLS 1a_0,9_100 Ah All Cts	-351	69	-1156	199	297	-13	-1197
3	SPLS 1a_0,9_100 Ba Ct2	202	129	-906	-51	234	-10	-938
4	SLS 1a_0	-14	-56	-157	-50	30	-12	-163

Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 1a_100 Ba Ct2	250	337	1502	-61	-415	-12	1555
2	SLS 1a_0	157	-138	762	-14	-209	-4	789
3	SPLS 3_100 Ah All Cts	-360	-53	1128	217	-292	11	1168
4	SPLS 1a_100 Ah All Cts	-144	519	1725	265	-468	-5	1787

Project: RLL-TLB380
Masttype: HA+0_ci (bouwfase)
Mast: 1099



Project: RLL-TLB
 Tower: HA+0/ci
 Number: 1099

Auteur: TBR
 Versie: v2.1

Geleiderbelastingen afloper

Algemeen

Benaming HA+0/ci
 Masttype Hoekmast
 Aantal circuits 4
 Configuratie 4-circuit-dubbel verticaal
 Aantal bliksemgeleiders 2

Uitgangspunten

Norm NEN-EN50341-2-15:2019
 Gevolgklasse initieel CC2
 Betrouwbaarheidsniveau initieel Nieuwbouw
 Referentieperiode initieel 50 jaar
 CC2
 Betrouwbaarheidsniveau na aanpassing n.v.t.
 50 jaar
 Windgebied III
 Windsnelheid (m/s) 24,5 m/s
 Terreincategorie II
 Reductiefactor c_{dir} 1,00
 IJsg gebied fasegeleider B
 IJsg gebied bliksemgeleider 0

Geleiders

Omschrijving	Spanning	Geleider Back	Bundel Ba	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter
Circuit 1	380 kV	Niet aanwezig	0	B	0 %	0 %
Circuit 2	380 kV	Niet aanwezig	0	B	0 %	0 %
Circuit 3	150 kV	AAAC-AL7 620	2	B	2 %	2 %
Circuit 4	150 kV	AAAC-AL7 620	2	B	2 %	2 %
Bliksemdraad 1		Niet aanwezig	0	0	0 %	0 %
Bliksemdraad 2		Niet aanwezig	0	0	0 %	0 %

Isolatoren (1)

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m ²]
Circuit 1	0	0,00	0,00	0,00
Circuit 2	0	0,00	0,00	0,00
Circuit 3	Afspanketting	2,00	3,50	0,80
Circuit 4	Afspanketting	2,00	3,50	0,80
Bliksemdraad 1	0	0,00	0,00	0,00
Bliksemdraad 2	0	0,00	0,00	0,00

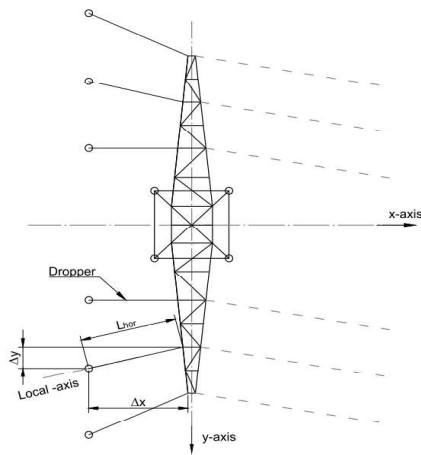
1. *Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset*

Ophanghoogte en positie in mast

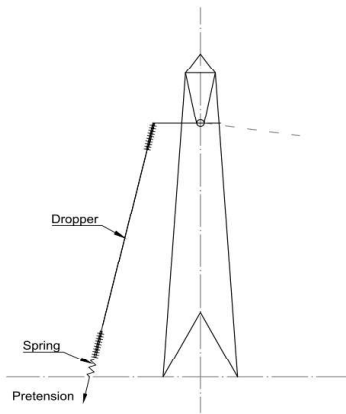
Circuits	Nummer	Aanduiding	Ophanghoogte	Aangrijppunt
Circuit 1	0	380ct1f1	0,0 m	0,0 m
Circuit 1	0	380ct1f2	0,0 m	0,0 m
Circuit 1	0	380ct1f3	0,0 m	0,0 m
Circuit 2	0	380ct2f1	0,0 m	0,0 m
Circuit 2	0	380ct2f2	0,0 m	0,0 m
Circuit 2	0	380ct2f3	0,0 m	0,0 m
Circuit 3	20	150ct3f1	28,5 m	28,5 m
Circuit 3	21	150ct3f2	28,5 m	28,5 m
Circuit 3	22	150ct3f3	28,5 m	28,5 m
Circuit 4	30	150ct4f1	28,5 m	28,5 m
Circuit 4	31	150ct4f2	28,5 m	28,5 m
Circuit 4	32	150ct4f3	28,5 m	28,5 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0 m	0,0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	0,0 m	0,0 m

Project: RLL-TLB
 Tower: HA+0/ci
 Number: 1099

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	0	380ct1f1	0,0 m	0,0	0,0	0,0	0,0 m
Circuit 1	0	380ct1f2	0,0 m	0,0	0,0	0,0	0,0 m
Circuit 1	0	380ct1f3	0,0 m	0,0	0,0	0,0	0,0 m
Circuit 2	0	380ct2f1	0,0 m	0,0	0,0	0,0	0,0 m
Circuit 2	0	380ct2f2	0,0 m	0,0	0,0	0,0	0,0 m
Circuit 2	0	380ct2f3	0,0 m	0,0	0,0	0,0	0,0 m
Circuit 3	20	150ct3f1	28,5 m	-10,1	0,0	10,1	30,2 m
Circuit 3	21	150ct3f2	28,5 m	-6,4	3,7	7,4	29,4 m
Circuit 3	22	150ct3f3	28,5 m	-6,4	-2,5	-6,9	29,3 m
Circuit 4	30	150ct4f1	28,5 m	10,1	0,0	10,1	30,2 m
Circuit 4	31	150ct4f2	28,5 m	6,4	3,7	7,4	29,4 m
Circuit 4	32	150ct4f3	28,5 m	6,4	-2,5	-6,9	29,3 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	0	380ct1f1	0,0 kN	0 kN/m	kN/m
Circuit 1	0	380ct1f2	0,0 kN	0 kN/m	kN/m
Circuit 1	0	380ct1f3	0,0 kN	0 kN/m	kN/m
Circuit 2	0	380ct2f1	0,0 kN	0 kN/m	kN/m
Circuit 2	0	380ct2f2	0,0 kN	0 kN/m	kN/m
Circuit 2	0	380ct2f3	0,0 kN	0 kN/m	kN/m
Circuit 3	20	150ct3f1	5,0 kN	1000 kN/m	16423 kN/m
Circuit 3	21	150ct3f2	5,0 kN	1000 kN/m	16423 kN/m
Circuit 3	22	150ct3f3	5,0 kN	1000 kN/m	16423 kN/m
Circuit 4	30	150ct4f1	5,0 kN	1000 kN/m	16423 kN/m
Circuit 4	31	150ct4f2	5,0 kN	1000 kN/m	16423 kN/m
Circuit 4	32	150ct4f3	5,0 kN	1000 kN/m	16423 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: RLL-TLB
 Tower: HA+0/ci
 Number: 1099

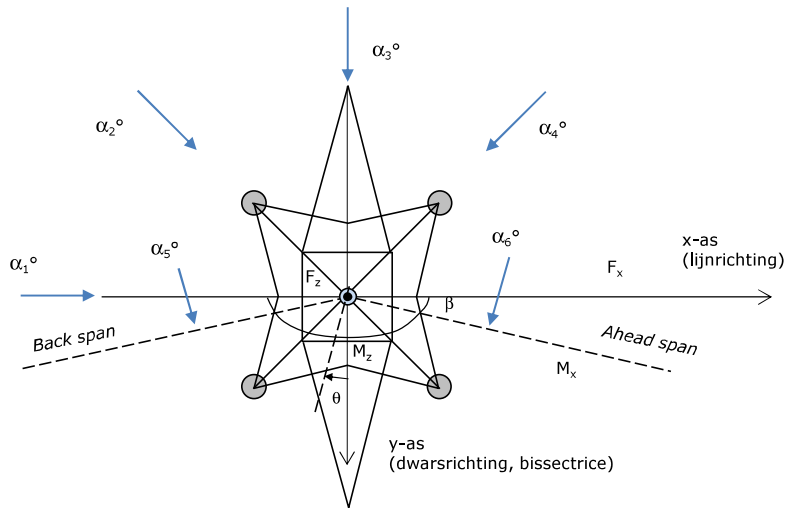
Lijn- en mastgegevens

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

Lijnhoek	β	160 °
Rotatie mast t.o.v. bissectrice	θ	0 °
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld		0,5 m
Beschouwde windrichtingen	α_1	0 °
Windrichtingen volgens:	α_2	45 °
<i>Geleiderbelastingen</i>	α_3	90 °
	α_4	135 °
	α_5	80 °
	α_6	100 °

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

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



<u>Beschouwd aantal windrichtingen</u>	
1a	6
3	6
4	1
6	6
Overig	6

Project: RLL-TLB
 Tower: HA+0/ci
 Number: 1099

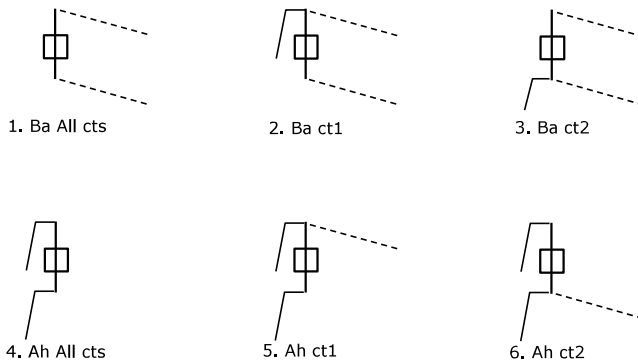
Geleiderafval

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	380ct1f1	1	0	1	0		0
Circuit 1	380ct1f2	1	0	1	0		0
Circuit 1	380ct1f3	1	0	1	0		0
Circuit 2	380ct2f1	0	1	1	0		0
Circuit 2	380ct2f2	0	1	1	0		0
Circuit 2	380ct2f3	0	1	1	0		0
Circuit 3	150ct3f1	1	0	1	0	1	0
Circuit 3	150ct3f2	1	0	1	0	1	0
Circuit 3	150ct3f3	1	0	1	0	1	0
Circuit 4	150ct4f1	0	1	1	0	1	0
Circuit 4	150ct4f2	0	1	1	0	1	0
Circuit 4	150ct4f3	0	1	1	0	1	0
Bliksemdraad 1	b1	1	0	1	0		0
Bliksemdraad 2	b2	0	1	1	0		0

Belastingssituaties SPLS

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

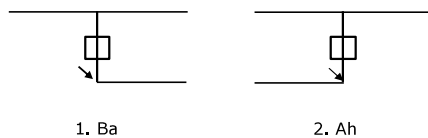
Principe belastingssituaties:



Belastingssituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: RLL-TLB
 Tower: HA+0/ci
 Number: 1099

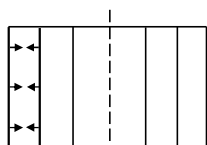
Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

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.

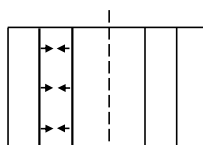
	Fase	Bliksem
Lijnwagen (nvt.)	0,0 kN	0,0 kN
Puntlast op traverse	1,0 kN	1,0 kN

Belastingsituaties 8. Kortsluiting

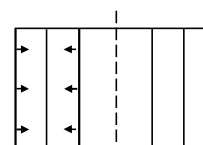
Principe belastingssituaties:



1. 10-11



2. 11-12



3. 10-12

Kortsluitkrachten

(Zie separate berekening)

Geleider	Kortsluitkracht [kN]	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	
0	380ct1f1	0,0			
0	380ct1f2	0,0			
0	380ct1f3	0,0			
0	380ct2f1	0,0			
0	380ct2f2	0,0			
0	380ct2f3	0,0			
20	150ct3f1	24,0	0,0	-8,0	22,6
21	150ct3f2	24,3	3,1	-5,3	23,5
22	150ct3f3	24,3	-2,1	-5,3	23,6
30	150ct4f1	24,0	0,0	8,0	22,6
31	150ct4f2	24,3	3,1	5,3	23,5
32	150ct4f3	24,3	-2,1	5,3	23,6
1	bl1				
3	bl2				

Belastingcombinaties kortsluiting

Belastingcombinatie

- ULS 8 Kortsluiting 20-21
- ULS 8 Kortsluiting 20-22
- ULS 8 Kortsluiting 21-22
- ULS 8 Kortsluiting 30-31
- ULS 8 Kortsluiting 30-32
- ULS 8 Kortsluiting 31-32

Project: RLL-TLB
 Tower: HA+0/ci
 Number: 1099

Tussenresultaten geleiderbelastingen

Geleiders

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm ²]	G [N/m]	E [N/mm ²]	αT [-]
Circuit 1	Niet aanwezig					
Circuit 2	Niet aanwezig					
Circuit 3	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Circuit 4	AAAC-AL7 620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-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	0	0	0		B 4+0,2d		
Circuit 2	0	0	0		B 4+0,2d		
Circuit 3	2	2	36,1		B 4+0,2d	10,5	21,0
Circuit 4	2	2	36,1		B 4+0,2d	10,5	21,0
Bliksemdraad 1	0	0	0		0		
Bliksemdraad 2	0	0	0		0		

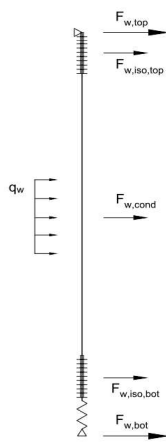
Schema voor berekenen horizontale en verticale belasting

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

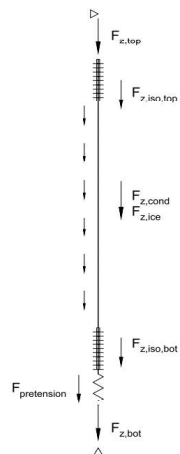
De horizontale component als gevolg van de scheefstand van de afloper wordt per belastingscombinatie apart bepaald

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: RLL-TLB
 Tower: HA+0/ci
 Number: 1099

Geleider	G _{isolator} [kN]	Lengte [m]	Boven				Onder			
			Windopp. [m ²]	Vormfactor [-]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m ²]	F _{h,iso} [kN]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m ²]	F _{h,iso} [kN]
380ct1f1	0,00	0,0	0,0	1,2	0,50	0,49		0,50	0,49	
380ct1f2	0,00	0,0	0,0	1,2	0,50	0,49		0,50	0,49	
380ct1f3	0,00	0,0	0,0	1,2	0,50	0,49		0,50	0,49	
380ct2f1	0,00	0,0	0,0	1,2	0,50	0,49		0,50	0,49	
380ct2f2	0,00	0,0	0,0	1,2	0,50	0,49		0,50	0,49	
380ct2f3	0,00	0,0	0,0	1,2	0,50	0,49		0,50	0,49	
150ct3f1	2,00	3,5	0,8	1,2	27,25	0,96	0,92	2,25	0,49	0,47
150ct3f2	2,00	3,5	0,8	1,2	27,25	0,96	0,92	2,25	0,49	0,47
150ct3f3	2,00	3,5	0,8	1,2	27,25	0,96	0,92	2,25	0,49	0,47
150ct4f1	2,00	3,5	0,8	1,2	27,25	0,96	0,92	2,25	0,49	0,47
150ct4f2	2,00	3,5	0,8	1,2	27,25	0,96	0,92	2,25	0,49	0,47
150ct4f3	2,00	3,5	0,8	1,2	27,25	0,96	0,92	2,25	0,49	0,47
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	

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 ²]									
380ct1f1	0,5	0,49	1,00								
380ct1f2	0,5	0,49	1,00								
380ct1f3	0,5	0,49	1,00								
380ct2f1	0,5	0,49	1,00								
380ct2f2	0,5	0,49	1,00								
380ct2f3	0,5	0,49	1,00								
150ct3f1	14,8	0,80	1,00	1,07	33,05	56,5	51,3	98,3	0,61	1,5	1,1
150ct3f2	14,8	0,80	1,00	1,07	33,05	56,5	51,3	98,3	0,61	1,5	1,1
150ct3f3	14,8	0,80	1,00	1,07	33,05	56,5	51,3	98,3	0,61	1,5	1,1
150ct4f1	14,8	0,80	1,00	1,07	33,05	56,5	51,3	98,3	0,61	1,5	1,1
150ct4f2	14,8	0,80	1,00	1,07	33,05	56,5	51,3	98,3	0,61	1,5	1,1
150ct4f3	14,8	0,80	1,00	1,07	33,05	56,5	51,3	98,3	0,61	1,5	1,1
bl1	0,5	0,49	1,00								
bl2	0,5	0,49	1,00								

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]
380ct1f1			0,0				0,0			
380ct1f2			0,0				0,0			
380ct1f3			0,0				0,0			
380ct2f1			0,0				0,0			
380ct2f2			0,0				0,0			
380ct2f3			0,0				0,0			
150ct3f1	36,1	21,0	21,5	2,0	0,8	0,5	5,0	9,8	7,4	-5,0
150ct3f2	36,1	21,0	21,5	2,0	0,8	0,5	5,0	9,8	7,4	-5,0
150ct3f3	36,1	21,0	21,5	2,0	0,8	0,5	5,0	9,8	7,4	-5,0
150ct4f1	36,1	21,0	21,5	2,0	0,8	0,5	5,0	9,8	7,4	-5,0
150ct4f2	36,1	21,0	21,5	2,0	0,8	0,5	5,0	9,8	7,4	-5,0
150ct4f3	36,1	21,0	21,5	2,0	0,8	0,5	5,0	9,8	7,4	-5,0
bl1			0,0				0,0			
bl2			0,0				0,0			

Project: RLL-TLB
 Masttype: HA+0/ci
 Mast: 1099

Auteur: TBR
 Versie: v2.1

Geleiderbelastingen

Uitgangspunten

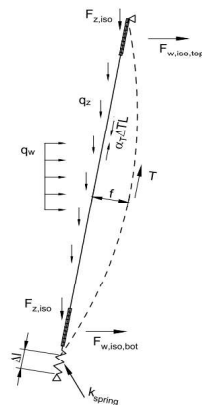
Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2
 Referentieperiode 50 jaar

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

Aantal windrichtingen 6
 Aantal belastingcombinaties ULS 75
 Aantal belastingcombinaties SPLS 246
 Aantal belastingcombinaties SLS 15
 Aantal knooplasten 11424

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: RLL-TLB
 Masttype: HA+0/ci
 Mast: 1099

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
- Kortsluitbelastingen zijn niet weergegeven!

Trekkracht, zeeg en veerverlenging

Geleider	Combinatie	Zeeg [m]	Veer- verlenging [m]	Totale veerverlenging [m]	Trek- kracht initieel [kN]	Trek- kracht [kN]
150ct3f1	SLS 1a	0,57	0,009	0,017	7,4	16,6
	SLS 3	0,43	0,008	0,015	7,6	15,4
	SLS 4	0,21	0,007	0,014	7,4	14,5
	SLS 6	0,35	0,001	0,009	7,4	8,8
	SLS 7	0,36	0,000	0,007	7,4	7,4
	ULS 1a	0,64	0,013	0,021	9,4	20,8
	ULS 3	0,49	0,011	0,018	9,8	18,2
	ULS 4	0,24	0,008	0,015	9,4	15,2
	ULS 6b	0,42	0,004	0,011	9,4	11,4
150ct3f2	SLS 1a	0,51	0,010	0,017	7,4	17,1
	SLS 3	0,36	0,009	0,016	7,6	16,2
	SLS 4	0,19	0,010	0,017	7,4	17,1
	SLS 6	0,30	0,003	0,011	7,4	10,5
	SLS 7	0,26	0,000	0,007	7,4	7,4
	ULS 1a	0,58	0,014	0,021	9,4	21,2
	ULS 3	0,43	0,011	0,019	9,8	18,8
	ULS 4	0,23	0,010	0,018	9,4	17,9
	ULS 6b	0,35	0,005	0,012	9,4	11,9
150ct3f3	SLS 1a	0,50	0,010	0,017	7,4	17,2
	SLS 3	0,35	0,009	0,016	7,6	16,3
	SLS 4	0,18	0,010	0,017	7,4	17,4
	SLS 6	0,29	0,003	0,011	7,4	10,6
	SLS 7	0,24	0,000	0,007	7,4	7,4
	ULS 1a	0,57	0,014	0,021	9,4	21,2
	ULS 3	0,41	0,011	0,019	9,8	18,8
	ULS 4	0,22	0,011	0,018	9,4	18,2
	ULS 6b	0,33	0,005	0,012	9,4	12,0

Controle iteratieproces

Geleider	Iteratie
Fixatie v	(leeg)
Fixatie v	(leeg)
Fixatie v	(leeg)
Fixatie v	(leeg)
Fixatie v	(leeg)
380ct1f:	0
380ct1f:	0
380ct1f:	0
380ct2f:	0
380ct2f:	0
380ct2f:	0
150ct3f:	OK
150ct3f:	OK
150ct3f:	OK
150ct4f:	OK
150ct4f:	OK
150ct4f:	OK
b11	0
b12	0

Project: RLL-TLB
 Masttype: HA+0/ci
 Mast: 1099

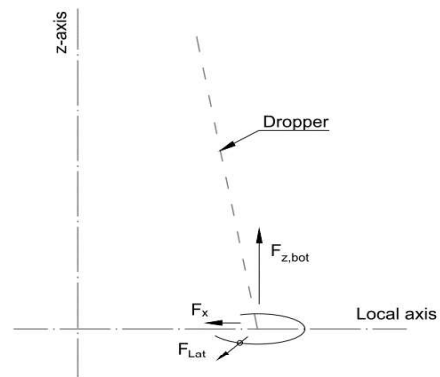
Belastingen in lokale richting geleider

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.

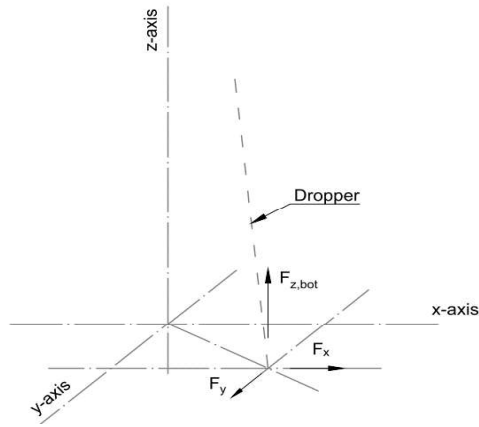
Combinatie1	F _{x,lok,bot} [kN]	F _{lat,bot} [kN]	F _{z,bot} [kN]
SLS 1a	5,9	1,1	-14,2
SLS 3	5,5	0,5	-12,8
SLS 4	5,1	0,2	-12,1
SLS 6	3,1	0,2	-6,4
SLS 7	2,6	0,0	-5,0
ULS 1a	7,4	1,6	-17,9
ULS 3	6,5	0,7	-15,0
ULS 4	5,4	0,3	-12,3
ULS 6b	4,0	0,3	-8,5
SLS 1a	4,4	1,1	-14,7
SLS 3	4,2	0,5	-13,6
SLS 4	4,4	0,2	-14,7
SLS 6	2,7	0,2	-8,1
SLS 7	1,9	0,0	-5,0
ULS 1a	5,5	1,6	-18,3
ULS 3	4,9	0,7	-15,6
ULS 4	4,6	0,3	-15,0
ULS 6b	3,1	0,3	-9,1
SLS 1a	4,1	1,1	-14,8
SLS 3	3,9	0,5	-13,7
SLS 4	4,2	0,2	-15,0
SLS 6	2,6	0,2	-8,2
SLS 7	1,8	0,0	-5,0
ULS 1a	5,1	1,6	-18,4
ULS 3	4,5	0,7	-15,6
ULS 4	4,4	0,3	-15,3
ULS 6b	2,9	0,3	-9,1



Project: RLL-TLB
 Masttype: HA+0/ci
 Mast: 1099

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]
150ct3f1	SLS 1a	1,2	0,0	19,0	0,0	0,0	-14,2
	SLS 3	0,5	0,0	18,1	0,0	0,0	-12,8
	SLS 4	0,2	0,0	16,9	0,0	0,0	-12,1
	SLS 6	0,2	0,0	11,2	0,0	0,0	-6,4
	SLS 7	0,0	0,0	9,8	0,0	0,0	-5,0
	ULS 1a	1,8	0,0	23,6	0,0	0,0	-17,9
	ULS 3	0,7	0,0	21,4	0,0	0,0	-15,0
	ULS 4	0,2	0,0	18,1	0,0	0,0	-12,3
	ULS 6b	0,4	0,0	14,3	0,0	0,0	-8,5
	ULS 7	0,0	0,0	11,4	0,0	0,0	-5,0
150ct3f2	SLS 1a	3,4	0,0	19,5	-3,2	0,0	-14,7
	SLS 3	2,2	0,0	18,8	-2,7	0,0	-13,6
	SLS 4	2,1	0,0	19,5	-2,3	0,0	-14,7
	SLS 6	1,2	0,0	12,9	-1,5	0,0	-8,1
	SLS 7	0,8	0,0	9,8	-1,1	0,0	-5,0
	ULS 1a	4,7	0,0	24,0	-4,2	0,0	-18,3
	ULS 3	2,7	0,0	22,0	-3,2	0,0	-15,6
	ULS 4	2,2	0,0	20,7	-2,5	0,0	-15,0
	ULS 6b	1,6	0,0	14,8	-2,0	0,0	-9,1
	ULS 7	0,9	0,0	11,2	-1,2	0,0	-4,8
150ct3f3	SLS 1a	0,4	0,0	19,6	0,0	0,0	-14,8
	SLS 3	0,0	0,0	18,9	0,0	0,0	-13,7
	SLS 4	0,0	0,0	19,8	0,0	0,0	-15,0
	SLS 6	0,0	0,0	13,0	0,0	0,0	-8,2
	SLS 7	0,0	0,0	9,8	0,0	0,0	-5,0
	ULS 1a	0,9	0,0	24,1	0,0	0,0	-18,4
	ULS 3	0,0	0,0	22,0	0,0	0,0	-15,6
	ULS 4	0,0	0,0	21,0	0,0	0,0	-15,3
	ULS 6b	0,0	0,0	14,8	0,0	0,0	-9,1
	ULS 7	0,0	0,0	11,2	0,0	0,0	-4,7
150ct4f1	SLS 1a	0,9	5,8	19,0	-0,9	-6,5	-14,2
	SLS 3	0,3	4,9	18,1	-0,4	-6,1	-12,8
	SLS 4	0,0	5,0	16,9	-0,2	-5,4	-12,1
	SLS 6	0,0	3,0	11,2	-0,2	-3,4	-6,4
	SLS 7	0,0	2,3	9,8	0,0	-3,0	-5,0
	ULS 1a	1,4	7,7	23,6	-1,4	-8,1	-17,9
	ULS 3	0,4	5,7	21,4	-0,7	-7,3	-15,0

Project: RLL-TLB
 Masttype: HA+0/ci
 Mast: 1099

150ct4f1	ULS 4	0,0	5,3	18,1	-0,2	-5,6	-12,3
	ULS 6b	0,3	3,7	14,3	-0,3	-4,5	-8,5
	ULS 7	0,0	2,5	11,4	0,0	-3,3	-5,0
150ct4f2	SLS 1a	3,4	4,4	16,9	-2,9	-3,3	-12,1
	SLS 3	2,2	3,2	16,0	-2,3	-3,1	-10,8
	SLS 4	1,9	3,6	17,9	-2,1	-3,5	-13,1
	SLS 6	0,8	1,7	9,3	-1,0	-1,5	-4,5
	SLS 7	0,8	1,4	9,8	-1,1	-1,9	-5,0
	ULS 1a	4,7	6,1	21,4	-3,9	-4,3	-15,7
	ULS 3	2,7	3,8	18,6	-2,8	-3,6	-12,2
	ULS 4	1,9	3,7	18,4	-2,2	-3,4	-12,7
	ULS 6b	1,5	2,2	12,4	-1,6	-2,2	-6,6
	ULS 7	0,9	1,5	11,2	-1,2	-2,1	-4,8
150ct4f3	SLS 1a	0,4	4,4	18,4	0,0	-3,8	-13,7
	SLS 3	0,0	3,2	17,7	0,0	-3,7	-12,5
	SLS 4	0,0	3,7	18,3	0,0	-3,5	-13,5
	SLS 6	0,0	1,7	9,3	0,0	-1,5	-4,5
	SLS 7	0,0	1,4	9,8	0,0	-1,9	-5,0
	ULS 1a	0,9	6,1	22,9	0,0	-4,8	-17,2
	ULS 3	0,0	3,8	20,6	0,0	-4,2	-14,2
	ULS 4	0,0	3,8	18,7	0,0	-3,4	-13,0
	ULS 6b	0,0	2,2	13,8	0,0	-2,7	-8,1
	ULS 7	0,0	1,5	11,2	0,0	-2,0	-4,7

CALCULATION OF SHORT CIRCUIT FORCES FOR FLEXIBLE CONDUCTORS ACC TO IEC 60865 CHAPTER 6

Number of loops		Number of Different Scenarios Considered		9		
				HA+0\Ci and HA+0\Ca		
				33	34	35
		Name of the Span / Location / Scenario				
CT_min	Conductor Bundle Tension of dropper at specified min. temp	(N)		5000	5000	5000
CT_max	Conductor Bundle Tension of dropper at specified max. temp	(N)		5000	5000	5000
CT_10	Conductor Bundle Tension of dropper at 10°C	(N)		5000	5000	5000
SHORT CIRCUIT CURRENT PARAMETERS						
I _k	Short Circuit Current	(A)		30000	30000	30000
Tk1	Duration of the current flow	(s)		1	1	1
SYSTEM PARAMETERS						
A	Factor for calculation of the first current flow	-		1,81	1,81	1,81
f _{req}	System Frequency	(Hz)		50	50	50
k	Factor for calculation of peak short-circuit current	-		1,81	1,81	1,81
τ - tau	Time Constant of the network	-		0,044	0,044	0,044
CONDUCTOR PARAMETERS						
Con_Def	Conductor Definition	(-)		AMS620	AMS620	AMS620
Con_Mat	Conductor Material	(-)		Al	Al	Al
cth (m ⁴ /(A ² *s))	Constant for conductor (m ⁴ /(A ² *s)) (Page.31 and comment)	(m ⁴ /(A ² *s))		2,70E-19	2,70E-19	2,70E-19
d	Diameter of the conductor	(m)		0,0324	0,0324	0,0324
m's	Mass per unit length	(kg/m)		1,806	1,806	1,806
As	Overall conductor cross-sectional area	(m ²)		6,21E-04	6,21E-04	6,21E-04
E	Young's Modulus	(N/m ²)		8,66E+10	8,66E+10	8,66E+10
σ _{fin}	Lowest value of the cable stress when Young's modulus becomes constant	(N/m ²)		5,00E+07	5,00E+07	5,00E+07
SPAN AND BUNDLE GEOMETRY						
n	Number of Subconductors in Bundle	(-)		2	2	2
span	Ahead span	(m)		5,425	5,425	5,425
a	Centre line Distance between phase conductors	(m)		3,5	3,5	3,5
as	Centre line Distance between sub-conductors	(m)		0,2	0,2	0,2
l	Centre line distance between supports	(m)		29,6	29,6	30,5
li	Length of Insulator Chain	(m)		5,425	5,425	5,425
lc	Chord Length of Flexible Main Conductor in Span	(m)		18,8	18,8	19,7
ls	Centre line distance between connecting pieces or between one connecting piece and the adjacent support. Manually insert if spacers/droppers are not equally spaced	(m)		6,25	6,25	6,55
n _{cs}	Number of Spacers	(-)		2	2	2
m _{cs}	Weight of a Spacer	(kg)		2	2	2
m _{sc}	Resulting mass per unit length of 1 subconductor	(kg)		1,913	1,913	1,908
S	Resultant spring constant of both supports of one span	(N/m)		6,00E+05	6,00E+05	6,00E+05
Dropper?	Does the span have a dropper?	(YES/NO)		NO	NO	NO
PARAMETERS RELATED TO DROPPERS						
n _c	Number of connections (droppers) to main conductor	(-)				
n _{c'}	Equivalent number of connection to main conductor (Value to be used in calculations)	(-)				
m _c	Average weight of 1 connection (Dropper)	(kg)				
n _{cb}	Number of subconductors in 1 dropper	(-)				
PARAMETERS RELATED TO DROPPERS						
Current Path	Does the current run along the dropper for this scenario	(YES/NO)				
Dropper Plane	Is the dropper perpendicular or parallel to the plane of main conductor	(PARALLEL/PERPENDICULAR)				
Dimensions						
lv	Cord Length of Dropper (straight wire length)	(m)		18,8	18,8	19,7
h	Height of Dropper (vertical value)	(m)		29,6	29,6	30,5
w	Width of Dropper (horizontal value)	(m)		5,425	5,425	5,425
lvf	Length of the cable (actual cable length per conductor)	(m)		18,8	18,8	19,7
CALCULATION RESULTS						
	Check if force should be calculated as a dropper or main conductor			Calculate as dropper	Calculate as dropper	Calculate as dropper
	Check validity of chapter 6.3			Invalid	Invalid	Invalid
Short Circuit Force using Minimum Temperature	F _{t,d} , Short Circuit Force of one phase (N) as main conductor	(N)		7538	7538	7650
	F _{t,d} , Short Circuit Force of one phase (N) as dropper	(N)		5556	5556	6102
	F _{pi,d} , Pinch Force of one phase (N) as main conductor	(N)		24288	24288	23966
	F _{pi,d} , Pinch Force of one phase (N) as dropper	(N)		0	0	0
	b _h , Maximum Horizontal Displacement (m)	(m)				
	a _{min} , Distance between the midpoints of the two phases - Minimum air clearance (m)	(m)				
Short Circuit Force using Maximum Temperature	F _{t,d} , Short Circuit Force of one phase (N) as main conductor	(N)		7538	7538	7650
	F _{t,d} , Short Circuit Force of one phase (N) as dropper	(N)		5556	5556	6102
	F _{pi,d} , Pinch Force of one phase (N) as main conductor	(N)		24288	24288	23966
	F _{pi,d} , Pinch Force of one phase (N) as dropper	(N)		0	0	0
	b _h , Maximum Horizontal Displacement (m)	(m)				
	a _{min} , Distance between the midpoints of the two phases - Minimum air clearance (m)	(m)				
Short Circuit Force using 10°C	F _{t,d} , Short Circuit Force of one phase (N) as main conductor	(N)		7538	7538	7650
	F _{t,d} , Short Circuit Force of one phase (N) as dropper	(N)		5556	5556	6102
	F _{pi,d} , Pinch Force of one phase (N) as main conductor	(N)		24288	24288	23966
	F _{pi,d} , Pinch Force of one phase (N) as dropper	(N)		0	0	0
	b _h , Maximum Horizontal Displacement (m)	(m)				
	a _{min} , Distance between the midpoints of the two phases - Minimum air clearance (m)	(m)				
	Short Circuit Force to be applied (N)	(N)		24288	24288	23966
	b_h, Maximum Horizontal Displacement (m)	(m)				
	a_{min}, Distance between the midpoints of the two phases - Minimum air clearance (m)	(m)				
	Direction of resulting force exerted on the conductor					

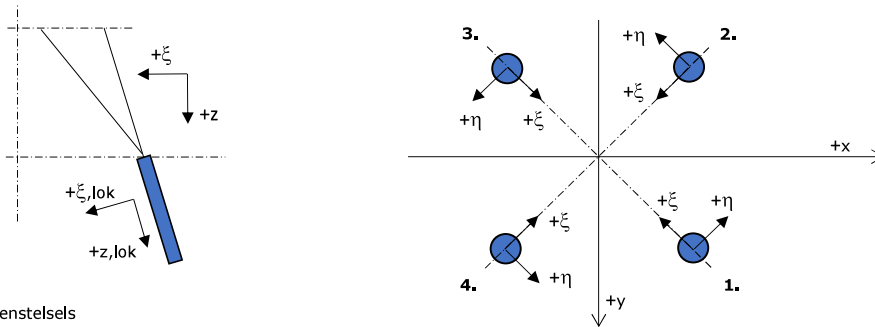
Project: ZW-Oost RLL-TLB
 Masttype: HA+0/ci
 Mast: 1014



Oplegreacties per randstijl

Auteur: MRE
 Versie: 1.4

Betrouwbaarheidsniveau **Nieuwbouw CC2**
 Referentieperiode **50 jaar**



Assenstelsels

Maximale drukbelasting

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 3_90 Ba All Cts	-680	-793	-4261	-80	-1042	-103	-4385
2	SPLS 3_0 Ba All Cts	-451	550	-2850	70	-708	-58	-2936
3	ULS 8 Ba	315	392	-2011	-54	-500	-40	-2071
4	SPLS 3_90 Ah All Cts	507	-583	-3127	54	-771	-70	-3220

Maximale trekbelasting

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	ULS 8 Ba	159	255	1283	68	293	52	1315
2	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	372	-435	2416	-44	571	78	2481
3	SPLS 3_0,9_90 Ba All Cts	-560	-639	3558	56	848	108	3656
4	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	-287	427	2136	-99	505	69	2194

Maximale torsiebelasting (positief)

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 3_90 Ah Ct1	-401	104	-771	357	-210	3	-799
2	SPLS 3_100 Ah Ct1	398	62	1064	326	238	48	1089
3	SPLS 3_80 Ba Ct2	-212	-631	2519	296	596	81	2587
4	SPLS 3_0,9_100 Ah Ct1	103	-539	-1842	308	-454	-41	-1896

Maximale torsiebelasting (negatief)

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct1	-367	-799	-3379	-306	-825	-83	-3477
2	SPLS 3_100 Ah Ct2	-70	-390	988	-326	226	39	1013
3	SPLS 3_0,9_100 Ah Ct2	-235	260	-70	-350	-18	-1	-72
4	SPLS 3_90 Ba Ct1	179	330	554	-360	107	42	563

Combinatie Ftrek+Fh

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	ULS 8 Ba	159	255	1283	68	293	52	1315
2	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	372	-435	2416	-44	571	78	2481
3	SPLS 3_0,9_90 Ba All Cts	-560	-639	3558	56	848	108	3656
4	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	-287	427	2136	-99	505	69	2194

Permanente belasting

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SLS 7	-278	-286	-1589	-6	-399	-28	-1638
2	SLS 7	-66	103	-423	26	-119	5	-440
3	SLS 7	-136	-131	849	-4	189	39	869
4	SLS 7	91	-40	-319	-37	-93	7	-332

Omhullenden ongeacht stijl

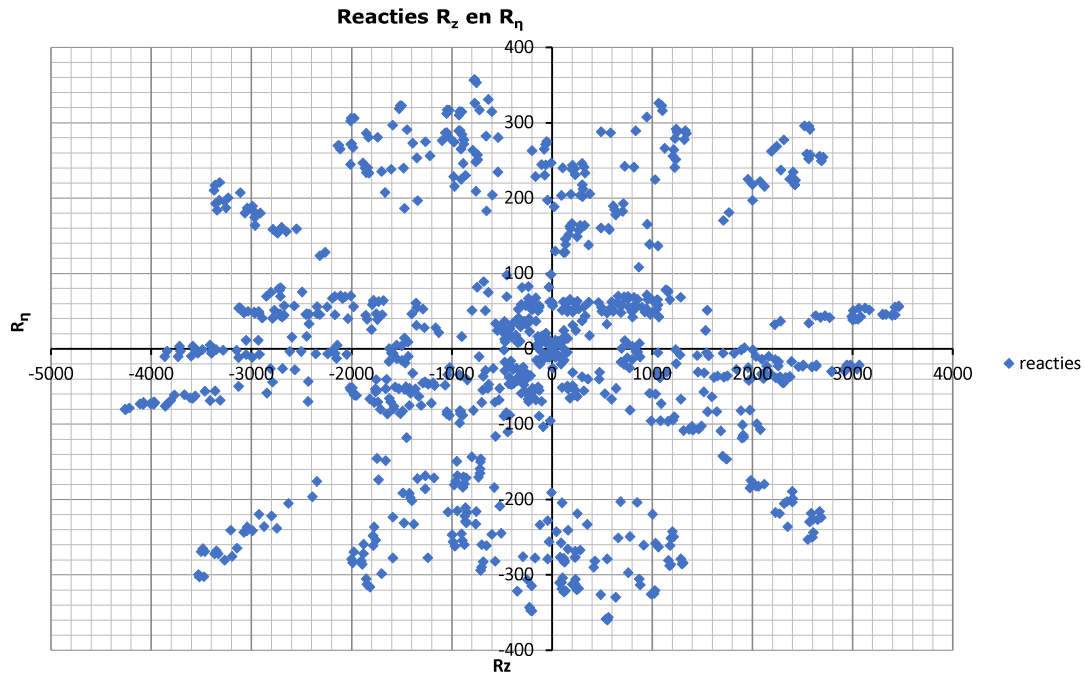
Belasting	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_η [kN]	R_ξ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
Max. druk	SPLS 3_90 Ba All Cts	-680	-793	-4261	-80	-1042	-103	-4385
Max. trek	SPLS 3_0,9_90 Ba All Cts	-560	-639	3558	56	848	108	3656
Max. pos. torsie	SPLS 3_90 Ah Ct1	-401	104	-771	357	-210	3	-799
Max. neg. torsie	SPLS 3_90 Ba Ct1	179	330	554	-360	107	42	563
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0,9_90 Ba All Cts	-560	-639	3558	56	848	108	3656

Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_η [kN]	R_ξ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 3_45	-579	-582	-3285	-2	-821	-61	-3385
2	SLS 1a_0	-165	200	-936	25	-259	7	-971
3	ULS 5a Ah 10	-63	-109	545	33	121	25	558
4	ULS 1a_135	339	-233	-1425	-75	-405	22	-1481

Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_η [kN]	R_ξ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 5a Ah 10	-273	-198	-1288	53	-333	-13	-1330
2	ULS 1a_0,9_135	157	-87	612	50	172	-8	636
3	ULS 3_0,9_45	-416	-392	2389	-17	572	70	2456
4	SLS 1a_0	-5	54	175	-35	41	6	180

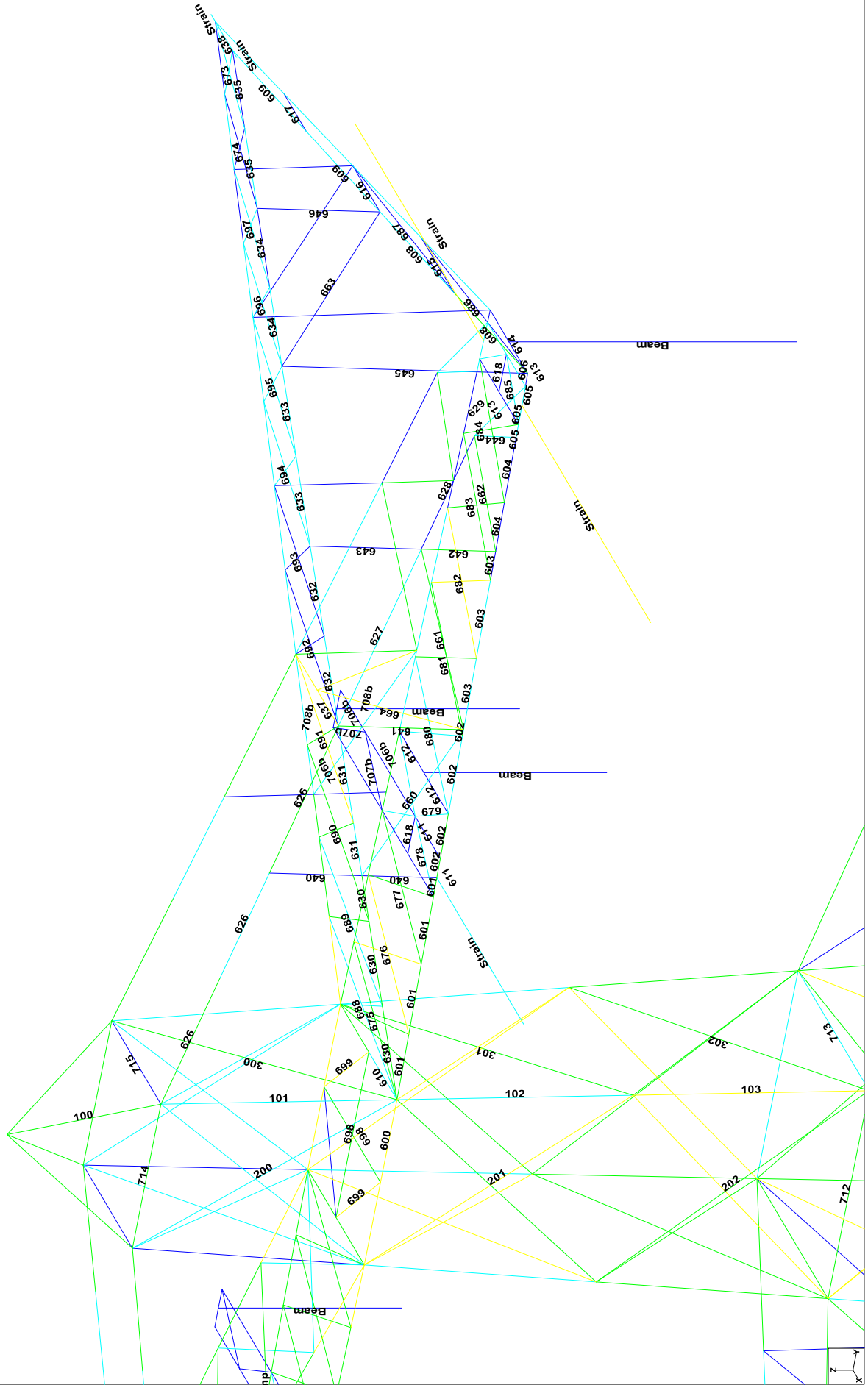


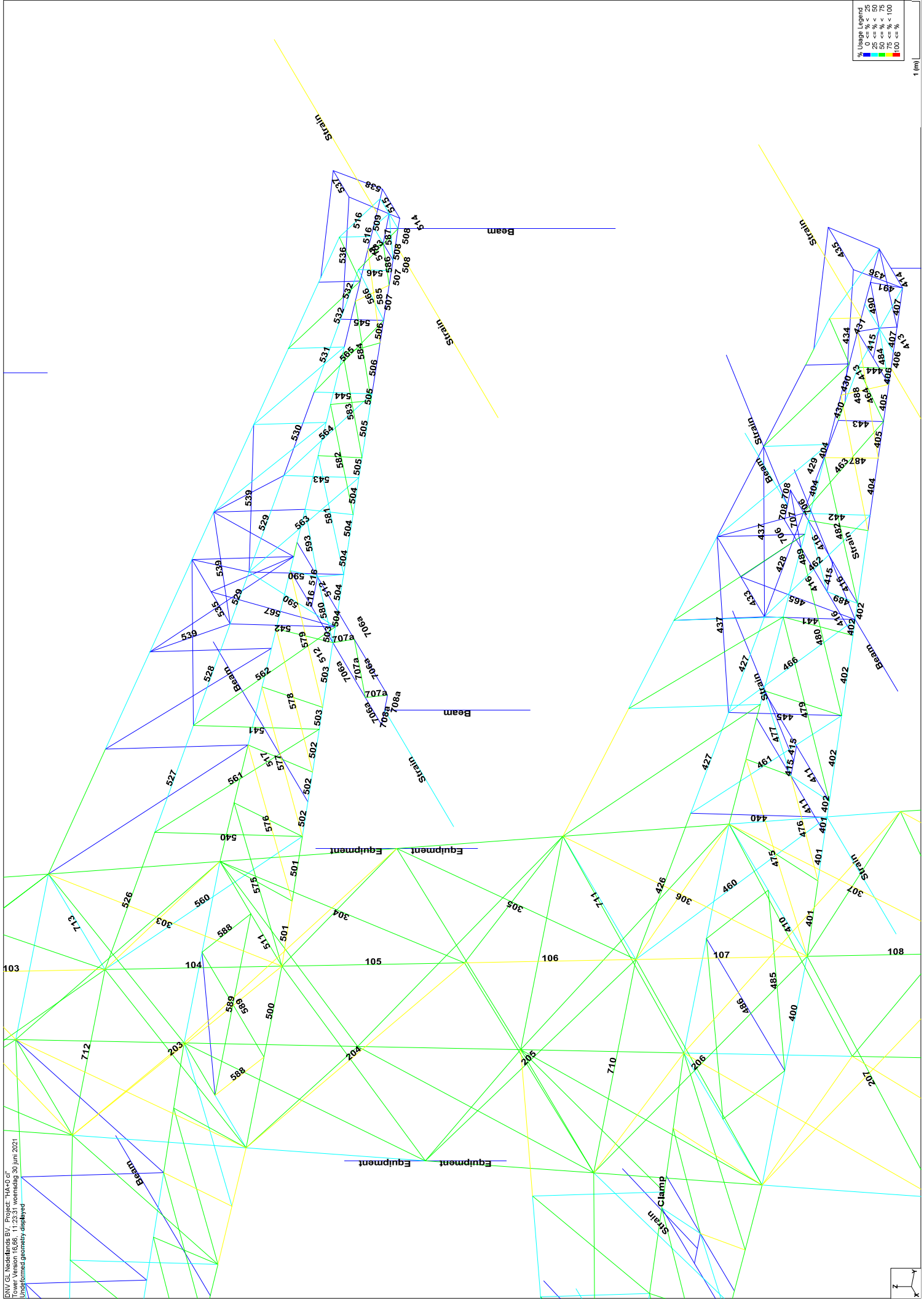


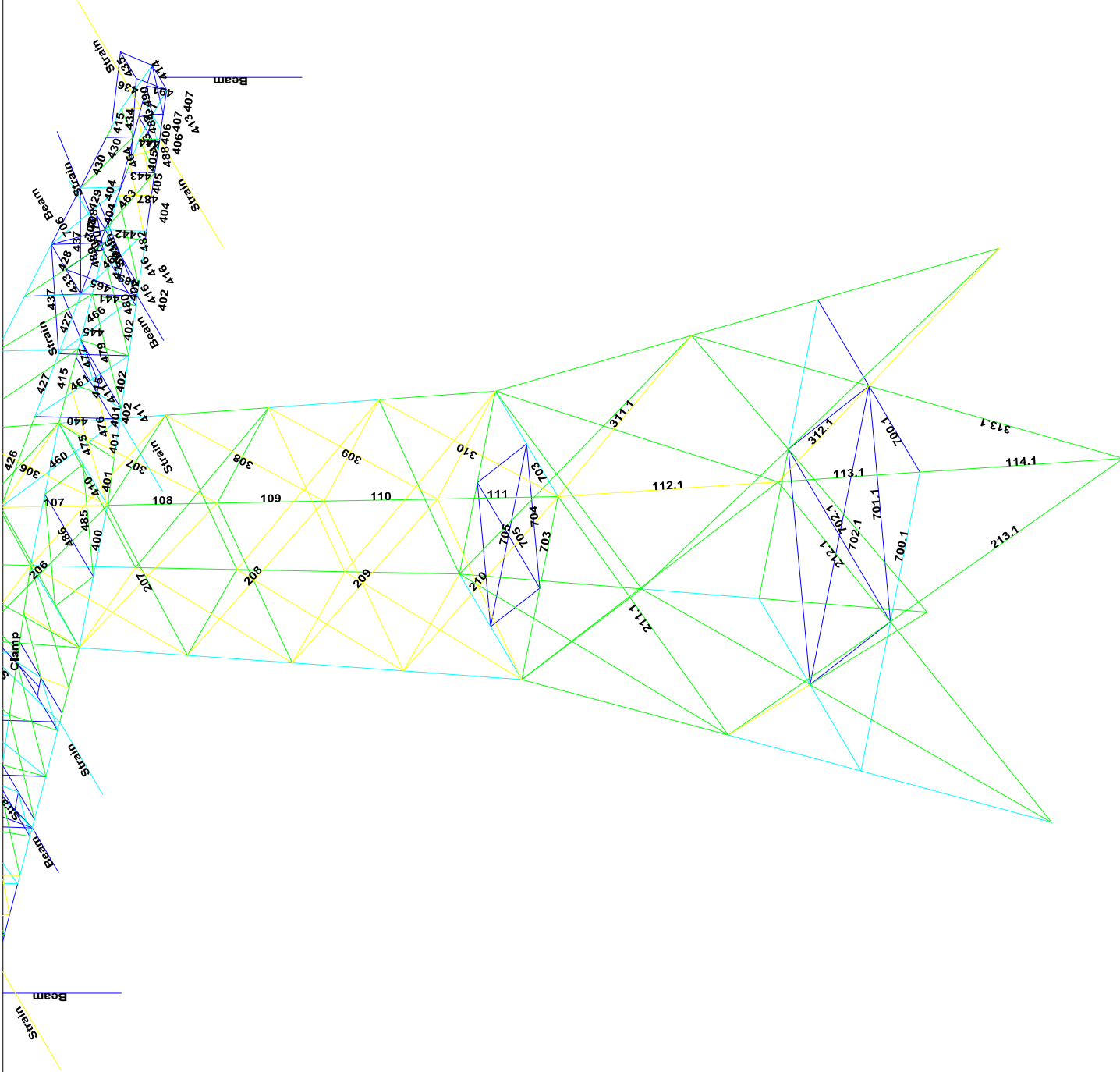
APPENDIX B

Resultaten PLS-TOWER

Deze Appendix bevat de resultaten uit PLS-TOWER voor het masttype HA+0/ci.







DNV-GL

Assessment of angle groups

Date 30-6-2021
Author MRE
Version 1.0

RLI-TBG
HA+0/di

Table with columns: Group Label, Description, Type, Profile, Steel Quail bolts, #sk,t1, e2, p1, RLX, RLY, RLZ, Slenderness, Compression, Load Case (Comp), Buckling, Shear (Comp), U.C., (Comp) bracing (Comp), U.C., (Comp) bracing (Tens), Net section area (Tens), U.C. (Tens) area (Tens)

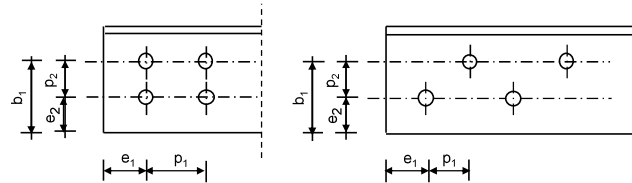
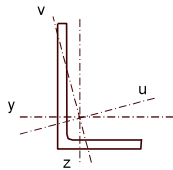
Project: ZW-Oost
Mast: H_C

Angle check

NEN-EN1993-1-1 and EN1993-3-1

Datum: 2021-05-11
Auteur: TBR
Versie: 3.0

Member name	Group 108-109	Conclusion
Section	XEA 200x200x24	U.C. (compression) 0.72 < 1,0 OK
		U.C. (tension) 0.48 < 1,0 OK



Steel grade **S355**

Member loads

Compressive force $N_{Ed} =$ **3780 kN**
Tensile force **-3352 kN**

Crossing diagonal loads

Applicable: **No**
Min. tensile force diagonal 2 **1 kN**
Max. comp. force diagonal 1 **1 kN**
Position crossing diagonal y-axis **1.00 m**

Construction loads

Vertical construction load **1.0 kN**
Member angle to horizontal **0 °**
Bending around axis **y-axis**

Geometry

System length y-axis $L_{y,buc} =$ **1.66 m**
System length z-axis $L_{z,buc} =$ **1.66 m**
System length v-axis $L_{v,buc} =$ **1.66 m**
System length x-axis $L_{tk,buc} =$ **1.66 m**
Member type **Leg**
Type bracing **Non staggered**

End conditions

Begin **Continuous**
End **Continuous**
Restraint code TOWER **C4**

Bolted connection

Bolt type **M24**
Bolt class **8.8**
Number of bolts per leg **6** (24 total)
Shearplane through **Thread**
Bolt pattern **Zigzag**
Bolt pattern (leg-member only) **Staggered**

End distance $e_1 =$ **55 mm** **Ok**
Separation distance // $p_1 =$ **70 mm** **Ok**
Separation distance | $p_2 =$ **100 mm** **Ok**
End distance $e_2 =$ **50 mm** **Ok**
Double strap or single strap **Double**
Tie plate $b_p =$ **230 mm** **OK**
 $t_p =$ **15 mm** **OK**
 $e_2 =$ **40 mm** **OK**

A **18118 mm²**
G **144.9 kg/m**
Partial safety factor $\gamma_{f;Q} =$ **1.50**
Material factors $\gamma_{M0} =$ **1.00**
 $\gamma_{M1} =$ **1.00**
 $\gamma_{M2} =$ **1.25**
Shear strength bolt $F_{v;b;Rd} =$ **135.6 kN**

Slenderness $\lambda_{max} = L / i :$ **22 -**
Allowed: **120** **OK**

Bending due to vertical construction load

$M_{y,Ed} = 1/4 F_{Ed} L_{pr} =$ **0.62 kNm**
U.C. = **0.00 < 1,00 OK**

Results stability

	$\lambda_{eff,rel}$	λ_{eff}	$\lambda_{eff,mod}$	χ_{buc}	η	$N_{b,Rd} = \eta \chi A_f \gamma / \gamma_{M1}$
$L_{y,buc} =$ 1.66 m	0.26	1,00 I	0.26	0.98	1	6299 0.60
$L_{z,buc} =$ 1.66 m	0.26	1,00 I	0.26	0.98	1	6299 0.60
$L_{v,buc} =$ 1.66 m	0.28	0,10+0,80 I	0.28	0.97	1	6237 0.61
$L_{tk,buc} =$ 1.66 m	0.55			0.81	1	5229 0.72

Bolted connection

Compression	F_{Rd} (kN)	U.C.	Tension	F_{Rd} (kN)	U.C.
Cross section angle $F_{u;Rd} =$	6432	0.59	Net section angle $F_{u;Rd} =$	6987	0.48
Cross section tie plate $F_{u;Rd} =$	8094	0.47	Net section tie plate $F_{u;Rd} =$	6943	0.48
Shear strength $F_{v;Rd} =$	8675	0.44	Block shear $F_{u;Rd} =$	10634	0.32
Bearing strength $F_{b;Rd} =$	11695	0.32	Shear strength $F_{v;Rd} =$	8675	0.39
Combined effect $F_{v;Rd} =$	8675	0.44	Bearing strength $F_{b;Rd} =$	11825	0.28
		elastisch	Combined effect $F_{v;Rd} =$	8675	0.39
					elastisch

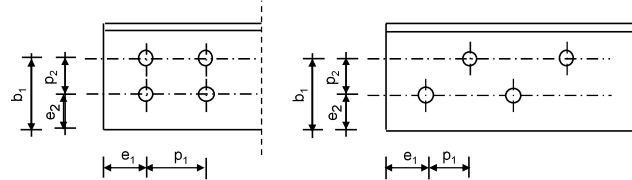
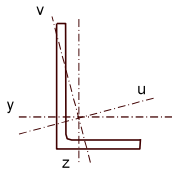
Project: ZW-Oost
Mast: H_C

Angle check

NEN-EN1993-1-1 and EN1993-3-1

Datum: 2021-05-10
Auteur: TBR
Versie: 3.0

Member name	Group 110-111	Conclusion
Section	XEA 250x250x24	U.C. (compression) 0.75 < 1,0 OK
		U.C. (tension) 0.61 < 1,0 OK



Steel grade **S355**

Member loads
Compressive force $N_{Ed} =$ **4689 kN**
Tensile force **-4222 kN**

Crossing diagonal loads
Applicable: **No**
Min. tensile force diagonal 2 **1 kN**
Max. comp. force diagonal 1 **1 kN**
Position crossing diagonal y-axis **1.00 m**

Construction loads
Vertical construction load **1.0 kN**
Member angle to horizontal **0 °**
Bending around axis **y-axis**

Geometry
System length y-axis $L_{y,buc} =$ **1.81 m**
System length z-axis $L_{z,buc} =$ **1.81 m**
System length v-axis $L_{v,buc} =$ **1.81 m**
System length x-axis $L_{tk,buc} =$ **1.81 m**
Member type **Leg**
Type bracing **Non staggered**

End conditions
Begin **Continuous**
End **Continuous**
Restraint code TOWER **C4**

Bolted connection
Bolt type **M24**
Bolt class **8.8**
Number of bolts per leg **6** (24 total)
Shearplane through **Thread**
Bolt pattern **Zigzag**
Bolt pattern (leg-member only) **Staggered**

End distance $e_1 =$ **55 mm** **Ok**
Separation distance // $p_1 =$ **70 mm** **Ok**
Separation distance | $p_2 =$ **100 mm** **Ok**
End distance $e_2 =$ **50 mm** **Ok**
Double strap or single strap **Double**
Tie plate $b_p =$ **230 mm** **OK**
 $t_p =$ **15 mm** **OK**
 $e_2 =$ **40 mm** **OK**

A **23036 mm²**
G **184.3 kg/m**
Partial safety factor $\gamma_{f;Q} =$ **1.50**
Material factors $\gamma_{M0} =$ **1.00**
 $\gamma_{M1} =$ **1.00**
 $\gamma_{M2} =$ **1.25**
Shear strength bolt $F_{v;b;Rd} =$ **135.6 kN**

Slenderness $\lambda_{max} = L / i :$ **19 -**
Allowed: **120 OK**

Bending due to vertical construction load
 $M_{y,Ed} = 1/4 F_{Ed} L_{pr} =$ **0.68 kNm**
U.C. = **0.00 < 1,00 OK**

Results stability

	$\lambda_{eff,rel}$	λ_{eff}	$\lambda_{eff,mod}$	χ_{buc}	η	$N_{b,Rd} = \eta \chi A_f \gamma / \gamma_{M1}$
$L_{y,buc} =$ 1.81 m	0.23	1,00 I	0.23	0.99	1	8098 0.58
$L_{z,buc} =$ 1.81 m	0.23	1,00 I	0.23	0.99	1	8098 0.58
$L_{v,buc} =$ 1.81 m	0.25	0,10+0,80 I	0.25	0.98	1	8045 0.58
$L_{tk,buc} =$ 1.81 m	0.64			0.76	1	6250 0.75

Bolted connection

	F_{Rd} (kN)	U.C.		F_{Rd} (kN)	U.C.
Compression			Tension		
Cross section angle $F_{u;Rd} =$	8178	0.57	Net section angle $F_{u;Rd} =$	6987	0.60
Cross section tie plate $F_{u;Rd} =$	8094	0.58	Net section tie plate $F_{u;Rd} =$	6943	0.61
Shear strength $F_{v;Rd} =$	8675	0.54	Block shear $F_{u;Rd} =$	10634	0.40
Bearing strength $F_{b;Rd} =$	11695	0.40	Shear strength $F_{v;Rd} =$	8675	0.49
Combined effect $F_{v;Rd} =$	8675	0.54	Bearing strength $F_{b;Rd} =$	11825	0.36
		elastisch	Combined effect $F_{v;Rd} =$	8675	0.49
					elastisch

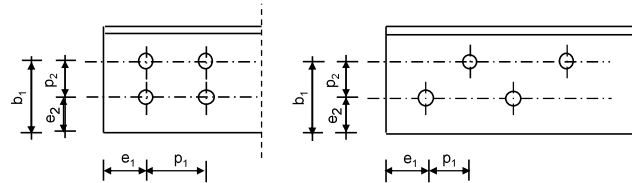
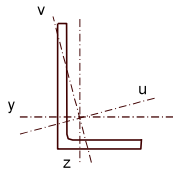
Project: ZW-Oost
Mast: H_C

Angle check

NEN-EN1993-1-1 and EN1993-3-1

Datum: 2021-05-10
Auteur: TBR
Versie: 3.0

Member name	Group 112.1-113.1-114.1	Conclusion
Section	XEA 250x250x24	U.C. (compression) 0.78 < 1,0 OK
		U.C. (tension) 0.62 < 1,0 OK



Steel grade **S355**

Member loads

Compressive force $N_{Ed} =$ **4867 kN**
Tensile force **-4327 kN**

Crossing diagonal loads

Applicable: **No**
Min. tensile force diagonal 2 **1 kN**
Max. comp. force diagonal 1 **1 kN**
Position crossing diagonal y-axis **1.00 m**

Construction loads

Vertical construction load **1.0 kN**
Member angle to horizontal **0 °**
Bending around axis **y-axis**

Geometry

System length y-axis $L_{y,buc} =$ **2.00 m**
System length z-axis $L_{z,buc} =$ **2.00 m**
System length v-axis $L_{v,buc} =$ **2.00 m**
System length x-axis $L_{tk,buc} =$ **2.00 m**
Member type **Leg**
Type bracing **Non staggered**

End conditions

Begin **Continuous**
End **Continuous**
Restraint code TOWER **C4**

Bolted connection

Bolt type **M24**
Bolt class **8.8**
Number of bolts per leg **6** (24 total)
Shearplane through **Thread**
Bolt pattern **Zigzag**
Bolt pattern (leg-member only) **Staggered**

End distance $e_1 =$ **55 mm** **Ok**
Separation distance // $p_1 =$ **70 mm** **Ok**
Separation distance | $p_2 =$ **100 mm** **Ok**
End distance $e_2 =$ **50 mm** **Ok**
Double strap or single strap **Double**
Tie plate $b_p =$ **230 mm** **OK**
 $t_p =$ **15 mm** **OK**
 $e_2 =$ **40 mm** **OK**

A **23036 mm²**
G **184.3 kg/m**
Partial safety factor $\gamma_{f;Q} =$ **1.50**
Material factors $\gamma_{M0} =$ **1.00**
 $\gamma_{M1} =$ **1.00**
 $\gamma_{M2} =$ **1.25**
Shear strength bolt $F_{v;b;Rd} =$ **135.6 kN**

Slenderness $\lambda_{max} = L / i :$ **21 -**
Allowed: **120 OK**

Bending due to vertical construction load

$M_{y,Ed} = 1/4 F_{Ed} L_{pr} =$ **0.75 kNm**
U.C. = **0.00 < 1,00 OK**

Results stability

	$\lambda_{eff,rel}$	λ_{eff}	$\lambda_{eff,mod}$	χ_{buc}	η	$N_{b,Rd} = \eta \chi A_f \gamma / \gamma_{M1}$
$L_{y,buc} =$ 2.00 m	0.25	1,00 I	0.25	0.98	1	8028 0.61
$L_{z,buc} =$ 2.00 m	0.25	1,00 I	0.25	0.98	1	8028 0.61
$L_{v,buc} =$ 2.00 m	0.27	0,10+0,80 I	0.27	0.97	1	7969 0.61
$L_{tk,buc} =$ 2.00 m	0.64			0.76	1	6209 0.78

Bolted connection

Compression	F_{Rd} (kN)	U.C.	Tension	F_{Rd} (kN)	U.C.
Cross section angle	$F_{u;Rd} =$ 8178	0.60	Net section angle	$F_{u;Rd} =$ 6987	0.62
Cross section tie plate	$F_{u;Rd} =$ 8094	0.60	Net section tie plate	$F_{u;Rd} =$ 6943	0.62
Shear strength	$F_{v;Rd} =$ 8675	0.56	Block shear	$F_{u;Rd} =$ 10634	0.41
Bearing strength	$F_{b;Rd} =$ 11695	0.42	Shear strength	$F_{v;Rd} =$ 8675	0.50
Combined effect	$F_{v;Rd} =$ 8675	0.56 elastisch	Bearing strength	$F_{b;Rd} =$ 11825	0.37
			Combined effect	$F_{v;Rd} =$ 8675	0.50 elastisch

APPENDIX C

Knikverkorters

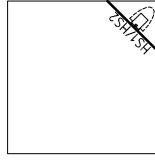
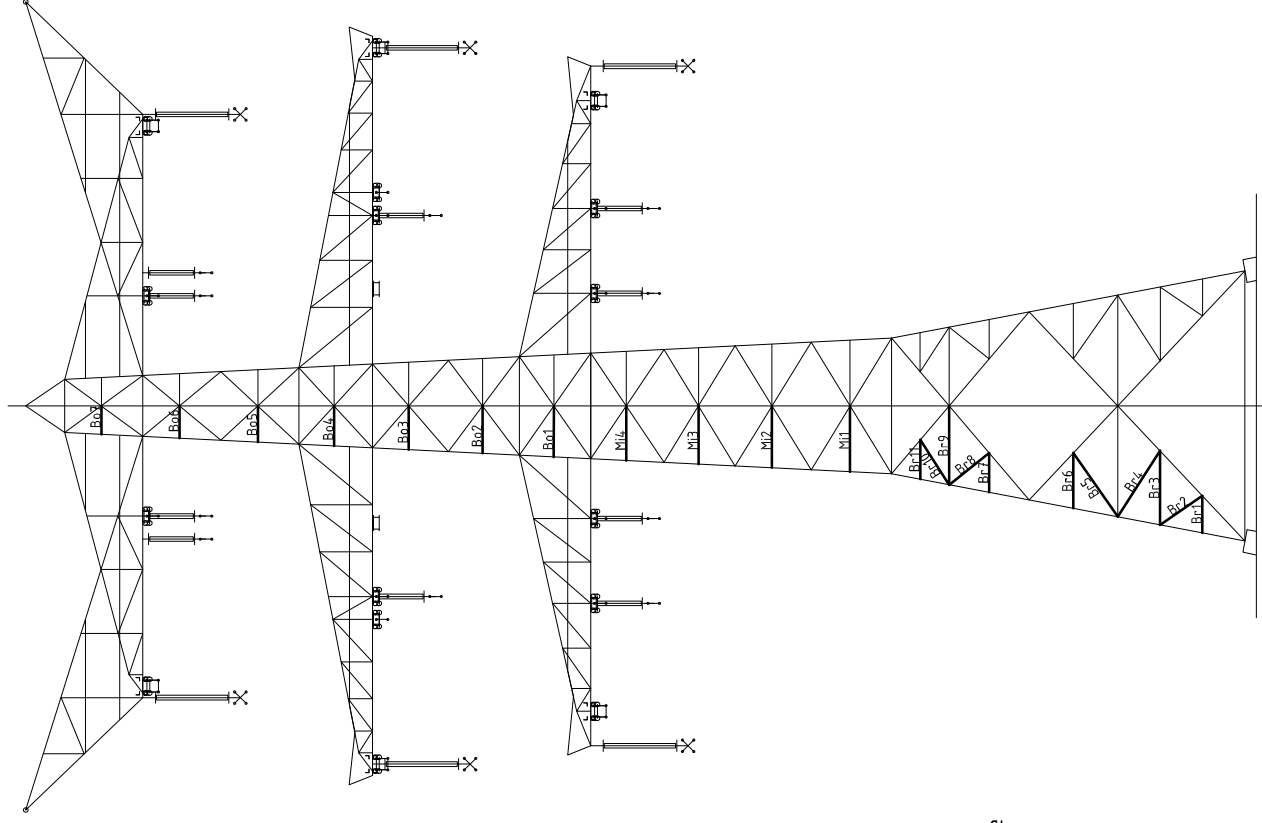
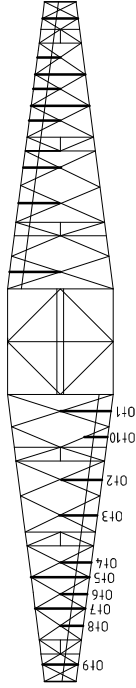
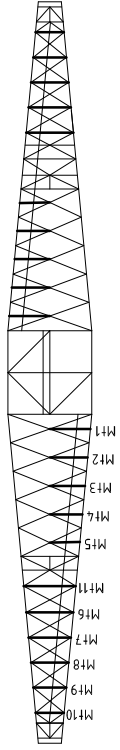
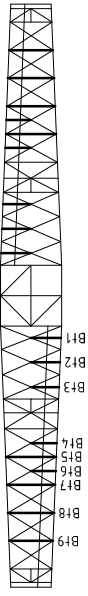
Niet in PLS-TOWER gemodelleerde elementen in de constructie worden aanvullend getoetst. Hieronder vallen de knikverkorters van de randstijl en profielen onderdeel van stabiliteitsverbanden. De staven worden getoetst op:

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

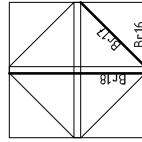
Voor de beloopbaarheid zijn staven in de traverse aanwezig. Deze zijn niet constructief (voorzien van slobgaten) en worden enkel getoetst op de klimbelasting van 1,0 kN. Zie hoofdstuk 4.2.5 en 5.7.2. van het uitgangspuntenrapport.

Profielen uit horizontaalverbanden van het onderstuk zijn in PLS-TOWER aanwezig maar worden in deze Appendix aanvullend getoetst op buiging. Profielafmeting en boutverbinding uit PLS-TOWER is leidend.

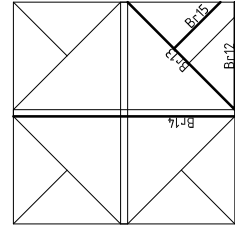
Overzicht knikverkorters – HA+0/ci



Standard frame



Tussenschot +15,9m



Tussenschot +6,04m



Redundant members

RLI-TLB
HA+0/ci

Date: 2021-07-21
Author: MRE
Version: 1.9

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt Quality	Length (m)	Angle (°)	Slender ness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Max. usage	Notes
M9	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.45	0	149	0,0	0,54	37,3	60,3	41,3	43,1	0,8		0,69 Bending
M10	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1,25	0	128	0,0	0,47	45,3	60,3	41,3	43,1	0,8		0,60 Bending
M11	Boventraverse	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2,26	0	193	0,0	0,85	37,0	60,3	52,3	98,8	1,4		0,63 Bending
B1	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1,30	0	134	0,0	0,49	43,1	60,3	41,3	43,1	0,8		0,63 Bending
B2	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1,26	0	129	0,0	0,47	44,9	60,3	41,3	43,1	0,8		0,60 Bending
B3	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1,22	0	125	0,0	0,46	46,7	60,3	41,3	43,1	0,8		0,59 Bending
B4	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1,12	0	115	0,0	0,42	51,8	60,3	41,3	43,1	0,8		0,54 Bending
B5	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2,19	0	187	0,0	0,82	38,8	60,3	52,3	98,8	1,4		0,53 Bending
B6	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2,11	0	181	0,0	0,81	34,0	60,3	41,3	43,1	0,8		0,52 Bending
B7	Boventraverse	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2,01	0	207	0,0	0,79	41,0	60,3	52,3	98,8	1,4		0,58 Bending
B8	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2,01	0	196	0,0	0,75	23,2	60,3	41,3	43,1	0,8		0,58 Bending
B9	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1,91	0	196	0,0	0,72	23,2	60,3	41,3	43,1	0,8		0,51 Bending
H1	High Step	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3,25	0	207	0,0	0,72	43,2	60,3	52,3	145,8	2,7		0,53 Bending
H2	High Step	Enkele staaf	L70x7	S355J0	M16	8.8	2,80	0	205	0,0	2,10	46,0	60,3	61,0	142,7	2,2		0,57 Bending

APPENDIX D

Blokdeuvels

Het uitgangspunt voor de berekening van de ingestorte rand met blokdeuvels zijn de belastingen op de fundatie uit de uitvoer vanuit PLS-TOWER. De belastingen in de richting van de randstijl zijn van toepassing. De controles zijn uitgevoerd met een spreadsheet. Vanwege de helling van de drukdiagonaal wordt per krachtsrichting bepaald hoeveel deuvels effectief zijn, hierdoor is het aantal ingevoerde deuvels in de berekening kleiner dan het aantal deuvels op de principetekening.

Er wordt voor gekozen om de blokdeuvels universeel uit te werken op basis van het profiel van de randstijl, dit betreft een XEA250x250x24-profiel en heeft betrekking op de volgende masttypen:

- Masttype HA+0/c, HA+0/ci, HA+3/c, HA+3/ca en HA+6/c;
- Masttype HB+0/c en HB+6/c;
- Masttype HC+0/c;
- Masttype WA+0/c en WA+6/c;
- Masttype WB+0/c;
- Masttype EA-3/co.

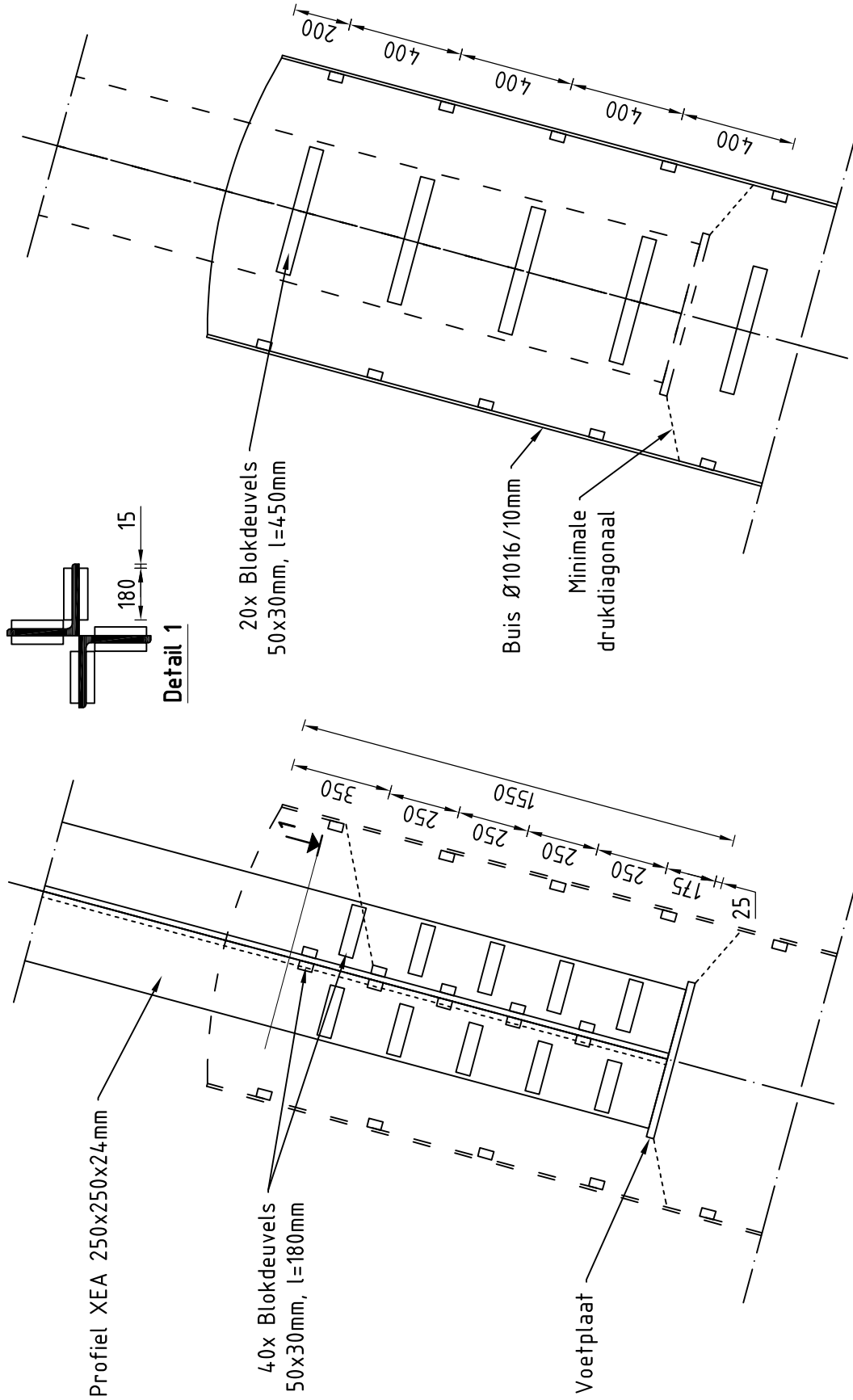
De blokdeuvels worden getoetst op de maatgevende belasting van bovenstaande masttypen. De belasting is opgenomen in Appendix A van het betreffende masttype, masttype HC+0/c is maatgevend. De optredende belastingen van masttype HC+0/c zijn 5503kN (druk) en -4739kN (trek), deze worden ruim naar boven afgerond op **5600kN** (druk) en **-4800kN** (trek). Met deze belastingen worden alle masttypen geborgd en hebben eventuele kleine aanpassingen geen invloed op deze uitwerking.

Voor de HA+0/ci blijkt uit onderstaande tabel een maximale drukkracht van **4261kN** en een maximale trekkracht van **3558kN**. De belasting blijft onder de maatgevende waarden van de HC+0/c.

Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ε [kN]	R _{ε,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
Max. druk	SPLS 3_90 Ba All Cts	-680	-793	-4261	-80	-1042	-103	-4385
Max. trek	SPLS 3_0,9_90 Ba All Cts	-560	-639	3558	56	848	108	3656
Max. pos. torsie	SPLS 3_90 Ah Ct1	-401	104	-771	357	-210	3	-799
Max. neg. torsie	SPLS 3_90 Ba Ct1	179	330	554	-360	107	42	563
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0,9_90 Ba All Cts	-560	-639	3558	56	848	108	3656

Principe blokdeuvels - combi-hoek-, combi-wissel en combi-eindmasten



Algemene opmerkingen

- Aarding niet aangegeven
- Spiraalwapening niet aangegeven

Project: RLL-TBG
 Mast: HA-B-C/c & WA-B/c & EA-co

Shear blocks

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

Datum: 2021-07-09

Auteur: TBR

Versie: 1.5

Load			Results		
Compression	$F_{Ed,c}$	5600 kN	Compression	U.C.	0.87 < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	4800 kN	Tension	U.C.	0.78 < 1,00 OK

Main leg

Profile		XEA 250x250x24
Type		Double (XEA)
Steel material		S355
Cross section		22934 mm ²
Axial capacity	N_{pl}	8142 kN
Width	b	500 mm
Thickness	t	24 mm
Length in concrete		1550 mm

Capacity shear blocks main leg

$A_{f1} = A_{f1,out} + A_{f1,in} =$	10800 mm ²
$A_{f2} = A_{f2,out} + A_{f2,in} =$	31807.5 mm ²
Slope	1 : 5
$C_A = \sqrt{(A_{f2}/A_{f1})} =$	1.72
$f_{jd} = C_A \times f_{cd} =$	25.8 N/mm ²
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} =$	4459 kN
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} =$	4459 kN

Shear blocks main leg

Sides		2
Width	b	50 mm
Thickness	h	30 mm
Length - outside	L_{out}	180 mm
Length - inside	L_{in}	180 mm
Eccentricity	e	15 mm
Welds	a	5 mm
c.t.c. separation	s	250 mm
Number for compr.	n_c	16 -
Number for tension	n_t	16 -

Capacity foot plate

$k_d =$	1.73 -
$f_{jd} = C_A \times f_{cd} =$	26.0 N/mm ²
$c = t\sqrt{(f_{yd} / 3f_{jd})} =$	53 mm
$m^* = \min(c, m) =$	30 mm
Type foot plate	Extending
Effective for	Compr. and tension
$A_{p,c} =$	86534 mm ²
$F_{Rd,c} = A_{p,druk} \times f_{jd} =$	2254 kN
$A_{p,t} =$	63600 mm ²
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd} =$	1657 kN

Foot plate

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

Capacities

$F_{rd,c,plate} =$	2254 kN
$F_{rd,blocks,c} =$	4459 kN
$F_{rd,c} = F_{rd,blk} + F_{rd,footplate} =$	6713 kN
U.C. compression	0.83 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)	2454 kN
$F_{rd,t} = \min. (\text{welds} / \text{foot plate}) =$	1657 kN
$F_{rd,blocks,t} =$	4459 kN
$F_{rd,t} = F_{rd,blk} + F_{rd,footplate} =$	6116 kN
U.C. tension	0.78 < 1,00 OK
U.C. welds	0.47 < 1,00 OK

Pile

Name		Buispaal
Diameter		1016 mm
Thickness		10 mm
Cross section		31604 mm ²
Steel material		S355
Capacity		11220 kN
Concrete strength		C30/37

Shear blocks pile

Width	b	50 mm
Thickness	h	30 mm
Length	L	450 mm
Welds	a	5 mm
c.t.c. separation	s	400 mm
Number for compr.	n_c	16 -
Number for tension	n_t	16 -
Blocks per row	n_{bl}	4 -
Effectivity of total	C_{red}	100% -

Capacity shear blocks pile

$A_{f1} =$	13500 mm ²
$A_{f2} =$	53076 mm ²
$C_A = \sqrt{(A_{f2}/A_{f1})} =$	1.98 -
$f_{jd} = k_d \times f_{cd} =$	29.8 N/mm ²
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} \times C_{red} =$	6440 kN
U.C. compression	0.87 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} \times C_{red} =$	6440 kN
U.C. tension	0.75 < 1,00 OK
U.C. welds	0.45 < 1,00 OK

Design value concrete strength

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

"Splitting" of pile

Spread of forces		45 °
Length force flow		1052 mm
Splitting force		2281 kN/m
Yield strength wall	$f_{yd} =$	355 N/mm ²
Capacity tubular pile		7100 kN/m
U.C.		0.32 < 1,00 OK

Steel tower stub

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

Project: RLL-TBG
 Mast: HA-B-C/c & WA-B/c & EA-co

Welds of shear blocks of main leg

Out-of-plane loading

Plate

t = 50 mm
 Grade S355
 $f_{yd} = 355 \text{ N/mm}^2$
 $f_u = 490 \text{ N/mm}^2$

Member forces

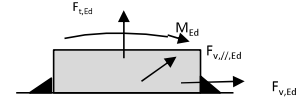
Factor 1.2
 $F_{t,Ed} = 0 \text{ kN}$
 $F_{v,Ed} = F_{rd,c} / n = 334 \text{ kN}$
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$
 $M_{Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 5.02 \text{ kNm}$

Check

$\sigma_{w,Ed} = 203 \text{ N/mm}^2 \leq$
 $\sigma_1 = 102 \text{ N/mm}^2 \leq$

Welds

a = 5 mm
 l = 360 mm
 $\beta_w = 0.9 -$
 $\gamma_{M2} = 1.25 -$



Stress components

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 4al = 0 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 4al = 66 \text{ N/mm}^2$

 66 N/mm^2
 $b^* = b + 2/3av^2 = 54.7 \text{ mm}$
 $\sigma_1 = \tau_1 = 0.706M_{Ed} / al b^* = 36 \text{ N/mm}^2$
 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{w,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 203 \text{ N/mm}^2$

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$ U.C. = **0.47 OK**
 $0.9f_u / \gamma_{M2} = 353 \text{ N/mm}^2$ U.C. = **0.29 OK**

Welds of shear blocks of pile

Out-of-plane loading

Plate

t = 50 mm
 Grade S355
 $f_{yd} = 355 \text{ N/mm}^2$
 $f_u = 490 \text{ N/mm}^2$

Member forces

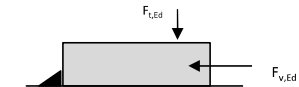
Factor 1.2
 $F_{t,Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 145 \text{ kN}$
 $F_{v,Ed} = 483 \text{ kN}$
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$
 $M_{Ed} = 0.00 \text{ kNm}$

Check

$\sigma_{w,Ed} = 197 \text{ N/mm}^2 \leq$
 $\sigma_1 = 99 \text{ N/mm}^2 \leq$

Welds

a = 5 mm
 l = 450 mm
 $\beta_w = 0.9 -$
 $\gamma_{M2} = 1.25 -$



Stress components

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 2al = 23 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 2al = 76 \text{ N/mm}^2$

 76 N/mm^2
 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{w,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 197 \text{ N/mm}^2$

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$ U.C. = **0.45 OK**
 $0.9f_u / \gamma_{M2} = 353 \text{ N/mm}^2$ U.C. = **0.28 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 = 1952 mm
 Capacity $F_{Rd} = a \times l \times f_{w,d} / \sqrt{3} = 2454 \text{ kN}$

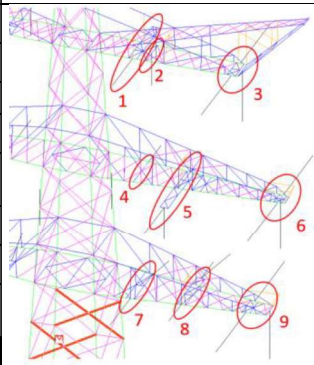


APPENDIX E

Liggers

1 CONTROLE LIGGERS HA+0/CI

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de verschillende liggerberekeningen die nodig zijn. De liggers ter plaatse van aanduiding 3, 6 en 9 zijn ongewijzigd t.o.v. de HA/c-mast. Voor de toetsing van deze onderdelen wordt verwezen naar betreffende rapportage.

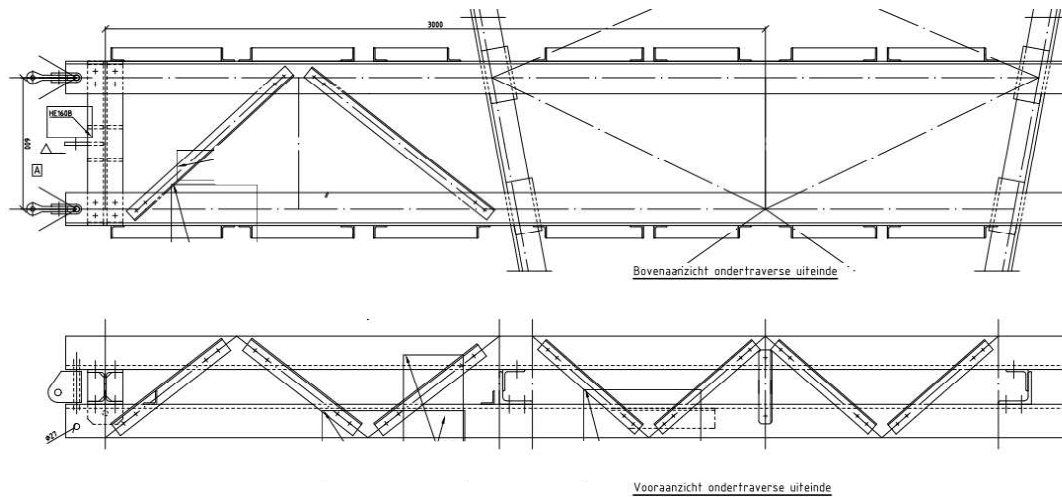
	Binnen	Midden	Buiten	
Liggers 1	afspanketting	-	Verticale post	
Liggers 2	-	Verticale post	-	
Liggers 3	Conform HA/c			
Liggers 4	-	-	Horizontale post	
Liggers 5	afspanketting + verticale post	-	-	
Liggers 6	Conform HA/c			
Liggers 7	Afspanketting	Verticale afloper	-	
Liggers 8	Horizontale post + afloper	-	Horizontale post + afloper	
Liggers 9	Conform HA/c			

De volgende onderdelen worden berekend:

- Liggers 1, 5 en 8 - De uitkragende (dubbel)liggers op het einde van de ondertraverse voor de verticale afloper, inclusief toetsing onderrand;
- Ligger 2 en 7 - Ophanging verticale postisolator en aflopers;
- Ligger 4 – verbinding horizontale post

2 CONTROLE LIGGERS 1, 5 EN 8 - AFSPANLIGGERS

De afspankettingen van de hoekmast worden bevestigd tussen twee paren van hoekprofielen. De liggers van de middentraverse zijn maatgevend, deze liggers kragen circa drie meter uit vanwege de positie van de afloper. De afloper wordt opgehangen aan een HEB-ligger die tussen de afspanliggers wordt gepositioneerd. Deze ligger wordt ook voorzien van een oog om geleiders in te kunnen trekken.



Figuur 1 Principe van de afspanliggers

2.1 Belastingen

De load cases ULS 1a_100 en ULS 3_100 zijn maatgevend en worden beschouwd in de berekening. Daarnaast wordt de belasting door intrekken beschouwd.

- Belastingen lijnzijde

Belastingcombinatie	Bevestiging	Fxtotaal	Fytotaal	Fztotaal
ULS 1a_100	12A	116,8	34,4	13,9
ULS 3_100	12A	129,2	30,1	20,4
SLS 7	12A	64,6	11,4	10,7

- Belastingen afloper:

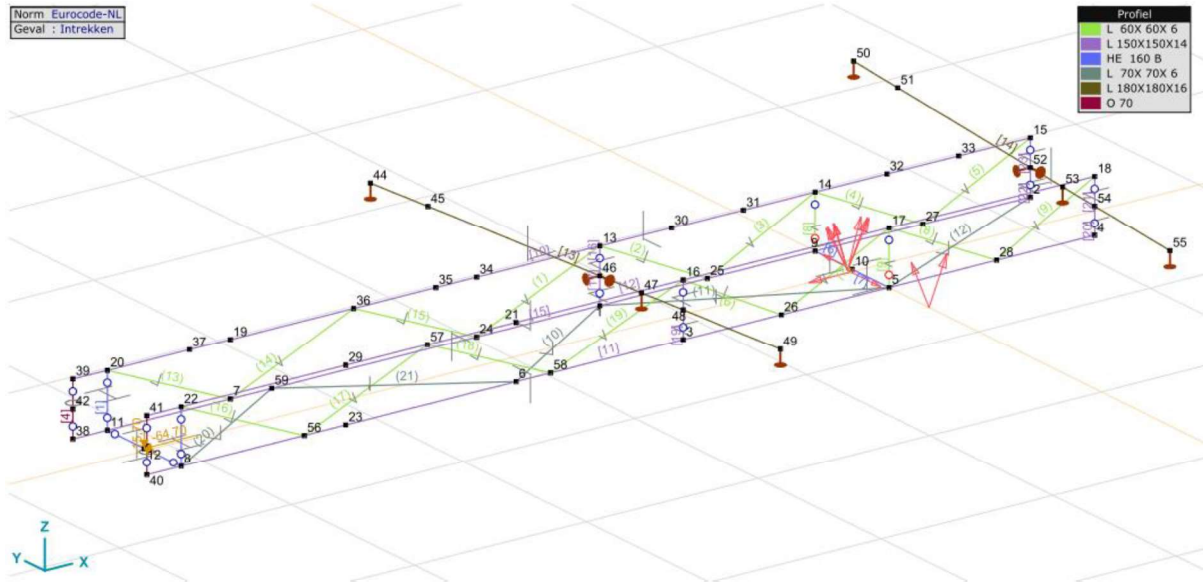
Belastingcombinatie	Bevestiging	Fx_top	Fy_top	Fz_top
ULS 1a_100	12B	0,5	2,8	6,0
ULS 3_100	12B	0,1	0,8	6,0
SLS 7	12B	0	0	5,0

- Belasting intrekken

Hier is uitgegaan van EDS-belasting met belastingfactor 1,35. Initial trekkracht kan hoger zijn, deze moet via de afspanscharnieren worden aangebracht.

2.2 Model

De afspanliggers en diagonalen en onderrand zijn gemodelleerd in een staafelementenmodel in AxisVM. De liggers zijn van profiel L150x14. De onderrand van de traverse is L180x18. De diagonalen in het zijvlak zijn L60x6 en in het ondervlak L70x6. De ligger is HE160B.



Figuur 2 Model AxisVM

2.3 Toetsing

Voor berekening AxisVM, zie na pagina 9 van deze appendix. Hieronder worden de resultaten beoordeeld.

Liggerprofiel HE160B is in AxisVM met de Eurocode regels voor I-profielen getoetst (klasse 3 elastisch).

Controle Eurocode	U.C
Ligger HE160B	0,37 OK

Hoekstaal is met spreadsheet separaat getoetst, gebaseerd op staafkrachten uit AxisVM. Zie pagina 8 en 9.

Diagonaal	Staafracht	Toelaatbaar	U.C.
L60x6-2M16	52,2	107	0,45 OK
L70x6-2M20	100,9	129	0,79 OK

De liggers van hoekstaal zijn aan de hand van de spanningen beoordeeld.

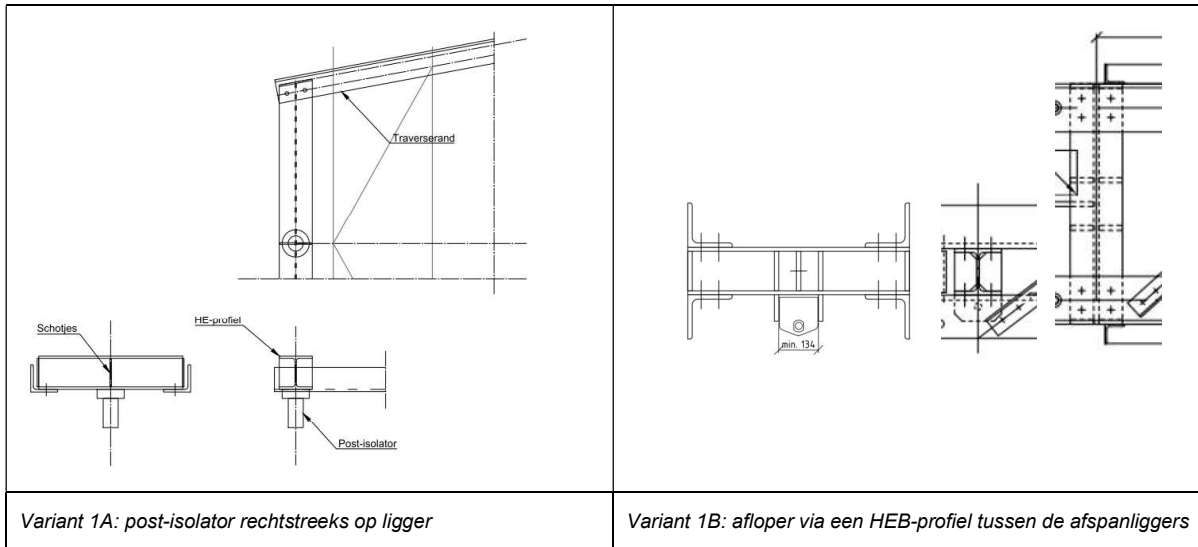
Spanningscontrole	Spanning	Toelaatbaar	U.C.
Liggers L150x14	170	355	0,48 OK
Onderrand L180x18	232 ¹	355	0,65 OK

Conclusie is dat alle profielen voldoen.

¹ De optredende spanning uit AxisVM is 80MPa. Er treedt echter ook nog een druk- of trekkracht op in het profiel, welke niet is meegenomen in AxisVM. De maximale kracht is 940kN in het betreffende gedeelte van de staaf. De bijbehorende spanning is $(940000N / 6191mm^2) = 152MPa$. De totale spanning is dus gelijk aan $(80MPa + 152MPa) = 232MPa$.

3 LIGGER 2 & 7 – POSTISOLATOR EN AFLOPER

Deze liggers komen qua principe overeen met variant 1A (ligger 2) en 1B (ligger 7), zoals berekend voor HA/c. De liggerlengte van ligger 2 en de belasting op en het profiel van ligger 7 wijkt af t.o.v. dan de uitwerking voor HA/c.



Figuur 3 Principedetails voor bevestiging post-isolator variant 1A en 1B

3.1 Ligger 2 - Variant A

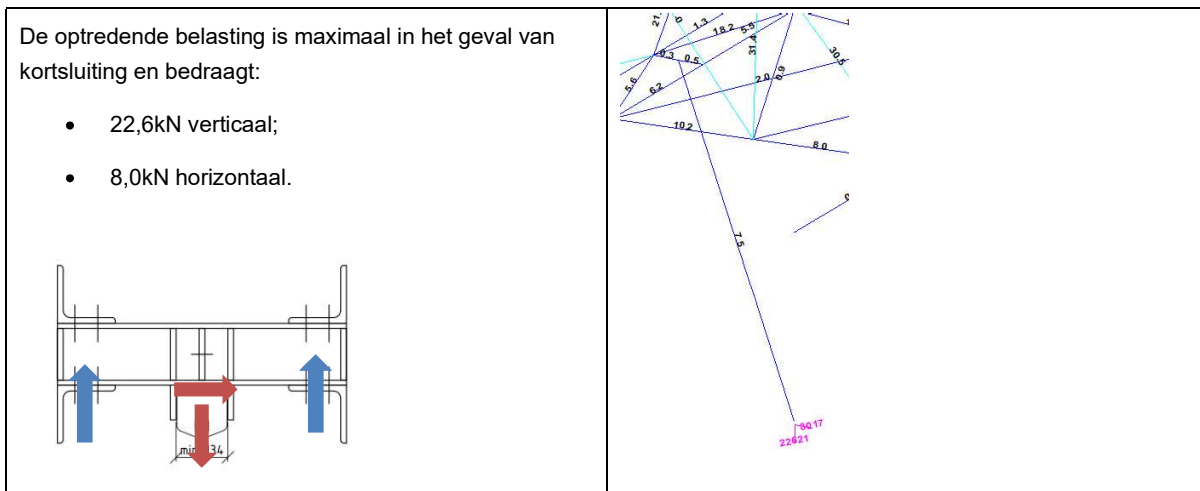
De postisolator wordt opgehangen aan een enkele stalen ligger. Deze ligger wordt daardoor in twee richtingen en op torsie belast. De optredende belastingen zijn:

- Verticaal F_v 2,6 kN;
- Horizontaal $F_{h,tot}$ 3,0 kN;
- Torsiemoment M_{tot} 5,8 kNm.

De lengte van de ligger is 2,3m (boventraverse). Het profiel van de ligger is HEB200 (S355). De ligger wordt getoetst aan de hand van een excel-sheet. Uit berekening blijkt dat de ligger voldoet met een maximale UC van 0,37. Voor berekening, zie pagina 7.

3.2 Ligger 7 - Variant B

Onderstaand is de situatie schematisch weergegeven. T.o.v. de uitwerking voor HA/c wordt er geen isolator bevestigd met een momentvaste verbinding, maar een affloper met een scharnierende koppeling. De hoeklijnen hebben een (minimale) doorsnede van 150x150x14mm. De afstand tussen de hoeklijnen is 600mm. De bovenste en onderste hoeklijnen worden halverwege de overspanning gekoppeld.



Figuur 4 Schematische weergave ophanging variant 1B & belastingen

De optredende maximale reactiekracht op één ligger is verticaal gelijk aan $(22,6\text{kN} / 2 =) 11,3\text{kN}$ en horizontaal $(8,0\text{kN} / 2 =) 4,0\text{kN}$.

De maximale overspanning is 4,0m. Doordat het weerstandsmoment in twee richtingen gelijk is, kunnen de krachten samen worden genomen voor de toetsing. Het totale moment in het hoekstaal wordt dan $(0,25 \cdot (11,3\text{kN} + 4,0\text{kN}) \cdot 4,0\text{m} =) 15,3\text{kNm}$.

Het weerstandsmoment is gelijk aan 78300mm^3 . De spanning is gelijk aan $(15,3 \cdot 10^6 \text{ Nmm} / 78300\text{mm}^3 =) 195\text{MPa}$. De ligger voldoet met een UC van $(195\text{MPa} / 355\text{MPa} =) 0,55$.

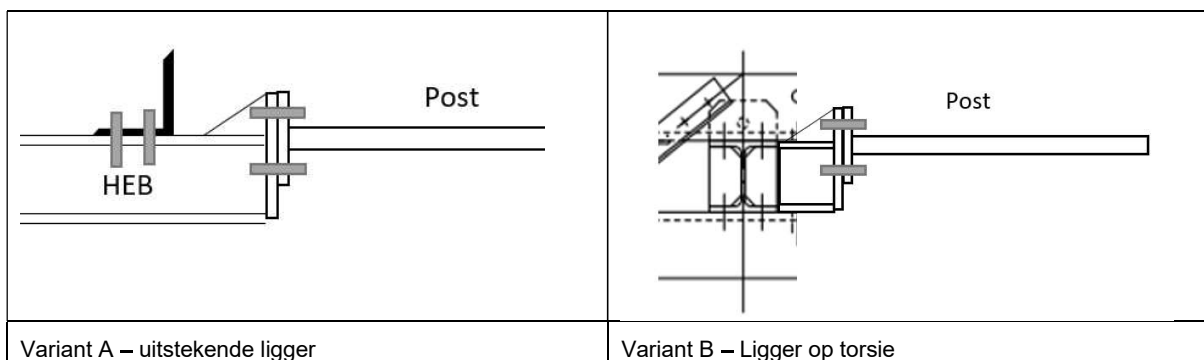
De ligger die hoeklijnen koppelt heeft een doorsnede van HEB160 en wordt om de sterke as belast. Het optredende moment is gelijk aan $(1/4 \cdot 22,6\text{kN} \cdot 0,6 =) 3,39\text{kNm}$. De spanning is gelijk aan $(3,39 \cdot 10^6 \text{ Nmm} / 312000\text{mm}^3 =) 11\text{MPa}$. De ligger voldoet met een UC van $(11\text{MPa} / 355\text{MPa} =) 0,03$.

4 LIGGER 4 – HORIZONTALE POST-ISOLATOR

Er zijn voor deze uitwerking twee varianten:

- A. Uitstekende ligger
- B. Ligger op torsie

Uitgangspunt voor het gewicht van de post-isolator is 2,0kN. Er is in deze controle uitgegaan van een aanvullende belasting op het einde van de isolator van 5kN. De lengte van de isolator is 2,5m en ligger steekt maximaal 0,5m uit (conservatief). Het (torsie)moment in de ligger is dan gelijk aan $(2,0\text{kN} \cdot 1,75\text{m} + 5,0\text{kN} \cdot 3,0\text{m}) = 18,5\text{kNm}$.



Figuur 5 Principe ligger 4

4.1 Variant A

Conservatief wordt er van de zwakke as van het profiel uitgegaan (HEB140), het weerstandsmoment is dan gelijk aan 78500mm^3 . De spanning is gelijk aan $(18,5 \cdot 10^6 \text{ Nmm} / 78500\text{mm}^3) = 236\text{MPa}$. De ligger voldoet met een UC van $(236\text{MPa} / 355\text{MPa}) = 0,66$.

4.2 Variant B

De lengte van de ligger is 0,6m. Het profiel van de ligger is HEB160 (S355). De ligger wordt op torsie belast en wordt getoetst aan de hand van een excel-sheet. Uit berekening blijkt dat de ligger voldoet met een maximale UC van 0,90. Voor berekening, zie pagina 7.

Steel beams in torsion

Calculation of unrestrained beams with eccentric load

Datum: 2021-07-01

Auteur: MRE

Versie: 1.1

Load		Beam 1	Beam 2	Beam 3	Beam 4	
Force on insulator		3.97	7			kN
Angle of insulator (to vertical)		49.1	90			°
Horizontal force in direction of		z-as	y-as			
Horizontal force	F_h	3.0	7.0			kN
Vertical force	F_v	2.6	0.0			kN
Eccentricity of force (below beam) e		1850	2560			mm
Torsional moment	T	5.9	18.5			kNm
Beams						
Beam length	L	2300	600			mm
Yield stress	f_y	355	355			Mpa
Elastic modulus	E	210000	210000			Mpa
Shear modulus	G	81000	81000			Mpa
Profile		HEB 200	HEB 160			
		HEB200	HEB160			
Height	h	200	160			mm
Width	b	200	160			mm
Web thickness	t_w	9.0	8.0			mm
Flange thickness	t_f	15.0	13.0			mm
Torsional constant	I_t	60	31			$\cdot 10^4 \text{ mm}^4$
Warping constant	I_{wa}	171125	47943			$\cdot 10^6 \text{ mm}^6$
Moment of inertia	I_y	5696	2492			$\cdot 10^4 \text{ mm}^4$
	I_z	2003	889			$\cdot 10^4 \text{ mm}^4$
Flange stiffness	$I_f = I_z / 2 =$	1002	445			mm^3
Moment of resistance	$W_{y,el}$	570	311			$\cdot 10^3 \text{ mm}^3$
	$W_{z,el}$	200	111			$\cdot 10^3 \text{ mm}^3$
Torsional bending constant	d	862	630			mm
	L/d	2.7	1.0			
	a	0.5	0.5			

Calculation of second derivative of angular deflection ϕ'' :

$A = T / (G \cdot I_t \cdot d) =$	1.40E-07	1.16E-06	
$B = \sinh(a \cdot L / d) =$	1.77E+00	4.94E-01	
$C = \tanh(L/d) =$	9.90E-01	7.41E-01	
$D = \cosh(a \cdot L / d) =$	2.03E+00	1.12E+00	
$F = \sinh(0.5 \cdot L / d) =$	1.77E+00	4.94E-01	
$H = (B / C - D) \cdot F =$	-4.35E-01	-2.21E-01	
$X = A \cdot H =$	-6.11E-08	-2.56E-07	
$Y = X \cdot G \cdot I_t \cdot d / T =$	-4.35E-01	-2.21E-01	
$\phi'' = Y \cdot T / (G \cdot I_t \cdot d) =$	-6.11E-08	-2.56E-07	rad/mm ²

Acting moments:

$M_{w,Ed} = E \cdot I_f \cdot (h \cdot t_f) \cdot \phi'' / 2 =$	11.9	17.6	kNm
$M_{y,Ed} = 1/4 \cdot F \cdot L =$	1.5	1.1	kNm
$M_{z,Ed} = 1/4 \cdot F \cdot L =$	1.7	0.0	kNm

Capacities of beams:

$M_{w,Rd} = W_{z,el} \cdot f_y / 2 =$	35.6	19.7	kNm
$M_{y,Rd} = W_{y,el} \cdot f_y =$	202.2	110.6	kNm
$M_{z,Rd} = W_{z,el} \cdot f_y =$	71.1	39.5	kNm

Combined check of beam:

UC	0.37	0.90	
----	------	------	--

Angle check

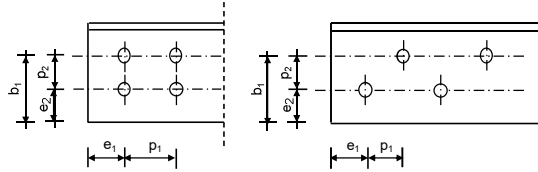
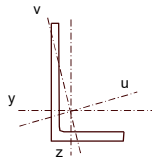
NEN-EN 1993-1-1 and EN 1993-3-1

Datum: 2021-06-30

Auteur: TBR

Versie: 3.0

Member name	Diagonaal zijvlak	Conclusion
Section	L60x6	U.C. (compression) 0.43 < 1,0 OK
		U.C. (tension) 0.45 < 1,0 OK



Steel grade **S355**

Member loads

Compressive force $N_{Ed} = -52$ kN

Tensile force **48** kN

Crossing diagonal loads

Applicable: **No**

Min. tensile force diagonal 2 **1** kN

Max. comp. force diagonal 1 **1** kN

Position crossing diagonal y-axis **1.00** m

Construction loads

Vertical construction load **1.0** kN

Member angle to horizontal **0** °

Bending around axis **y-axis**

Geometry

System length y-axis $L_{y,buc} = 0.70$ m

System length z-axis $L_{z,buc} = 0.70$ m

System length v-axis $L_{v,buc} = 0.70$ m

System length x-axis $L_{x,buc} = 0.70$ m

Member type **Other**

Type bracing **Non staggered**

End conditions

Begin **More than one bolt**

End **More than one bolt**

Restraint code TOWER **C8**

Bolted connection

Bolt type **M16**

Bolt class **8.8**

Number of bolts per leg **2** (2 total)

Shearplane through **Thread**

Boltpattern **Line**

Boltpattern (leg-member only) **Staggered**

End distance $e_1 = 35$ mm **Ok**

Separation distance // $p_1 = 55$ mm **Ok**

Separation distance | $p_2 = 55$ mm **Ok**

End distance $e_2 = 55$ mm **Ok**

Double strap or single strap **Single**

Tie plate $b_p = 100$ mm **OK**

$t_p = 10$ mm **OK**

$e_2 = 35$ mm **OK**

A **691** mm²

G **5.5** kg/m

Partial safety factor $\gamma_{f,Q} = 1.50$

Material factors $\gamma_{M0} = 1.00$

$\gamma_{M1} = 1.00$

$\gamma_{M2} = 1.25$

Shear strength bolt $F_{v,Rd} = 60.3$ kN

Slenderness $\lambda_{max} = L / i$ **60 -**

Allowed: **180 OK**

Bending due to vertical construction load

$M_{y,Ed} = 1/4 F_{Ed} L_{pr} = 0.26$ kNm

U.C. = **0.14 < 1,0 OK**

Results stability

	$\lambda_{eff,rel}$	λ_{eff}	$\lambda_{eff,mod}$	χ_{buc}	η	$N_{b,Rd} = \eta \chi A_f \gamma_{M1}$	
$L_{y,buc} = 0.70$ m	0.50	0,4+0,7 l	0.75	0.75	1	185	0.28
$L_{z,buc} = 0.70$ m	0.50	0,4+0,7 l	0.75	0.75	1	185	0.28
$L_{v,buc} = 0.70$ m	0.78	0,35+0,70	0.90	0.66	1	162	0.32
$L_{x,buc} = -$ m	-	-	-	-	-	-	0.00

Bolted connection

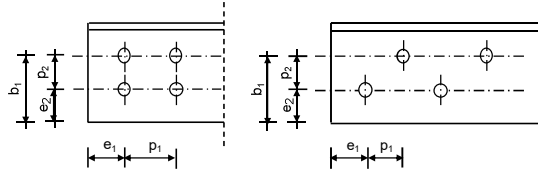
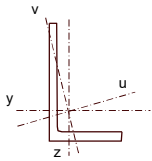
	F_{Rd} (kN)	U.C.		F_{Rd} (kN)	U.C.
Compression			Tension		
Cross section angle $F_{u,Rd} = 245$	0.21		Net section angle $F_{u,Rd} = 107$	0.45	
Cross section tie plate $F_{u,Rd} = 355$	0.15		Net section tie plate $F_{u,Rd} = 289$	0.17	
Shear strength $F_{v,Rd} = 121$	0.43		Block shear $F_{u,Rd} = 194$	0.25	
Bearing strength $F_{b,Rd} = 145$	0.36		Shear strength $F_{v,Rd} = 121$	0.40	
Combined effect $F_{v,Rd} = 121$	0.43	elastisch	Bearing strength $F_{b,Rd} = 133$	0.36	
			Combined effect $F_{v,Rd} = 121$	0.40	elastisch

Angle check

NEN-EN 1993-1-1 and EN 1993-3-1

Datum: 2021-06-30
Auteur: TBR
Versie: 3.0

Member name	Diagonaal ondervlak	Conclusion
Section	L70x6	U.C. (compression) 0.53 < 1,0 OK U.C. (tension) 0.79 < 1,0 OK



Steel grade **S355**

Member loads
Compressive force $N_{Ed} = -80$ kN
Tensile force **101** kN

Crossing diagonal loads
Applicable: **No**
Min. tensile force diagonal 2 **1** kN
Max. comp. force diagonal 1 **1** kN
Position crossing diagonal y-axis **1.00** m

Construction loads
Vertical construction load **1.0** kN
Member angle to horizontal **0** °
Bending around axis **y-axis**

Geometry
System length y-axis $L_{y,buc} = 1.16$ m
System length z-axis $L_{z,buc} = 1.16$ m
System length v-axis $L_{v,buc} = 1.16$ m
System length x-axis $L_{x,buc} = 1.16$ m
Member type **Other**
Type bracing **Non staggered**

End conditions
Begin **More than one bolt**
End **More than one bolt**
Restraint code TOWER **C8**

Bolted connection
Bolt type **M20**
Bolt class **8.8**
Number of bolts per leg **2** (2 total)
Shearplane through **Thread**
Boltpattern **Line**
Boltpattern (leg-member only) **Staggered**

End distance $e_1 = 45$ mm **Ok**
Separation distance $p_1 = 70$ mm **Ok**
Separation distance $p_2 = 70$ mm **Ok**
End distance $e_2 = 70$ mm **Ok**
Double strap or single strap **Single**
Tie plate $b_p = 100$ mm **OK**
 $t_p = 10$ mm **OK**
 $e_2 = 35$ mm **OK**

A **813** mm²
G **6.5** kg/m
Partial safety factor $\gamma_{f,Q} = 1.50$
Material factors $\gamma_{M0} = 1.00$
 $\gamma_{M1} = 1.00$
 $\gamma_{M2} = 1.25$
Shear strength bolt $F_{v,Rd} = 94.1$ kN

Slenderness $\lambda_{max} = L / i = 85$ -
Allowed: **180 OK**

Bending due to vertical construction load
 $M_{y,Ed} = 1/4 F_{Ed} L_{pr} = 0.44$ kNm
U.C. = **0.17 < 1,0 OK**

Results stability

	$\lambda_{eff,rel}$	λ_{eff}	$\lambda_{eff,mod}$	χ_{buc}	η	$N_{b,Rd} = \eta \chi A f_y / \gamma_{M1}$
$L_{y,buc} = 1.16$ m	0.71	0,4+0,7 l	0.90	0.66	1	191 0.42
$L_{z,buc} = 1.16$ m	0.71	0,4+0,7 l	0.90	0.66	1	191 0.42
$L_{v,buc} = 1.16$ m	1.11	0,35+0,70	1.12	0.52	1	150 0.53
$L_{x,buc} = -$ m	-	-	-	-	-	- 0.00

Bolted connection

Compression	F_{Rd} (kN)	U.C.	Tension	F_{Rd} (kN)	U.C.
Cross section angle $F_{u,Rd} = 289$	0.28		Net section angle $F_{u,Rd} = 129$	0.79	
Cross section tie plate $F_{u,Rd} = 355$	0.23		Net section tie plate $F_{u,Rd} = 275$	0.37	
Shear strength $F_{v,Rd} = 188$	0.43		Block shear $F_{u,Rd} = 250$	0.40	
Bearing strength $F_{b,Rd} = 191$	0.42		Shear strength $F_{v,Rd} = 188$	0.54	
Combined effect $F_{v,Rd} = 188$	0.43	elastisch	Bearing strength $F_{b,Rd} = 176$	0.58	
			Combined effect $F_{v,Rd} = 160$	0.63	elastisch

Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

AxisVM X5 R4e · Geregistreerd aan DNV GL - Energy
HA+0_ci - MT.axs

Rapport

Rapport, Inhoudsopgave







Onderdeel	Pagina	Onderdeel	Pagina
Tekening render	3	Intrekken	17
Tekening nummers	4	Intrekken: Knooppbelastingen	18
Knoppen	5	[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), Nx, Lijnen (gevuld)	18
Vakwerkstaven	6	[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), My, Lijnen (gevuld)	19
Staven	7	[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), Mz, Lijnen (gevuld)	20
Tekening profielen	8	[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), Vy, Lijnen (gevuld)	21
Profielen	9	[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), Vz, Lijnen (gevuld)	22
Materialen	11	Vakwerkstaafkrachten [Linear, Omhullende (Alle UGT), L70x6]	23
Knooppopleggingen	12	Vakwerkstaafkrachten [Linear, Omhullende (Alle UGT), L60x6]	23
Belastinggevallen	13	Staaftkrachten [Linear, Omhullende (Alle UGT), Liggers]	23
Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen	13	Staaftkrachten [Linear, Omhullende (Alle UGT), onderrand]	24
EG	14	[I], > Liggers, Linear, Omhullende (Alle UGT), Sominmax, Lijnen (gevuld)	25
EG: Staaf eigen gewicht	15	[I], > onderrand, Linear, Omhullende (Alle UGT), Sominmax, Lijnen (gevuld)	26
ULS 1a_100	15	[I], > HEB160, Linear, Omhullende (Alle UGT), Sominmax, Lijnen (gevuld)	27
ULS 1a_100: Knooppbelastingen	16	[I], Linear, Co #1 (UGT), eZ, Lijnen	28
ULS 3_100	16	[I], Linear, Co #2 (UGT), eZ, Lijnen	29
ULS 3_100: Knooppbelastingen	17	[I], Linear, Co #3 (UGT), eZ, Lijnen	30

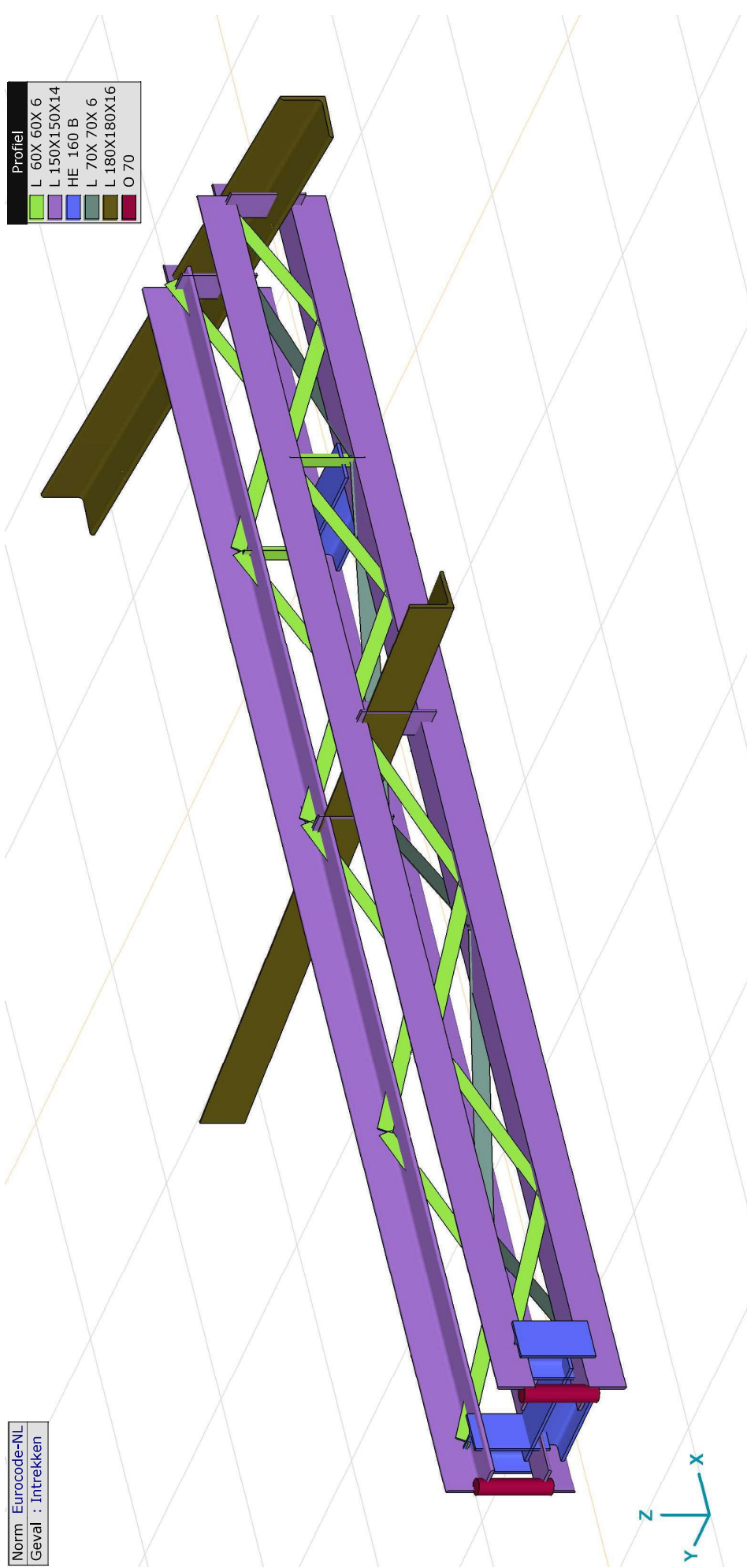
Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

Norm Eurocode-NL
Geval : Intrekken

Profiel	
	L 60X 60X 6
	L 150X150X14
	HE 160 B
	L 70X 70X 6
	L 180X180X16
	O 70



Tekening render

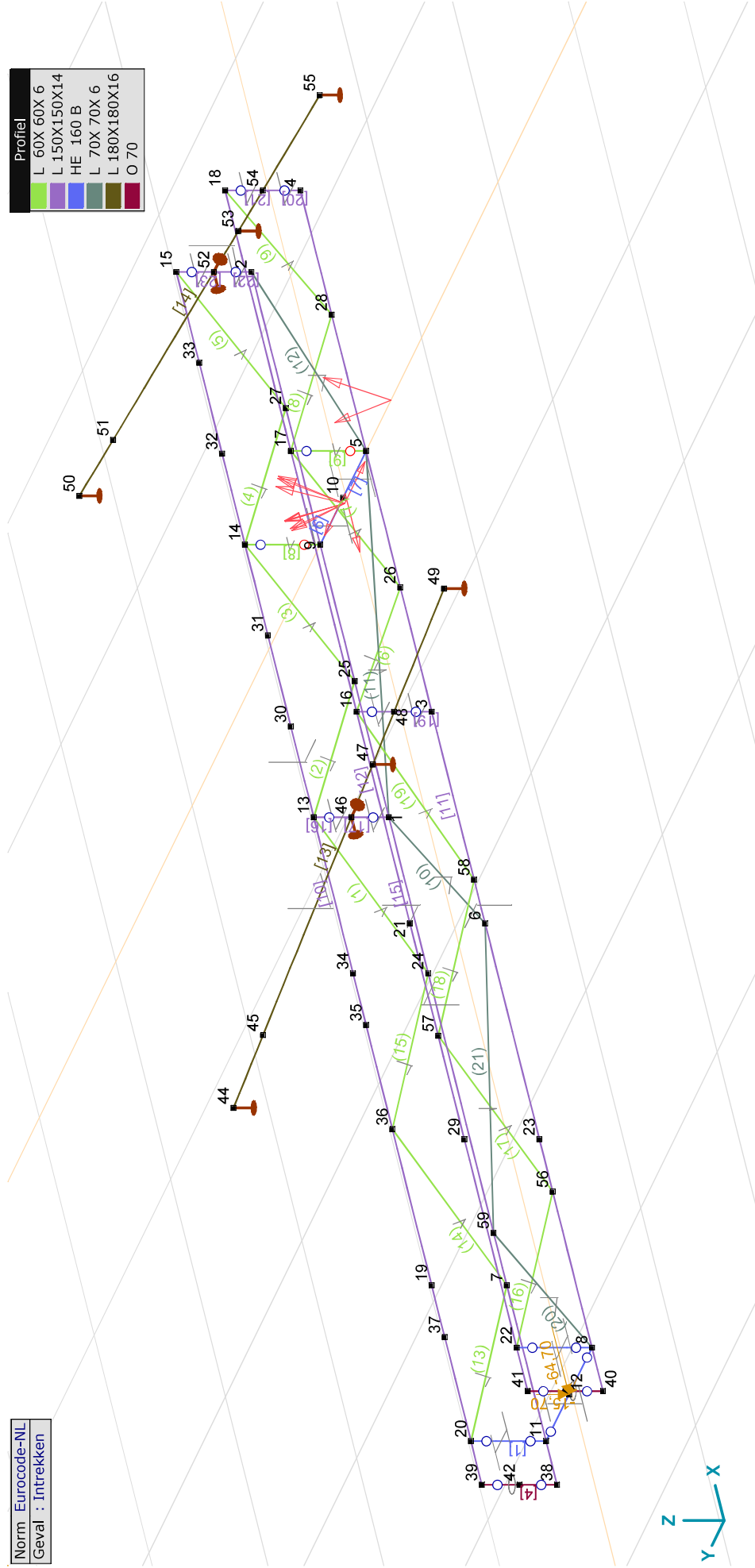
Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

Norm Eurocode-NL
Geval : Intrekken

Profiel
L 60X 60X 6
L 150X150X14
HE 160 B
L 70X 70X 6
L 180X180X16
O 70



Tekening nummers

Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

1-7-2021

Pag. 5

Knopen

	X [m]	Y [m]	Z [m]	e _x	e _y	e _z	θ _x	θ _y	θ _z
1	-1,254	0,326	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
2	1,254	0,326	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
3	-1,198	-0,274	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
4	1,198	-0,274	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
5	0	-0,274	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
6	-2,172	-0,274	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
7	-3,405	0,326	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
8	-4,122	-0,274	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
9	0	0,326	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
10	0	0,026	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
11	-4,122	0,326	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
12	-4,122	0,026	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
13	-1,254	0,326	0,300	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
14	0	0,326	0,300	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
15	1,254	0,326	0,300	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
16	-1,198	-0,274	0,300	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
17	0	-0,274	0,300	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
18	1,198	-0,274	0,300	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
19	-3,405	0,326	0,300	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
20	-4,122	0,326	0,300	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
21	-2,172	-0,274	0,300	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
22	-4,122	-0,274	0,300	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
23	-3,164	-0,274	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
24	-1,971	0,326	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
25	-0,627	0,326	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
26	-0,627	-0,274	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
27	0,627	0,326	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
28	0,627	-0,274	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
29	-3,164	-0,274	0,300	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
30	-0,836	0,326	0,300	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
31	-0,418	0,326	0,300	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
32	0,418	0,326	0,300	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
33	0,836	0,326	0,300	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
34	-1,971	0,326	0,300	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
35	-2,209	0,326	0,300	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
36	-2,688	0,326	0,300	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
37	-3,643	0,326	0,300	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
38	-4,322	0,326	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
39	-4,322	0,326	0,300	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
40	-4,322	-0,274	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
41	-4,322	-0,274	0,300	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
42	-4,322	0,326	0,150	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
43	-4,322	-0,274	0,150	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
44	-1,407	1,976	0,150	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
45	-1,368	1,563	0,150	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
46	-1,254	0,326	0,150	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
47	-1,226	0,026	0,150	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
48	-1,198	-0,274	0,150	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
49	-1,134	-0,974	0,150	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
50	1,407	1,976	0,150	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
51	1,368	1,563	0,150	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
52	1,254	0,326	0,150	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
53	1,226	0,026	0,150	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
54	1,198	-0,274	0,150	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
55	1,134	-0,974	0,150	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
56	-3,405	-0,274	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
57	-2,688	-0,274	0,300	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
58	-1,971	-0,274	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
59	-3,164	0,326	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij

e_x: Knoopvrijheidsgraden (Verplaatsingsbeperking X), e_y: Knoopvrijheidsgraden (Verplaatsingsbeperking Y), e_z: Knoopvrijheidsgraden (Verplaatsingsbeperking Z), θ_x: Knoopvrijheidsgraden (Rotatiebeperking rond X-as), θ_y: Knoopvrijheidsgraden (Rotatiebeperking rond Y-as), θ_z: Knoopvrijheidsgraden (Rotatiebeperking rond Z-as).

Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

1-7-2021

Pag. 6

Vakwerkstaven

	Knoop i	Knoop j	Lengte [m]	Lokaal X	Materiaal	Profiel	Ref _z	Non-lin.	N _r
1	13	← 24	0,777	j-i	S 355	1	Auto	.	
2	13	→ 25	0,695	i-j	S 355	1	Auto	.	
3	14	← 25	0,695	j-i	S 355	1	Auto	.	
4	14	→ 27	0,695	i-j	S 355	1	Auto	.	
5	15	← 27	0,695	j-i	S 355	1	Auto	.	
6	16	→ 26	0,645	i-j	S 355	1	Auto	.	
7	17	← 26	0,695	j-i	S 355	1	Auto	.	
8	17	→ 28	0,695	i-j	S 355	1	Auto	.	
9	18	← 28	0,645	j-i	S 355	1	Auto	.	
10	1	← 6	1,097	j-i	S 355	2	Auto	.	
11	1	→ 5	1,390	i-j	S 355	2	Auto	.	
12	2	← 5	1,390	j-i	S 355	2	Auto	.	
13	7	← 20	0,777	j-i	S 355	1	Auto	.	
14	7	→ 36	0,777	i-j	S 355	1	Auto	.	
15	24	← 36	0,777	j-i	S 355	1	Auto	.	
16	22	→ 56	0,777	i-j	S 355	1	Auto	.	
17	56	→ 57	0,777	i-j	S 355	1	Auto	.	
18	57	→ 58	0,777	i-j	S 355	1	Auto	.	
19	16	← 58	0,829	j-i	S 355	1	Auto	.	
20	8	→ 59	1,130	i-j	S 355	2	Auto	.	
21	6	← 59	1,159	j-i	S 355	2	Auto	.	

Knoop i: Knoop aan i einde; Knoop j: Knoop aan j einde; Lengte: Staaf lengte; Lokaal X: Lokale X-richting; Ref_z: Referentie voor lokale Z-richting; Non-lin.: Niet-lineaire parameters; N_r: Grenswaardestand;

Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

Staven

Knoop i	Knoop j	Lengte	Lokaal X	Materiaal	Start doorsnede	Eind doorsnede	Ref _z	ER _{st}	ER _{eind}
1	← 20	0,300	j-i	S 355	5	5	R3	Schar-Z	Schar-Z
2	← 8	0,600	j-i	S 355	5	5	Auto	Schar-Z	Schar-Z
3	← 8	0,300	i-j	S 355	5	5	R3	Schar-Z	Schar-Z
4	← 38	0,300	j-i	S 355	6	6	R3	Schar-YZ	Schar-YZ
5	← 40	0,300	i-j	S 355	6	6	R3	Schar-YZ	Schar-YZ
6	← 9	0,300	i-j	S 355	5	5	Auto	.	.
7	← 5	0,300	j-i	S 355	5	5	Auto	.	.
8	← 9	0,300	i-j	S 355	1	1	Auto	Bol	Schar-YZ
9	← 5	0,300	i-j	S 355	1	1	Auto	Bol	Schar-YZ
10	← 15	5,576	i-j	S 355	3	3	Auto	.	.
11	← 4	5,520	j-i	S 355	3	3	R2	.	.
12	← 18	5,520	j-i	S 355	3	3	Auto	.	.
13	← 44	2,963	i-j	S 355	4	4	Auto	.	.
14	← 50	2,963	j-i	S 355	4	4	Auto	.	.
15	← 2	5,576	j-i	S 355	3	3	R12	.	.
16	← 13	0,150	j-i	S 355	3	3	Auto	.	000110
17	← 1	0,150	i-j	S 355	3	3	Auto	000110	.
18	← 16	0,150	j-i	S 355	3	3	Auto	.	000110
19	← 3	0,150	i-j	S 355	3	3	Auto	000110	.
20	← 4	0,150	i-j	S 355	3	3	Auto	000110	.
21	← 18	0,150	j-i	S 355	3	3	Auto	.	000110
22	← 2	0,150	i-j	S 355	3	3	Auto	000110	.
23	← 15	0,150	j-i	S 355	3	3	Auto	.	000110

Knoop i: Knoop aan i einde; Knoop j: Knoop aan j einde; Lengte: Staaf lengte; Lokaal X: Lokale X-richting; Eind doorsnede: Eind doorsnede; Ref_z: Referentie voor lokale Z-richting; ER_{st}: Staaf eindaansluitingen op startpunt; ER_{eind}: Staaf eindaansluitingen op eindpunt;

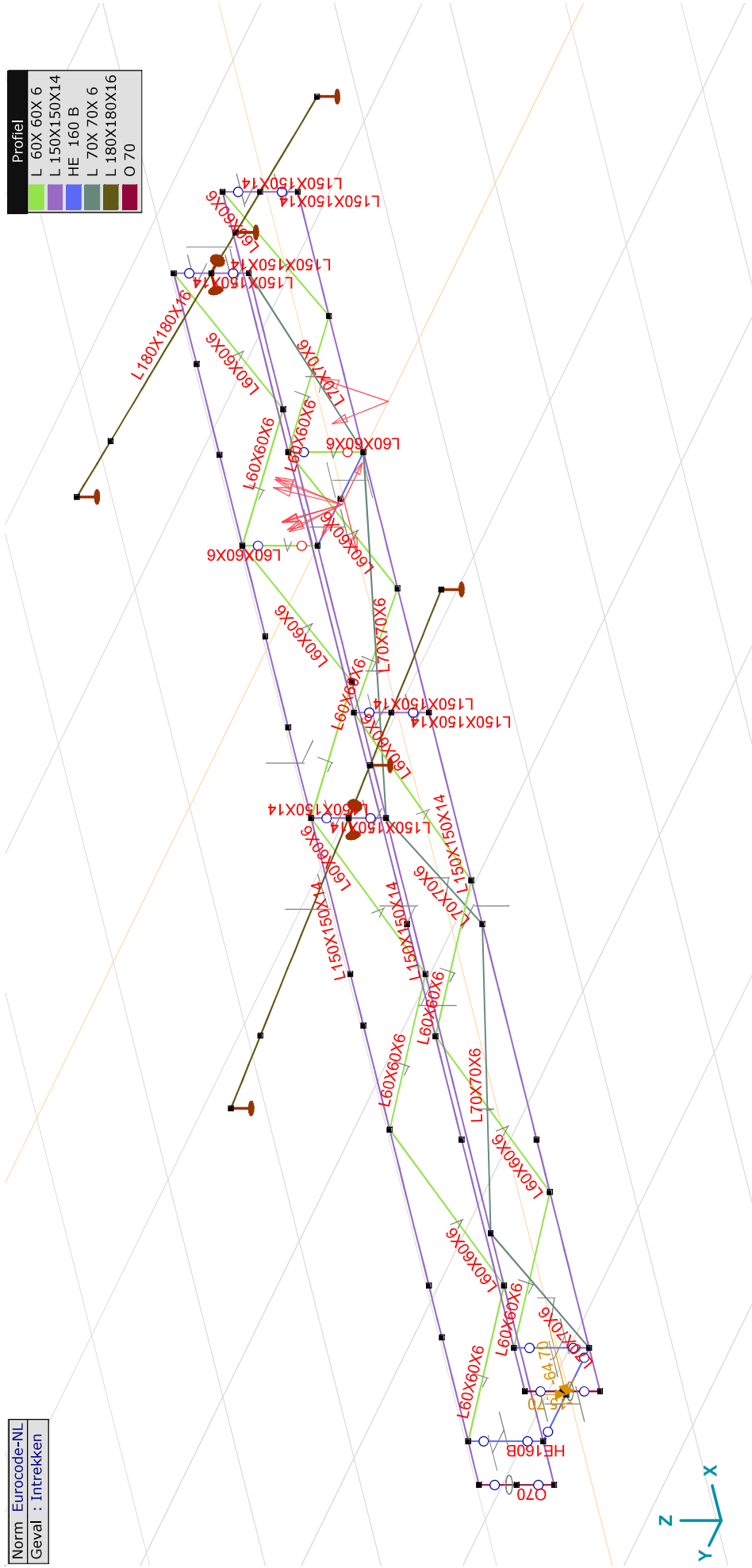
Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

Norm Eurocode-NL
Geval : Intrekken

Profiel
L 60X 60X 6
L 150X150X14
HE 160 B
L 70X 70X 6
L 180X180X16
O 70



Tekening profielen

Project: ZW380oost - HA+0_ci





Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

1-7-2021

Pag. 9

Profielen

	Naam	Tekening	Productie	Vorm	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	r ₁ [mm]	r ₂ [mm]	r ₃ [mm]	A _x [mm ²]	A _y [mm ²]	A _z [mm ²]	I _x [mm ⁴]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]
1	L 60X 60X 6		Gewalst	L	60,0	60,0	6,0	6,0	8,0	4,0	0	690,90	302,80	306,64	9044,2	227898,9	227898,9
2	L 70X 70X 6		Gewalst	L	70,0	70,0	6,0	6,0	9,0	4,5	0	812,73	352,06	356,95	10739,9	368795,6	368795,6
3	L 150X150X14		Gewalst	L	150,0	150,0	14,0	14,0	16,0	8,0	0	4031,60	1760,18	1776,16	278959,0	8453331,0	8453331,0
4	L 180X180X16		Gewalst	L	180,0	180,0	16,0	16,0	18,0	9,0	0	5538,93	2403,86	2433,89	499973,8	1,7E+07	1,7E+07

	Naam	I _{yz} [mm ⁴]	I ₁ [mm ⁴]	I ₂ [mm ⁴]	α [°]	I _ω [mm ⁶]	W _{1,e1t} [mm ³]	W _{1,e1b} [mm ³]	W _{2,e1t} [mm ³]	W _{2,e1b} [mm ³]	W _{1,p1} [mm ³]	W _{2,p1} [mm ³]	i _y [mm]	i _z [mm]	H _y [mm]	H _z [mm]
1	L 60X 60X 6	-133497,7	361396,6	94401,2	45,00	2037188	8518,2	8518,2	4463,6	3956,0	13554,5	6989,1	18,2	18,2	60,0	60,0
2	L 70X 70X 6	-216123,7	584919,3	152671,9	45,00	3333474	11817,2	11817,2	6203,4	5599,5	18692,5	9653,0	21,3	21,3	70,0	70,0
3	L 150X150X14	-4971153,0	1,3E+07	3482178,0	45,00	4,2E+08	126567,2	126567,2	65498,4	58536,3	200109,5	102485,0	45,8	45,8	150,0	150,0
4	L 180X180X16	-9905372,0	2,7E+07	6917778,0	45,00	1,1E+09	209999,1	209999,1	108387,8	97377,7	331133,4	169336,0	55,1	55,1	180,0	180,0




	Naam	y _G [mm]	z _G [mm]	y _s [mm]	z _s [mm]	S _p
1	L 60X 60X 6	16,9	16,9	-13,3	-13,3	4
2	L 70X 70X 6	19,3	19,3	-15,7	-15,7	4
3	L 150X150X14	42,1	42,1	-33,9	-33,9	4
4	L 180X180X16	50,2	50,2	-41,0	-41,0	4

Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

Profielen

Naam	Tekening	Productie	Vorm	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	r ₁ [mm]	r ₂ [mm]	r ₃ [mm]	A _x [mm ²]	A _y [mm ²]	A _z [mm ²]	I _x [mm ⁴]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]
5 HE 160 B		Gewalst	I	160,0	160,0	8,0	13,0	15,0	0	0	5426,04	3754,44	1237,48	317826,3	2,5E+07	8892444,0
6 O 70		Ander	Rond	70,0	70,0	0	0	0	0	0	3847,67	3298,00	3298,00	2357176,0	1178110,0	1178110,0
7 U 220		Gewalst	U	220,0	80,0	9,0	12,5	12,5	6,5	0	3744,43	1053,63	1818,46	162853,1	2,7E+07	1958777,0

Naam	I _{yz} [mm ⁴]	I ₁ [mm ⁴]	I ₂ [mm ⁴]	α [°]	I _ω [mm ⁶]	W _{1,el,t} [mm ³]	W _{1,el,b} [mm ³]	W _{2,el,t} [mm ³]	W _{2,el,b} [mm ³]	W _{L,pl} [mm ³]	W _{2,pl} [mm ³]	i _y [mm]	i _z [mm]	H _y [mm]	H _z [mm]
5 HE 160 B	0	2,5E+07	8892443,0	0	4,7E+10	311542,7	311542,7	111155,5	111155,5	354020,6	169972,2	67,8	40,5	160,0	160,0
6 O 70	0	1178110,0	1178110,0	0	0	33660,3	33660,3	33660,3	33660,3	57149,3	57149,6	17,5	17,5	70,0	70,0
7 U 220	0	2,7E+07	1958777,0	0	1,4E+10	244651,8	244651,8	33453,5	91327,9	291491,0	64408,5	84,8	22,9	80,0	220,0

Naam	y _G [mm]	z _G [mm]	y _s [mm]	z _s [mm]	S.p.
5 HE 160 B	80,0	80,0	0	0	9
6 O 70	35,0	35,0	0	0	5
7 U 220	21,4	110,0	-41,3	0	8




Naam: Doorsnede naam; **Productie**: Productieproces; **Vorm**: Profiel; **h**: Doorsnede hoogte; **b**: Doorsnede breedte; **tw**: Lijfdikte; **tf**: Flensdikte; **r₁**, **r₂**, **r₃**: Afrondingswaarden; **A_x**, **A_y**, **A_z**: Afsluivingsoppervlak; **I_x**: Torsieaagheidsmoment; **I_y**, **I_z**: Buigtraagheidsmoment; **I_{yz}**: Centrifugaal traagheidsmoment; **I₁**, **I₂**: Hoofdbuigtraagheidsmoment; **α**: Hoofdrichtingen; **I_ω**: Krommingsconstante; **W_{1,el,t}**, **W_{1,el,b}**, **W_{2,el,t}**, **W_{2,el,b}**: Elasticiteit modulus; **W_{1,pl}**, **W_{2,pl}**: Plasticiteit modulus; **i_y**, **i_z**: Traagheidsstraal; **H_y**: Afmeting in lokale Y-richting; **H_z**: Afmeting in lokale Z-richting; **y_G**: Y-coördinaat van het zwaartepunt; **z_G**: Z-coördinaat van het zwaartepunt; **y_s**: Y-coördinaat van het afschuivingsmiddelpunt (torsie); **z_s**: Z-coördinaat van het afschuivingsmiddelpunt (torsie); **S.p.**: Spanningspunten.

Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

Materialen

Naam	Type	Nationale norm	Materiaalnorm	Model	E_x [N/mm ²]	E_y [N/mm ²]	ν	α_T [1/°C]	ρ [kg/m ³]	Materiaal kleur	Contour kleur	Structuur	P_1
I S 355	Staal	Eurocode-NL	10025-2	Lineair	210000	210000	0,30	1,2E-5	7850				f_y [N/mm ²] = 355,00

Naam	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{14}
I S 355	f_t [N/mm ²] = 510,00	f_c [N/mm ²] = 335,00	f_u [N/mm ²] = 470,00										

Naam: Materiaalnaam; Type: Type materiaal; Model: Materiaal model; E_x : Elasticiteitsmodulus in lokale x richting; E_y : Elasticiteitsmodulus in lokale y richting; ν : Poisson's verhouding; α_T : Warmteuitzettingscoëfficiënt; ρ : Dichtheid; **Materiaal kleur**: Materiaalkleur; **Contour kleur**: Contourkleur; $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}, P_{11}, P_{12}, P_{13}, P_{14}$: Ontwerpparameter.

Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axes

Knoopopleggingen

Knoop	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	44	-1,407	1,976
2	47	-1,226	0,026
3	49	-1,134	-0,974
4	50	1,407	1,976
5	53	1,226	0,026
6	55	1,134	-0,974
7	46	-1,254	0,326
8	52	1,254	0,326

Knoop	Type	Naam _x	K _x [kN/m]	K _{xv} ^v [kN/m]	Naam _y	K _y [kN/m]	K _{yv} ^v [kN/m]	Naam _z	K _z [kN/m]	K _{zv} ^v [kN/m]	Naam _{xx}	K _{xx} [kNm/rad]	K _{xxv} ^v [kNm/rad]
1	44	Glob.	—	—	—	—	—	Stijve - Verplaatsing	1E+10	1E+10	—	—	—
2	47	Glob.	—	—	—	—	—	Stijve - Verplaatsing	1E+10	1E+10	—	—	—
3	49	Glob.	—	—	—	—	—	Stijve - Verplaatsing	1E+10	1E+10	—	—	—
4	50	Glob.	—	—	—	—	—	Stijve - Verplaatsing	1E+10	1E+10	—	—	—
5	53	Glob.	—	—	—	—	—	Stijve - Verplaatsing	1E+10	1E+10	—	—	—
6	55	Glob.	—	—	—	—	—	Stijve - Verplaatsing	1E+10	1E+10	—	—	—
7	46	Glob.	Stijve - Verplaatsing	1E+10	Stijve - Verplaatsing	1E+10	1E+10	—	—	—	—	—	—
8	52	Glob.	Stijve - Verplaatsing	1E+10	Stijve - Verplaatsing	1E+10	1E+10	—	—	—	—	—	—

Knoop	Naam _{yy}	K _{yy} [kNm/rad]	K _{yyv} ^v [kNm/rad]	Naam _{zz}	K _{zz} [kNm/rad]	K _{zzv} ^v [kNm/rad]
1	44	—	—	—	—	—
2	47	—	—	—	—	—
3	49	—	—	—	—	—
4	50	—	—	—	—	—
5	53	—	—	—	—	—
6	55	—	—	—	—	—
7	46	—	—	—	—	—
8	52	—	—	—	—	—

Knoop: Ondersteunde knoop; **Type:** Opleggingstype; **Naam_x:** Naam van de veereigenschappen; **K_x:** Initiele stijfheid; **K_{xv}:** Trillingsstijfheid; **Naam_y:** Naam van de veereigenschappen; **K_y:** Initiele stijfheid; **K_{yv}:** Trillingsstijfheid; **Naam_{yy}:** Naam van de veereigenschappen; **K_{yy}:** Initiele stijfheid; **K_{yyv}:** Trillingsstijfheid; **Naam_z:** Naam van de veereigenschappen; **K_z:** Initiele stijfheid; **K_{zv}:** Trillingsstijfheid; **Naam_{xx}:** Naam van de veereigenschappen; **K_{xx}:** Naam van de veereigenschappen; **K_{xxv}:** Naam van de veereigenschappen; **K_{xxv}:** Naam van de veereigenschappen; **K_{zz}:** Initiele stijfheid; **K_{zzv}:** Trillingsstijfheid.

Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

Belastinggevallen

	<i>Naam</i>	<i>Groep</i>	<i>Groepstype</i>
1	EG	---	---
2	ULS 1a_100	VER1	Veranderlijk
3	ULS 3_100	VER1	Veranderlijk
4	Intrekken	VER1	Veranderlijk

Naam: Naam belastinggeval; **Groep:** Belastinggroep; **Groepstype:** Belastinggroep type;**Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen**

	<i>Naam</i>	<i>Type</i>	<i>EG</i>	<i>ULS 1a_100 (VER1)</i>	<i>ULS 3_100 (VER1)</i>	<i>Intrekken (VER1)</i>	<i>Commentaar</i>
1	Co #1	UGT	1,20	1,00	0	0	
2	Co #2	UGT	1,20	0	1,00	0	
3	Co #3	UGT	1,20	0	0	1,35	

Naam: Naam belastingcombinatie; **Type:** Type belastingcombinatie; **EG, ULS 1a_00 (VER1), ULS 3_00 (VER1), Intrekken (VER1):** Factor;

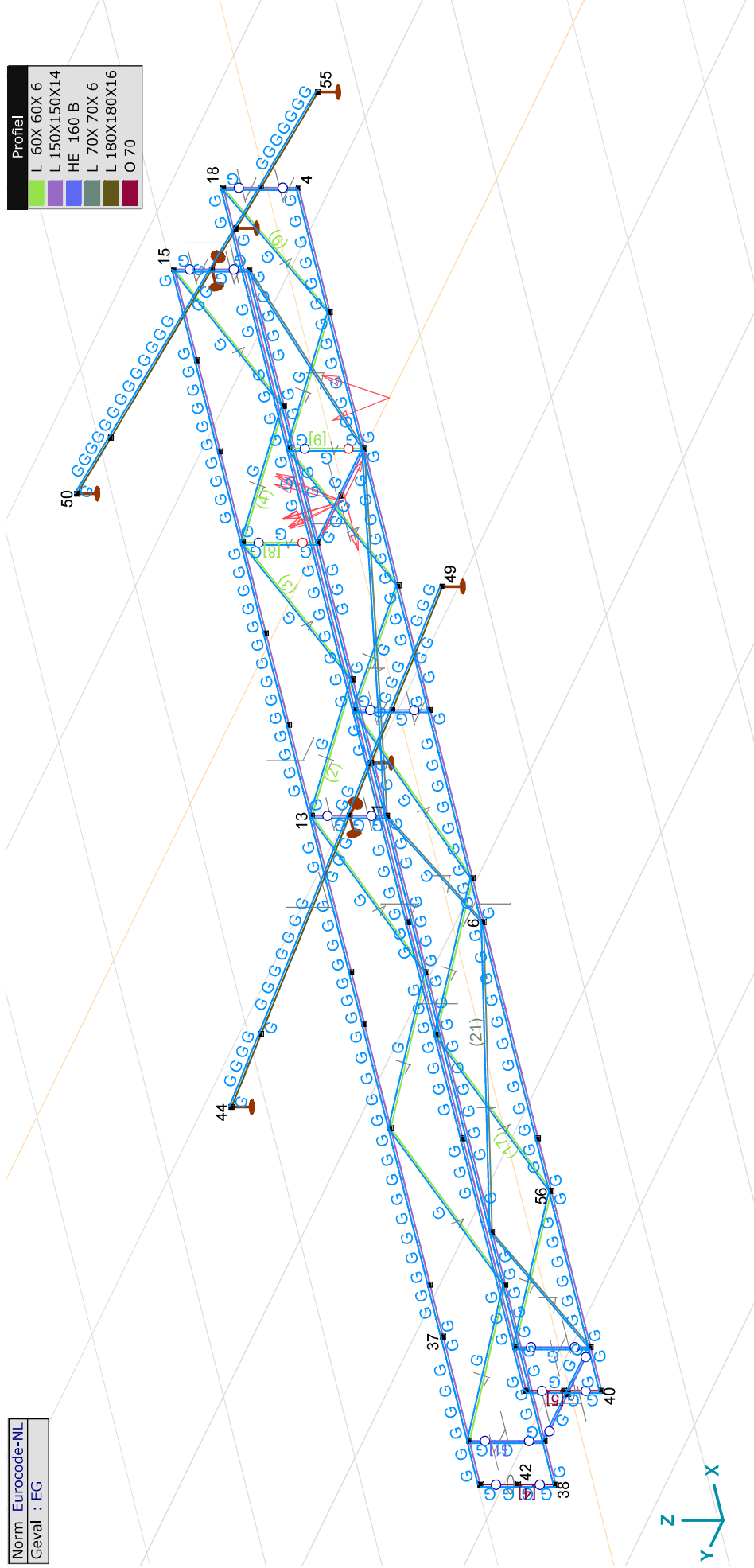
Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

Norm Eurocode-NL
Geval : EG

Profiel
L 60X 60X 6
L 150X150X14
HE 160 B
L 70X 70X 6
L 180X180X16
O 70



EG

Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

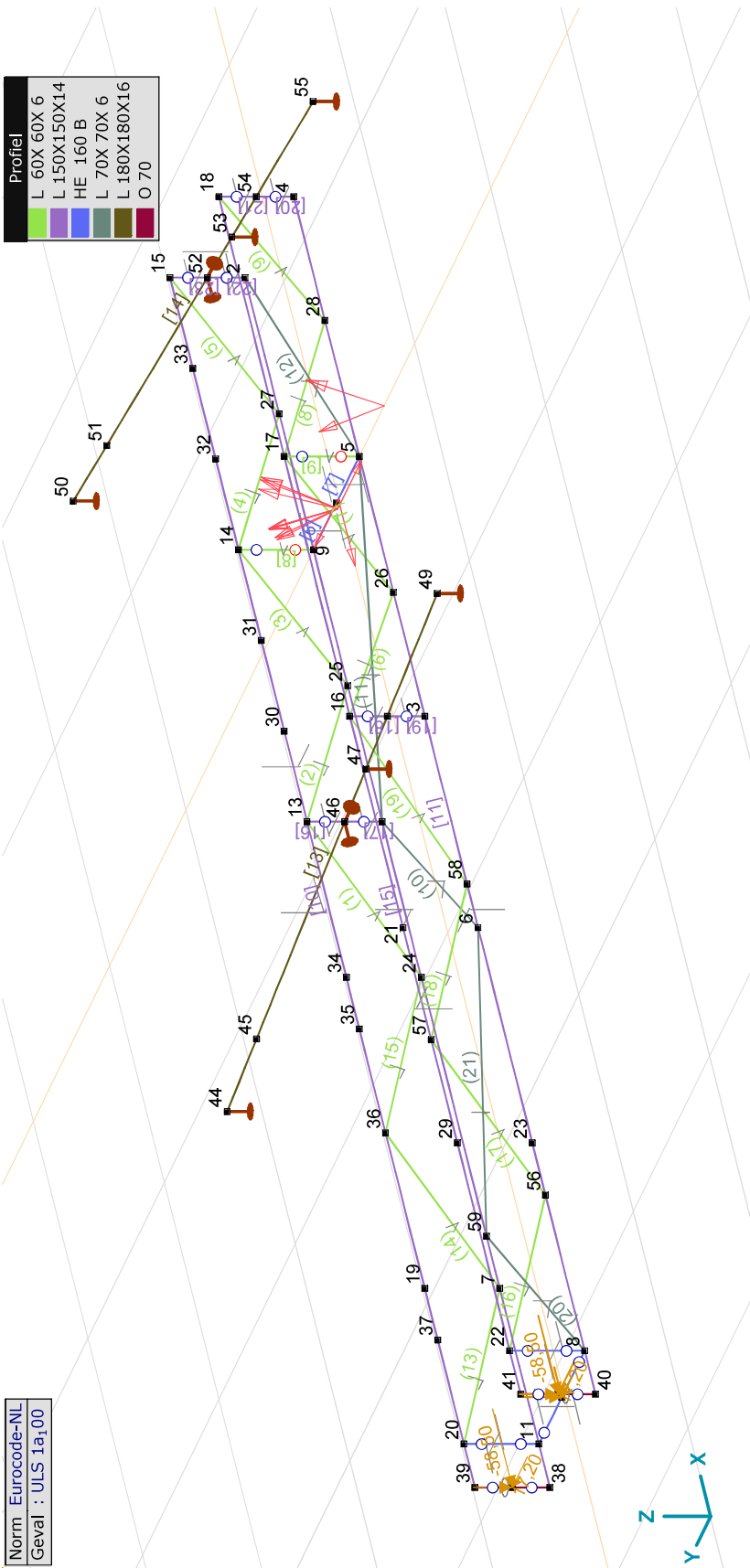
EG: Staaf eigen gewicht

	Σ [kg]
1-358	1095,989
Totaal	1095,989

Σ: Totale massa:

Norm Eurocode-NL
Geval : ULS 1a,100

Profiel
L 60X 60X 6
L 150X150X14
HE 160 B
L 70X 70X 6
L 180X180X16
O 70



ULS 1a_100

Project: ZW380oost - HA+0_ci

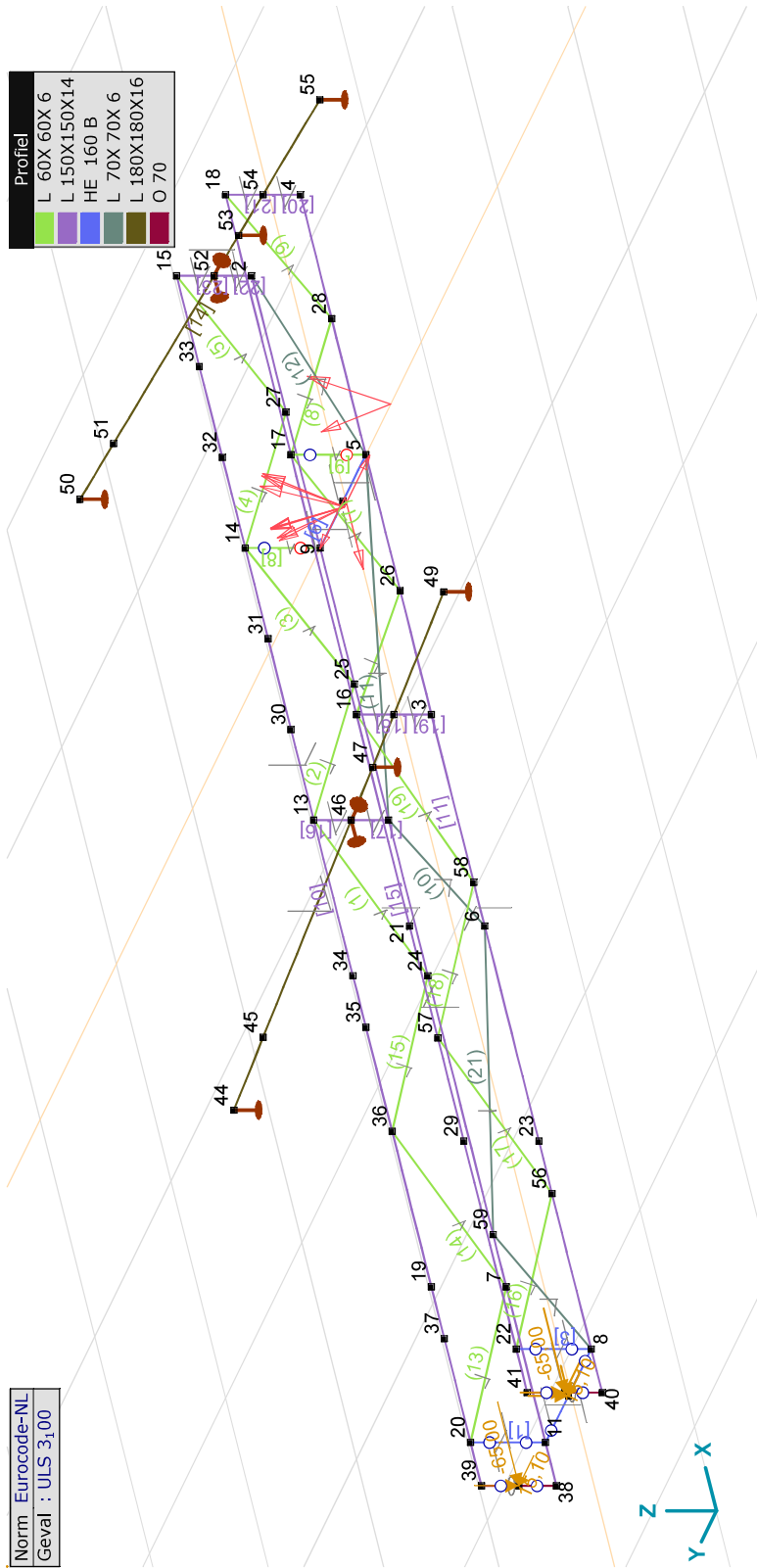
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

ULS 1a_100: Knooppbelastingen

Richting	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
12	-2,80	0,50	-6,00	0	0	0
42	-58,50	17,20	-7,00	0	0	0
43	-58,50	17,20	-7,00	0	0	0

F_x, F_y, F_z: Belastingkracht component; M_x, M_y, M_z: Belastingmoment component;



Project: ZW380oost - HA+0_ci

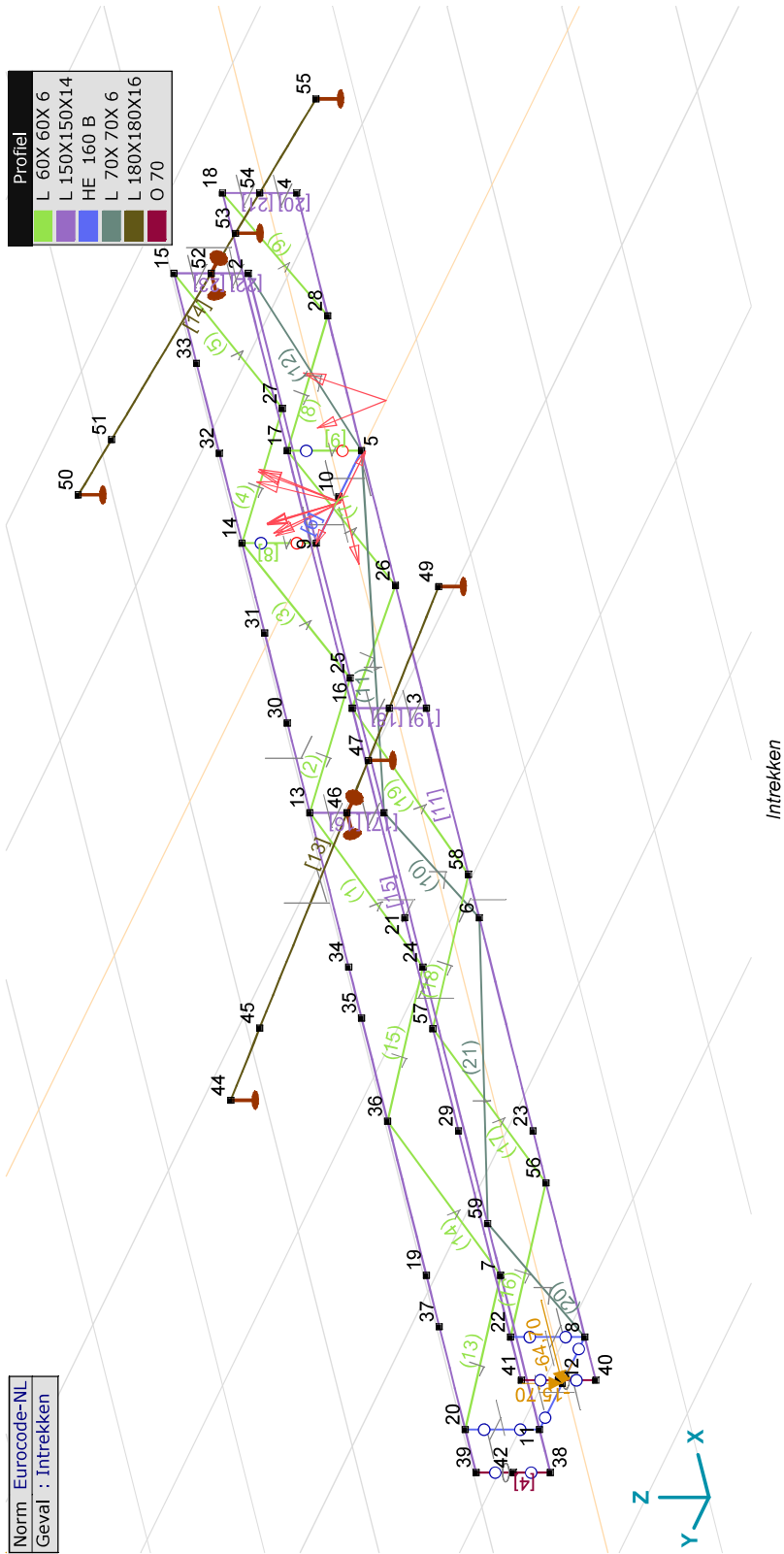
Construcneur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

ULS 3_100: Knooppbelastingen

Richting	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
12	-0,20	0,84	-6,00	0	0	0
42	-65,00	15,10	-10,20	0	0	0
43	-65,00	15,10	-10,20	0	0	0

F_x, F_y, F_z: Belastingkracht component; M_x, M_y, M_z: Belastingmoment component;



Norm Eurocode-NL
Geval : Intrekken

Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

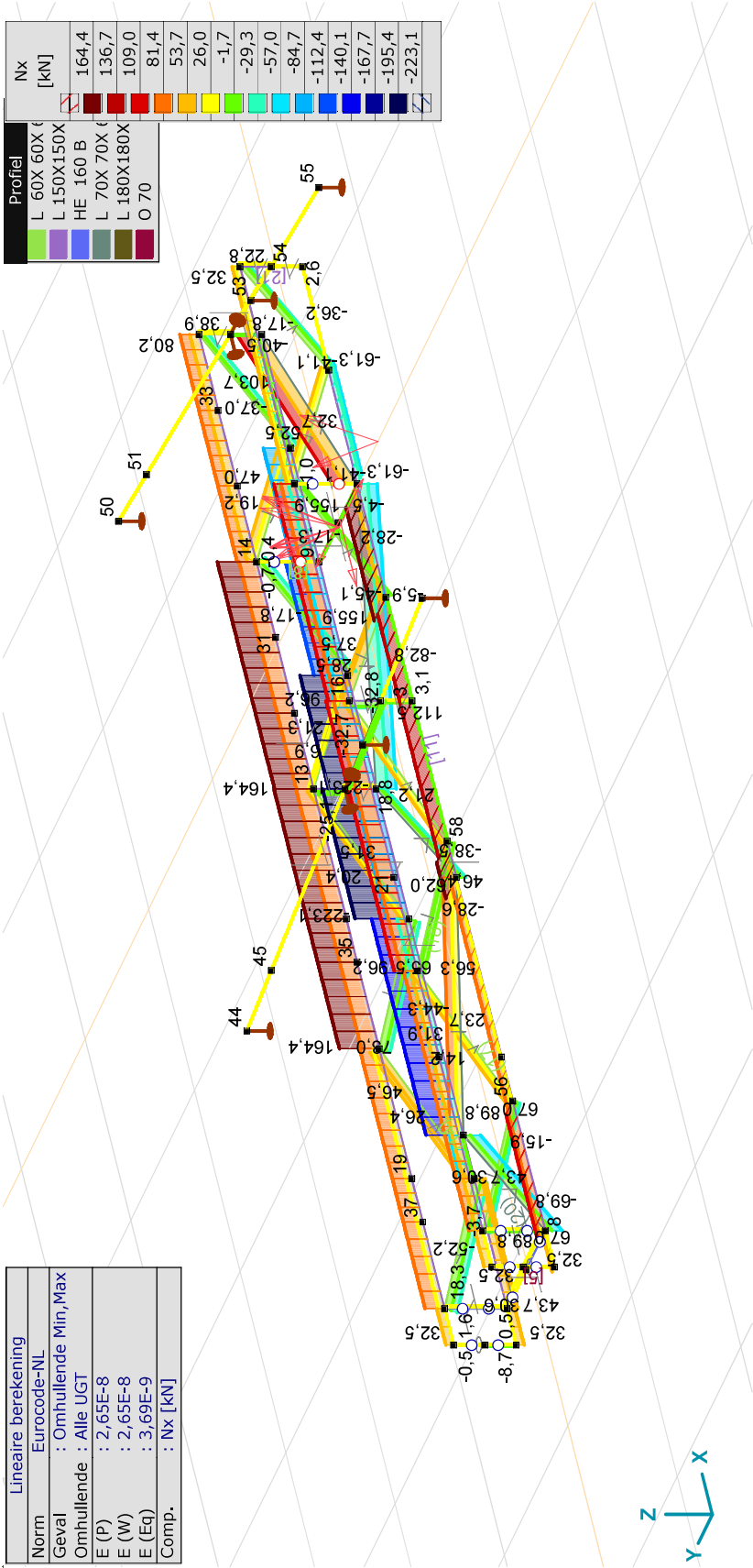
Intrekken: Knoopbelastingen

Richting	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
12	Gloobaal	-64,70	11,40	-15,70	0	0

F_x, F_y, F_z: Belastingkracht component; M_x, M_y, M_z: Belastingmoment component.

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 2,65E-8
E (W)	: 2,65E-8
E (Eq)	: 3,69E-9
Comp.	: Nx [kN]

Profiel	Nx [kN]
L 60X 60X	164,4
L 150X150X	136,7
HE 160 B	109,0
L 70X 70X	81,4
L 180X180X	53,7
O 70	26,0
	-1,7
	-29,3
	-57,0
	-84,7
	-112,4
	-140,1
	-167,7
	-195,4
	-223,1



[1]: Lineair, Omhullende (Alle UGT), Nx, Lijnen (gevuld)

Project: ZW380oost - HA+0_ci

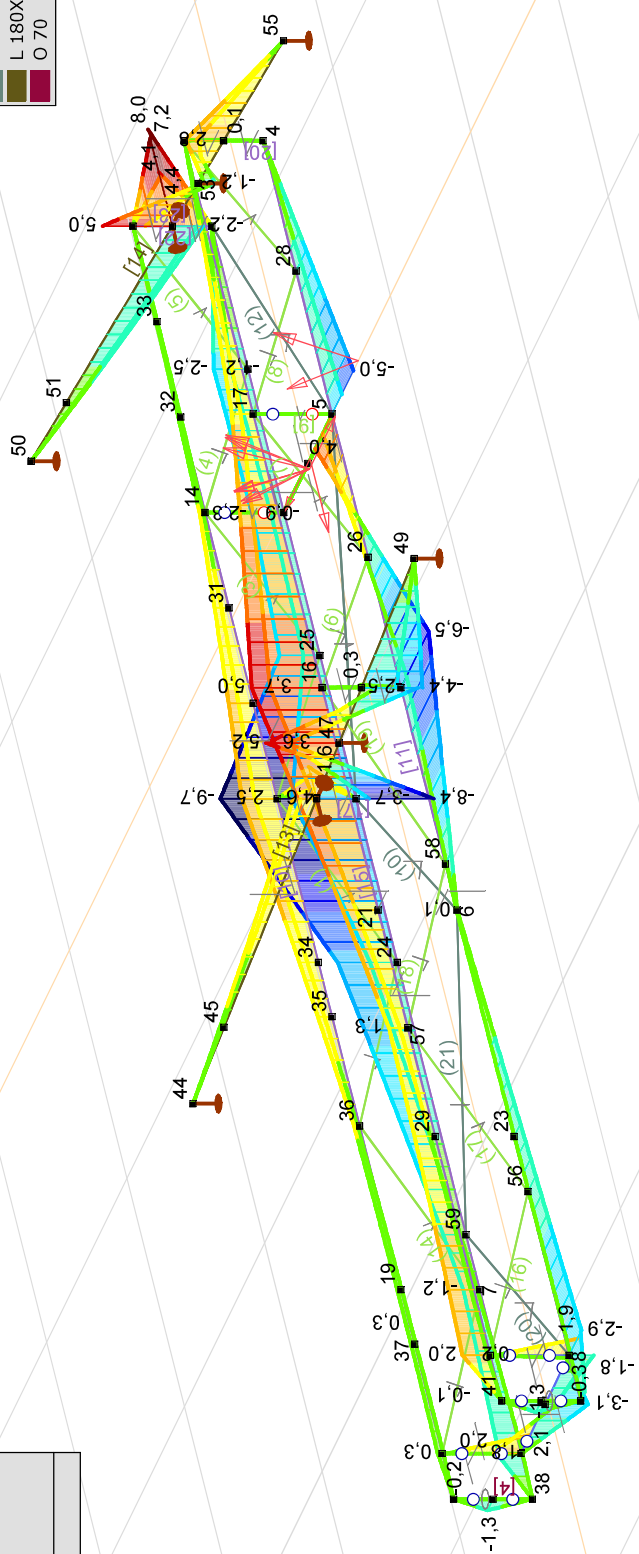
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Omhullende Min,Max
Omhullende : Alle UGT
E (P) : 2,65E-8
E (W) : 2,65E-8
E (Eq) : 3,69E-9
Comp. : My [kNm]

Profiel
L 60X 60X 6
L 150X150X14
HE 160 B
L 70X 70X 6
L 180X180X16
O 70

My [kNm]
8,0
6,7
5,4
4,2
2,9
1,6
0,4
-0,9
-2,1
-3,4
-4,7
-5,9
-7,2
-8,4
-9,7



[1]. Lineair, Omhullende (Alle UGT), My, Lijnen (gevuld)

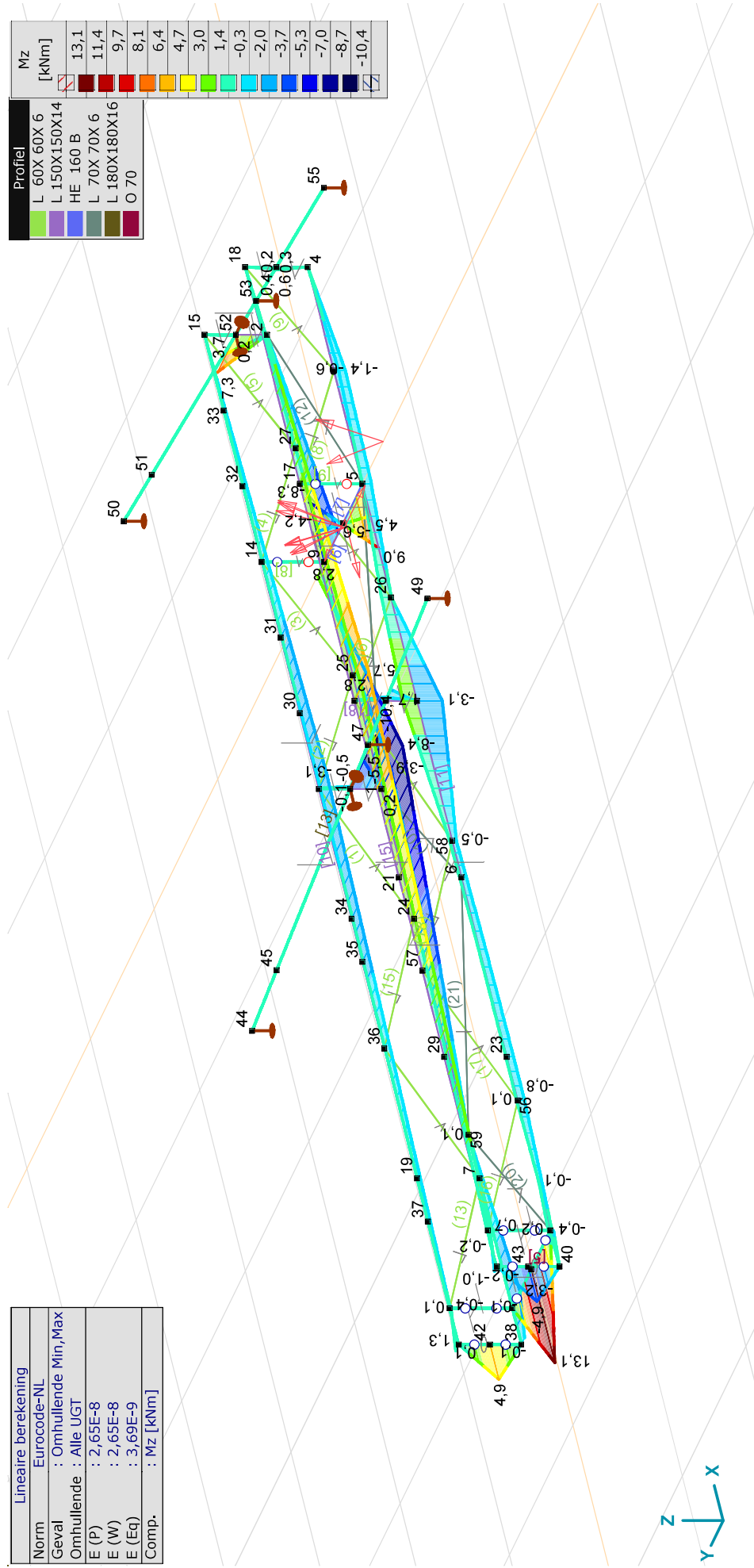
Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

Norm	Lineaire berekening
Geval	Eurocode-NL
Omhullende	: Omhullende Min,Max
E (P)	: 2,65E-8
E (W)	: 2,65E-8
E (Eq)	: 3,69E-9
Comp.	: Mz [kNm]

Profiel	Mz [kNm]
L 60X 60X 6	13,1
L 150X150X14	11,4
HE 160 B	9,7
L 70X 70X 6	8,1
L 180X180X16	6,4
O 70	4,7
	3,0
	1,4
	-0,3
	-2,0
	-3,7
	-5,3
	-7,0
	-8,7
	-10,4



[1]. Lineair, Omhullende (Alle UGT), Mz, Lijnen (gevuld)

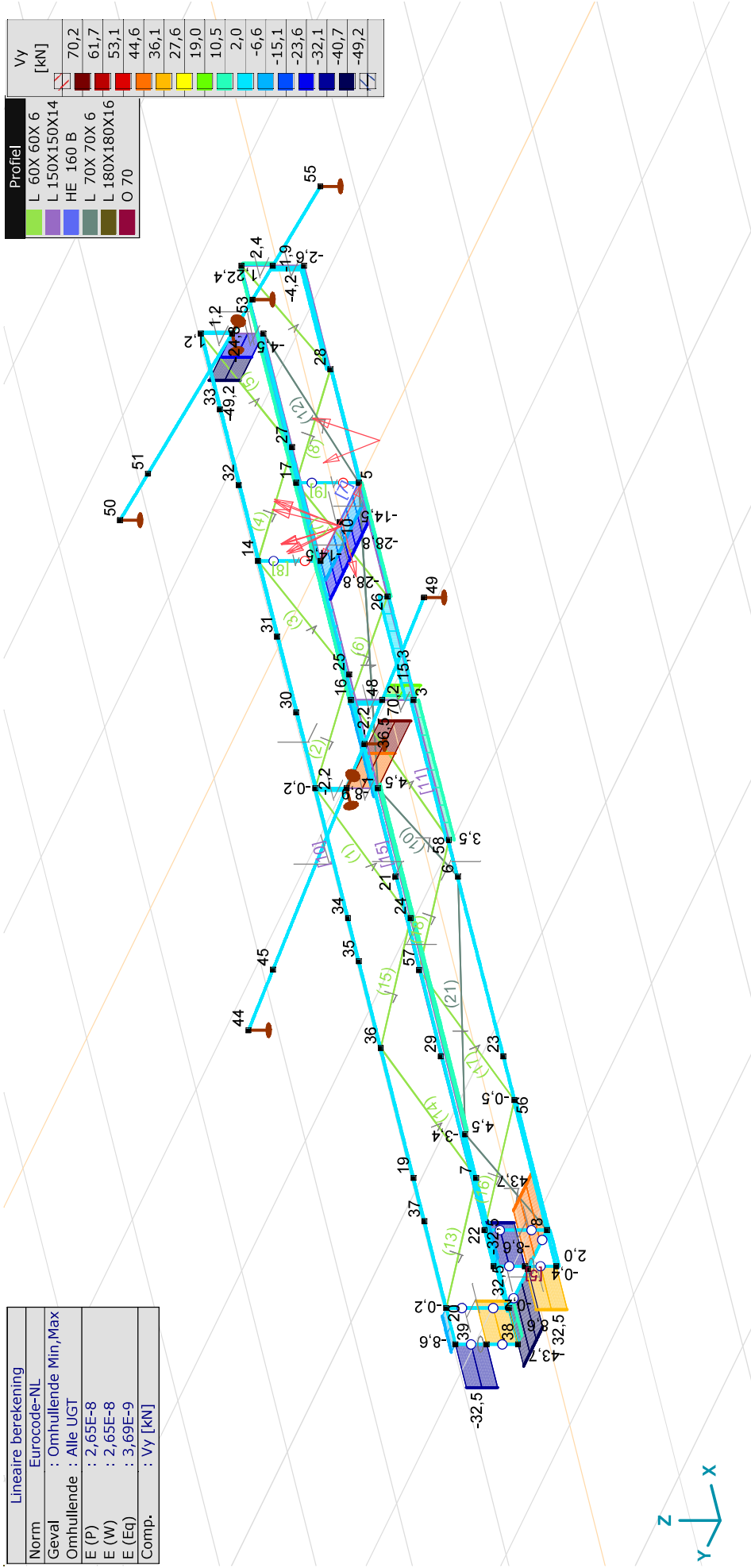
Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 2,65E-8
E (W)	: 2,65E-8
E (Eq)	: 3,69E-9
Comp.	: Vy [kN]

Profiel	Vy [kN]
L 60X 60X 6	70,2
L 150X150X14	61,7
HE 160 B	53,1
L 70X 70X 6	44,6
L 180X180X16	36,1
O 70	27,6
	19,0
	10,5
	2,0
	-6,6
	-15,1
	-23,6
	-32,1
	-40,7
	-49,2



[[J. Lineair, Omhullende (Alle UGT), Vy, Lijnen (gevuld)

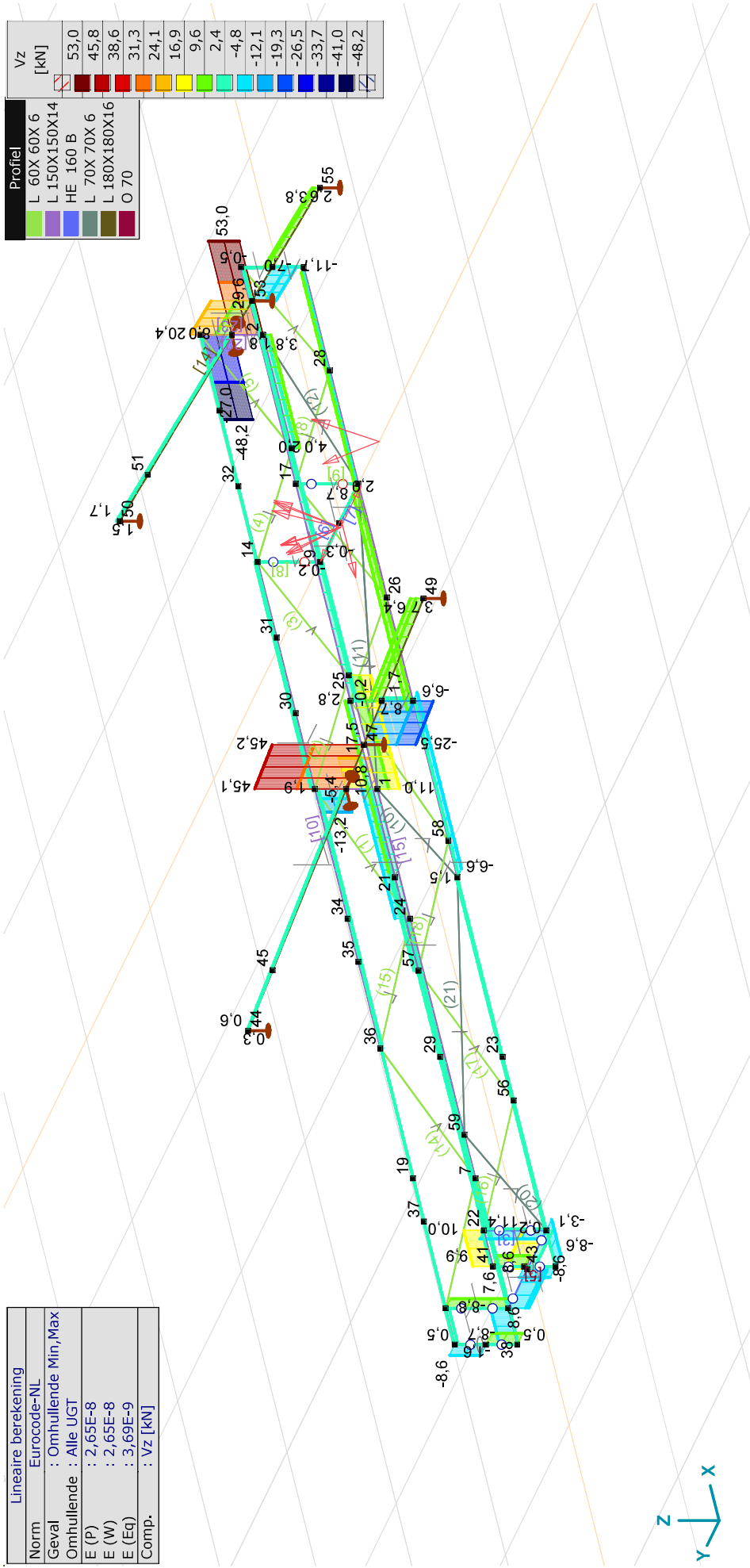
Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

Norm	Lineaire berekening
Geval	Eurocode-NL
Omhullende	: Omhullende Min,Max
E (P)	: 2,65E-8
E (W)	: 2,65E-8
E (Eq)	: 3,69E-9
Comp.	: Vz [kN]

Profiel	Vz [kN]
L 60X 60X 6	53,0
L 150X150X14	45,8
HE 160 B	38,6
L 70X 70X 6	31,3
L 180X180X16	24,1
O 70	16,9
	9,6
	2,4
	-4,8
	-12,1
	-19,3
	-26,5
	-33,7
	-41,0
	-48,2



[[J. Lineair, Omhullende (Alle UGT), Vz, Lijnen (gevuld)

Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

Vakwerkstaafkrachten [Lineair, Omhullende (Alle UGT), L70x6]

Prof.	Doorsnede naam	Lengte [m]	min. max.	Geval	Nx [kN]
Ext.					
11	L 70X 70X 6	1,390	Nx min	Co #1	-82,8
12	L 70X 70X 6	1,390	Nx max	Co #1	103,7

Prof.: Profiel; Lengte: Vakwerkstaaf lengte; min. max.: Extreme type; Geval: Belastinggeval van de extreme; Nx: Normaalkracht;

Vakwerkstaafkrachten [Lineair, Omhullende (Alle UGT), L60x6]

Prof.	Doorsnede naam	Lengte [m]	min. max.	Geval	Nx [kN]
Ext.					
13	L 60X 60X 6	0,777	Nx min	Co #2	-52,2
4	L 60X 60X 6	0,695	Nx max	Co #2	47,0

Prof.: Profiel; Lengte: Vakwerkstaaf lengte; min. max.: Extreme type; Geval: Belastinggeval van de extreme; Nx: Normaalkracht;

Staaftkrachten [Lineair, Omhullende (Alle UGT), Liggers]

Prof.	Doorsnede naam	C	min. max.	Geval	Pos. [m]	Knoop	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Ext.												
15	L 150X150X14	Nx	min	Co #2	2,351	(24)	-223,1	4,3	-7,4	0,1	-4,3	-5,1
10	L 150X150X14		max	Co #2	2,508	(13)	164,4	-0,7	-1,7	0,1	2,5	-2,2
15	L 150X150X14	Vy	min	Co #1	3,068	(1)	-184,7	-8,9	10,7	0	-9,4	-8,4
15	L 150X150X14		max	Co #1	0	(38)	29,3	8,6	-7,6	0	0	-1,3
15	L 150X150X14	Vz	min	Co #2	0,200	(11)	32,5	7,6	-8,8	0	-1,8	-2,7
15	L 150X150X14		max	Co #2	3,068	(1)	-197,5	-8,5	11,0	0	-9,7	-8,2
15	L 150X150X14	Tx	min	Co #1	4,322	(9)	-105,9	-4,5	-0,3	0	-2,2	-5,6
15	L 150X150X14		max	Co #1	0,200	(11)	30,6	-3,4	0,4	0,2	-1,3	-3,2
15	L 150X150X14	My	min	Co #2	3,068	(1)	-223,1	4,3	-7,7	0,1	-9,7	-8,2
12	L 150X150X14		max	Co #2	3,124	(16)	96,2	-1,7	2,8	0,1	5,0	5,7
15	L 150X150X14	Mz	min	Co #1	3,068	(1)	-216,4	4,5	-7,4	0,2	-9,4	-8,4
12	L 150X150X14		max	Co #1	3,124	(16)	65,5	-1,8	2,3	0,1	4,3	5,7

Prof.: Profiel; C: Extreme component; min. max.: Extreme type; Geval: Belastinggeval van de extreme; Pos.: Lokale X-positie van de doorsnede op de staaf; Nx: Normaalkracht; Vy: Dwarskracht in lokale y-richting; Vz: Dwarskracht in lokale z-richting; Tx: Torsiemoment; My: Buigend moment in lokale y-richting; Mz: Buigend moment in lokale z-richting.

Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

Staaftkrachten [Lineair, Omhullende (Alle UGT), onderrand]

	Prof.	Doorsnede naam	C	min. max.	Geval	Pos. [m]	Knoop	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Ext.													
13	4	L 180X180X16	Nx	min	Co #1	1,657	(46)	-19,6	0	40,1	-0,1	-8,4	0
14	4	L 180X180X16		max	Co #1	0,703	(54)	6,6	0	-7,0	0,1	1,7	0
14	4	L 180X180X16	Vy	min	Co #3	1,155	(337)	3,1	0	7,9	0	0,7	0
13	4	L 180X180X16		max	Co #3	1,808	(308)	-6,6	0	24,4	0	-0,1	0
13	4	L 180X180X16	Vz	min	Co #3	1,958	(47)	-6,6	0	-25,5	0	3,6	0
13	4	L 180X180X16		max	Co #2	1,958	(47)	-16,4	0	45,2	-0,1	5,2	0
13	4	L 180X180X16	Tx	min	Co #1	1,657	(46)	-19,6	0	40,1	-0,1	-8,4	0
14	4	L 180X180X16		max	Co #1	0,703	(54)	6,6	0	-7,0	0,1	1,7	0
13	4	L 180X180X16	My	min	Co #1	1,657	(46)	-19,6	0	40,1	-0,1	-8,4	0
13	4	L 180X180X16		max	Co #2	1,958	(47)	-16,4	0	45,2	-0,1	5,2	0
13	4	L 180X180X16	Mz	min	Co #3	1,883	(309)	-6,6	0	24,5	0	1,8	0
13	4	L 180X180X16		max	Co #3	1,808	(308)	-6,6	0	24,4	0	-0,1	0

Prof.: Profiel; C: Extreem component; min, max.: Extreem type; Geval: Belastinggeval van de extreme; Pos.: Lokale X-positie van de doorsnede op de staaf; Nx: Normalkracht; Vy: Dwarskracht in lokale y-richting; Vz: Dwarskracht in lokale z-richting; Tx: Torsiemoment; My: Buigend moment in lokale y-richting; Mz: Buigend moment in lokale z-richting.

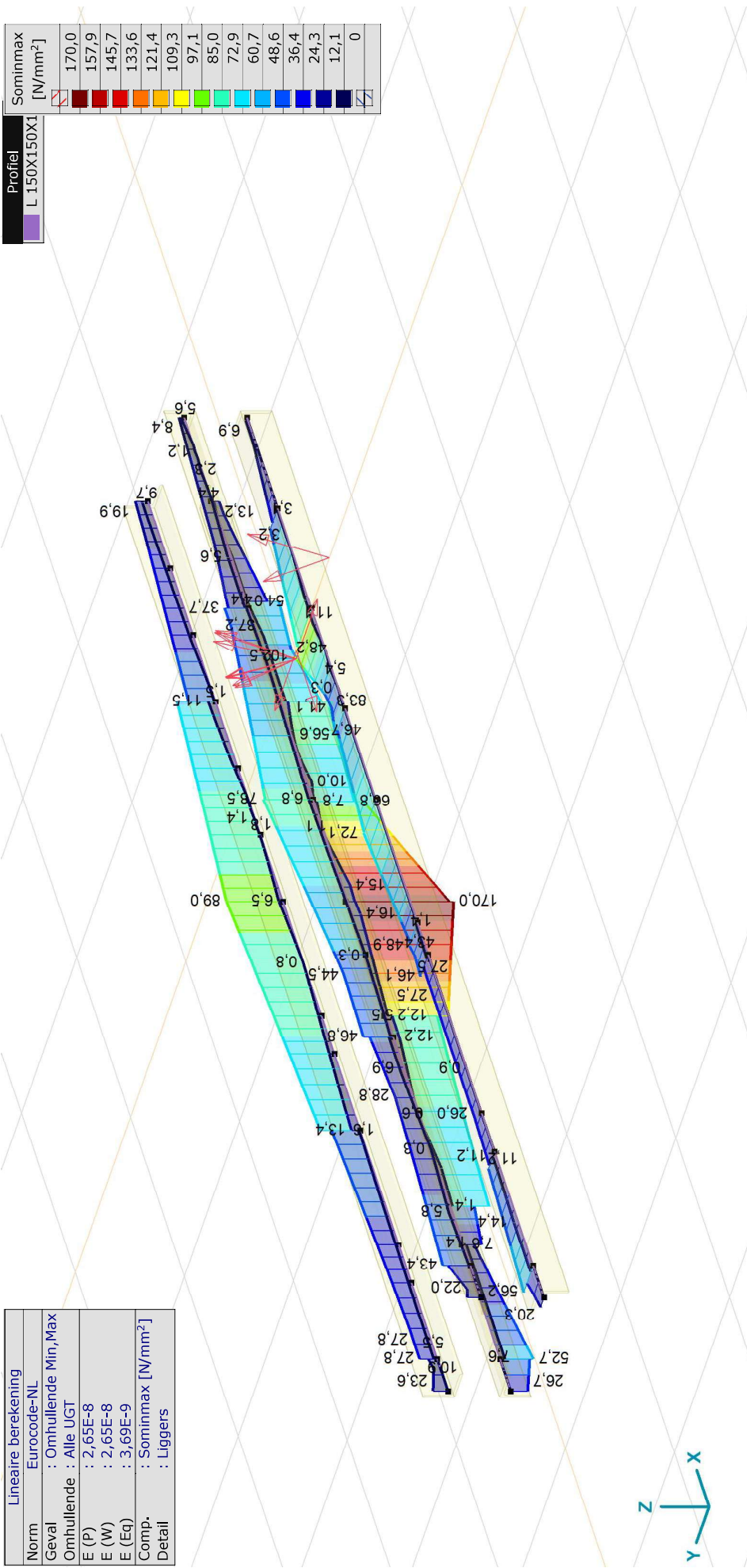
Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 2,65E-8
E (W)	: 2,65E-8
E (Eq)	: 3,69E-9
Comp.	: Sominmax [N/mm ²]
Detail	: Liggers

Profiel	Sominmax [N/mm ²]
L 150X150X11	170,0
	157,9
	145,7
	133,6
	121,4
	109,3
	97,1
	85,0
	72,9
	60,7
	48,6
	36,4
	24,3
	12,1
	0



[1] > Liggers, Lineair, Omhullende (Alle UGT), Sominmax, Lijnen (gevuld)

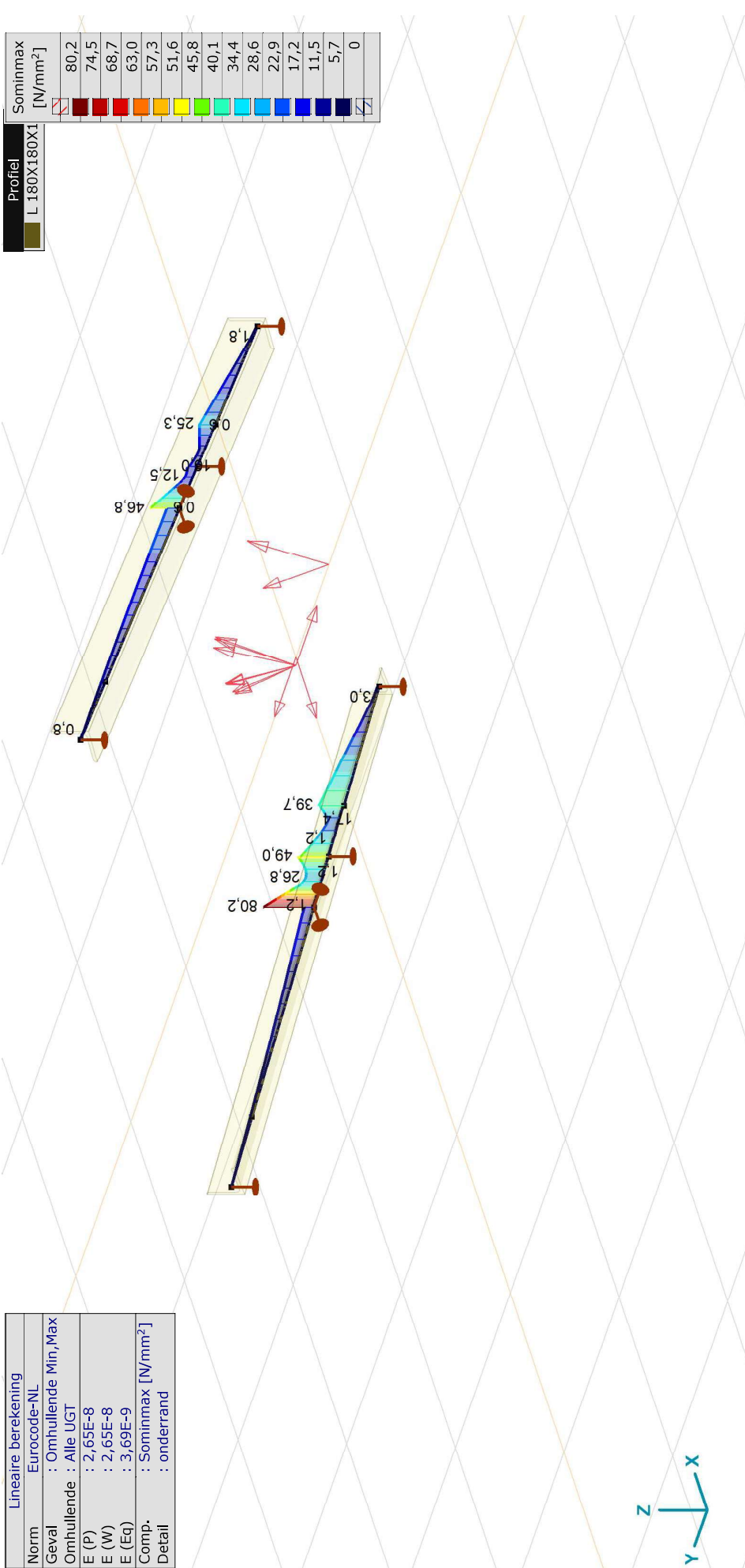
Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 2,65E-8
E (W)	: 2,65E-8
E (Eq)	: 3,69E-9
Comp.	: Sominmax [N/mm ²]
Detail	: onderrand

Profiel	Sominmax [N/mm ²]
L 180X180X1	80,2
	74,5
	68,7
	63,0
	57,3
	51,6
	45,8
	40,1
	34,4
	28,6
	22,9
	17,2
	11,5
	5,7
	0



[I] > onderrand, Linear, Omhullende (Alle UGT), Sominmax, Lijnen (gevuld)

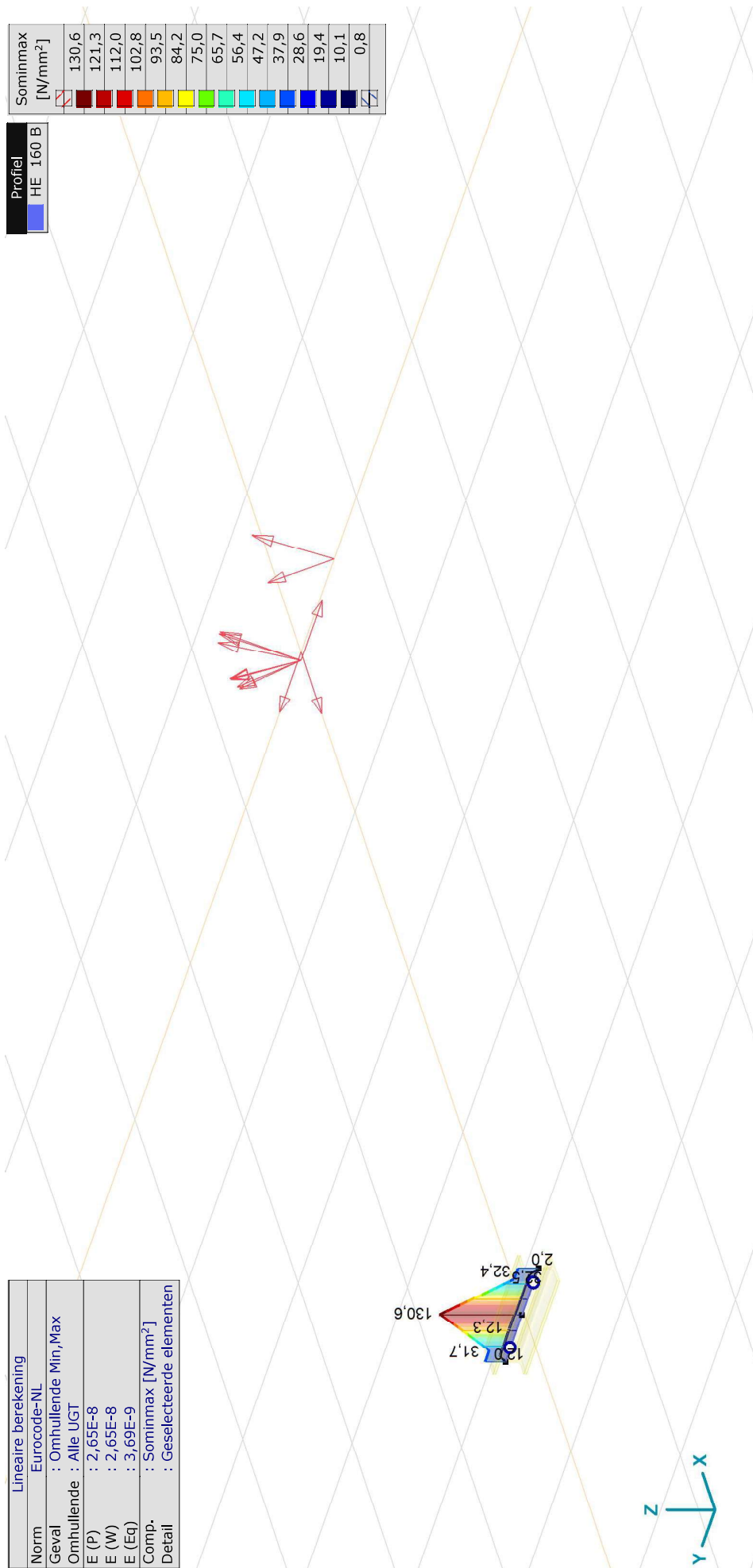
Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

Norm	Lineaire berekening
Geval	Eurocode-NL
Omhullende	: Omhullende Min,Max
E (P)	: 2,65E-8
E (W)	: 2,65E-8
E (Eq)	: 3,69E-9
Comp.	: Sominmax [N/mm ²]
Detail	: Geselecteerde elementen

Profiel	HE 160 B
Sominmax [N/mm ²]	130,6
	121,3
	112,0
	102,8
	93,5
	84,2
	75,0
	65,7
	56,4
	47,2
	37,9
	28,6
	19,4
	10,1
	0,8



[[1] > HEB160, Lineair, Omhullende (Alle UGT), Sominmax, Lijnen (gevuld)

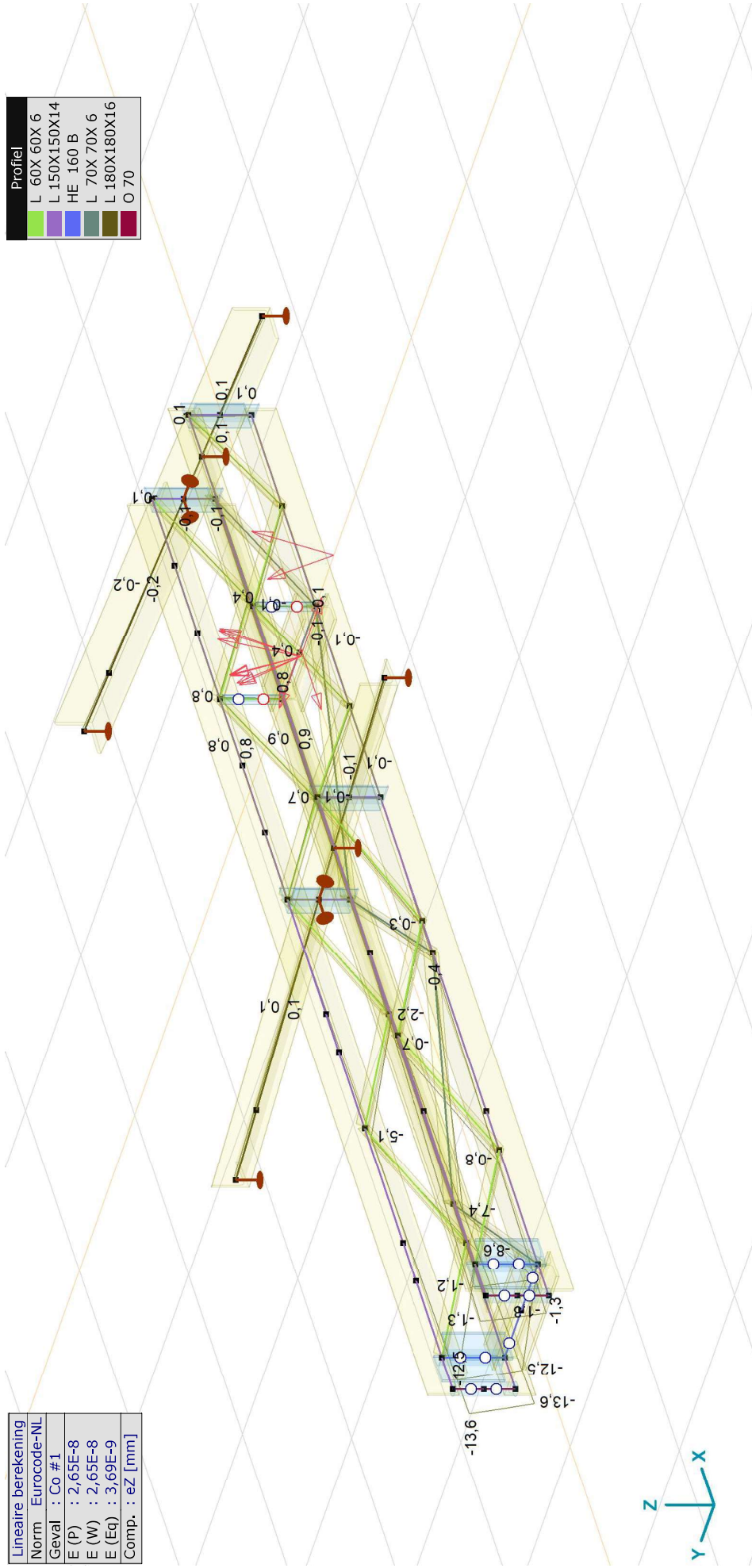
Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

Lineaire berekening	Norm. Eurocode-NL
Geval : Co #1	
E (P) : 2,65E-8	
E (W) : 2,65E-8	
E (Eq) : 3,69E-9	
Comp. : eZ [mm]	

Profiel
L 60X 60X 6
L 150X150X14
HE 160 B
L 70X 70X 6
L 180X180X16
O 70



[[1], Lineair, Co #1 (UGT), eZ, Lijnen

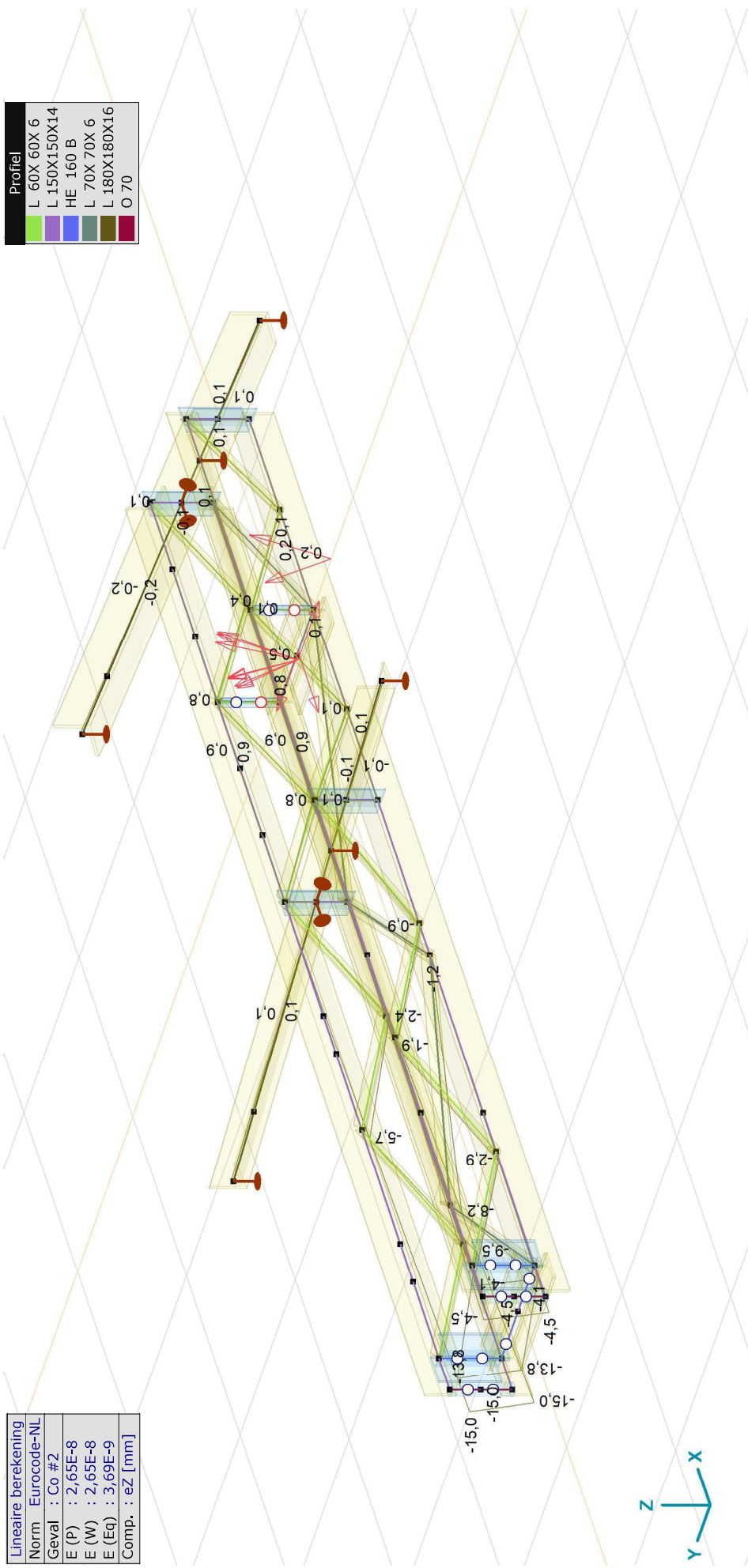
Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

Lineaire berekening	Norm. Eurocode-NL
Geval : Co #2	
E (P) : 2,65E-8	
E (W) : 2,65E-8	
E (Eq) : 3,69E-9	
Comp. : eZ [mm]	

Profiel
L 60X 60X 6
L 150X150X14
HE 160 B
L 70X 70X 6
L 180X180X16
O 70



[1]. Linear, Co #2 (UGT), eZ, Lijnen

Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

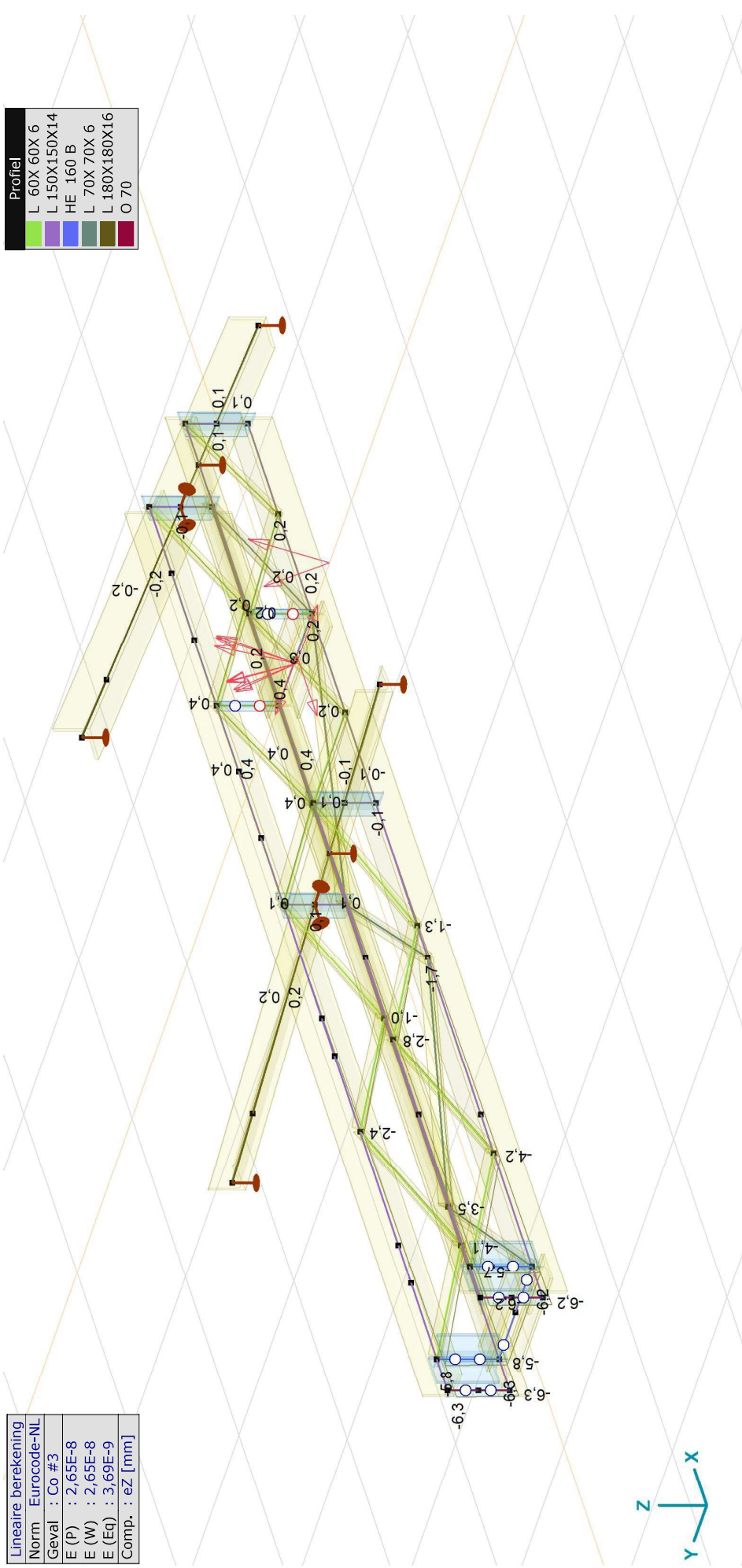
Model: HA+0_ci - MT.axs

1-7-2021

Pag. 30

Lineaire berekening
Norm: Eurocode-NL
Geval: Co #3
E (P) : 2,65E-8
E (W) : 2,65E-8
E (Eq) : 3,69E-9
Comp.: eZ [mm]

Profiel
L 60X 60X 6
L 150X150X14
HE 160 B
L 70X 70X 6
L 180X180X16
O 70

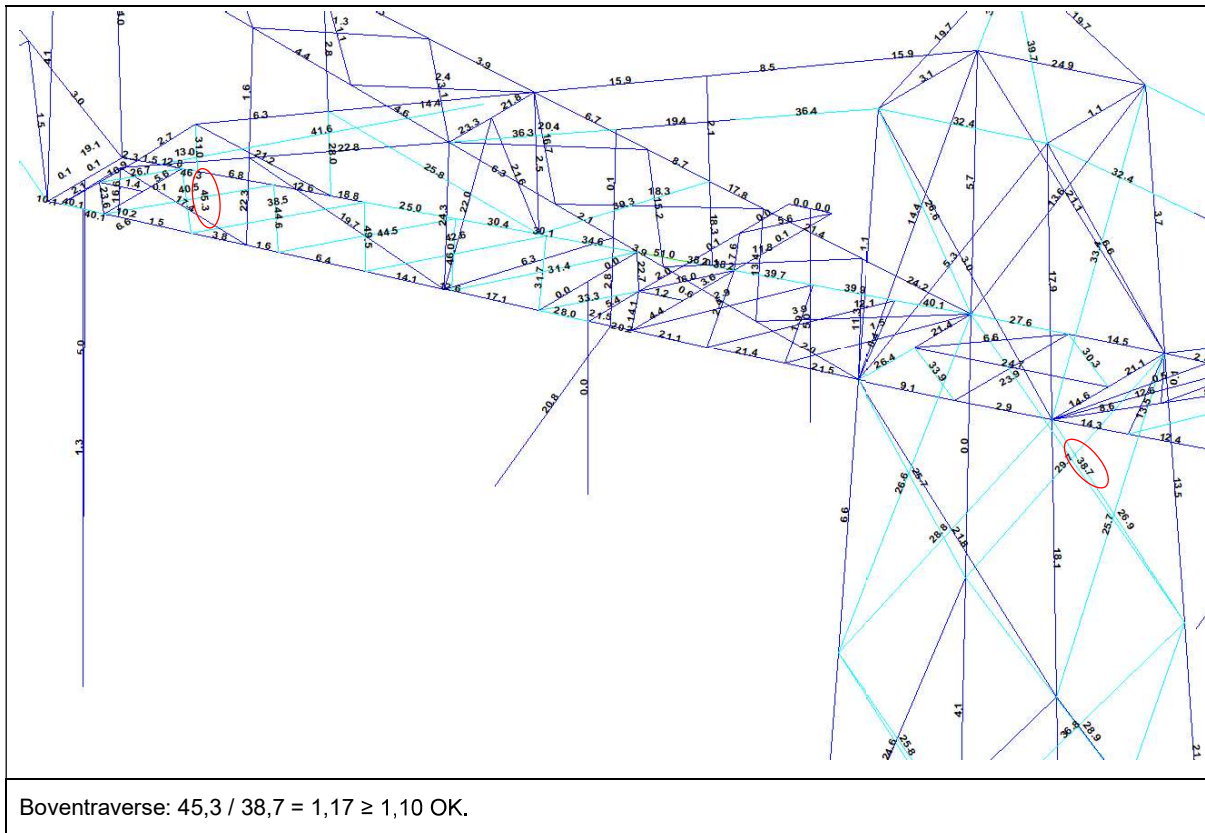


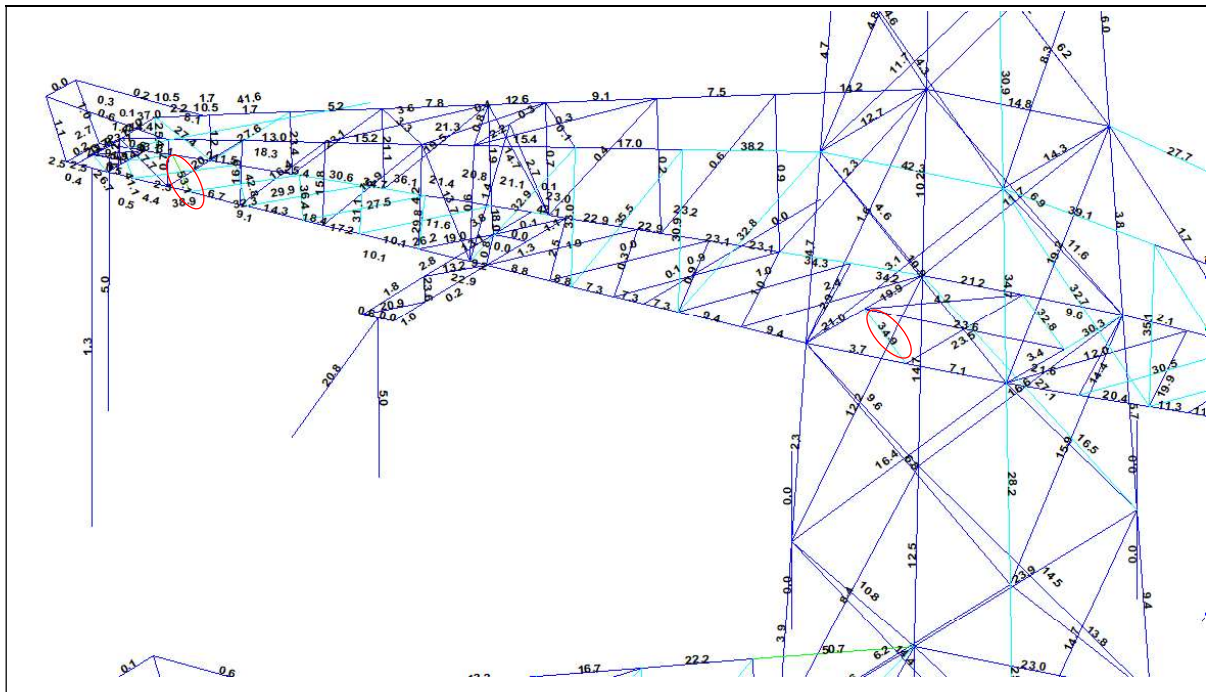
[[1], Lineair, Co #3 (UGT), eZ, Lijnen

APPENDIX F

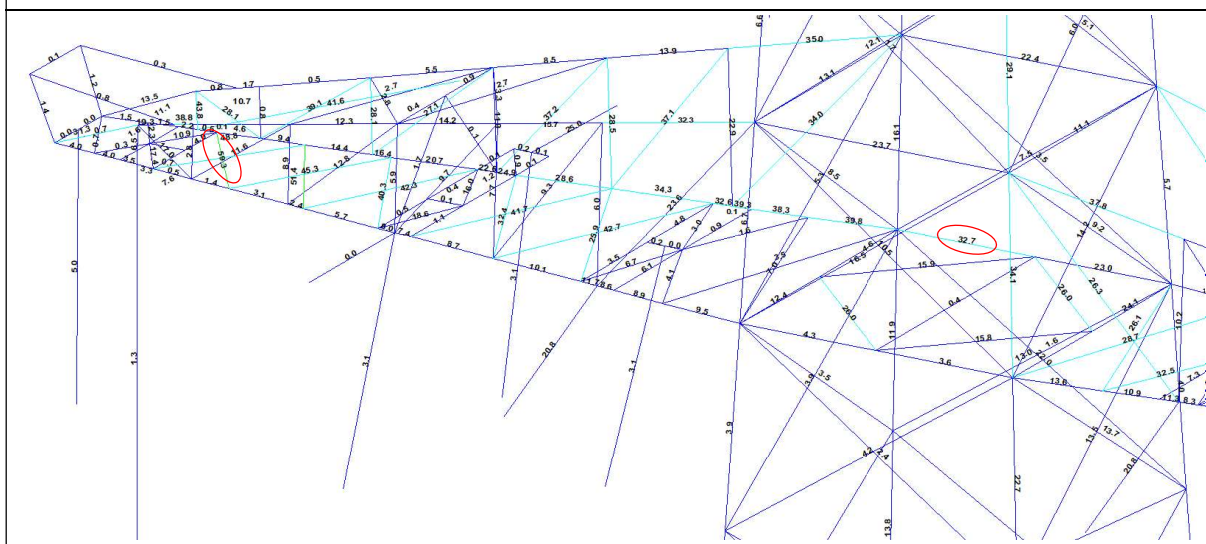
Sterkte-coördinatie

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





Middentraverse: $53,1 / 34,9 = 1,52 \geq 1,10$ OK.



Ondertraverse: $59,3 / 32,7 = 1,81 \geq 1,10$ OK

APPENDIX G

Galloping

Uitgangspunten

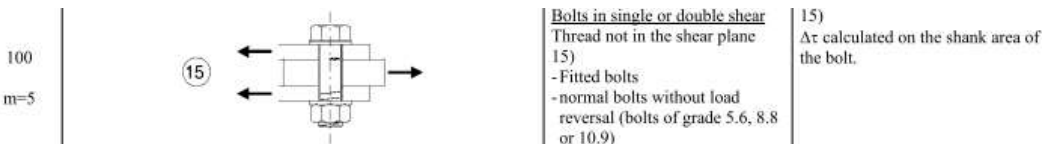
In het uitgangspuntendocument is beschreven dat wordt uitgegaan van een materiaalfactor voor vermoeiing $\gamma_{mf} = 1,15$. Dit komt overeen met de “Safe-life methode” met “Low consequence” van tabel 3.1 van NEN-EN 1993-1-9 of met “Damage tolerant” en “High consequence”.

Assessment method	Consequence of failure	
	Low consequence	High consequence
Damage tolerant	1,00	1,15
Safe life	1,15	1,35

Voor staven met gatverzwakking met bouten in ruime gaten geldt volgens fig. 8.1 van NEN-EN 1993-1-9 categorie 50, met $m=3$



Voor niet voorgespannen bouten belast op afschuiving geldt volgens fig. 8.1 van NEN-EN 1993-1-9 categorie 100, met $m=5$.



Het belastingspectrum is in de NNA (NEN-EN 50341-2-15) als volgt gedefinieerd.

Table 4.11/NL.1 Load spectra line galloping for tension supports

Load spectra line galloping for tension supports		Number of load cycles in 50 years	
Number	Peak-to-peak load	Ice region A	Ice region B
1	2·EDS	7.000	3.000
2	1,5·EDS	36.000	17.000
3	1,0·EDS	125.000	65.000
4	0,5·EDS	482.000	265.000

Aanpak

De vier belastingen van 0,5 tot 2,0EDS hebben een vaste onderlinge verhouding. Aangezien het aantal wisselingen zich in het $m=3$ gebied van de vermoeiingskromme bevindt vanwege $n < 2 \times 10^6$, kan een relatie worden afgeleid tussen de grootte van de spanningswissel met bijvoorbeeld 1,0EDS en de spanningswisseling die bij 2×10^6 wisselingen op basis van het spectrum nog net toelaatbaar is. Dit staat bekend als de equivalente spanningen methode. Via de factor lambda kan de spanningswisseling worden berekend.

$$\lambda = \left[\frac{\sum \Delta\sigma_i^m \cdot n_i}{2 \cdot 10^6} \right]^{\frac{1}{m}}$$

Toepassen van de formule voor een spanning van 1 N/mm² bij 1,0EDS levert:

Helling Ijsgebied	m=3		m=5	
	A	B	A	B
Wisseling	$\sigma_i^m \times n_i$	$\sigma_i^m \times n_i$	$\sigma_i^m \times n_i$	$\sigma_i^m \times n_i$
2,0EDS	5,60E+04	2,40E+04	2,24E+05	9,60E+04
1,5EDS	1,22E+05	5,74E+04	2,73E+05	1,29E+05
1,0EDS	1,25E+05	6,50E+04	1,25E+05	6,50E+04
0,5EDS	6,03E+04	3,31E+04	1,51E+04	8,28E+03
$\Sigma \sigma_i^m \times n_i$	3,63E+05	1,80E+05	6,37E+05	2,98E+05
$\lambda = (\Sigma \sigma_i n_i / 2 \times 10^6)^{1/m}$	0,57	0,45	0,80	0,68

Voor ijsgebied A is de toelaatbare spanningswisseling bij 1,0 EDS en 125.000 wisselingen dus 1/0,57 (175%) van de toelaatbare spanningswisseling bij een aantal wisselingen van $2,0 \times 10^6$. Er kan ook worden gesteld dat als de spanningswisselingen van 1,0 EDS 363.000 maal voorkomen, dezelfde schade wordt behaald als de vier niveaus afzonderlijk. Deze aanpak is gehanteerd.

- In de berekening van de mast wordt telkens één afspanpunt van de geleiders belast met een trekkracht in lijnrichting van 1,0 EDS.
- Het aantal wisselingen dat deze trekkracht voorkomt wordt vergroot om het hele spectrum te vervangen, dit is afhankelijk van ijsgebied en m-factor.
- Voor iedere staaf in de constructie wordt de schade berekend als gevolg van de trekkracht voor elke geleider.
- De schade wordt gesommeerd over alle geleiders.
- De toetsing is uitgedrukt als de verhouding tussen de optredende spanningswisseling bij $n = 2 \times 10^6$ wisselingen en de toelaatbare spanningswisseling (43 MPa voor het staalprofiel en 87 MPa voor de bout).

Resultaten

In de tabellen zijn de resultaten van mast HA+0/ci gegeven. Vanwege de exponentiële invloed van het spanningsniveau heeft de verdeling van de U.C.'s een grote variatie. Het meest zwaar belast zijn de diagonalen in het ondervlak van de traverse in de nabijheid van de afspanpunten en de randen van de traverse. De conclusie is dat de staven en bouten voldoen.

Check galloping

Datum: 30-6-2021
 Auteur: TBR
 Versie: 1.0

RLI-TBG
 HA+0/ci

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede									
					ΔF_y [kN]	Brutto [mm ²]	Netto [mm ²]	$\Delta\sigma_{ij}$ [Mpa]	DC _j [Mpa]	$\Delta\sigma_{c;j}$ [Mpa]	UC opp.	ΔF_y [kN]	Bout [mm ²]	Opp. Bout [mm ²]	$\Delta\sigma_{ij;b}$ [Mpa]	DC _{j;b} [Mpa]	$\Delta\sigma_{c;b}$ [Mpa]	UC bout						
100	Main leg	80x80x8	2	M20	17.0	1230	1054	16.1	50	43	0.37	25.9	314	41.2	100	87	0.47							
101	Main leg	130x130x12	4	M24	26.8	3000	2688	10.0	50	43	0.23	40.5	452	22.4	100	87	0.26							
102	Main leg	160x160x15	6	M24	42.8	4671	4281	10.0	50	43	0.23	62.4	452	23.0	100	87	0.26							
103	Main leg	160x160x15	8	M24	61.3	4671	4281	14.3	50	43	0.33	90.8	452	25.1	100	87	0.29							
104	Main leg	160x160x15	8	M24	73.6	4671	4281	17.2	50	43	0.40	103.3	452	28.6	100	87	0.33							
105	Main leg	200x200x24	8	M24	103.5	9060	8436	12.3	50	43	0.28	150.8	452	41.7	100	87	0.48							
106	Main leg	200x200x24	0		127.0	9060	9060	14.0	50	43	0.32	184.3	0	0.0	100	87	0.00							
107	Main leg	200x200x24	12	M24	135.5	9060	8436	16.1	50	43	0.37	191.6	452	35.3	100	87	0.41							
108	Main leg	200x200x24	20	M24	162.0	9060	8436	19.2	50	43	0.44	225.3	452	24.9	100	87	0.29							
109	Main leg	200x200x24	20	M24	177.0	9060	8436	21.0	50	43	0.48	244.9	452	27.1	100	87	0.31							
110	Main leg	250x250x24	24	M24	193.8	11492	10868	17.8	50	43	0.41	266.1	452	24.5	100	87	0.28							
111	Main leg	250x250x24	24	M24	204.2	11492	10868	18.8	50	43	0.43	277.2	452	25.6	100	87	0.29							
112.1	Main leg	250x250x24	24	M24	206.7	11492	10868	19.0	50	43	0.44	276.9	452	25.5	100	87	0.29							
113.1	Main leg	250x250x24	0		186.6	11492	11492	16.2	50	43	0.37	246.7	0	0.0	100	87	0.00							
114.1	Main leg	250x250x24	24	M24	186.0	11492	10868	17.1	50	43	0.39	245.9	452	22.7	100	87	0.26							
200	Diag front face	100x100x10	2	M24	21.7	1920	1660	13.1	50	43	0.30	33.0	452	36.5	100	87	0.42							
201	Diag front face	150x150x14	6	M24	114.1	4014	3650	31.3	50	43	0.72	172.3	452	63.5	100	87	0.73							
202	Diag front face	150x150x14	5	M24	95.4	4014	3650	26.1	50	43	0.60	144.1	452	63.8	100	87	0.73							
203	Diag front face	150x150x14	5	M24	82.8	4014	3650	22.7	50	43	0.52	125.0	452	55.3	100	87	0.64							
204	Diag front face	120x120x12(12,0.33)	4	M24	110.9	5500	5188	21.4	50	43	0.49	157.7	452	87.2	100	87	1.00							
205	Diag front face	120x120x12(12,0.33)	4	M24	96.5	5500	5188	18.6	50	43	0.43	137.2	452	75.9	100	87	0.87							
206	Diag front face	120x120x12(12,0.33)	4	M24	86.6	5500	5188	16.7	50	43	0.38	120.4	452	66.6	100	87	0.77							
207	Diag front face	120x120x12(12,0.33)	4	M24	83.6	5500	5188	16.1	50	43	0.37	111.1	452	61.4	100	87	0.71							
208	Diag front face	120x120x12(12,0.33)	4	M24	74.6	5500	5188	14.4	50	43	0.33	99.0	452	54.7	100	87	0.63							
209	Diag front face	120x120x12(12,0.33)	3	M24	69.0	5500	5188	13.3	50	43	0.31	90.8	452	67.0	100	87	0.77							
210	Diag front face	120x120x12(12,0.33)	3	M24	67.5	5500	5188	13.0	50	43	0.30	88.8	452	65.5	100	87	0.75							
211.1	Diag front face	150x150x12(12,0.33)	3	M24	58.6	6970	6658	8.8	50	43	0.20	77.4	452	57.1	100	87	0.66							
212.1	Diag front face	130x130x12#(15,0.33)	3	M24	42.6	6040	5728	7.4	50	43	0.17	56.5	452	41.6	100	87	0.48							
213.1	Diag front face	150x150x12(12,0.33)	4	M24	42.2	6970	6658	6.3	50	43	0.15	56.0	452	31.0	100	87	0.36							
300	Diag side face	80x80x8	2	M24	16.6	1230	1022	16.2	50	43	0.37	25.2	452	27.9	100	87	0.32							
301	Diag side face	150x150x14	6	M24	117.9	4014	3650	32.3	50	43	0.74	178.3	452	65.8	100	87	0.76							
302	Diag side face	150x150x14	5	M24	99.0	4014	3650	27.1	50	43	0.62	149.7	452	66.2	100	87	0.76							
303	Diag side face	150x150x14	4	M24	80.9	4014	3650	22.2	50	43	0.51	122.3	452	67.6	100	87	0.78							
304	Diag side face	120x120x12(12,0.33)	4	M24	105.6	5500	5188	20.4	50	43	0.47	146.4	452	81.0	100	87	0.93							
305	Diag side face	120x120x12(12,0.33)	4	M24	92.4	5500	5188	17.8	50	43	0.41	128.0	452	70.8	100	87	0.81							
306	Diag side face	120x120x12(12,0.33)	3	M24	82.7	5500	5188	15.9	50	43	0.37	114.7	452	84.6	100	87	0.97							
307	Diag side face	120x120x12(12,0.33)	4	M24	93.3	5500	5188	18.0	50	43	0.41	123.5	452	68.3	100	87	0.79							
308	Diag side face	120x120x12(12,0.33)	4	M24	85.4	5500	5188	16.5	50	43	0.38	113.0	452	62.5	100	87	0.72							
309	Diag side face	120x120x12(12,0.33)	3	M24	80.5	5500	5188	15.5	50	43	0.36	106.5	452	78.5	100	87	0.90							
310	Diag side face	120x120x12(12,0.33)	3	M24	75.2	5500	5188	14.5	50	43	0.33	99.4	452	73.3	100	87	0.84							
311.1	Diag side face	150x150x12(12,0.33)	3	M24	70.1	6970	6658	10.5	50	43	0.24	93.3	452	68.8	100	87	0.79							
312.1	Diag side face	130x130x12#(15,0.33)	3	M24	53.6	6040	5728	9.4	50	43	0.22	71.2	452	52.5	100	87	0.60							

Check galloping

Datum: 30-6-2021
 Auteur: TBR
 Versie: 1.0

RLI-TBG
 HA+0/ci

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel					Controle boutdoorsnede							
					ΔF_y [kN]	Brutto [mm ²]	Netto [mm ²]	$\Delta \sigma_{ij}$ [Mpa]	DC _j [Mpa]	$\Delta \sigma_{cjo}$ [Mpa]	UC opp.	ΔF_b [kN]	Bout [mm ²]	Opp. Bout [mm ²]	$\Delta \sigma_{ijb}$ [Mpa]	DC _{jb} [Mpa]	$\Delta \sigma_{cjb}$ [Mpa]
313.1	Diag side face	150x150x12(12,0,33)		4 M24	51.1	6970	6658	7.7	50	43	0.18	68.0	452	37.6	100	87	0.43
400	Horizontal lower ca.	180x180x16		10 M24	81.3	5540	5124	15.9	50	43	0.36	123.9	452	27.4	100	87	0.32
401	Lower chord lower ca.	150x150x14		10 M24	153.6	4014	3650	42.1	50	43	0.97	234.3	452	51.8	100	87	0.60
402	Lower chord lower ca.	150x150x14		0	142.2	4014	4014	35.4	50	43	0.81	217.0	0	0.0	100	87	0.00
404	Lower chord lower ca.	150x150x14		0	91.9	4014	4014	22.9	50	43	0.53	140.3	0	0.0	100	87	0.00
405	Lower chord lower ca.	150x150x14		0	37.3	4014	4014	9.3	50	43	0.21	56.9	0	0.0	100	87	0.00
406	Lower chord lower ca.	150x150x14		0	20.0	4014	4014	5.0	50	43	0.11	30.4	0	0.0	100	87	0.00
407	Lower chord lower ca.	150x150x14		0	16.2	4014	4014	4.0	50	43	0.09	24.6	0	0.0	100	87	0.00
410	Horizontal lower ca.	130x130x12		3 M24	24.2	3000	2688	9.0	50	43	0.21	36.6	452	27.0	100	87	0.31
411	Horizontal lower ca.	150x150x14 (not coup)		2 M24	15.3	8028	7664	2.0	50	43	0.05	23.3	452	25.7	100	87	0.30
413	Horizontal lower ca.	150x150x18 (not coup)		2 M24	26.8	10200	9732	2.8	50	43	0.06	40.9	452	45.2	100	87	0.52
414	Beam lower ca.	HEB220		0	0.3	9104	9104	0.0	50	43	0.00	0.4	0	0.0	100	87	0.00
415	Horizontal lower ca.	HEB160		0	4.9	5430	5430	0.9	50	43	0.02	7.5	0	0.0	100	87	0.00
416	Horizontal lower ca.	150x150x14 (not coup)		0	13.1	8028	8028	1.6	50	43	0.04	19.9	0	0.0	100	87	0.00
426	Upper chord lower ca.	100x100x10		4 M24	18.9	1920	1660	11.4	50	43	0.26	28.7	452	15.9	100	87	0.18
427	Upper chord lower ca.	100x100x10		0	19.4	1920	1920	10.1	50	43	0.23	29.4	0	0.0	100	87	0.00
428	Upper chord lower ca.	100x100x10		0	18.4	1920	1920	9.6	50	43	0.22	27.9	0	0.0	100	87	0.00
429	Upper chord lower ca.	100x100x10		0	19.4	1920	1920	10.1	50	43	0.23	29.4	0	0.0	100	87	0.00
430	Upper chord lower ca.	100x100x10		2 M20	19.4	1920	1700	11.4	50	43	0.26	29.5	314	46.9	100	87	0.54
431	Upper chord lower ca.	100x100x10		2 M20	18.2	1920	1700	10.7	50	43	0.25	27.5	314	43.9	100	87	0.50
433	Stability bracing lower ca.	70x70x6		1 M16	0.1	810	702	0.2	50	43	0.00	0.2	201	1.0	100	87	0.01
434	Hand rail	60x60x6		1 M16	0.1	690	582	0.1	50	43	0.00	0.1	201	0.5	100	87	0.01
435	Hand rail	100x50x6		2 M16	0.0	870	762	0.0	50	43	0.00	0.0	201	0.0	100	87	0.00
436	Hand rail	60x60x6		1 M16	0.0	690	582	0.1	50	43	0.00	0.0	201	0.2	100	87	0.00
437	Stability bracing lower ca.	70x70x6		1 M16	0.6	810	702	0.9	50	43	0.02	1.0	201	4.7	100	87	0.05
440	Vertical side face lower ca.	80x80x6		2 M20	2.5	940	808	3.1	50	43	0.07	3.9	314	6.2	100	87	0.07
441	Vertical side face lower ca.	70x70x6		2 M16	3.0	810	702	4.3	50	43	0.10	4.6	201	11.5	100	87	0.13
442	Vertical side face lower ca.	60x60x6		1 M16	4.4	690	582	7.6	50	43	0.17	6.7	201	33.4	100	87	0.38
443	Vertical side face lower ca.	60x60x6		1 M16	0.2	690	582	0.4	50	43	0.01	0.4	201	1.9	100	87	0.02
444	Vertical side face lower ca.	60x60x6		1 M16	7.6	690	582	13.1	50	43	0.30	11.7	201	58.1	100	87	0.67
445	Vertical side face lower ca.	70x70x6		2 M16	2.6	810	702	3.7	50	43	0.09	4.0	201	9.9	100	87	0.11
460	Diag side face lower ca.	80x80x6		2 M20	5.2	940	808	6.4	50	43	0.15	7.6	314	12.2	100	87	0.14
461	Diag side face lower ca.	70x70x6		2 M20	3.9	810	678	5.7	50	43	0.13	5.9	314	9.4	100	87	0.11
462	Diag side face lower ca.	60x60x6		2 M16	6.2	690	582	10.7	50	43	0.25	9.5	201	23.7	100	87	0.27
463	Diag side face lower ca.	60x60x6		2 M16	11.2	690	582	19.3	50	43	0.44	17.2	201	42.7	100	87	0.49
464	Diag side face lower ca.	60x60x6		2 M16	7.6	690	582	13.0	50	43	0.30	11.6	201	28.8	100	87	0.33
465	Stability bracing lower ca.	90x90x9		1 M16	0.2	1539	1377	0.1	50	43	0.00	0.2	201	1.1	100	87	0.01
466	Diag side face lower ca.	70x70x7		2 M20	4.2	940	786	5.4	50	43	0.12	6.5	314	10.3	100	87	0.12
475	Diag lower plane lower ca.	80x80x6		2 M20	14.5	940	808	18.0	50	43	0.41	20.4	314	32.5	100	87	0.37
476	Diag lower plane lower ca.	80x80x8		2 M20	18.5	1230	1054	17.5	50	43	0.40	25.7	314	41.0	100	87	0.47
477	Diag lower plane lower ca.	80x80x6		2 M20	7.8	940	808	9.7	50	43	0.22	11.5	314	18.3	100	87	0.21
479	Diag lower plane lower ca.	70x70x6		2 M16	14.5	810	702	20.6	50	43	0.47	22.1	201	54.9	100	87	0.63

Check galloping

Datum: 30-6-2021
 Auteur: TBR
 Versie: 1.0

RLI-TBG
 HA+0/ci

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel						Controle boutdoorsnede						
					ΔF ₁₀ [kN]	Brutto [mm ²]	Netto [mm ²]	Δσ ₁₀ [Mpa]	DC ₁₀ [Mpa]	Δσ ₁₀ Δσ ₁₀ Δσ ₁₀ [Mpa]	UC opp.	ΔF ₁₀ Bout [kN]	Opp. Bout [mm ²]	Δσ ₁₀ Δσ ₁₀ Δσ ₁₀ [Mpa]	DC ₁₀ [Mpa]	UC bout	
480	Diag lower plane lower ca.	70x70x6	2	M20	16.4	810	678	24.1	50	43	0.55	25.0	314	39.8	100	87	0.46
482	Diag lower plane lower ca.	70x70x6	2	M20	19.6	810	678	29.0	50	43	0.67	30.0	314	47.7	100	87	0.55
484	Diag lower plane lower ca.	70x70x6	2	M20	8.2	810	678	12.1	50	43	0.28	12.5	314	19.9	100	87	0.23
485	Plan bracing lower ca.	120x120x10	3	M24	31.5	2320	2060	15.3	50	43	0.35	47.6	452	35.1	100	87	0.40
486	Plan bracing lower ca.	120x120x10	2	M24	0.0	2320	2060	0.0	50	43	0.00	0.1	452	0.1	100	87	0.00
487	Diag lower plane lower ca.	70x70x6	2	M20	24.4	810	678	36.0	50	43	0.83	37.2	314	59.3	100	87	0.68
488	Diag lower plane lower ca.	70x70x6	2	M20	29.0	810	678	42.7	50	43	0.98	44.2	314	70.4	100	87	0.81
489	Diag lower plane lower ca.	70x70x6	2	M20	9.2	810	678	13.5	50	43	0.31	14.0	314	22.3	100	87	0.26
490	Diag lower plane lower ca.	70x70x6	2	M20	1.4	810	678	2.0	50	43	0.05	2.1	314	3.3	100	87	0.04
491	Diag lower plane lower ca.	70x70x6	2	M20	0.4	810	678	0.6	50	43	0.01	0.6	314	1.0	100	87	0.01
500	Horizontal mid ca.	200x200x18	10	M24	134.5	6910	6442	20.9	50	43	0.48	203.8	452	45.1	100	87	0.52
501	Lower chord mid ca.	180x180x18	10	M24	226.9	6190	5722	39.7	50	43	0.91	343.7	452	76.0	100	87	0.87
502	Lower chord mid ca.	180x180x18	0		211.2	6190	6190	34.1	50	43	0.78	321.2	0	0.0	100	87	0.00
503	Lower chord mid ca.	180x180x18	0		200.0	6190	6190	32.3	50	43	0.74	304.9	0	0.0	100	87	0.00
504	Lower chord mid ca.	180x180x18	8	M24	174.4	6190	5722	30.5	50	43	0.70	266.2	452	73.6	100	87	0.85
505	Lower chord mid ca.	160x160x15	8	M24	141.2	4671	4281	33.0	50	43	0.76	215.5	452	59.6	100	87	0.69
506	Lower chord mid ca.	160x160x15	0		92.6	4671	4671	19.8	50	43	0.46	141.4	0	0.0	100	87	0.00
507	Lower chord mid ca.	160x160x15	0		49.1	4671	4671	10.5	50	43	0.24	75.0	0	0.0	100	87	0.00
508	Lower chord mid ca.	160x160x15	0		19.5	4671	4671	4.2	50	43	0.10	29.6	0	0.0	100	87	0.00
509	Lower chord mid ca.	160x160x15	0		0.2	4671	4341	0.1	50	43	0.00	0.4	314	0.6	100	87	0.01
511	Horizontal mid ca.	150x150x12	3	M24	41.2	3480	3168	13.0	50	43	0.30	62.6	452	46.2	100	87	0.53
512	Beam mid ca.	150x150x14 (not coup	2	M24	26.6	8028	7664	3.5	50	43	0.08	40.7	452	45.0	100	87	0.52
514	Beam mid ca.	150x150x18 (not coup	2	M24	35.2	10200	9732	3.6	50	43	0.08	53.7	452	59.4	100	87	0.68
515	Horizontal mid ca.	HEB220	0		2.2	9104	9104	0.2	50	43	0.01	3.3	0	0.0	100	87	0.00
516	Beam mid ca.	UNP220	0		7.2	3740	3740	1.9	50	43	0.04	11.0	0	0.0	100	87	0.00
517	Beam mid ca.	HEB140	0		0.1	4300	4300	0.0	50	43	0.00	0.1	0	0.0	100	87	0.00
526	Upper chord mid ca.	120x120x12	4	M24	33.9	2750	2438	13.9	50	43	0.32	51.4	452	28.4	100	87	0.33
527	Upper chord mid ca.	120x120x12	0		34.1	2750	2750	12.4	50	43	0.28	51.7	0	0.0	100	87	0.00
528	Upper chord mid ca.	120x120x12	6	M24	32.5	2750	2438	13.3	50	43	0.31	49.3	452	18.2	100	87	0.21
529	Upper chord mid ca.	100x100x10	0		32.0	1920	1920	16.7	50	43	0.38	48.6	0	0.0	100	87	0.00
530	Upper chord mid ca.	100x100x10	0		27.6	1920	1920	14.4	50	43	0.33	42.0	0	0.0	100	87	0.00
531	Upper chord mid ca.	100x100x10	0		25.4	1920	1920	13.2	50	43	0.30	38.7	0	0.0	100	87	0.00
532	Upper chord mid ca.	100x100x10	0		25.5	1920	1920	13.3	50	43	0.30	38.7	0	0.0	100	87	0.00
533	Upper chord mid ca.	100x100x10	2	M24	28.2	1920	1660	17.0	50	43	0.39	42.9	452	47.5	100	87	0.55
535	Stability bracing mid ca.	70x70x6	1	M16	0.4	810	702	0.6	50	43	0.01	0.6	201	3.0	100	87	0.03
536	Hand rail	60x60x6	1	M16	0.1	690	582	0.1	50	43	0.00	0.1	201	0.6	100	87	0.01
537	Hand rail	100x50x6	2	M16	0.0	870	762	0.0	50	43	0.00	0.0	201	0.0	100	87	0.00
538	Hand rail	60x60x6	1	M16	0.0	690	582	0.0	50	43	0.00	0.1	201	0.3	100	87	0.00
539	Stability bracing mid ca.	70x70x6	1	M16	1.4	810	702	1.9	50	43	0.04	1.9	201	9.4	100	87	0.11
540	Vertical side face mid ca.	80x80x8	2	M16	5.6	1230	1086	5.2	50	43	0.12	8.5	201	21.1	100	87	0.24
541	Vertical side face mid ca.	80x80x6	2	M16	5.7	940	832	6.9	50	43	0.16	8.7	201	21.6	100	87	0.25
542	Vertical side face mid ca.	60x60x6	2	M16	0.2	690	582	0.3	50	43	0.01	0.3	201	0.6	100	87	0.01

Check galloping

Datum: 30-6-2021
Auteur: TBR
Versie: 1.0

RLI-TBG
HA+0/ci

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel							Controle boutdoorsnede						
					ΔF_o [kN]	Brutto [mm ²]	Netto [mm ²]	$\Delta \sigma_{i,j}$ [Mpa]	DC _{i,j} [Mpa]	$\Delta \sigma_{c,i}$ [Mpa]	UC opp.	ΔF_b [kN]	Bout [mm ²]	Opp. Bout [mm ²]	$\Delta \sigma_{i,j,b}$ [Mpa]	DC _{i,j,b} [Mpa]	$\Delta \sigma_{c,i,b}$ [Mpa]	UC bout
543	Vertical side face mid ca.	60x60x6	1	M16	2.1	690	582	3.7	50	43	0.08	3.3	201	16.3	100	87	0.19	
544	Vertical side face mid ca.	60x60x6	1	M16	2.5	690	582	4.4	50	43	0.10	3.9	201	19.3	100	87	0.22	
545	Vertical side face mid ca.	60x60x6	1	M16	0.4	690	582	0.7	50	43	0.02	0.7	201	3.3	100	87	0.04	
546	Vertical side face mid ca.	60x60x6	2	M16	12.2	690	582	20.9	50	43	0.48	18.5	201	46.1	100	87	0.53	
560	Diag side face mid ca.	80x80x6	2	M20	6.8	940	808	8.5	50	43	0.19	10.4	314	16.6	100	87	0.19	
561	Diag side face mid ca.	80x80x6	2	M20	8.3	940	808	10.3	50	43	0.24	12.5	314	20.0	100	87	0.23	
562	Diag side face mid ca.	80x80x8	2	M20	8.9	1230	1054	8.4	50	43	0.19	13.5	314	21.5	100	87	0.25	
563	Diag side face mid ca.	60x60x6	2	M16	2.8	690	582	4.8	50	43	0.11	4.2	201	10.5	100	87	0.12	
564	Diag side face mid ca.	60x60x6	2	M16	4.5	690	582	7.8	50	43	0.18	6.9	201	17.2	100	87	0.20	
565	Diag side face mid ca.	60x60x6	2	M16	5.4	690	582	9.3	50	43	0.21	8.2	201	20.5	100	87	0.24	
566	Diag side face mid ca.	60x60x6	2	M16	6.4	690	582	10.9	50	43	0.25	9.7	201	24.1	100	87	0.28	
567	Stability bracing mid ca.	70x70x6	1	M16	0.5	810	702	0.8	50	43	0.02	0.7	201	3.6	100	87	0.04	
575	Diag lower plane mid ca.	70x70x6	2	M20	11.1	810	678	16.4	50	43	0.38	15.4	314	24.6	100	87	0.28	
576	Diag lower plane mid ca.	70x70x6	2	M20	13.2	810	678	19.4	50	43	0.45	18.4	314	29.2	100	87	0.34	
577	Diag lower plane mid ca.	70x70x6	2	M20	13.1	810	678	19.3	50	43	0.44	18.2	314	29.0	100	87	0.33	
578	Diag lower plane mid ca.	70x70x6	2	M20	15.2	810	678	22.5	50	43	0.52	21.2	314	33.8	100	87	0.39	
579	Diag lower plane mid ca.	70x70x6	2	M20	16.5	810	678	24.3	50	43	0.56	23.0	314	36.6	100	87	0.42	
580	Diag lower plane mid ca.	70x70x6	2	M20	14.8	810	678	21.8	50	43	0.50	20.6	314	32.8	100	87	0.38	
581	Diag lower plane mid ca.	70x70x6	2	M20	16.5	810	678	24.3	50	43	0.56	25.1	314	40.0	100	87	0.46	
582	Diag lower plane mid ca.	70x70x6	2	M20	18.1	810	678	26.7	50	43	0.61	27.6	314	44.0	100	87	0.51	
583	Diag lower plane mid ca.	70x70x6	2	M20	21.0	810	678	31.0	50	43	0.71	32.1	314	51.0	100	87	0.59	
584	Diag lower plane mid ca.	70x70x6	2	M20	24.6	810	678	36.2	50	43	0.83	37.5	314	59.7	100	87	0.69	
585	Diag lower plane mid ca.	80x80x6	2	M20	30.7	940	808	38.0	50	43	0.87	46.9	314	74.6	100	87	0.86	
586	Diag lower plane mid ca.	80x80x6	2	M20	28.2	940	808	34.9	50	43	0.80	43.1	314	68.6	100	87	0.79	
587	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	12.0	690	582	20.6	50	43	0.47	18.3	201	45.5	100	87	0.52	
588	Plan bracing mid ca.	140x140x13	5	M24	99.4	3521	3183	31.2	50	43	0.72	151.2	452	66.9	100	87	0.77	
589	Diag side face mid ca.	150x150x12	4	M24	63.8	3480	3168	20.1	50	43	0.46	96.9	452	53.6	100	87	0.62	
590	Diag side face mid ca.	60x60x6	2	M16	2.3	690	582	4.0	50	43	0.09	3.5	201	8.7	100	87	0.10	
593	Diag lower plane mid ca.	70x70x6	2	M20	13.7	810	678	20.2	50	43	0.46	22.7	314	33.2	100	87	0.38	
600	Horizontal top ca.	200x200x18	10	M24	150.5	6910	6442	23.4	50	43	0.54	207.7	452	50.4	100	87	0.58	
601	Lower chord top ca.	180x180x18	8	M24	194.7	6190	5722	34.0	50	43	0.78	297.0	452	82.1	100	87	0.94	
602	Lower chord top ca.	180x180x18	8	M24	160.0	6190	5722	28.0	50	43	0.64	244.2	452	67.5	100	87	0.78	
603	Lower chord top ca.	150x150x14	8	M24	121.0	4014	3650	33.2	50	43	0.76	184.7	452	51.1	100	87	0.59	
604	Lower chord top ca.	150x150x14	8	M24	56.4	4014	4014	14.1	50	43	0.32	86.0	0	0.0	100	87	0.00	
605	Lower chord top ca.	150x150x14	2	M20	23.4	4014	3706	6.3	50	43	0.14	35.3	314	56.1	100	87	0.65	
606	Lower chord top ca.	150x150x14	2	M20	5.6	4014	3706	1.5	50	43	0.03	8.0	314	12.7	100	87	0.15	
608	Earth peak lower chord	80x80x8	2	M20	7.5	1230	1054	7.2	50	43	0.16	11.0	314	17.6	100	87	0.20	
609	Horizontal top ca.	130x130x12	2	M20	45.0	3000	2688	16.8	50	43	0.12	7.8	314	12.4	100	87	0.14	
610	Horizontal top ca.	150x150x14 (not coup	3	M24	13.3	8028	7664	1.7	50	43	0.39	67.6	452	49.9	100	87	0.57	
611	Horizontal top ca.	HEB200	0	M24	1.0	7808	7808	0.1	50	43	0.04	20.2	452	22.4	100	87	0.26	
612	Horizontal top ca.	150x150x18 (not coup	2	M24	26.7	10200	9732	2.7	50	43	0.06	40.7	452	45.0	100	87	0.00	
613	Horizontal top ca.	150x150x18 (not coup	2	M24	26.7	10200	9732	2.7	50	43	0.06	40.7	452	45.0	100	87	0.52	

Check galloping

Datum: 30-6-2021
 Auteur: TBR
 Versie: 1.0

RLI-TBG
 HA+0/ci

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten			Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede				
			Bout	Bout	Bout	ΔF_i [kN]	Brutto [mm ²]	Netto [mm ²]	$\Delta\sigma_{i0}$ [Mpa]	DC _{i0} [Mpa]	$\Delta\sigma_{c0}$ [Mpa]	UC opp.	ΔF_i [kN]	Bout [mm ²]	Opp. Bout [mm ²]	$\Delta\sigma_{i;b}$ [Mpa]	DC _{i;b} [Mpa]	$\Delta\sigma_{c;b}$ [Mpa]	UC bout	
614	Beam top ca.	HEB220	0	1	1	1.9	9104	9104	0.2	50	43	0.00	2.9	0	0.0	100	87	0.00		
615	Earth peak horizontal	60x60x6	1	M16	1	1.0	690	582	1.7	50	43	0.04	1.5	201	7.5	100	87	0.09		
616	Earth peak horizontal	60x60x6	1	M16	1	1.0	690	582	1.8	50	43	0.04	1.5	201	7.7	100	87	0.09		
617	Earth peak horizontal	60x60x6	1	M16	1	0.0	690	582	0.0	50	43	0.00	0.0	201	0.2	100	87	0.00		
618	Beam top ca.	UNP220	0		0	4.6	3740	3740	1.2	50	43	0.03	7.0	0	0.0	100	87	0.00		
626	Upper chord top ca.	120x120x12	0		0	45.6	2750	2750	16.6	50	43	0.38	69.5	0	0.0	100	87	0.00		
627	Upper chord top ca.	120x120x12	4	M24	4	21.3	2750	2438	8.8	50	43	0.20	32.3	452	17.8	100	87	0.21		
628	Upper chord top ca.	120x120x12	6	M24	6	20.0	2750	2438	8.2	50	43	0.19	30.3	452	11.2	100	87	0.13		
629	Upper chord top ca.	120x120x12	3	M24	3	19.1	2750	2438	7.8	50	43	0.18	29.2	452	21.5	100	87	0.25		
630	Earth peak upper chord	130x130x12	4	M24	4	58.7	3000	2688	21.8	50	43	0.50	79.7	452	44.1	100	87	0.51		
631	Earth peak upper chord	130x130x12	0		0	49.8	3000	3000	16.6	50	43	0.38	69.9	0	0.0	100	87	0.00		
632	Earth peak upper chord	120x120x10	4	M24	4	47.2	2320	2060	22.9	50	43	0.53	66.2	452	36.6	100	87	0.42		
633	Earth peak upper chord	120x120x10	0		0	40.3	2320	2320	17.4	50	43	0.40	56.5	0	0.0	100	87	0.00		
634	Earth peak upper chord	120x120x10	0		0	30.3	2320	2320	13.0	50	43	0.30	42.4	0	0.0	100	87	0.00		
635	Earth peak upper chord	120x120x10	2	M20	2	15.9	2320	2100	7.6	50	43	0.17	22.2	314	35.4	100	87	0.41		
637	Stability bracing top ca.	70x70x7	1	M16	1	8.6	940	814	10.6	50	43	0.24	12.9	201	64.3	100	87	0.74		
638	Earth peak horizontal	HEB160	2	M20	2	4.7	5430	5254	0.9	50	43	0.02	6.6	314	10.6	100	87	0.12		
640	Vertical side face top ca.	60x60x6	2	M16	2	3.7	690	582	6.3	50	43	0.15	5.3	201	13.3	100	87	0.15		
641	Vertical side face top ca.	80x80x6	2	M20	2	13.5	940	808	16.7	50	43	0.38	20.2	314	32.2	100	87	0.37		
642	Vertical side face top ca.	80x80x6	1	M16	1	2.7	940	832	3.2	50	43	0.07	3.9	201	19.5	100	87	0.22		
643	Vertical side face top ca.	80x80x6	1	M16	1	0.2	940	832	0.2	50	43	0.01	0.3	201	1.6	100	87	0.02		
644	Vertical side face top ca.	80x80x6	1	M16	1	7.2	940	832	8.6	50	43	0.20	11.0	201	54.6	100	87	0.63		
645	Vertical side face top ca.	80x80x8	1	M16	1	0.1	1230	1086	0.1	50	43	0.00	0.2	201	0.9	100	87	0.01		
646	Earth peak vertical side face	60x60x6	1	M16	1	0.3	690	582	0.5	50	43	0.01	0.4	201	2.2	100	87	0.02		
660	Diag side face top ca.	80x80x6	2	M16	2	5.5	940	832	6.6	50	43	0.15	7.6	201	18.9	100	87	0.22		
661	Diag side face top ca.	90x90x8	2	M20	2	4.9	1390	1246	3.9	50	43	0.09	7.2	201	18.0	100	87	0.21		
662	Diag side face top ca.	90x90x8	2	M20	2	7.3	1390	1214	6.0	50	43	0.14	10.7	314	17.1	100	87	0.20		
663	Earth peak diag side face	80x80x6	1	M16	1	0.3	940	832	0.3	50	43	0.01	0.4	201	1.8	100	87	0.02		
664	Stability bracing top ca.	80x80x8	2	M16	2	16.5	1230	1086	15.2	50	43	0.35	24.9	201	61.9	100	87	0.71		
673	Earth peak diag upper side	60x60x6	2	M16	2	7.1	690	582	12.2	50	43	0.28	10.0	201	24.8	100	87	0.29		
674	Earth peak diag upper side	60x60x6	2	M16	2	5.9	690	582	10.1	50	43	0.23	8.3	201	20.6	100	87	0.24		
675	Diag lower plane top ca.	70x70x6	2	M20	2	14.0	810	678	20.7	50	43	0.48	19.6	314	31.1	100	87	0.36		
676	Diag lower plane top ca.	70x70x6	2	M20	2	17.8	810	678	26.2	50	43	0.60	24.9	314	39.7	100	87	0.46		
677	Diag lower plane top ca.	70x70x6	2	M20	2	16.5	810	678	24.3	50	43	0.56	23.1	314	36.7	100	87	0.42		
678	Diag lower plane top ca.	70x70x6	2	M20	2	13.3	810	678	19.6	50	43	0.45	20.2	314	32.2	100	87	0.37		
679	Diag lower plane top ca.	70x70x6	2	M20	2	13.5	810	678	19.9	50	43	0.46	20.5	314	32.7	100	87	0.38		
680	Diag lower plane top ca.	70x70x6	2	M20	2	16.4	810	678	24.2	50	43	0.56	25.0	314	39.8	100	87	0.46		
681	Diag lower plane top ca.	70x70x6	2	M20	2	26.1	810	678	38.6	50	43	0.89	39.9	314	63.5	100	87	0.73		
682	Diag lower plane top ca.	70x70x6	2	M20	2	28.5	810	678	42.1	50	43	0.97	43.6	314	69.4	100	87	0.80		
683	Diag lower plane top ca.	80x80x6	2	M20	2	30.6	940	808	37.8	50	43	0.87	46.7	314	74.3	100	87	0.85		
684	Diag lower plane top ca.	80x80x6	2	M20	2	31.6	940	808	39.1	50	43	0.90	48.3	314	76.9	100	87	0.88		
685	Diag lower plane top ca.	60x60x6	2	M16	2	11.3	690	582	19.4	50	43	0.45	17.3	201	43.0	100	87	0.49		

Check galloping

Datum: 30-6-2021
 Auteur: TBR
 Versie: 1.0

RLI-TBG
 HA+0/ci

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					ΔF_o [kN]	Brutto [mm ²]	Netto [mm ²]	$\Delta\sigma_{jo}$ [Mpa]	DC _j [Mpa]	$\Delta\sigma_{cjo}$ [Mpa]	UC opp.	ΔF_b [kN]	Bout [mm ²]	Opp. Bout [mm ²]	$\Delta\sigma_{jib}$ [Mpa]	DC _j [Mpa]	$\Delta\sigma_{cjb}$ [Mpa]	UC bout		
686	Earth peak diag lower plane	70x70x7	1	M16	0.5	940	814	0.6	50	43	0.01	0.7	201	3.6	100	87	0.04			
687	Earth peak diag lower plane	70x70x7	1	M16	2.9	940	814	3.6	50	43	0.08	4.4	201	21.8	100	87	0.25			
688	Earth peak diag upper plane	70x70x6	2	M16	8.3	810	702	11.8	50	43	0.27	12.2	201	30.3	100	87	0.35			
689	Earth peak diag upper plane	70x70x6	2	M16	8.9	810	702	12.6	50	43	0.29	13.1	201	32.6	100	87	0.38			
690	Earth peak diag upper plane	60x60x6	2	M16	10.0	690	582	17.2	50	43	0.40	14.8	201	36.8	100	87	0.42			
691	Earth peak diag upper plane	60x60x6	2	M16	11.3	690	582	19.4	50	43	0.45	16.7	201	41.6	100	87	0.48			
692	Earth peak diag upper plane	60x60x6	1	M16	2.4	690	582	4.1	50	43	0.09	3.4	201	16.7	100	87	0.19			
693	Earth peak diag upper plane	60x60x6	1	M16	2.7	690	582	4.6	50	43	0.11	3.7	201	18.6	100	87	0.21			
694	Earth peak diag upper plane	60x60x6	1	M16	3.0	690	582	5.2	50	43	0.12	4.3	201	21.3	100	87	0.24			
695	Earth peak diag upper plane	60x60x6	1	M16	3.6	690	582	6.1	50	43	0.14	5.0	201	24.8	100	87	0.29			
696	Earth peak diag upper plane	60x60x6	1	M16	3.9	690	582	6.7	50	43	0.16	5.5	201	27.5	100	87	0.32			
697	Earth peak diag upper plane	60x60x6	1	M16	4.7	690	582	8.0	50	43	0.18	6.6	201	32.6	100	87	0.38			
698	Plan bracing top ca.	150x150x12	4	M24	65.7	3480	3168	20.7	50	43	0.48	98.9	452	54.7	100	87	0.63			
699	Plan bracing top ca.	140x140x13	5	M24	108.1	3521	3183	34.0	50	43	0.78	162.5	452	71.9	100	87	0.83			
700.1	Hor. Plan bracing hip structur	100x100x8	2	M20	2.3	1550	1374	1.7	50	43	0.04	3.1	314	5.0	100	87	0.06			
701.1	Hor. Plan bracing hip structur	100x100x8	2	M20	0.4	1550	1374	0.3	50	43	0.01	0.6	314	1.0	100	87	0.01			
702.1	Hor. Plan bracing hip structur	100x100x8 (not couple)	2	M20	0.0	3100	2924	0.0	50	43	0.00	0.0	314	0.0	100	87	0.00			
703	2nd plan bacing	130x130x12#(15,0.33)	3	M24	17.2	6040	5728	3.0	50	43	0.07	23.2	452	17.1	100	87	0.20			
704	2nd plan bacing	90x90x8	2	M20	2.8	1390	1214	2.3	50	43	0.05	4.2	314	6.7	100	87	0.08			
705	2nd plan bacing	90x90x8 (not coupled)	2	M20	0.0	2780	2604	0.0	50	43	0.00	0.0	314	0.0	100	87	0.00			
706	post_insulator_cantilever	150x150x14 (not coup)	0	0	0.9	8028	8028	0.1	50	43	0.00	1.4	0	0.0	100	87	0.00			
706a	post_insulator_cantilever	150x150x14 (not coup)	0	0	34.7	8028	8028	4.3	50	43	0.10	53.0	0	0.0	100	87	0.00			
706b	post_insulator_diagonal	150x150x14 (not coup)	0	0	0.5	8028	8028	0.1	50	43	0.00	0.7	0	0.0	100	87	0.00			
707	post_insulator_diagonal	70x70x6	2	M20	0.4	810	678	0.7	50	43	0.02	0.7	314	1.1	100	87	0.01			
707a	post_insulator_diagonal	70x70x6	2	M20	8.1	810	678	11.9	50	43	0.27	12.3	314	19.7	100	87	0.23			
707b	post_insulator_end_beam	70x70x6	2	M20	0.9	810	678	1.4	50	43	0.03	1.3	314	2.1	100	87	0.02			
708	post_insulator_end_beam	HEB160	0	0	0.8	5430	5430	0.1	50	43	0.00	1.1	0	0.0	100	87	0.00			
708a	post_insulator_end_beam	HEB160	0	0	5.0	5430	5430	0.9	50	43	0.02	7.6	0	0.0	100	87	0.00			
708b	post_insulator_end_beam	HEB160	0	0	0.2	5430	5430	0.0	50	43	0.00	0.3	0	0.0	100	87	0.00			
710	Horizontal top of lower ca.	120x120x12	4	M24	13.2	2750	2438	5.4	50	43	0.12	18.2	452	10.1	100	87	0.12			
711	Horizontal top of lower ca.	120x120x10	2	M24	1.0	2320	2060	0.5	50	43	0.01	1.4	452	1.5	100	87	0.02			
712	Horizontal top of mid ca.	130x130x12	4	M24	13.5	3000	2688	5.0	50	43	0.12	18.3	452	10.1	100	87	0.12			
713	Horizontal top of mid ca.	110x110x10	2	M24	1.3	2112	1852	0.7	50	43	0.02	1.6	452	1.8	100	87	0.02			
714	Horizontal top of top ca.	120x120x12	4	M24	22.2	2750	2438	9.1	50	43	0.21	33.9	452	18.8	100	87	0.22			
715	Horizontal top of top ca.	100x100x10	2	M20	1.0	1920	1700	0.6	50	43	0.01	1.5	314	2.3	100	87	0.03			



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.23 Fundatierapportage 150kV permanente opstijpunten

ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN

Rapport fundaties 150 kV- permanente opstijgpunten

TenneT TSO B.V.

Meridian doc.nr.: 002.678.00 0958866

Rapport nr.: 21-1459, Rev. 1

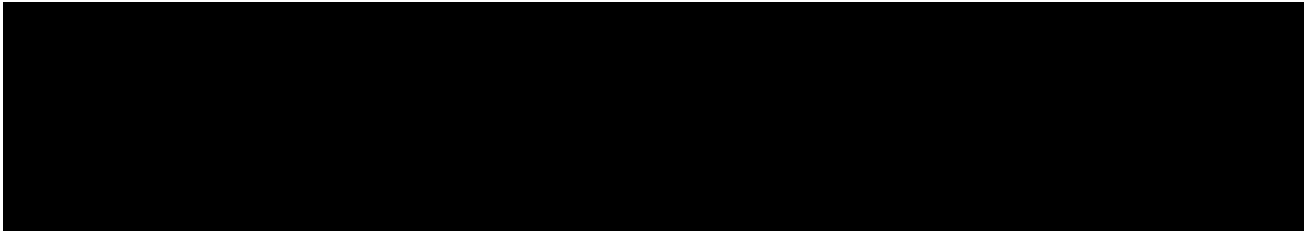
Datum: 2022-03-17

DATUM:	23-03-2022
STATUS TENNET:	DEFINITIEF
REVISIE TENNET:	1.0





Projectnaam: Zuid-West 380 kV Oost Verbindingen Energy Systems
Rapport titel: Rapport fundaties 150 kV-permanente opstijgpunten DNV Netherlands B.V.
Klant: TenneT TSO B.V., Utrechtseweg 310-B50
Contactpersoon klant: ██████████ 6812 AR Arnhem
Datum uitgave: 2022-03-17
Project nr.: 10124719
Organisatie unit: TDT Tel: 026 356 9111
Meridian doc.nr.: 002.678.00 0958866 Handelsregister Arnhem 09006404
Rapport nr.: 21-1459, Rev. 1



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.

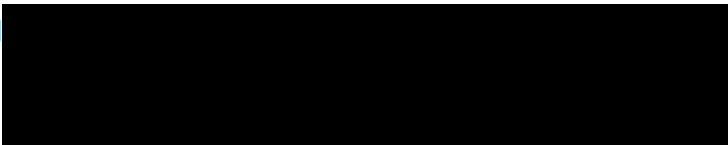
DNV Distributie:

Trefwoorden:

- Open
- Intern
- Commercieel vertrouwelijk
- Vertrouwelijk
- Geheim

*Specificatie distributie: --

Rev.	Datum	Reden van uitgave
0	2022-01-17	Eerste uitgave
1	2022-03-17	RFA commentaar verwerkt



Inhoudsopgave

1	INLEIDING	1
2	UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN	2
2.1	Normen	2
2.2	TenneT-specificaties	2
2.3	Materialen	2
2.4	Software	3
2.5	Bouwjaar en toetsing	3
2.6	Gebruikte gegevens	3
2.7	Sonderingen	4
2.8	Uitgangspunten geotechniek	4
3	BESTAANDE FUNDATIES	7
3.1	Sonderingen	7
3.2	Mast 19A RSD-WDT	9
3.3	Mast 11 RSD-WDT	10
3.4	Mast 97 MDK-RSD	10
3.5	Mast 1 GT-BD	11
4	FUNDATIES COMPONENTEN OPSTIJGPUNTEN	12
4.1	Mast 19A	12
4.2	Mast 11	13
4.3	Mast 97	14
4.4	Mast 1	15
5	TOETSING BESTAANDE MASTFUNDATIES	16
5.1	Aanpak	16
5.2	Resultaat	16
5.3	Verzwarende bestaande fundatie mast 11 en 97	17
6	TOETSING NIEUWE FUNDATIES OPSTIJGPUNT	18
6.1	Aanpak	18
6.2	Resultaten	18
7	CONCLUSIE	19
Appendix A	Fundatiebelastingen	
Appendix B	Uitvoer TS/Paalfunderingen	
Appendix C	Berekening fundatie mast 11 en 97	
Appendix D	Berekening fundatie van de opstijgpunten	

1 INLEIDING

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

Deze rapportage bevat de definitieve ontwerptekeningen en resultaten van de berekeningen van de volgende permanente opstijpunten in bestaande 150 kV-lijnen (POSP):

- Mast 19A (RSD-RSB-WDT150)
- Mast 11 (RSD-RSB-WDT150)
- Mast 97 (RSD-MDK150)
- Mast 01 (GT-BD150)

De fundaties worden in bovenstaande volgorde behandeld. Naast de fundaties voor de componenten van het opstijpunten wordt de controle van de bestaande mastfundatie uitgevoerd. Indien de fundatie niet voldoet, wordt een versterking uitgewerkt.

Buiten de scope van dit DO-rapport valt de controle van de wapening in de betonconstructies en de wapening van palen. Dit zal in het UO nader worden ingevuld.

In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten en randvoorwaarden vanuit de van toepassing zijnde normen en TenneT-specificaties opgenomen. Hoofdstuk 3 betreft de beschrijving van de huidige mastfundaties. In hoofdstuk 4 zijn de fundatieontwerpen van de nieuwe opstijpunten opgenomen. Hoofdstuk 5 bevat de toetsing van de mastfundaties en hoofdstuk 6 de toetsing van de opstijpunten.

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.04.008	Hergebruik bestaande betonconstructies
SPE 04.009	Paalfunderingen

2.3 Materialen

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

Tabel 3 Materialen constructie

Onderdeel	Materiaal
Staalsoort	S355J0 ($t \leq 16$ mm) S355J2 ($16 < t \leq 40$ mm)
Boutkwaliteit	8.8 gerolde draad
Betonkwaliteit	C30/37
Wapeningsstaal	B500

Voor bestaande materialen wordt uitgegaan van eigenschappen volgens Tabel 4. De bouwjaren van bestaande funderingen zijn:

Tabel 4 Materialen bestaande constructie

Onderdeel	Aanduiding oorspronkelijk	Huidig uitgangspunt
Staalsoort	Fe360 Fe510	S235JR S355J0
Boutkwaliteit	8.8	8.8, gerolde draad
Betonkwaliteit	B225	Min. C16/20
Wapeningsstaal	FeB220, FeB400/St.III, FeB500	B220, B400, B500

2.4 Software

De gebruikte software wordt benoemd in Tabel 5.

Tabel 5 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 Bouwjaar en toetsing

Voor de vier opstijgpunten zijn de uitgangspunten in Tabel 6 samengevat. Voor alle stijgpunten geldt voor de bestaande constructie als uitgangspunt het afkeurniveau, omdat de bouwvergunning voorafgaand aan de invoering van het Bouwbesluit 2012 is ingediend. De gehanteerde referentieperiode is gebaseerd op het PVE-lijnen.

Tabel 6 Overzicht uitgangspunten mastlocaties met OSP

Opstijgpunt	Bouwjaar	Bestaand	Aanpassing	Nieuwe fundering OSP
Mast 19A (RSD-RSB-WDT150)	2010	Afkeur CC2-0, 30 jaar	Verbouw CC2, 50 jaar	Nieuwbouw CC2, 50 jaar
Mast 11 (RSD-RSB-WDT150)	1965	Afkeur CC2-0, 30 jaar	Verbouw CC2, 50 jaar	Nieuwbouw CC2, 50 jaar
Mast 97 (RSD-MDK150)	1965	Afkeur CC2-0, 30 jaar	Verbouw CC2, 50 jaar	Nieuwbouw CC2, 50 jaar
Mast 01 (GT-BD150)	1971	Afkeur CC2-0, 30 jaar	Verbouw CC2, 50 jaar	Nieuwbouw CC2, 50 jaar

2.6 Gebruikte gegevens

De belastingen vanuit de mastconstructie worden ontleend aan de rapportage 002.678.00 0934582, Rapport "21-0980 Rapport mastverzwaringen permanente OSP's 150kV.

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 7 zijn de tekeningnummers weergegeven waar het DO op is vastgelegd.

Tabel 7 Bijbehorende tekeningen

Tekening	Tekeningnummer	Meridiannummer
Fundatietekening POSP mast 19A (RSD-RSB-WDT150)	10124719-12-1030	002.678.00 0971934
Fundatietekening POSP mast 11 (RSD-RSB-WDT150)	10124719-12-1031	002.678.00 0971938
Fundatietekening POSP mast 97 (RSD-MDK150)	10124719-12-1032	002.678.00 0971939
Fundatietekening POSP mast 1 (GT-BD150)	10124719-12-1033	002.678.00 0971942
Fundatietekening Mast 11 Permanente OSP	10124719-32-1010	002.678.00 0959770
Fundatietekening Mast 97 Permanente OSP	10124719-32-1011	002.678.00 0959771

2.7 Sonderingen

Bij het opstellen van dit rapport zijn nog geen nieuwe sonderingen beschikbaar op de locaties van de opstijgpunten. Voor het definitief ontwerp wordt een mix gebruikt van sonderingen uit het geotechnisch lengteprofiel van de hoogspanningslijn RLL-TLB en de beschikbare oude sonderingen vanuit het Asset-data archief. Zie 3.1 voor de beschrijving van deze gegevens.

2.8 Uitgangspunten geotechniek

2.8.1 Paalklassefactoren paaltypes

In tabel 8 en Tabel 9 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 schroefinjectionpaal, omdat deze trillingsarm kan worden aangebracht en er weinig werkhoogte is benodigd.

Tabel 8 Paalklassefactoren nieuwe funderingen

SI Ø323/450	
Paalttype	Schroefinjectionpaal
Diameter stalen buis (m)	0,323
Diameter in berekening (m) ¹	0,45
Factor α_s	0,009
Factor α_t	0,009
Factor α_p	0,63
Factor β	1,0

Tabel 9 paalklassefactoren bestaande palen

	Mast 19A SI 508/670	Mast 11 MV-U paal	Mast 97 MV-U paal	Mast 1 MV-paal
Paalttype	Schroefinjectionpaal	MV-paal, staalprofiel met groutomhulling	MV-paal, staalprofiel met groutomhulling	MV-paal, staalprofiel met groutomhulling
Diameter stalen buis (m)	0,508	2xUNP220	2xUNP200	HE220A
Diameter in berekening (m)	0,67	0,40x0,40	0,40x0,40	0,40x0,40
Factor α_s	0,009	0,014	0,014	0,014
Factor α_t	0,009	0,012	0,012	0,012
Factor α_p	0,9	1,0	1,0	1,0
Factor β	1,0	1,0	1,0	1,0

2.8.2 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.

2.8.3 Correlatiefactoren

De correlatiefactoren k_{si3} en k_{si4} 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 vallen onder "niet-stijf" met factoren volgens Tabel 10. Het aantal sonderingen dat wordt gebruikt hangt af van het dekkingsbereik van de sonderingen voor een van de vier hoekpunten. Voor het DO,

¹ Uitgangspunt voor de nieuwe palen met groutomhulling is in de berekening de halve dikte van de groutschil

waarin nog geen volledig grondonderzoek beschikbaar is, wordt uitgegaan van een dekkingsbereik per hoekpunt van één sondering.

Tabel 10 Correlatiefactoren niet-stijf bouwwerk

Aantal sonderingen	1	2	3	4
ksi3	1,39	1,32	1,30	1,28
ksi4	1,39	1,32	1,30	1,03

2.8.4 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 de masten van de stijpunten waarbij de op belastingrichting één kant op is, wordt uitgegaan van een variatie tussen maximale trekbelasting en geringe trekbelasting. Dit levert een waarde van 1,25 op. Deze waarde zal worden gebruikt.

2.8.5 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 gering². 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 1 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.

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.

² Deltares, rapport 1209030, Corrosie van stalen damwandplanken in de grond;

2.8.6 Horizontale bedding

De beddingwaardes worden gebaseerd op ontwerprichtlijn CUR228. Waarden in Tabel 11 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 schelpfactor. Empirische waarden voor de schelpfactor worden gebruikt volgens Tabel 11.

Tabel 11 Aan te houden waarden voor grondbeddingen en schelpfactoren

Grond	k_n	schelpfactor	passieve druk
	[kN/m ³]	[-]	[-]
Klei	3000	1,3	2
Veen	1500	1,2	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 berekeningen worden uitgevoerd voor een beddingwaarde die $\sqrt{2}$ lager is en $\sqrt{2}$ hoger is dan de tabelwaarde.

De reactie van de paalbedding is gelimiteerd tot de grenswaarde van de maximale passieve gronddruk die zich kan ontwikkelen afhankelijk van de diepte.

In Appendix E wordt verder ingegaan op de gehanteerde waarden in de berekening.

2.8.7 Verticale bedding

Bij de berekening van de eenpaalsfundering heeft de verticale bedding van de paalpunt geen invloed op de krachtsverdeling. In de berekening is een starre steun gehanteerd. De paalfunderingen van hoogspanningsmasten met verzwaring worden berekend met empirische waarde 1×10^5 kN/m.

3 BESTAANDE FUNDATIES

3.1 Sonderingen

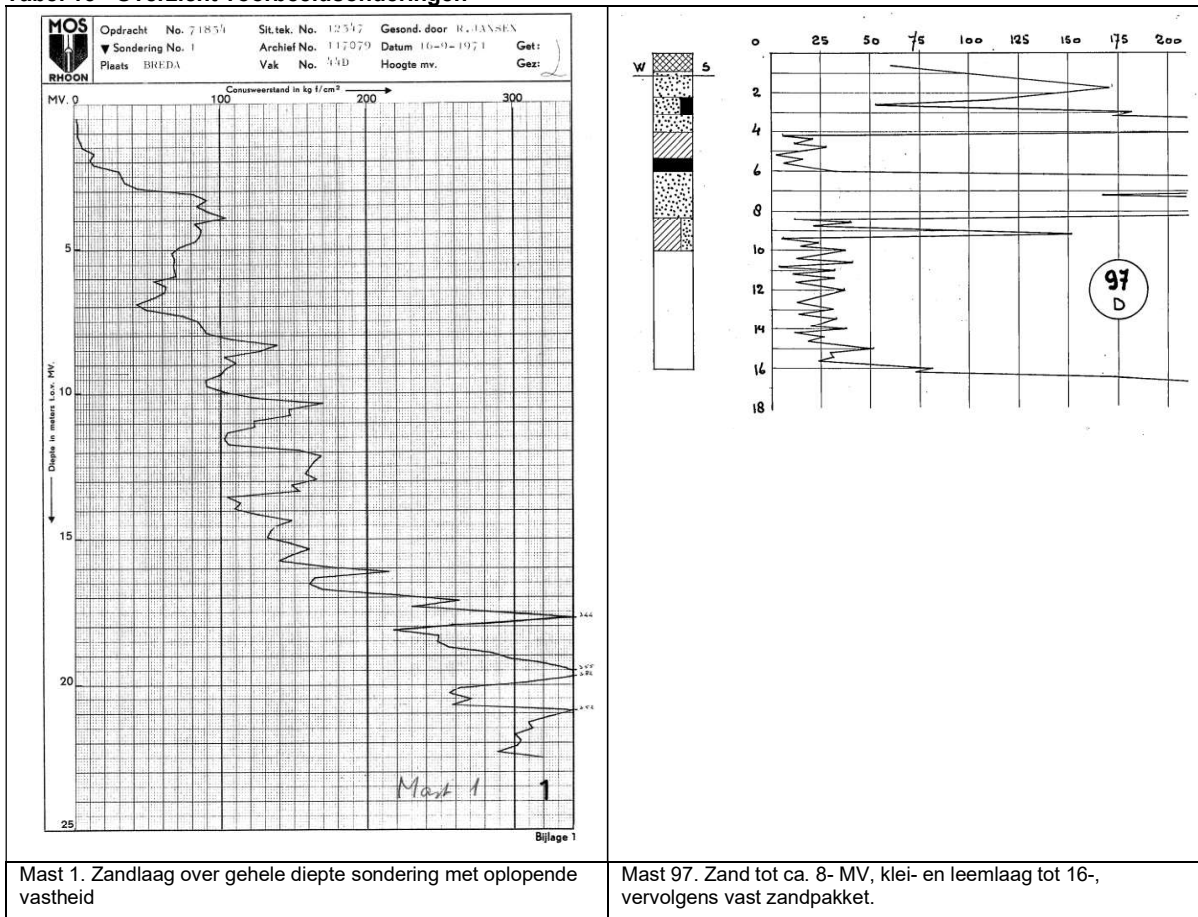
Voor het beschrijven van de grondopbouw maken we gebruik van de sonderingen die beschikbaar zijn gesteld uit de asset data. Bij mast 19A is de dichtstbijzijnde sondering uit het geotechnische lengteprofiel gebruikt, vanwege ontbrekende asset-gegevens. De sondering van mast 19 heeft onvoldoende diepte om bruikbaar te zijn voor de fundatie van mast 19A.

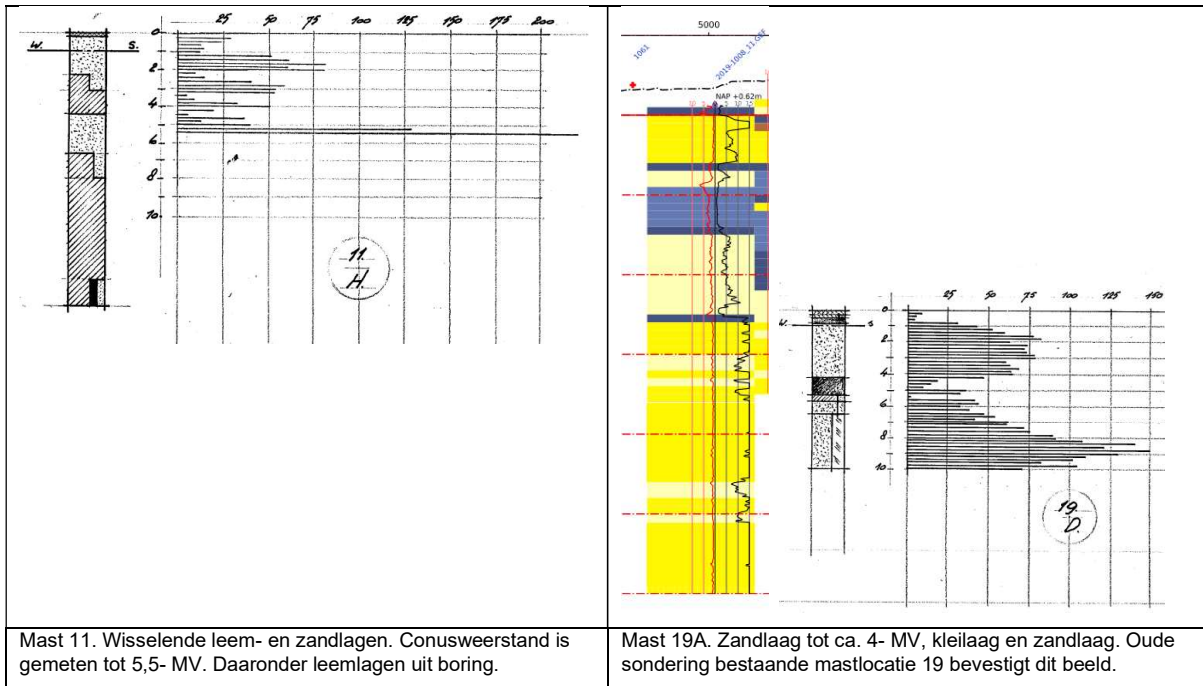
Tabel 12 Sonderingen

CPT bestand	Mast	Type	RD_x_sond	RD_y_sond	RD_m_sond	sondeerlengte	gemeente
-	1	H1					Geertruidenberg
-	97	H150					Halderberge
-	11	H150					Roosendaal
2019-1008_11.GEF	19A	Portaalmast					Roosendaal

In onderstaande Tabel 13 zijn de sonderingen opgenomen.

Tabel 13 Overzicht voorbeeldsonderingen

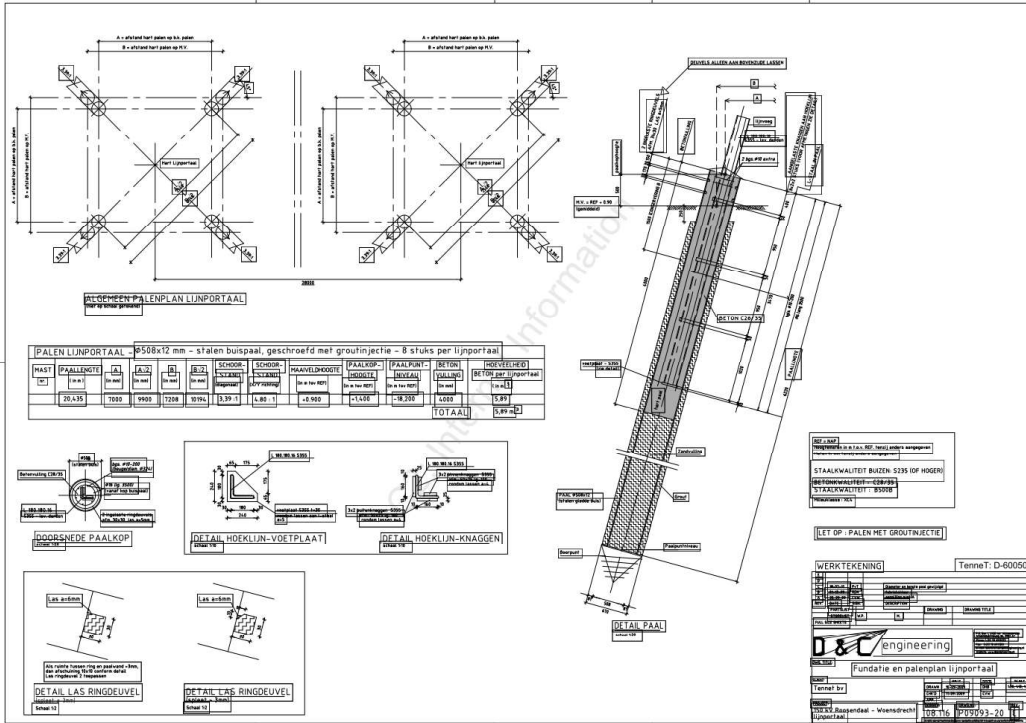




Met uitzondering van mast 1 GT-BD en mast 97 zijn de sonderingen zeer beperkt bruikbaar voor het vaststellen van de capaciteit van de fundatie. De diepte is onvoldoende en bij mast 19A is de locatie te ver van de mast gelegen. Bij mast 11 is voor de diepere lagen uitgegaan van leem met 5 N/mm² conusweerstand om een indicatie te krijgen voor het draagvermogen.

3.2 Mast 19A RSD-WDT

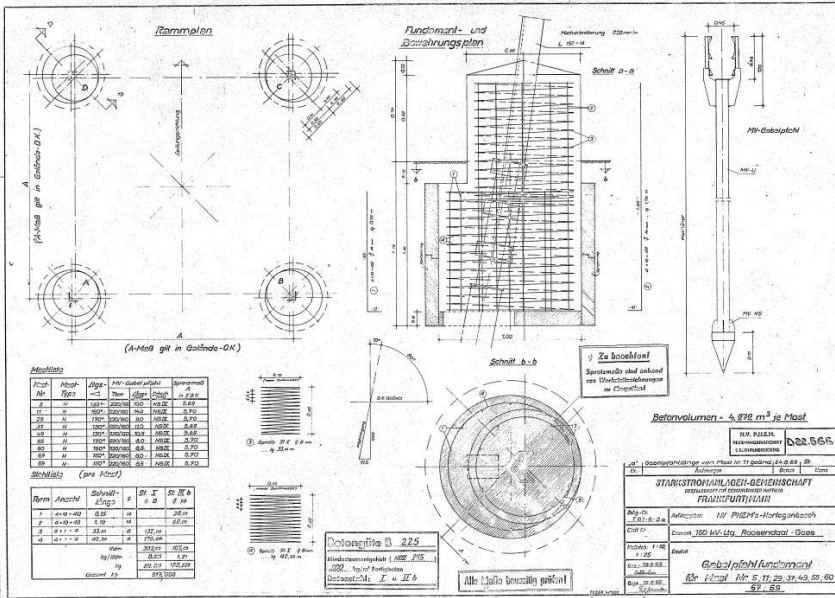
De portaalmast is gefundeerd op één schroef-injectiepaal per hoekpunt. De informatie is gebaseerd op de uitvoeringstekening van D&C Engineering van het lijnportaal. De paalpunt bevindt zich op een diepte van 18,2 m.



Figuur 2 Fundatie mast 19A

3.3 Mast 11 RSD-WDT

De mast is gefundeerd op een cilindrische poer uit twee delen met één schoorpaal. Het paalttype is een MV-paal in de vorm van een tot een koker gelast dubbel UNP-profiel. De paal heeft een punt van 40x40 cm. De paallengte is 14,0 m.

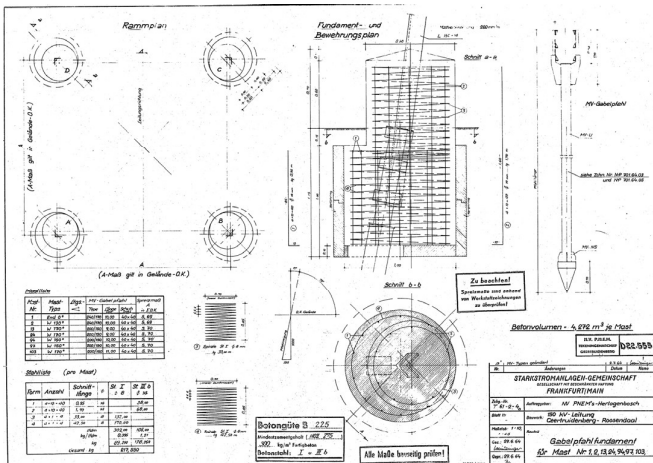


Mast-Nr.	Mast-Typ	Lsgs-°	MV-Gabelpfahl-Type	Länge (m)	Schuh (cm)	Spreizmaß A in E.O.K.
5	H	130°	220/150	10,0	NS IX	5,69
11	H	150°	220/150	14,0	NS IX	5,70

Figuur 3 Fundatie mast 11

3.4 Mast 97 MDK-RSD

De uitvoeringstekening van SAG D-033555-1 is gebruikt als uitgangspunt. Een gestapelde cilindrische poer is aanwezig. Per hoekpunt is gefundeerd op een MV-paal. Dit is een kokerprofiel samengesteld uit twee UNP200-profielen met betonhulling, gelijk aan afmeting paalpunt. De paallengte is 10,0 m.

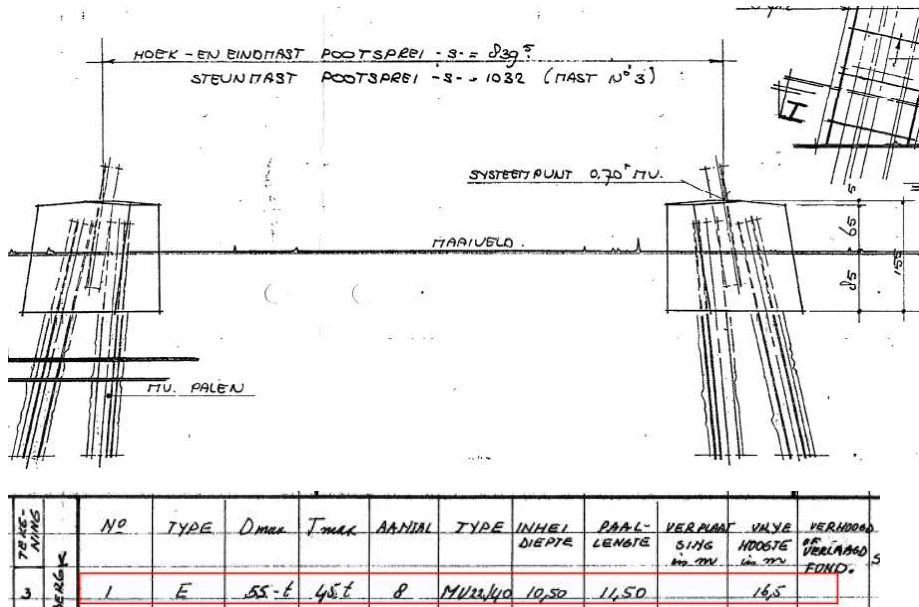


97	W 150°	200/150	10,00	40 x 40	5,70
----	--------	---------	-------	---------	------

Figuur 4 Fundatie mast 97

3.5 Mast 1 GT-BD

De tekening D27042 fundatie hoek en eindmasten is gebruikt als uitgangspunt. Er zijn blokfundaties aanwezig, met twee MV-palen per poer. De paallengte is gebaseerd op de palenstaat van Visser en Smit.



Figuur 5 Fundatie mast 1

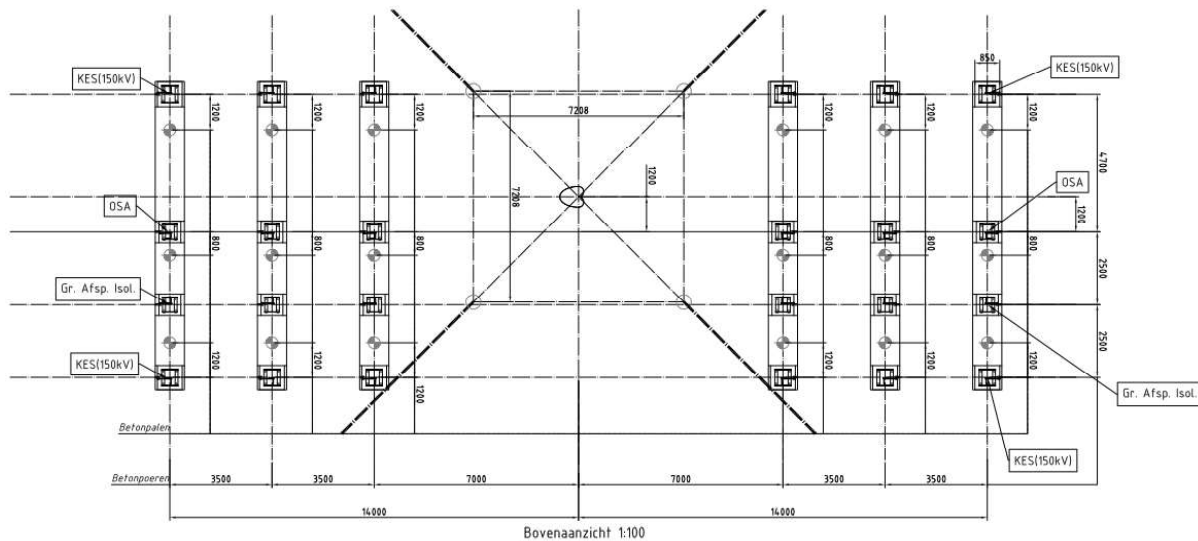
4 FUNDATIES COMPONENTEN OPSTIJGPUNTEN

De opzet van de opstijgpunten verschilt bij de vier locaties. Er zijn in de basis drie componenten aanwezig: de grondafspanning voor de isolator, de kabeleindsluiting (KES) en de overspanningsafleider (OSA). Mast 19A wijkt af vanwege de aanwezigheid van twee kabeleindsluitingen. Mast 11 en mast 1 wijken af doordat geen OSA benodigd is.

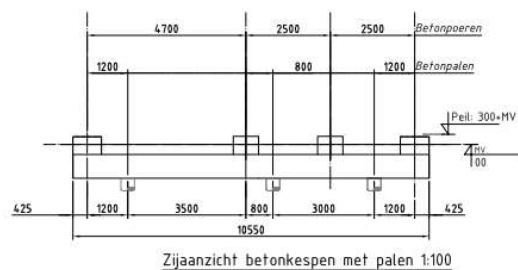
4.1 Mast 19A

De fundatie bestaat uit een betonbalk van 1000x700 (bxh) onder maaiveld, met daarop voor iedere component een betonnen stiep/poer of opstorting. Vanwege de bestaande palen hebben de balken een kort overstek op het einde. In de poeren zijn ankers opgenomen waarop de component wordt geplaatst. De betonnen balk wordt geplaatst op minimaal twee funderingspalen. De poer voor de KES heeft een afmeting van 850x850 mm, de overige poeren hebben een afmeting van 750x750 mm.

In Figuur 6 en Figuur 7 is het principe van de OSP-fundatie weergegeven.



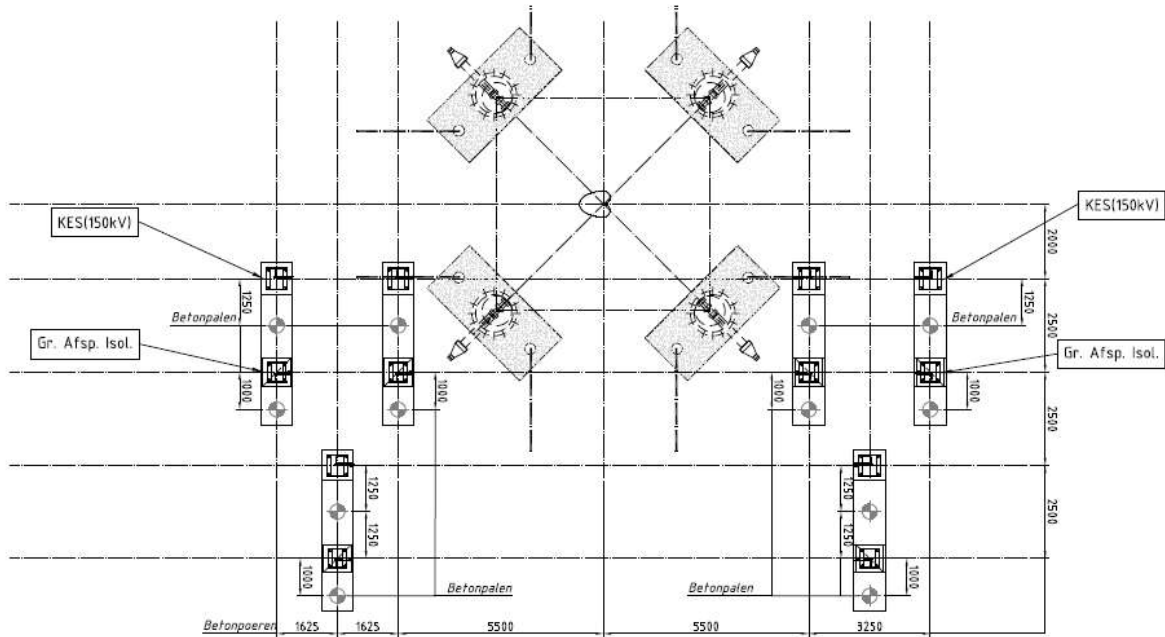
Figuur 6 Overzicht fundatie OSP mast 19A



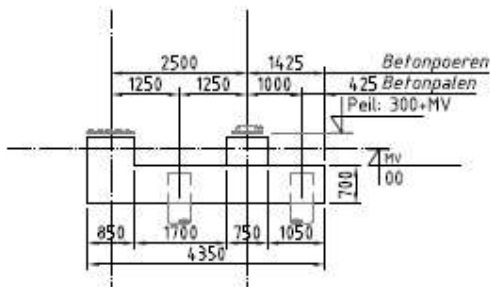
Figuur 7 Zijaanzicht fundatiebalken OSP mast 19A

4.2 Mast 11

De fundatie bestaat uit parallelle betonbalken van 850x700 (bxh) onder maaiveld, met daarop voor iedere component een betonnen stiep/poer of opstorting. De balken hebben vanwege aanwezigheid van bestaande palen van de mast een kort overstek op het einde, hiermee wordt ook bereikt dat de palen niet clashen met andere instortvoorzieningen onder de opstorting. De betonnen balk wordt geplaatst op twee funderingspalen. De poer voor de KES heeft een afmeting van 850x850 mm, de poeren van de grondafspanning hebben een afmeting van 750x750 mm. Er is geen overspanningsafleider. In de poeren zijn ankers opgenomen waarop de component wordt geplaatst.



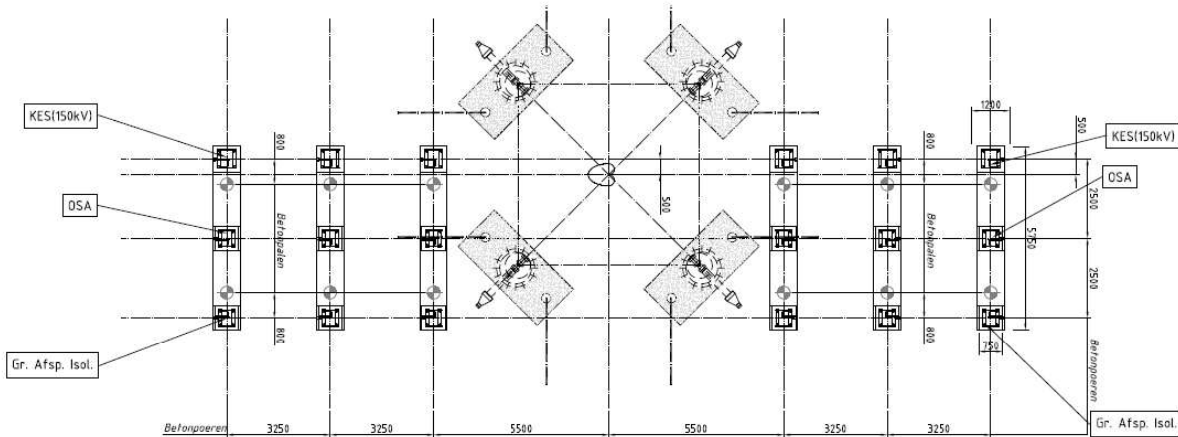
Figuur 8 Overzicht fundatie OSP mast 11



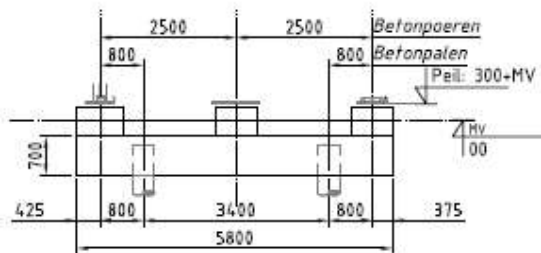
Figuur 9 Zijaanzicht fundatiebalken OSP mast 11

4.3 Mast 97

De fundatie bestaat uit een betonbalk van 850x700 (bxh) onder maaiveld, met daarop voor iedere component een betonnen stiep/poer of opstorting. De betonnen balk wordt geplaatst op twee funderingspalen. De poer voor de KES heeft een afmeting van 850x850 mm. De overige poeren hebben een afmeting van 750x750 mm. In de poeren zijn ankers opgenomen waarop de component wordt geplaatst.



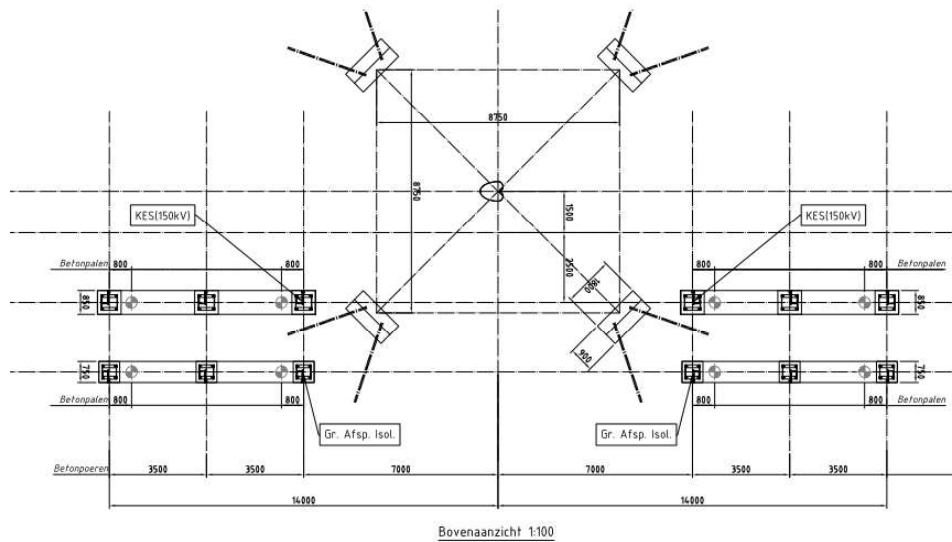
Figuur 10 Overzicht fundatie OSP mast 97



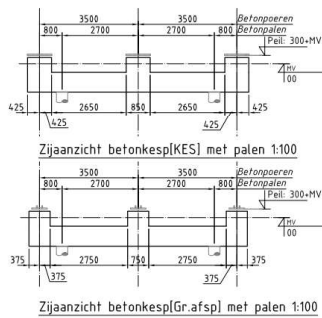
Figuur 11 Zijaanzicht fundatiebalken OSP mast 97

4.4 Mast 1

De fundatie bestaat uit twee parallelle betonbalken van 850x700 en 750x700 (bxh) onder maaiveld, met daarop voor iedere component een betonnen stiep/poer of opstorting. De balken hebben een kort overstek op het einde. De betonnen balk wordt geplaatst op minimaal twee funderingspalen. De poer voor de KES heeft een afmeting van 850x850 mm, de poeren van de grondafspanning hebben een afmeting van 750x750 mm. Er is geen overspanningsafleider. In de poeren zijn ankers opgenomen waarop de component wordt geplaatst.



Figuur 12 Overzicht fundatie OSP mast 1



Figuur 13 Zijaanzicht fundatiebalken OSP mast 1

5 TOETSING BESTAANDE MASTFUNDATIES

5.1 Aanpak

De bestaande masten worden in de nieuwe toestand in één richting belast. De reacties vanuit de masten op basis van het afkeurniveau 30 jaar vormen het uitgangspunt voor de toetsing van de bestaande fundatie.

De toetsing vindt plaats ten aanzien van de capaciteit op trek en op druk. Hiervoor is het programma TS/Paalfunderingen gebruikt. Het eigen gewicht van de poer wordt bij druk belasting als belasting toegevoegd, bij trekbelasting wordt (gereduceerd met grondwatergewicht) de belasting verminderd met het eigen gewicht.

De uitvoer van de berekeningen voor de paal draagkracht is in Appendix B opgenomen. Er is een uitvoer voor druk en een uitvoer voor trek gegenereerd, voor bestaande palen en indien van toepassing voor nieuwe palen.

5.2 Resultaat

In onderstaande tabel is het resultaat weergegeven.

Tabel 14 Toetsing mastfundaties op trek

Mast	Masttype	Paaltype	$F_{Ed,mast}$ [kN]	Aantal palen per randstijl	Paalpunt niveau (tov. maaiveld)	$F_{poer,d}$ [kN]	$F_{Ed,paal}$ [kN]	$F_{R,d,trek}$ [kN]	U.C.
19A	Portaal	SI-paal 508/670	802	1	-18.2	-	802	1042	0.77
11	H150	MV-U paal	756	1	-14.0	39	717	534	1.34
97	H150	MV-U paal	678	1	-10.0	39	639	572	1.12
1	H1	MV-paal	822	2	-11.0	39	391	648	0.60

De fundatie van mast 11 en mast 97 voldoen niet ten aanzien van trekbelasting.

Tabel 15 Toetsing mastfundaties op druk

Mast	Masttype	Paaltype	$F_{Ed,mast}$ [kN]	Aantal palen per randstijl	Paalpunt niveau (tov. maaiveld)	$F_{poer,d}$ [kN]	$F_{Ed,paal}$ [kN]	$F_{R,d,druk}$ [kN]	U.C.
19A	Portaal	SI-paal 508/670	-963	1	-18.2	-	963	3772	0.26
11	H150	MV-U paal	-871	1	-14.0	52	922	852	1.08
97	H150	MV-U paal	-800	1	-10.0	52	851	590	1.44
1	H1	MV-paal	-1047	2	-11.0	59	553	1838	0.30

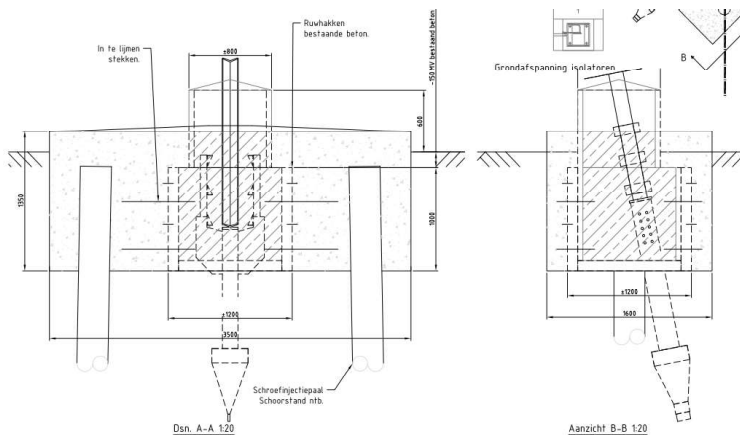
De fundatie van mast 11 en 97 voldoet niet op druk. Uitgaande van de bestaande sondering staat de paalpunt in een slappere laag. Bij zowel mast 11 als 97 speelt een rol dat de sondering niet diep genoeg is voor de berekening met Eurocode. Een conservatief uitgangspunt is genomen voor de draagkracht van de laag onder de paalpunt.

Bij mast 19A is het resultaat gebaseerd op een sondering vanuit het lengteprofiel, die niet direct in de nabijheid van deze mast ligt. Op het moment dat de nieuwe sonderingen voor deze locatie beschikbaar zijn, moet de berekening opnieuw worden uitgevoerd. Opgemerkt wordt dat de berekening is uitgevoerd met een tweebundel-geleider als uitgangspunt, in de huidige situatie is een geleider aanwezig.

5.3 Verzwaring bestaande fundatie mast 11 en 97

Om de overschrijding bij mast 11 en 97 op te lossen, is het voorstel om deze mastfundatie te verzwaren door het aanbrengen van twee palen per hoekpunt. Via een nieuwe betonnen poer waarin de bestaande poer wordt opgenomen, wordt de kracht vanuit de mast naar de nieuwe palen overgebracht. Het betreft hoekmasten met een gematigde lijnhoek. De belasting op de fundaties is op dit moment niet bijzonder hoog en bevindt zich ongeveer op het 20% van UGT-niveau. Als de versterking wordt gerealiseerd voordat ombouwwerkzaamheden aan geleiders plaatsvinden, zal er sprake zijn van een gelijkmatige toename over nieuwe en bestaande palen, zodat de constructie kan worden berekend als ware het een nieuwbouwconstructie.

In Figuur 14 is het ontwerp met nieuwe palen weergegeven. Zie hiervoor ook tekening 002.678.00 0959770 en - 0959771. De bestaande poer wordt met in te lijmen stekwapening en een ruw aanstortvlak gekoppeld aan de nieuwe betonconstructie. De verdere uitwerking hiervan dient in UO-fase plaats te vinden.



Figuur 14 Versterkte fundatie mast 11 en 97

De nieuwe palen en de poerconstructie zijn getoetst met de belastingen volgens het verbouwniveau. De belastingen zijn bepaald met een raamwerkberekening van de poerconstructie met bestaande en nieuwe palen. Met het rekenmodel is ook de horizontale verplaatsing getoetst. Zie Appendix C. In Tabel 16 en Tabel 17 zijn de resultaten samengevat.

Tabel 16 Toetsing nieuwe palen mast 11 en 97 op trek

Mast	Masttype	Paaltype	F_{Ed} [kN]	Aantal palen per randstijl	Paalpunt niveau (tov. maaiveld)	$F_{poer,d}$ [kN]	$F_{R,d,trek}$ [kN]	$F_{Ed,nw,paal}$ [kN]	$F_{R,d,trek}$ [kN]	U.C.
11	H150	SI-paal 323/450	904	2	-14.0	-106	534	132	356	0.37
97	H150	SI-paal 323/450	814	2	-17.0	-106	572	68	610	0.11

Tabel 17 Toetsing nieuwe palen mast 11 en 97 op druk

Mast	Masttype	Paaltype	F_{Ed} [kN]	Aantal palen per randstijl	Paalpunt niveau (tov. maaiveld)	$F_{poer,d}$ [kN]	$F_{R,d,druk}$ [kN]	$F_{Ed,nw,paal}$ [kN]	$F_{R,d,druk}$ [kN]	U.C.
11	H150	SI-paal 323/450	-1039	2	-14.0	-227	852	207	504	0.41
97	H150	SI-paal 323/450	-959	2	-17.0	-227	590	298	962	0.31

Opmerking: de palen van mast 97 zijn op een lager niveau dan de bestaande palen geplaatst om in de draagkrachtige zandlaag uit te komen. Aan de hand van nog uit te voeren sonderingen kan het niveau definitief worden bepaald.

Conclusie is dat de fundaties van mast 11 en 97 met deze versterking voldoen aan het verbouwniveau.

6 TOETSING NIEUWE FUNDATIES OPSTIJGPUNT

6.1 Aanpak

De fundering wordt gecontroleerd op de volgende aspecten:

- De toetsing van de betonnen balk op buiging, dwarskracht en torsie
- De toetsing van de palen op buiging en normaalkracht
- 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 Appendix B.

6.2 Resultaten

De berekening is opgenomen in Appendix D. In Tabel 18 zijn de resultaten samengevat. 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 18 Samenvatting resultaten toetsing opstijgpunten

	Berekend	Toelaatbaar		U.C.	
Spanningsniveau buispaal	69	355	N/mm ²	0,19	OK
Max. u.c. paalbelasting druk	106	273	kN	0,39	OK
Max. u.c. paalbelasting trek	-	-			OK
Verplaatsing phi-x	0,0006	0,0020		0,30	OK
Hoofdwapening balk	8Ø16				
Beugelwapening balk	Ø10-200				

De palen worden uitsluitend op druk belast. Op het moment dat nieuwe sonderingen uitgevoerd zijn, kan het paalpuntniveau definitief worden bepaald. In Tabel 19 zijn de resultaten opgenomen.

Tabel 19 Toetsing palen opstijgpunten

Mast	Masttype	Paaltype	F _{Ed} [kN]	Paalpunt niveau (tov. maaveld)	F _{R,d,druk} [kN]	U.C.
19A	Portaal	SI-paal 323/450	154	-14,0	646	0,24
11	H150	SI-paal 323/450	110	-10,0	395	0,28
97	H150	SI-paal 323/450	106	-7,0	273	0,39
1	H1	SI-paal 323/450	140	-8,0	648	0,22

7 CONCLUSIE

De fundaties van de masten voor de permanente 150 kV-opstijpunten in het project ZW-Oost zijn getoetst op sterkte en de nieuwe fundaties voor de componenten van het opstijpunt zijn uitgewerkt. Het gaat om:

- Mast 19A (RSD-RSB-WDT150)
- Mast 11 (RSD-RSB-WDT150)
- Mast 97 (RSD-MDK150)
- Mast 01 (GT-BD150)

Uit de toetsing is gebleken dat twee van de vier locaties niet voldoen in de nieuwe situatie als "eindmast" en verzaard moeten worden. Een versterkingsvoorstel is uitgewerkt. Dit houdt in dat de bestaande poerfundatie wordt opgenomen in een nieuwe tweepaalspoer met schroefinjectiepalen. De verzaarde fundatie is getoetst aan het verbouwniveau en voldoet. In UO-fase moet de wapening en detaillering verder worden uitgewerkt.

De componenten van het stijgpunt worden per locatie gefundeerd op twee paar van twee of drie fundatiebalken. Deze balken worden op buiging en wringing belast door de krachten vanuit de componenten en de afloper. De balken zijn gefundeerd op palen. De palen dragen de belastingen uit de balk af via buiging en door druk. De palen en balken zijn getoetst en voldoen.

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.

De berekeningen van de bestaande fundaties hebben als uitgangspunt dat er geen achteruitgang in materiaalkwaliteit is opgetreden. Aan de betonconstructies van de mastfundaties moet onderzoek worden gedaan naar de kwaliteit van het beton.



APPENDIX A

Fundatiebelastingen

In deze Appendix zijn de reacties vanuit de mastconstructie voor de vier OSP-locaties opgenomen.



Project: **150 kV Permanente opstijgpunten**
Uitgangspunt: **Initiële situatie**
Datum: **24-11-2021**

Betreft: **Trekbelasting**
Richting: **Globale assenstelsel**

Mastnummer	Masttype	Verticaal trek [kN]	x-richting [kN]	y-richting [kN]	Betrouwbaarheidsniveau	Bijbehorende loadcase
19A	Lijnportaal	765,5	178,2	-162,8	Afkeur CC2-0	ULS 3_0,9_135
11	Hoekmast 150°	744,8	92,5	-90,2	Afkeur CC2-0	ULS 3_0,9_90
97	Winkelmast 150°	668,4	80,0	-83,0	Afkeur CC2-0	ULS 3_0,9_95,5
1	Hoekmast H1	800,1	126,3	-138,3	Afkeur CC2-0	ULS 1a_0,9_105



Project: **150 kV Permanente opstijgpunten**
Uitgangspunt: **Initiële situatie**
Datum: **24-11-2021**

Betreft: **Drukbelasting**
Richting: **Globale assenstelsel**

Mastnummer	Masttype	Verticaal druk [kN]	x-richting [kN]	y-richting [kN]	Betrouwbaarheidsniveau	Bijbehorende loadcase
19A	Lijnportaal	-919,5	195,9	-208,4	Afkeur CC2-0	ULS 3_135
11	Hoekmast 150°	-857,5	105,4	-108,3	Afkeur CC2-0	ULS 3_90
97	Winkelmast 150°	-787,3	96,3	-100,7	Afkeur CC2-0	ULS 3_95,5
1	Hoekmast H1	-1019,2	162,9	-175,2	Afkeur CC2-0	ULS 1a_105



Project: **150 kV Permanente opstijgpunten**
Uitgangspunt: **Initiële situatie**
Datum: **24-11-2021**

Betreft: **Trekbelasting**
Richting: **Lokale assenstelsel**

Mastnummer	Masttype	Verticaal trek [kN]	Xi-richting [kN]	Eta-richting [kN]	Betrouwbaarheidsniveau	Bijbehorende loadcase
19A	Lijnportaal	802,4	18,7	10,9	Afkeur CC2-0	ULS 3_0,9_135
11	Hoekmast 150°	755,9	-4,8	1,6	Afkeur CC2-0	ULS 3_0,9_90
97	Winkelmast 150°	678,2	-3,7	-2,1	Afkeur CC2-0	ULS 3_0,9_95,5
1	Hoekmast H1	821,6	-1,2	-8,5	Afkeur CC2-0	ULS 1a_0,9_105



Project: **150 kV Permanente opstijgpunten**
Uitgangspunt: **Initiële situatie**
Datum: **24-11-2021**

Betreft: **Drukbelasting**
Richting: **Lokale assenstelsel**

Mastnummer	Masttype	Verticaal druk [kN]	Xi-richting [kN]	Eta-richting [kN]	Betrouwbaarheidsniveau	Bijbehorende loadcase
19A	Lijnportaal	-962,6	-26,2	8,9	Afkeur CC2-0	ULS 3_135
11	Hoekmast 150°	-870,7	7,9	2,1	Afkeur CC2-0	ULS 3_90
97	Winkelmast 150°	-799,5	8,0	3,1	Afkeur CC2-0	ULS 3_95,5
1	Hoekmast H1	-1046,8	2,2	8,7	Afkeur CC2-0	ULS 1a_105



Project: **150 kV Permanente opstijgpunten**
Uitgangspunt: **Initiële situatie**
Datum: **24-11-2021**

Betreft: **Max. neg. torsie**
Richting: **Lokale assenstelsel**

Mastnummer	Masttype	Verticaal trek [kN]	Xi-richting [kN]	Eta-richting [kN]	Betrouwbaarheidsniveau	Bijbehorende loadcase
19A	Lijnportaal	-104,3	0,2	-82,0	Afkeur CC2-0	SPLS 4_90 Ba Ct1
11	Hoekmast 150°	-239,1	0,8	-66,2	Afkeur CC2-0	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2
97	Winkelmast 150°	-278,8	2,5	-65,0	Afkeur CC2-0	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2
1	Hoekmast H1	-377,0	0,0	-81,1	Afkeur CC2-0	SPLS 6a_93 Ba Ct1 Ba Ct2



Project: **150 kV Permanente opstijgpunten**
Uitgangspunt: **Initiële situatie**
Datum: **24-11-2021**

Betreft: **Max. pos. torsie**
Richting: **Lokale assenstelsel**

Mastnummer	Masttype	Verticaal trek [kN]	Xi-richting [kN]	Eta-richting [kN]	Betrouwbaarheidsniveau	Bijbehorende loadcase
19A	Lijnportaal	-106,0	-12,3	97,8	Afkeur CC2-0	SPLS 4_0,9_90 Ba Ct2
11	Hoekmast 150°	187,5	5,9	65,2	Afkeur CC2-0	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1
97	Winkelmast 150°	-405,2	6,7	64,3	Afkeur CC2-0	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1
1	Hoekmast H1	-434,3	2,4	82,6	Afkeur CC2-0	SPLS 6a_93 Ba Ct2 Ba Ct1



Project: **150 kV Permanente opstijgpunten**
Uitgangspunt: **Initiële situatie**
Datum: **24-11-2021**

Betreft: **Combinatie trek- en torsiebelasting**
Richting: **Lokale assenstelsel**

Mastnummer	Masttype	Verticaal trek [kN]	Xi-richting [kN]	Eta-richting [kN]	Betrouwbaarheidsniveau	Bijbehorende loadcase
19A	Lijnportaal	442,4	15,0	-75,5	Afkeur CC2-0	SPLS 4_0,9_90 Ba Ct1
11	Hoekmast 150°	415,7	-0,8	-56,5	Afkeur CC2-0	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2
97	Winkelmast 150°	356,2	0,0	-58,1	Afkeur CC2-0	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2
1	Hoekmast H1	309,1	6,1	-76,0	Afkeur CC2-0	SPLS 6a_93 Ba Ct1 Ba Ct2



Project: **150 kV Permanente opstijgpunten**
Uitgangspunt: **Aangepaste situatie**
Datum: **24-11-2021**

Betreft: **Trekbelasting**
Richting: **Globale assenstelsel**

Mastnummer	Masttype	Verticaal trek [kN]	x-richting [kN]	y-richting [kN]	Betrouwbaarheidsniveau	Bijbehorende loadcase
19A	Lijnportaal	855,5	199,0	-182,1	Verbouw CC2	ULS 3_0,9_135
11	Hoekmast 150°	903,5	112,5	-109,6	Verbouw CC2	ULS 3_0,9_90
97	Winkelmast 150°	814,5	97,8	-101,2	Verbouw CC2	ULS 3_0,9_95,5
1	Hoekmast H1	984,6	155,9	-170,2	Verbouw CC2	ULS 1a_0,9_105



Project: **150 kV Permanente opstijgpunten**
Uitgangspunt: **Aangepaste situatie**
Datum: **24-11-2021**

Betreft: **Drukbelasting**
Richting: **Globale assenstelsel**

Mastnummer	Masttype	Verticaal druk [kN]	x-richting [kN]	y-richting [kN]	Betrouwbaarheidsniveau	Bijbehorende loadcase
19A	Lijnportaal	-1020,6	217,1	-230,9	Verbouw CC2	ULS 3_135
11	Hoekmast 150°	-1023,4	125,4	-129,1	Verbouw CC2	ULS 3_90
97	Winkelmast 150°	-944,5	115,4	-120,8	Verbouw CC2	ULS 3_95,5
1	Hoekmast H1	-1221,2	195,2	-210,2	Verbouw CC2	ULS 1a_105



Project: **150 kV Permanente opstijgpunten**
Uitgangspunt: **Aangepaste situatie**
Datum: **24-11-2021**

Betreft: **Trekbelasting**
Richting: **Lokale assenstelsel**

Mastnummer	Masttype	Verticaal trek [kN]	Xi-richting [kN]	Eta-richting [kN]	Betrouwbaarheidsniveau	Bijbehorende loadcase
19A	Lijnportaal	896,7	20,9	11,9	Verbouw CC2	ULS 3_0,9_135
11	Hoekmast 150°	917,0	-6,2	2,0	Verbouw CC2	ULS 3_0,9_90
97	Winkelmast 150°	826,5	-4,8	-2,4	Verbouw CC2	ULS 3_0,9_95,5
1	Hoekmast H1	1011,2	-1,8	-10,1	Verbouw CC2	ULS 1a_0,9_105



Project: **150 kV Permanente opstijgpunten**
Uitgangspunt: **Aangepaste situatie**
Datum: **24-11-2021**

Betreft: **Drukbelasting**
Richting: **Lokale assenstelsel**

Mastnummer	Masttype	Verticaal druk [kN]	Xi-richting [kN]	Eta-richting [kN]	Betrouwbaarheidsniveau	Bijbehorende loadcase
19A	Lijnportaal	-1068,3	-29,6	9,8	Verbouw CC2	ULS 3_135
11	Hoekmast 150°	-1039,1	9,1	2,6	Verbouw CC2	ULS 3_90
97	Winkelmast 150°	-959,1	9,4	3,9	Verbouw CC2	ULS 3_95,5
1	Hoekmast H1	-1254,3	2,9	10,6	Verbouw CC2	ULS 1a_105



Project: **150 kV Permanente opstijgpunten**
Uitgangspunt: **Aangepaste situatie**
Datum: **24-11-2021**

Betreft: **Max. neg. torsie**
Richting: **Lokale assenstelsel**

Mastnummer	Masttype	Verticaal trek [kN]	Xi-richting [kN]	Eta-richting [kN]	Betrouwbaarheidsniveau	Bijbehorende loadcase
19A	Lijnportaal	-111,6	0,1	-84,6	Verbouw CC2	SPLS 4_90 Ba Ct1
11	Hoekmast 150°	-251,3	0,9	-68,0	Verbouw CC2	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2
97	Winkelmast 150°	-290,9	2,7	-67,0	Verbouw CC2	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2
1	Hoekmast H1	-399,4	0,1	-84,4	Verbouw CC2	SPLS 6a_93 Ba Ct1 Ba Ct2



Project: **150 kV Permanente opstijgpunten**
Uitgangspunt: **Aangepaste situatie**
Datum: **24-11-2021**

Betreft: **Max. pos. torsie**
Richting: **Lokale assenstelsel**

Mastnummer	Masttype	Verticaal trek [kN]	Xi-richting [kN]	Eta-richting [kN]	Betrouwbaarheidsniveau	Bijbehorende loadcase
19A	Lijnportaal	-109,2	-13,0	101,0	Verbouw CC2	SPLS 4_0,9_90 Ba Ct2
11	Hoekmast 150°	191,1	6,0	67,3	Verbouw CC2	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1
97	Winkelmast 150°	-419,1	7,0	66,2	Verbouw CC2	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1
1	Hoekmast H1	-455,1	2,5	86,0	Verbouw CC2	SPLS 6a_93 Ba Ct2 Ba Ct1



Project: **150 kV Permanente opstijgpunten**
Uitgangspunt: **Aangepaste situatie**
Datum: **24-11-2021**

Betreft: **Combinatie trek- en torsiebelasting**
Richting: **Lokale assenstelsel**

Mastnummer	Masttype	Verticaal trek [kN]	Xi-richting [kN]	Eta-richting [kN]	Betrouwbaarheidsniveau	Bijbehorende loadcase
19A	Lijnportaal	457,2	15,5	-77,8	Verbouw CC2	SPLS 4_0,9_90 Ba Ct1
11	Hoekmast 150°	423,8	-0,7	-58,4	Verbouw CC2	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2
97	Winkelmast 150°	363,8	0,1	-59,9	Verbouw CC2	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2
1	Hoekmast H1	316,1	6,3	-79,2	Verbouw CC2	SPLS 6a_93 Ba Ct1 Ba Ct2

APPENDIX B

Uitvoer TS/paalfunderingen

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

- Bestaande palen masten op trek
- Bestaande palen masten op druk
- Nieuwe palen masten op trek
- Nieuwe palen masten en opstijgpunten op druk

Project : ZW 380 kV Oost D2.2 150 kV Opstijgpunten (druk)
 Onderdeel : Fundaties

ALGEMENE GEGEVENS

Project : ZW 380 kV Oost D2.2 150 kV Opstijgpunten (druk)
 Onderdeel : Fundaties
 Datum : 03-11-2020
 Bestand : P:\EANL_Projects\10124719 - TenneT Engineering
 ZW380 kV Oost\2 Content\002
 Berekeningen\Technosoft\D2.2\D2.3
 Opstijgpunten nw.pvw
 Berekeningstype : Verticaal belaste paal
 Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Geotechniek EN 1997-1:2004 AC:2009
 NEN-EN 1997-1:2005 C1+A1:2013 NB:2016
 NEN 9997-1:2016 C2:2017

BODEMPROFIELGEGEVENS: Bodemprofiel 11

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

d50-reductie is meegenomen overeenkomstig NEN-EN 9997 art. 7.6.2.3 (i)
 Hoogte maaiveld [m] : 0.00 Grondwaterstand [m] : -1.00

Laag	Van [m]	Tot [m]	Omschrijving	OCR	Aandeel pos. kleef [%]	α_s	d_{50} [mm]
1	0.00	-2.00	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		
2	-2.00	-4.50	Leem - Zwak zandig - Slap	1.0	50.0		
3	-4.50	-8.00	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		
4	-8.00	-10.00	Leem - Zwak zandig - Vast	1.0	50.0		
5	-10.00	-20.00	Leem - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		

BODEMPROFIELGEGEVENS: Bodemprofiel 1

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

d50-reductie is meegenomen overeenkomstig NEN-EN 9997 art. 7.6.2.3 (i)
 Hoogte maaiveld [m] : 0.00 Grondwaterstand [m] : -1.00

Laag	Van [m]	Tot [m]	Omschrijving	OCR	Aandeel pos. kleef [%]	α_s	d_{50} [mm]
1	0.00	-2.00	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
2	-2.00	-25.00	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		

BODEMPROFIELGEGEVENS: Bodemprofiel 97

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

d50-reductie is meegenomen overeenkomstig NEN-EN 9997 art. 7.6.2.3 (i)
 Hoogte maaiveld [m] : 0.00 Grondwaterstand [m] : -1.00

Laag	Van [m]	Tot [m]	Omschrijving	OCR	Aandeel pos. kleef [%]	α_s	d_{50} [mm]
1	0.00	-1.00	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
2	-1.00	-4.00	Zand - Schoon - Matig	1.0	50.0		
3	-4.00	-6.00	Leem - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
4	-6.00	-8.30	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		
5	-8.30	-10.00	Leem - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
6	-10.00	-16.30	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		

BODEMPROFIELGEGEVENS: 1008_11

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

d50-reductie is meegenomen overeenkomstig NEN-EN 9997 art. 7.6.2.3 (i)
 Hoogte maaiveld [m] : 0.62 Grondwaterstand [m] : -0.38

Laag	Van [m]	Tot [m]	Omschrijving	OCR	Aandeel pos. kleef [%]	α_s	d_{50} [mm]
1	0.62	0.00	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
2	0.00	-4.00	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		
3	-4.00	-7.50	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
4	-7.50	-11.80	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		
5	-11.80	-12.50	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
6	-12.50	-25.00	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		

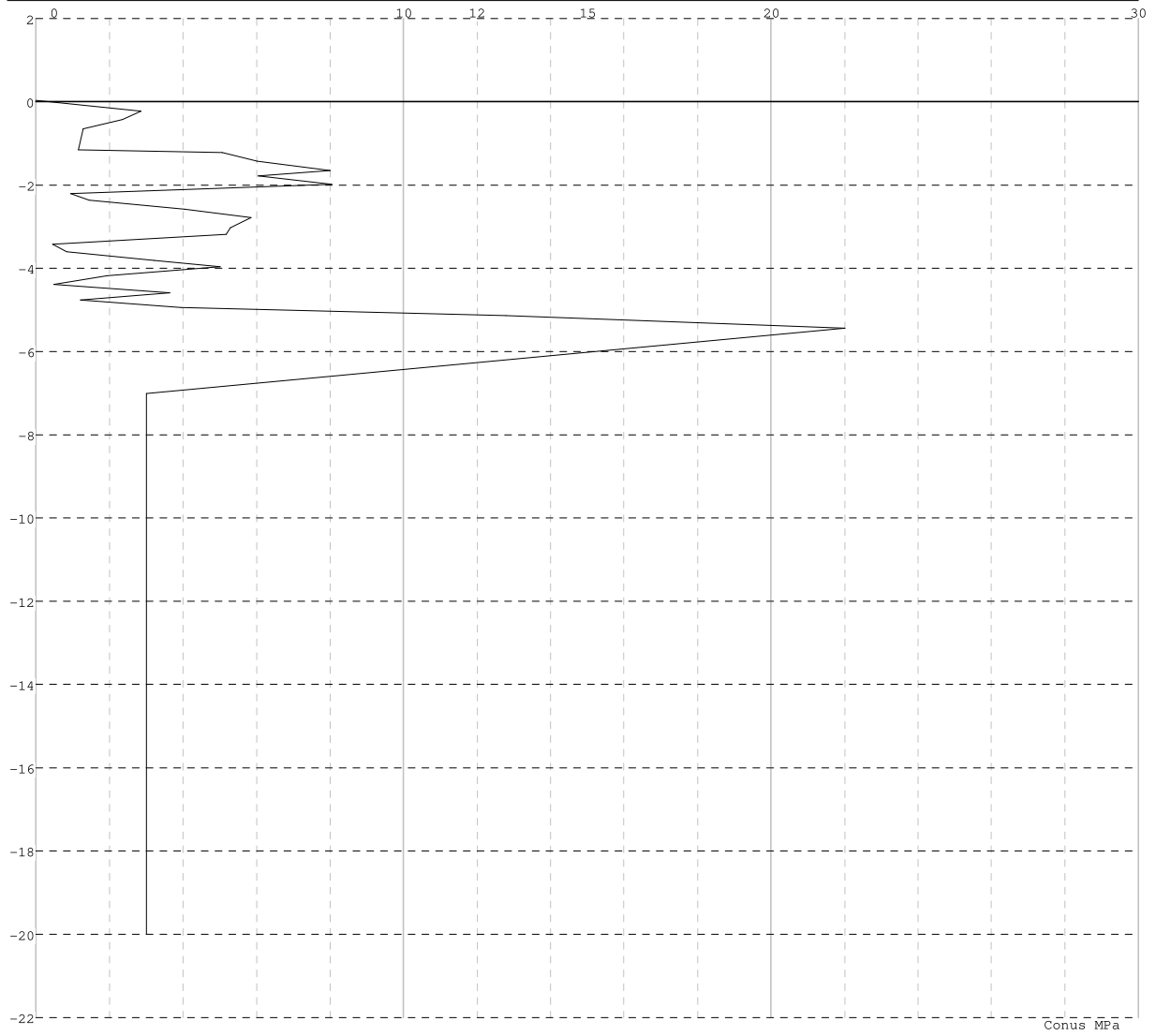
SONDERINGSGEGEVENS ALGEMEEN: S11

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Hoogte maaiveld [m] : 0.03 Bodemprofiel: Bodemprofiel 11
 Traject negatieve kleef : 0.03 tot 0.03 [m]
 Traject positieve kleef : -3.00 tot -21.00 [m]

Project : ZW 380 kV Oost D2.2 150 kV Opstijgpunten (druk)
Onderdeel : Fundaties

SONDERINGSGEGEVENS GRAFIEK: S11

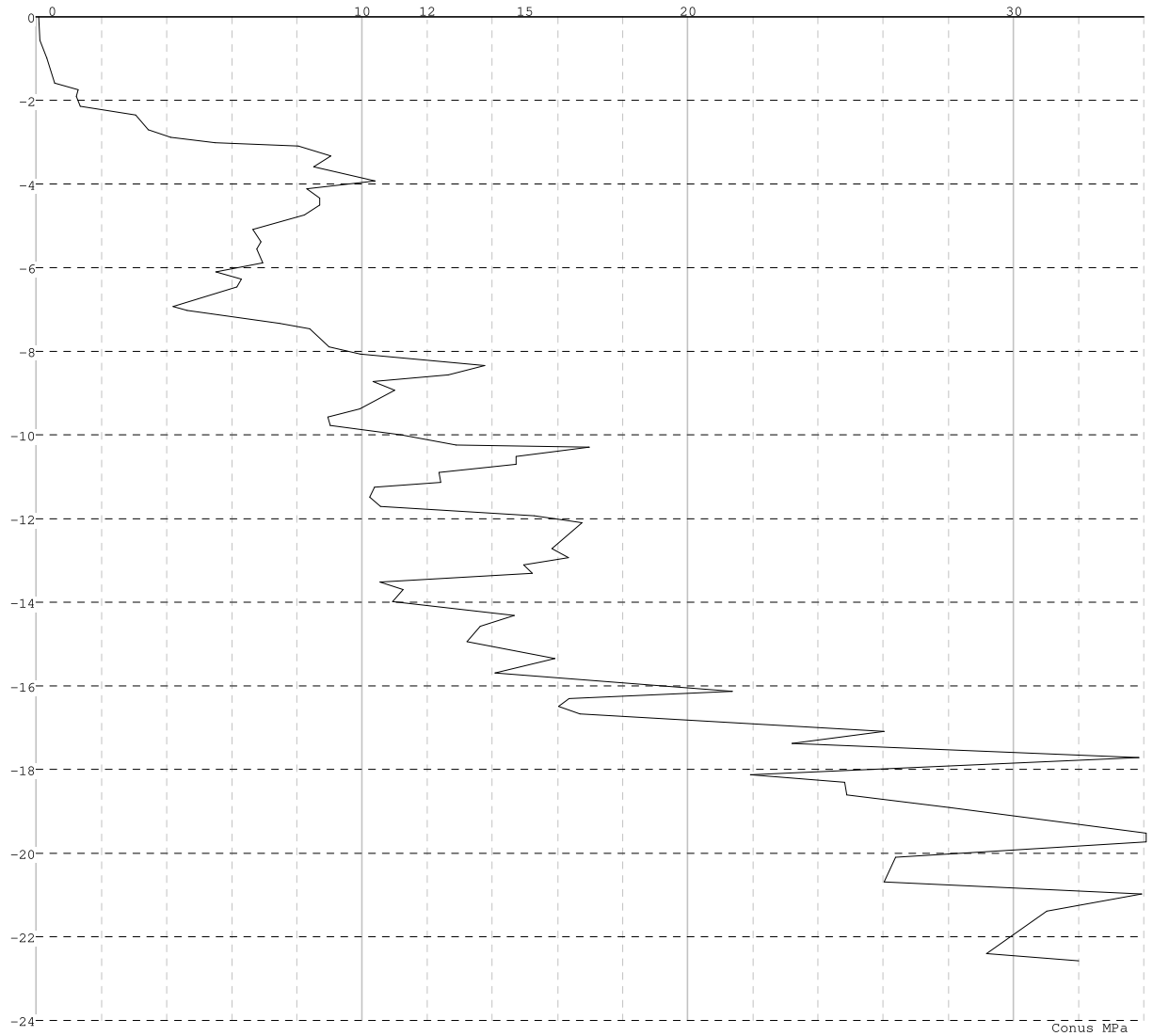


Project : ZW 380 kV Oost D2.2 150 kV Opstijgpunten (druk)
Onderdeel : Fundaties

SONDERINGSGEGEVENS ALGEMEEN: S1

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.
Hoogte maaiveld [m] : -0.00 Bodemprofiel: Bodemprofiel 11
Traject negatieve kleeft : -0.00 tot -0.00 [m]
Traject positieve kleeft : -2.00 tot -22.57 [m]

SONDERINGSGEGEVENS GRAFIEK: S1

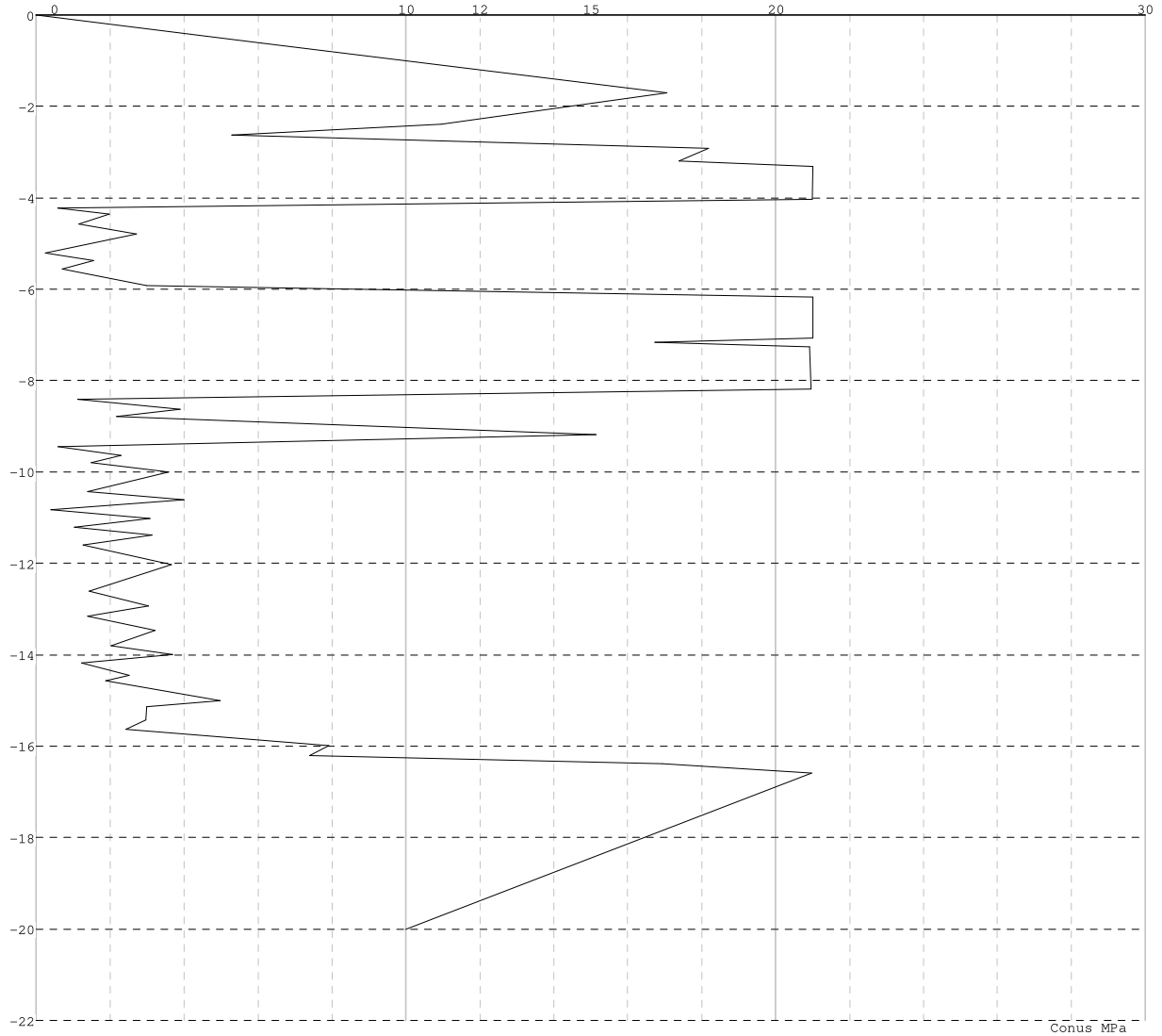


Project : ZW 380 kV Oost D2.2 150 kV Opstijgpunten (druk)
Onderdeel : Fundaties

SONDERINGSGEGEVENS ALGEMEEN: S97

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.
Hoogte maaiveld [m] : -0.00 Bodemprofiel: Bodemprofiel 97
Traject negatieve kleeft : 0.00 tot -4.00 [m]
Traject positieve kleeft : -6.00 tot -16.59 [m]

SONDERINGSGEGEVENS GRAFIEK: S97

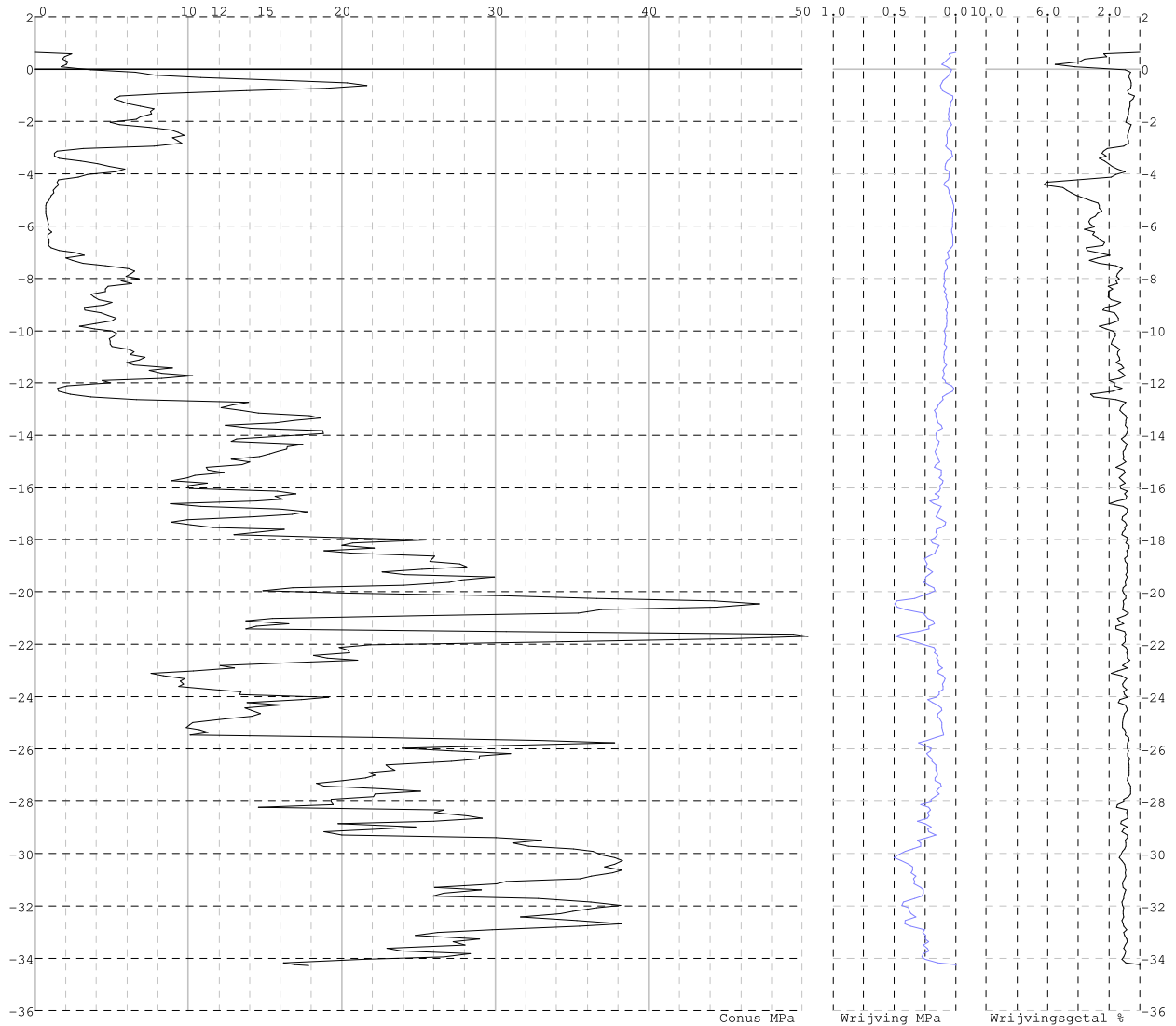


Project : ZW 380 kV Oost D2.2 150 kV Opstijpunten (druk)
 Onderdeel : Fundaties

SONDERINGSGEGEVENS ALGEMEEN: 1008_11

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.
 Hoogte maaiveld [m] : 0.62 Bodemprofiel: 1008_11
 Traject negatieve kleeft : 0.62 tot -3.90 [m]
 Traject positieve kleeft : -6.80 tot -34.28 [m]

SONDERINGSGEGEVENS GRAFIEK: 1008_11



REKENGEVENS Mast 11

Berekening : Controlerend
 Rekenmethode : Trekpalen volgens NEN-EN 1997-1, art. 7.6.3
 Sondering(en) : S11
 Let op: trekcapaciteit t.p.v. negatief kleefttraject is meegerekend.

Stijf bouwwerk : NEE
 Paalgroep : NEE
 Aantal sonderingen : 1
 Factor $\xi_3 (n=1)$: 1.39
 Factor $\xi_3 (gem)$: 1.39
 Factor $\xi_4 (min)$: 1.39
 Weerstandsfactor γ_R : 1.35
 $\gamma_{m;var,qc}$: 1.25
 UGT draagvermogen zonder negatieve kleeft : NEE

Paal : MV 220/160
 Niveau paalkop [m] : N.A.P. 0.00
 Paalpuntniveau : N.A.P. -14.00
 $E_{d,1}$ [kN] : 0.00 $E_{d,2}$ [kN] : 0.00
 Bovenbel. [kN/m²] : 0.00

RESULTATEN Mast 11 (n=1)

Project : ZW 380 kV Oost D2.2.150 kV Opstijgpunten (druk)
Onderdeel : Fundaties

Sondering : S11

Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Inheinniveau [m]	Effectief inheinniveau [m]	E.G. paal [kN]	$R_{t,cal;k}$ [kN]	$R_{t;d}$ [kN]	$F_{t,tot;1}$ [kN]	U.C.
-14.00	-14.00	28.1	534.6	534.6	0.0	0.00

SAMENVATTINGSTABEL Mast 11 (n=1)**Uitgangspunten**

- paal : MV 220/160
- paaltype : Stalen profiel (geheid, grout)
- schachtoppervlak : 160000 mm²
Paalklassefactor α_p : 0.70
Factor α_c (tabel 7.c EC 7.1) : 0.0120 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
Correlatiefactor $\xi_{3(n-1)}$: 1.39

Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen		
	niveau	niveau	$R_{t,cal}$ [kN]	$R_{t;d}$ [kN]	$R_{t,netto;d}$ [kN]
S11	0.03	-14.00	534.6	534.6	534.6

Totaal resultaten Mast 11 (van 1 sonderingen)**Uitgangspunten**

Correlatiefactor $\xi_{3,gem}$ (n= 1) : 1.39
Correlatiefactor $\xi_{4,min}$ (n= 1) : 1.39

gebaseerd op sonderingen:

S11

$$R_{t;d} = \min. \{ R_{t,cal;gem}; R_{t,cal;min} \} (7.17) *$$

Inheinniveau

[m]
-14.00 $R_{t;d} = \min. \{ 534.6; 534.6 \} = 534.6$

*) Bij de trekpaalberekening zijn factoren ξ_3 en ξ_4 al bij de berekening van de conusweerstand $Q_{c;z;d}$ in rekening gebracht, evenals factor $\gamma_{s;t}$. Dat is conform de opmerkingen in art. 7.6.3.3 (3) en (4).

Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Inheinniveau [m]	$R_{t;k}$ [kN]	$R_{t;d}$ [kN]	$F_{t,tot;1}$ [kN]	$R_{t,netto;d}$ [kN]	U.C.
-14.00	534.6	534.6	0.0	534.6	0.00

REKENGEGEVENS Mast 1

Berekening : Controlerend
Rekenmethode : Trekpalen volgens NEN-EN 1997-1, art. 7.6.3
Sondering(en) : S1
Let op: trekcapaciteit t.p.v. negatief kleeftraject is meegerekend.

Stijf bouwwerk : NEE
Paalgroep : NEE
Aantal sonderingen : 1
Factor $\xi_{3(n-1)}$: 1.39
Factor $\xi_{3(geom)}$: 1.39
Factor $\xi_{4(min)}$: 1.39
Weerstandsfactor γ_R : 1.35
 $\gamma_{s;vaz;qc}$: 1.25
UGT draagvermogen zonder negatieve kleeft : NEE

Paal : MV 22/40
Niveau paalkop [m] : N.A.P. 0.00
Paalpuntniveau : N.A.P. -11.00
 $E_{d;1}$ [kN] : 0.00 $E_{d;2}$ [kN] : 0.00
Bovenbel. [kN/m²] : 0.00

RESULTATEN Mast 1 (n=1)**Sondering : S1**

Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Inheinniveau [m]	Effectief inheinniveau [m]	E.G. paal [kN]	$R_{t,cal;k}$ [kN]	$R_{t;d}$ [kN]	$F_{t,tot;1}$ [kN]	U.C.
-11.00	-11.00	22.4	648.4	648.4	0.0	0.00

Project : ZW 380 kV Oost D2.2 150 kV Opstijgpunten (druk)
Onderdeel : Fundaties

SAMENVATTINGSTABEL Mast 1 (n=1)**Uitgangspunten**

- paal : MV 22/40
- paaltype : Stalen profiel (geheid, grout)
- schachtoppervlak : 160000 mm²
Paalklassefactor α_p : 0.70
Factor α_c (tabel 7.c EC 7.1) : 0.0120 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
Correlatiefactor $\xi_{3(n=1)}$: 1.39

Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen $R_{t,cal}$ [kN]	Rekenwaarden	
	niveau	niveau		$R_{t,d}$ [kN]	$R_{t,netto;d}$ [kN]
S1	-0.00	-11.00	648.4	648.4	648.4

Totaal resultaten Mast 1 (van 1 sonderingen)**Uitgangspunten**

Correlatiefactor $\xi_{3,geom}$ (n= 1) : 1.39
Correlatiefactor $\xi_{4,min}$ (n= 1) : 1.39

gebaseerd op sonderingen:

S1

$$R_{t,d} = \min. \{ R_{t,cal;geom}; R_{t,cal;min} \} (7.17) *$$

Inheinniveau

[m]
-11.00 $R_{t,d} = \min. \{ 648.4; 648.4 \} = 648.4$

*) Bij de trekpaalberekening zijn factoren ξ_3 en ξ_4 al bij de berekening van de conusweerstand $q_{c,z;d}$ in rekening gebracht, evenals factor $\gamma_{s;t}$. Dat is conform de opmerkingen in art. 7.6.3.3 (3) en (4).

Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Inheinniveau [m]	$R_{t;k}$ [kN]	$R_{t,d}$ [kN]	$F_{t,tot;1}$ [kN]	$R_{t,netto;d}$ [kN]	U.C.
-11.00	648.4	648.4	0.0	648.4	0.00

REKENGEDEGENS Mast 97

Berekening : Controlerend
Rekenmethode : Trekpalen volgens NEN-EN 1997-1, art. 7.6.3
Sondering(en) : S97
Let op: trekcapaciteit t.p.v. negatief kleeftrekgedrag is meegerekend.

Stijf bouwwerk : NEE
Paalgroep : NEE
Aantal sonderingen : 1
Factor $\xi_{3(n=1)}$: 1.39
Factor $\xi_{3(geom)}$: 1.39
Factor $\xi_{4(min)}$: 1.39
Weerstandsfactor γ_R : 1.35
 $\gamma_{s;var;qc}$: 1.25
UGT draagvermogen zonder negatieve kleeft : NEE

Paal : MV 200/150
Niveau paalkop [m] : N.A.P. 0.00
Paalpuntniveau : N.A.P. -10.00
 $E_{d;1}$ [kN] : 0.00 $E_{d;2}$ [kN] : 0.00
Bovenbel. [kN/m²] : 0.00

RESULTATEN Mast 97 (n=1)**Sondering : S97**

Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Inheinniveau [m]	Effectief inheinniveau [m]	E.G. paal [kN]	$R_{t,cal;k}$ [kN]	$R_{t,d}$ [kN]	$F_{t,tot;1}$ [kN]	U.C.
-10.00	-10.00	20.5	572.8	572.8	0.0	0.00

Project : ZW 380 kV Oost D2.2 150 kV Opstijgpunten (druk)
Onderdeel : Fundaties

SAMENVATTINGSTABEL Mast 97 (n=1)**Uitgangspunten**

- paal : MV 200/150
- paaltype : Stalen profiel (geheid, grout)
- schachtoppervlak : 160000 mm²
Paalklassefactor α_p : 0.70
Factor α_c (tabel 7.c EC 7.1) : 0.0120 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
Correlatiefactor $\xi_{3(n=1)}$: 1.39

Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen $R_{t,cal}$ [kN]	Rekenwaarden	
	niveau	niveau		$R_{t,d}$ [kN]	$R_{t,netto;d}$ [kN]
S97	-0.00	-10.00	572.8	572.8	572.8

Totaal resultaten Mast 97 (van 1 sonderingen)**Uitgangspunten**

Correlatiefactor $\xi_{3,geom}$ (n= 1) : 1.39
Correlatiefactor $\xi_{4,min}$ (n= 1) : 1.39

gebaseerd op sonderingen:

S97

$$R_{t,d} = \min. \{ R_{t,cal;geom}; R_{t,cal;min} \} \text{ (7.17) } *$$

Inheinniveau

[m]
-10.00 $R_{t,d} = \min. \{ 572.8; 572.8 \} = 572.8$

*) Bij de trekpaalberekening zijn factoren ξ_3 en ξ_4 al bij de berekening van de conusweerstand $q_{c,z;d}$ in rekening gebracht, evenals factor $\gamma_{s;t}$. Dat is conform de opmerkingen in art. 7.6.3.3 (3) en (4).

Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Inheinniveau [m]	$R_{t;k}$ [kN]	$R_{t,d}$ [kN]	$F_{t,tot;1}$ [kN]	$R_{t,netto;d}$ [kN]	U.C.
-10.00	572.8	572.8	0.0	572.8	0.00

REKENGEDEGENS Mast 19A

Berekening : Controlerend
Rekenmethode : Trekpalen volgens NEN-EN 1997-1, art. 7.6.3
Sondering(en) : 1008_11
Let op: trekcapaciteit t.p.v. negatief kleeftretract is meegerekend.

Stijf bouwwerk : NEE
Paalgroep : NEE
Aantal sonderingen : 1
Factor $\xi_{3(n=1)}$: 1.39
Factor $\xi_{3(geom)}$: 1.39
Factor $\xi_{4(min)}$: 1.39
Weerstandsfactor γ_R : 1.35
 $\gamma_{s;var;qc}$: 1.25
UGT draagvermogen zonder negatieve kleeft : NEE

Paal : SI-paal 508/670
Niveau paalkop [m] : N.A.P. 0.00
Paalpuntniveau : N.A.P. -18.20
 $E_{d;1}$ [kN] : 0.00 $E_{d;2}$ [kN] : 0.00
Bovenbel. [kN/m²] : 0.00

RESULTATEN Mast 19A (n=1)**Sondering : 1008_11**

Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Inheinniveau [m]	Effectief inheinniveau [m]	E.G. paal [kN]	$R_{t,cal;k}$ [kN]	$R_{t,d}$ [kN]	$F_{t,tot;1}$ [kN]	U.C.
-18.20	-18.20	77.2	1041.5	1041.5	0.0	0.00

Project : ZW 380 kV Oost D2.2 150 kV Opstijgpunten (druk)
 Onderdeel : Fundaties

SAMENVATTINGSTABEL Mast 19A (n=1)**Uitgangspunten**

- paal : SI-paal 508/670
 - paaltype : In de grond gevormde geschroefde paal; groutinjectie
 - schachtafmeting : 670 mm
 Paalklassefactor α_p : 0.63
 Factor α_c (tabel 7.c EC 7.1) : 0.0090 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Correlatiefactor $\xi_{3(n=1)}$: 1.39

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		Bezuikdraagvermogen $R_{t,cal}$ [kN]	Rekenwaarden	
	niveau	niveau		$R_{t;d}$ [kN]	$R_{t,netto;d}$ [kN]
1008_11	0.62	-18.20	1041.5	1041.5	1041.5

Totaal resultaten Mast 19A (van 1 sonderingen)**Uitgangspunten**

Correlatiefactor $\xi_{3,geom}$ (n= 1) : 1.39
 Correlatiefactor $\xi_{4,min}$ (n= 1) : 1.39

gebaseerd op sonderingen:

1008_11

$$R_{t;d} = \min. \{ R_{t,cal;geom}; R_{t,cal;min} \} (7.17) *$$

Inheinniveau

[m]
-18.20 $R_{t;d} = \min. \{ 1041.5; 1041.5 \} = 1041.5$

*) Bij de trekpaalberekening zijn factoren ξ_3 en ξ_4 al bij de berekening van de conusweerstand $q_{c;z;d}$ in rekening gebracht, evenals factor $\gamma_{s;t}$. Dat is conform de opmerkingen in art. 7.6.3.3 (3) en (4).

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Inheinniveau [m]	$R_{t;k}$ [kN]	$R_{t;d}$ [kN]	$F_{t,tot;l}$ [kN]	$R_{t,netto;d}$ [kN]	U.C.
-18.20	1041.5	1041.5	0.0	1041.5	0.00

PAALGEGEVENS MV 22/40

Type : Stalen profiel (geheid, grout)
 Wijze van installeren : Heien
 Profieloppervlakte [m²] : 0.1600
 Profielomtrek [m] : 1.6000
 Traagheidsmoment [*1e4 mm⁴] : 0
 Elasticiteitsmodulus [N/mm²] : 20000
 Factor α_c (tabel 7.c EC 7.1) : 0.014 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.0120 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Paalklassefactor α_p : 0.70
 Paalvoetvormfactor β : 1.00
 Type lastzakingsdiagram : Grondverdringende paal
 Verm.factor * $\phi'_{j;k}$: 0.75
 Groutomhulling : JA

PAALGEGEVENS MV 220/160

Type : Stalen profiel (geheid, grout)
 Wijze van installeren : Heien
 Profieloppervlakte [m²] : 0.1600
 Profielomtrek [m] : 1.6000
 Traagheidsmoment [*1e4 mm⁴] : 0
 Elasticiteitsmodulus [N/mm²] : 20000
 Factor α_c (tabel 7.c EC 7.1) : 0.014 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.0120 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Paalklassefactor α_p : 0.70
 Paalvoetvormfactor β : 1.00
 Type lastzakingsdiagram : Grondverdringende paal
 Verm.factor * $\phi'_{j;k}$: 0.75
 Groutomhulling : JA

PAALGEGEVENS MV 200/150

Type : Stalen profiel (geheid, grout)
 Wijze van installeren : Heien
 Profieloppervlakte [m²] : 0.1600
 Profielomtrek [m] : 1.6000
 Traagheidsmoment [*1e4 mm⁴] : 0
 Elasticiteitsmodulus [N/mm²] : 20000
 Factor α_c (tabel 7.c EC 7.1) : 0.014 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.0120 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Paalklassefactor α_p : 0.70
 Paalvoetvormfactor β : 1.00
 Type lastzakingsdiagram : Grondverdringende paal
 Verm.factor * $\phi'_{j;k}$: 0.75
 Groutomhulling : JA

Project : ZW 380 kV Oost D2.2 150 kV Opstijgpunten (druk)
 Onderdeel : Fundaties

PAALGEGEVENS SI-paal 508/670

Type : In de grond gevormde geschroefde paal; groutinjectie
 Wijze van installeren : Boren
 Wijze van terugwinnen : n.v.t.
 Diameter [m] : 0.670
 Elasticiteitsmodulus [N/mm²] : 20000
 Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.009 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Factor α_c (tabel 7.c EC 7.1) : 0.0090 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Paalklassefactor α_p : 0.63
 Paalvoetvormfactor β : 1.00
 Type lastzakingsdiagram : Grondverdringende paal
 Verm.factor * $\phi'_{j;k}$: 1.00
 Groutomhulling : JA

OVERZICHT NETTO DRAAGVERMOGEN TREKPALEN (n=1)

Netto paal draagvermogen(s) zijn naar beneden toe afgerond op: 1.0 kN nauwkeurig
 Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		$R_{e; netto; d}$ [kN]			
	niveau	niveau	Mast 11	Mast 1	Mast 97	Mast 19A
S11	0.03	-14.00	534			
S1	-0.00	-11.00		648		
S97	-0.00	-10.00			572	
1008_11	0.62	-18.20				1041

Project : ZW 380 kV Oost D2.3 150 kV Opstijgpunten (druk bestaand)
 Onderdeel : Fundaties

ALGEMENE GEGEVENS

Project : ZW 380 kV Oost D2.3 150 kV Opstijgpunten (druk bestaand)
 Onderdeel : Fundaties
 Datum : 17-01-2022
 Bestand : P:\EANL_Projects\10124719 - TenneT Engineering
 ZW380 kV Oost\2 Content\002
 Berekeningen\Technosoft\D2.2\D2.3
 Opstijgpunten nw.pvw
 Berekeningstype : Verticaal belaste paal
 Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Geotechniek EN 1997-1:2004 AC:2009
 NEN-EN 1997-1:2005 C1+A1:2013 NB:2016
 NEN 9997-1:2016 C2:2017

BODEMPROFIELGEGEVENS: Bodemprofiel 11

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.
 d50-reductie is meegenomen overeenkomstig NEN-EN 9997 art. 7.6.2.3 (i)
 Hoogte maaiveld [m] : 0.00 Grondwaterstand [m] : -1.00

Laag	Van [m]	Tot [m]	Omschrijving	OCR	Aandeel pos. kleeft [%]	α_s	d_{50} [mm]
1	0.00	-2.00	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		
2	-2.00	-4.50	Leem - Zwak zandig - Slap	1.0	50.0		
3	-4.50	-8.00	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		
4	-8.00	-10.00	Leem - Zwak zandig - Vast	1.0	50.0		
5	-10.00	-20.00	Leem - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		

BODEMPROFIELGEGEVENS: Bodemprofiel 1

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.
 d50-reductie is meegenomen overeenkomstig NEN-EN 9997 art. 7.6.2.3 (i)
 Hoogte maaiveld [m] : 0.00 Grondwaterstand [m] : -1.00

Laag	Van [m]	Tot [m]	Omschrijving	OCR	Aandeel pos. kleeft [%]	α_s	d_{50} [mm]
1	0.00	-2.00	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
2	-2.00	-25.00	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		

BODEMPROFIELGEGEVENS: Bodemprofiel 97

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.
 d50-reductie is meegenomen overeenkomstig NEN-EN 9997 art. 7.6.2.3 (i)
 Hoogte maaiveld [m] : 0.00 Grondwaterstand [m] : -1.00

Laag	Van [m]	Tot [m]	Omschrijving	OCR	Aandeel pos. kleeft [%]	α_s	d_{50} [mm]
1	0.00	-1.00	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
2	-1.00	-4.00	Zand - Schoon - Matig	1.0	50.0		
3	-4.00	-6.00	Leem - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
4	-6.00	-8.30	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		
5	-8.30	-10.00	Leem - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
6	-10.00	-16.30	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		

BODEMPROFIELGEGEVENS: 1008_11

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.
 d50-reductie is meegenomen overeenkomstig NEN-EN 9997 art. 7.6.2.3 (i)
 Hoogte maaiveld [m] : 0.62 Grondwaterstand [m] : -0.38

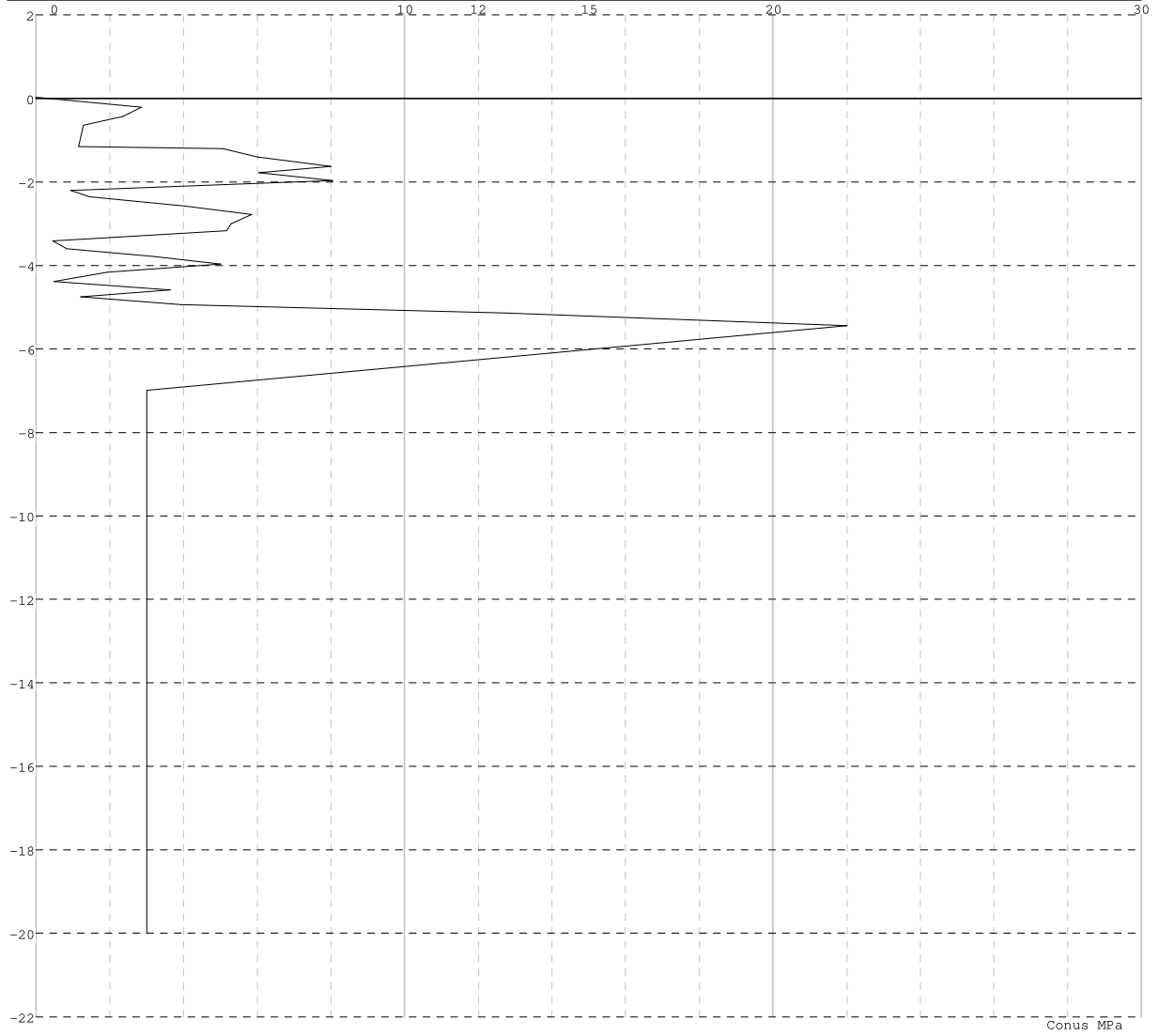
Laag	Van [m]	Tot [m]	Omschrijving	OCR	Aandeel pos. kleeft [%]	α_s	d_{50} [mm]
1	0.62	0.00	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
2	0.00	-4.00	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		
3	-4.00	-7.50	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
4	-7.50	-11.80	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		
5	-11.80	-12.50	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
6	-12.50	-25.00	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		

SONDERINGSGEGEVENS ALGEMEEN: S11

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.
 Hoogte maaiveld [m] : 0.03 Bodemprofiel: Bodemprofiel 11
 Traject negatieve kleeft : 0.03 tot 0.03 [m]
 Traject positieve kleeft : -3.00 tot -21.00 [m]

Project : ZW 380 kV Oost D2.3 150 kV Opstijgpunten (druk bestand)
Onderdeel : Fundaties

SONDERINGSGEGEVENS GRAFIEK: S11

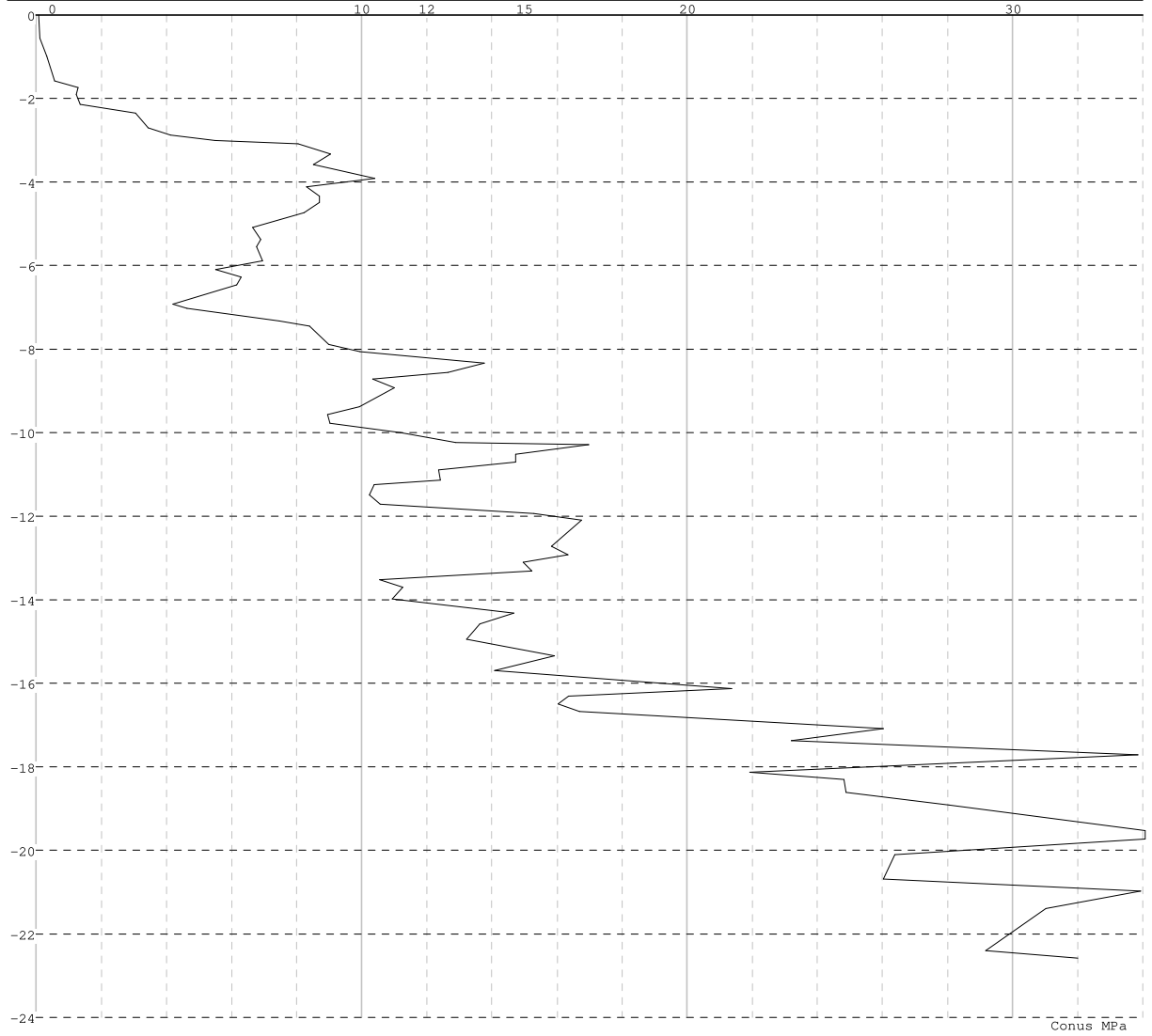


Project : ZW 380 kV Oost D2.3 150 kV Opstijgpunten (druk bestand)
Onderdeel : Fundaties

SONDERINGSGEGEVENS ALGEMEEN: S1

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.
Hoogte maaiveld [m] : -0.00 Bodemprofiel: Bodemprofiel 11
Traject negatieve kleef : -0.00 tot -0.00 [m]
Traject positieve kleef : -2.00 tot -22.57 [m]

SONDERINGSGEGEVENS GRAFIEK: S1

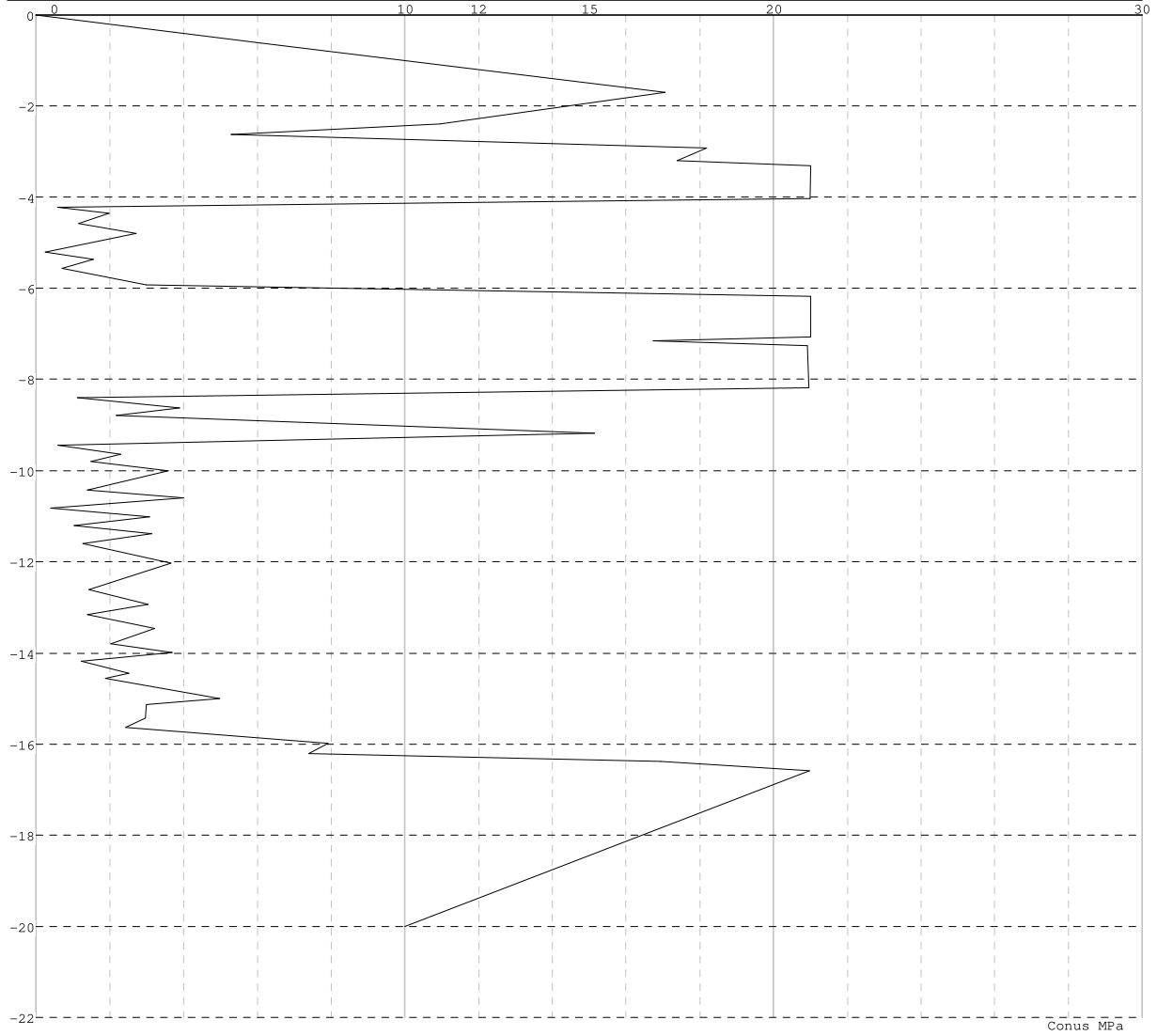


Project : ZW 380 kV Oost D2.3 150 kV Opstijgpunten (druk bestand)
Onderdeel : Fundaties

SONDERINGSGEGEVENS ALGEMEEN: S97

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.
Hoogte maaiveld [m] : -0.00 Bodemprofiel: Bodemprofiel 97
Traject negatieve kleef : 0.00 tot -4.00 [m]
Traject positieve kleef : -6.00 tot -16.59 [m]

SONDERINGSGEGEVENS GRAFIEK: S97

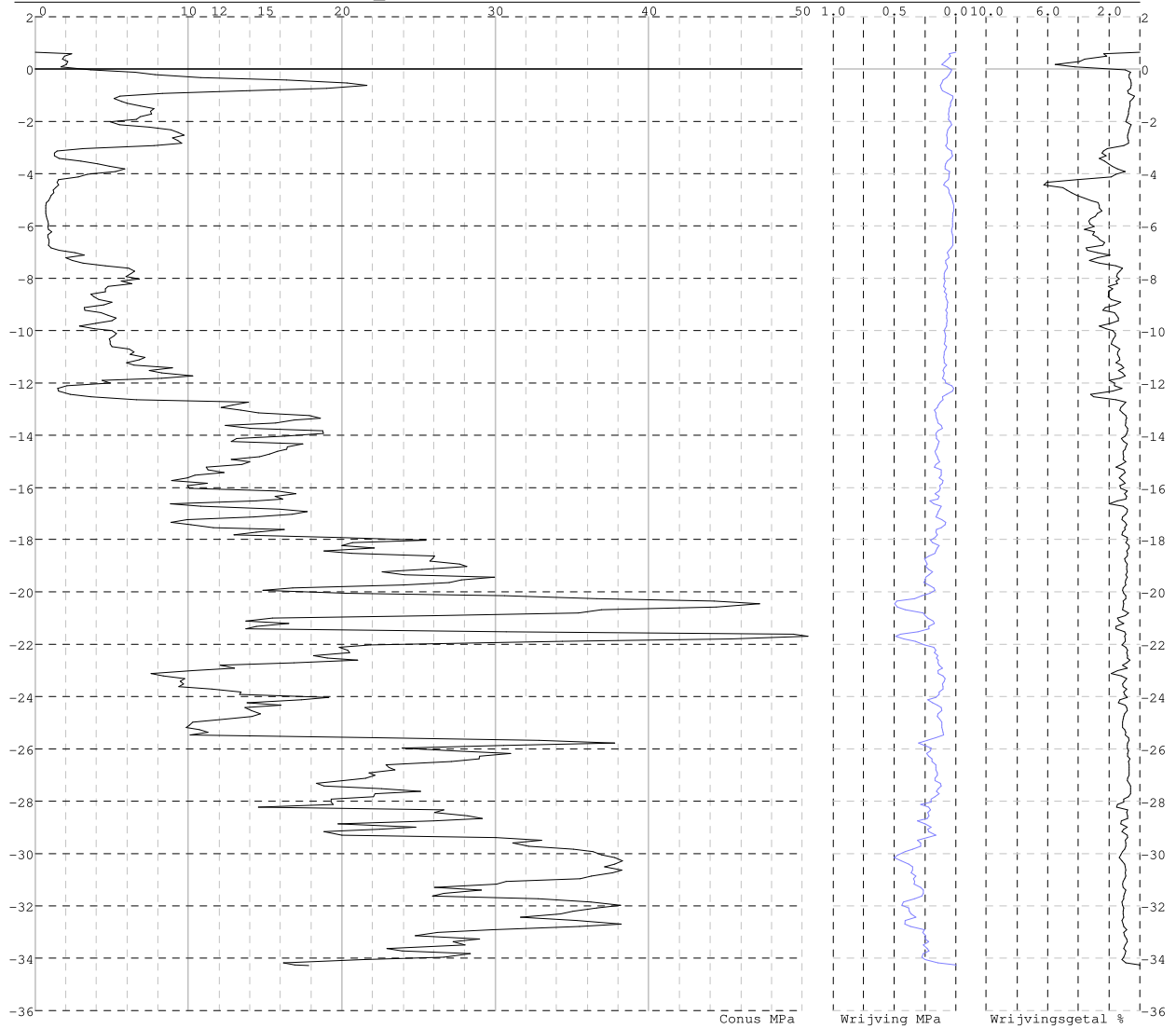


Project : ZW 380 kV Oost D2.3 150 kV Opstijgpunten (druk bestand)
 Onderdeel : Fundaties

SONDERINGSGEGEVENS ALGEMEEN: 1008_11

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.
 Hoogte maaveld [m] : 0.62 Bodemprofiel: 1008_11
 Traject negatieve kleeft : 0.62 tot -3.90 [m]
 Traject positieve kleeft : -6.80 tot -34.28 [m]

SONDERINGSGEGEVENS GRAFIEK: 1008_11



REKENGEVENS Mast 11

Berekening : Controlerend
 Rekenmethode : Drukpalen volgens NEN-EN 1997-1, art. 7.6.2
 Sondering(en) : S11

Stijf bouwwerk : NEE
 Paalgroep : NEE
 Aantal sonderingen : 1
 Factor ξ_3 (n-1) : 1.39
 Factor ξ_3 (gem) : 1.39
 Factor ξ_4 (min) : 1.39
 Weerstandsfactor γ_R : 1.20
 γ_{enk} : 1.0
 $R_{b, \text{calc}, \text{max}, i}$ begrenzen op $0.75 * R_{b, \text{calc}, \text{max}, i}$: NEE
 UGT draagvermogen zonder negatieve kleeft : NEE

Paal : MV 220/160
 Niveau paalkop [m] : N.A.P. 0.00
 Paalpuntniveau : N.A.P. -14.00
 $E_{d,1}$ [kN] : 0.00 $E_{d,2}$ [kN] : 0.00
 $S_{\text{req},1}$ [m] : 0.15 $S_{\text{req},2}$ [m] : 0.05
 Bovenbel. [kN/m²] : 0.00

RESULTATEN Mast 11 (n=1)

Sondering : S11

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Niveau [m]	R_b [kN]	R_s [kN]	$R_{c, \text{cal}}$ [kN]	$R_{c, j, k}$ [kN]	$R_{c, j, d}$ [kN]	$F_{n, k, j, d}$ [kN]	$R_{c, n, d}$ [kN]	$F_{c, j, \text{tot}, 1}$ [kN]	U.C.	$s_{1,1}$ [mm]	$s_{1,2}$ [mm]
-14.00	480.0	941.5	1421	1023	852.2	0.0	852.2	0.0	0.00	-0.0	-0.0

Project : ZW 380 kV Oost D2.3 150 kV Opstijgpunten (druk bestaand)
 Onderdeel : Fundaties

SAMENVATTINGSTABEL Mast 11 (n=1)

Uitgangspunten

- paal : MV 220/160
 - paaltype : Stalen profiel (geheid, grout)
 - schachtoppervlak : 160000 mm²
 Paalklassefactor α_p : 1.00
 Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.014 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Correlatiefactor $\xi_{3(n=1)}$: 1.39

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen					Rekenwaarden	
	niveau	niveau	$R_{b,cal}$ [kN]	$R_{b,cal}$ [kN]	$R_{c,cal}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c,netto;d}$ [kN]	
S11	0.03	-14.00	480.0	941.5	1421.5	852.2	0.0	852.2	

REKENGEDEGENS Mast 1

Berekening : Controlerend
 Rekenmethode : Drukpalen volgens NEN-EN 1997-1, art. 7.6.2
 Sondering(en) : S1

Stijf bouwwerk : NEE
 Paalgroep : NEE
 Aantal sonderingen : 1
 Factor $\xi_{3(n=1)}$: 1.39
 Factor $\xi_{3(geom)}$: 1.39
 Factor $\xi_{4(min)}$: 1.39
 Weerstandsfactor γ_R : 1.20
 $\gamma_{E;nk}$: 1.0
 $R_{b,cal,max;i}$ begrenzen op $0.75 * R_{b,cal,max;i}$: NEE
 UGT draagvermogen zonder negatieve kleef : NEE

Paal : MV 22/40
 Niveau paalkop [m] : N.A.P. 0.00
 Paalpuntniveau : N.A.P. -11.00
 $E_{d;1}$ [kN] : 0.00 $E_{d;2}$ [kN] : 0.00
 $S_{req;1}$ [m] : 0.15 $S_{req;2}$ [m] : 0.05
 Bovenbel. [kN/m²] : 0.00

RESULTATEN Mast 1 (n=1)

Sondering : S1

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Niveau	R_b	R_s	$R_{c,cal}$	$R_{c;k}$	$R_{c;d}$	$F_{nk;d}$	$R_{c;d}$	$F_{c,tot;1}$	U.C.	$S_{1;1}$	$S_{1;2}$
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]		[mm]	[mm]
-11.00	1594	1474	3067	2207	1839	0.0	1839	0.0	0.00	-0.0	-0.0

Project : ZW 380 kV Oost D2.3 150 kV Opstijgpunten (druk bestaand)
Onderdeel : Fundaties

SAMENVATTINGSTABEL Mast 1 (n=1)

Uitgangspunten

- paal : MV 22/40
- paaltype : Stalen profiel (geheid, grout)
- schachtoppervlak : 160000 mm²
Paalklassefactor α_p : 1.00
Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.014 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
Correlatiefactor $\xi_{3(n=1)}$: 1.39

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen					Rekenwaarden	
	niveau	niveau	$R_{b,cal}$ [kN]	$R_{b,cal}$ [kN]	$R_{c,cal}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c,netto;d}$ [kN]	
S1	-0.00	-11.00	1593.8	1473.6	3067.4	1839.0	0.0	1839.0	

REKENGEDEGENS Mast 97

Berekening : Controlerend
Rekenmethode : Drukpalen volgens NEN-EN 1997-1, art. 7.6.2
Sondering(en) : S97

Stijf bouwwerk : NEE
Paalgroep : NEE
Aantal sonderingen : 1
Factor $\xi_{3(n=1)}$: 1.39
Factor $\xi_{3(geom)}$: 1.39
Factor $\xi_{4(min)}$: 1.39
Weerstandsfactor γ_R : 1.20
 $\gamma_{E;nk}$: 1.0
 $R_{b,cal,max;i}$ begrenzen op $0.75 * R_{b,cal,max;i}$: NEE
UGT draagvermogen zonder negatieve kleef : NEE

Paal : MV 200/150
Niveau paalkop [m] : N.A.P. 0.00
Paalpuntniveau : N.A.P. -10.00
 $E_{d;1}$ [kN] : 0.00 $E_{d;2}$ [kN] : 0.00
 $S_{req;1}$ [m] : 0.15 $S_{req;2}$ [m] : 0.05
Bovenbel. [kN/m²] : 0.00

RESULTATEN Mast 97 (n=1)

Sondering : S97

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Niveau	R_b	R_s	$R_{c,cal}$	$R_{c;k}$	$R_{c;d}$	$F_{nk;d}$	$R_{c;nd}$	$F_{c;tot;1}$	U.C.	$S_{1;1}$	$S_{1;2}$
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]		[mm]	[mm]
-10.00	146.2	918.5	1065	765.9	638.3	-47.8	590.5	-47.8	0.07	-0.2	-0.2

Project : ZW 380 kV Oost D2.3 150 kV Opstijgpunten (druk bestand)
Onderdeel : Fundaties

SAMENVATTINGSTABEL Mast 97 (n=1)

Uitgangspunten

- paal : MV 200/150
- paaltype : Stalen profiel (geheid, grout)
- schachtoppervlak : 160000 mm²
Paalklassefactor α_p : 1.00
Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.014 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
Correlatiefactor $\xi_{3(n=1)}$: 1.39

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen						Rekenwaarden	
	niveau	niveau	$R_{b,cal}$ [kN]	$R_{b,cal}$ [kN]	$R_{c,cal}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{nk,d}$ [kN]	$R_{c,netto,d}$ [kN]		
S97	-0.00	-10.00	146.2	918.5	1064.6	638.3	-47.8	590.5		

REKENGEDEGENS Mast 19A

Berekening : Controlerend
Rekenmethode : Drukpalen volgens NEN-EN 1997-1, art. 7.6.2
Sondering(en) : 1008_11

Stijf bouwwerk : NEE
Paalgroep : NEE
Aantal sonderingen : 1
Factor $\xi_{3(n=1)}$: 1.39
Factor $\xi_{3(geom)}$: 1.39
Factor $\xi_{3(min)}$: 1.39
Weerstandsfactor γ_R : 1.20
 $\gamma_{E,nk}$: 1.0
 $R_{b,cal,max,i}$ begrenzen op $0.75 * R_{b,cal,max,i}$: NEE
UGT draagvermogen zonder negatieve kleef : NEE

Paal : SI-paal 508/670
Niveau paalkop [m] : N.A.P. 0.00
Paalpuntniveau : N.A.P. -18.20
 $E_{d,1}$ [kN] : 0.00 $E_{d,2}$ [kN] : 0.00
 $S_{req,1}$ [m] : 0.15 $S_{req,2}$ [m] : 0.05
Bovenbel. [kN/m²] : 0.00

RESULTATEN Mast 19A (n=1)

Sondering : 1008_11

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Niveau	R_b	R_s	$R_{c,cal}$	$R_{c,k}$	$R_{c,d}$	$F_{nk,d}$	$R_{c,d}$	$F_{c,tot,1}$	U.C.	$S_{1,1}$	$S_{1,2}$
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]		[mm]	[mm]
-18.20	4606	1850	6456	4645	3871	-97.7	3773	-97.7	0.03	-0.3	-0.3

Project : ZW 380 kV Oost D2.3 150 kV Opstijgpunten (druk bestaand)
 Onderdeel : Fundaties

SAMENVATTINGSTABEL Mast 19A (n=1)

Uitgangspunten

- paal : SI-paal 508/670
 - paaltype : In de grond gevormde geschroefde paal; groutinjectie
 - schachtafmeting : 670 mm
 Paalklassefactor α_p : 0.90
 Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.009 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Correlatiefactor $\xi_{3(n=1)}$: 1.39

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen					Rekenwaarden	
	niveau	niveau	$R_{b,caal}$ [kN]	$R_{a,caal}$ [kN]	$R_{c,caal}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{n,k;d}$ [kN]	$R_{c,netto;d}$ [kN]	
1008_11	0.62	-18.20	4606.3	1850.0	6456.3	3870.7	-97.7	3773.0	

PAALGEGEVENS MV 22/40

Type : Stalen profiel (geheid, grout)
 Wijze van installeren : Heien
 Profieloppervlakte [m²] : 0.1600
 Profielomtrek [m] : 1.6000
 Traagheidsmoment [*1e4 mm⁴] : 0
 Elasticiteitsmodulus [N/mm²] : 20000
 Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.014 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Factor α_c (tabel 7.c EC 7.1) : 0.0120 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Paalklassefactor α_p : 1.00
 Paalvoetvormfactor β : 1.00
 Type lastzakkingsdiagram : Grondverdringende paal
 Verm.factor * $\phi'_{j;k}$: 0.75
 Groutomhulling : JA

PAALGEGEVENS MV 220/160

Type : Stalen profiel (geheid, grout)
 Wijze van installeren : Heien
 Profieloppervlakte [m²] : 0.1600
 Profielomtrek [m] : 1.6000
 Traagheidsmoment [*1e4 mm⁴] : 0
 Elasticiteitsmodulus [N/mm²] : 20000
 Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.014 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Factor α_c (tabel 7.c EC 7.1) : 0.0120 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Paalklassefactor α_p : 1.00
 Paalvoetvormfactor β : 1.00
 Type lastzakkingsdiagram : Grondverdringende paal
 Verm.factor * $\phi'_{j;k}$: 0.75
 Groutomhulling : JA

PAALGEGEVENS MV 200/150

Type : Stalen profiel (geheid, grout)
 Wijze van installeren : Heien
 Profieloppervlakte [m²] : 0.1600
 Profielomtrek [m] : 1.6000
 Traagheidsmoment [*1e4 mm⁴] : 0
 Elasticiteitsmodulus [N/mm²] : 20000
 Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.014 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Factor α_c (tabel 7.c EC 7.1) : 0.0120 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Paalklassefactor α_p : 1.00
 Paalvoetvormfactor β : 1.00
 Type lastzakkingsdiagram : Grondverdringende paal
 Verm.factor * $\phi'_{j;k}$: 0.75
 Groutomhulling : JA

PAALGEGEVENS SI-paal 508/670

Type : In de grond gevormde geschroefde paal; groutinjectie
 Wijze van installeren : Boren
 Wijze van terugwinnen : n.v.t.
 Diameter [m] : 0.670
 Elasticiteitsmodulus [N/mm²] : 20000
 Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.009 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Factor α_c (tabel 7.c EC 7.1) : 0.0090 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Paalklassefactor α_p : 0.90
 Paalvoetvormfactor β : 1.00
 Type lastzakkingsdiagram : Grondverdringende paal
 Verm.factor * $\phi'_{j;k}$: 1.00
 Groutomhulling : JA

Project : ZW 380 kV Oost D2.3 150 kV Opstijgpunten (druk bestaand)
 Onderdeel : Fundaties

OVERZICHT NETTO DRAAGVERMOGEN DRUKPALEN

Netto paal draagvermogen(s) zijn naar beneden toe afgerond op: 1.0 kN nauwkeurig

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		R _{d,netto,d} [kN]			
	niveau	niveau	Mast 11	Mast 1	Mast 97	Mast 19A
S11	0.03	-14.00	852			
S1	-0.00	-11.00		1838		
S97	-0.00	-10.00			590	
1008_11	0.62	-18.20				3772

Project : ZW 380 kV Oost 150 kV Opstijgpunten (trek nw)
 Onderdeel : Fundaties

ALGEMENE GEGEVENS

Project : ZW 380 kV Oost 150 kV Opstijgpunten (trek nw)
 Onderdeel : Fundaties
 Datum : 03-11-2020
 Bestand : P:\EANL_Projects\10124719 - TenneT Engineering
 ZW380 kV Oost\2 Content\002
 Berekeningen\Technosoft\D2.2\150 kV POSP
 Opstijgpunten nw.pvw
 Berekeningstype : Verticaal belaste paal
 Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Geotechniek EN 1997-1:2004 AC:2009
 NEN-EN 1997-1:2005 C1+A1:2013 NB:2016
 NEN 9997-1:2016 C2:2017

BODEMPROFIELGEGEVENS: Bodemprofiel 11

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

d50-reductie is meegenomen overeenkomstig NEN-EN 9997 art. 7.6.2.3 (i)
 Hoogte maaiveld [m] : 0.00 Grondwaterstand [m] : -1.00

Laag	Van [m]	Tot [m]	Omschrijving	OCR	Aandeel pos. kleef [%]	α_s	d_{50} [mm]
1	0.00	-2.00	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		
2	-2.00	-4.50	Leem - Zwak zandig - Slap	1.0	50.0		
3	-4.50	-8.00	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		
4	-8.00	-10.00	Leem - Zwak zandig - Vast	1.0	50.0		
5	-10.00	-20.00	Leem - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		

BODEMPROFIELGEGEVENS: Bodemprofiel 1

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

d50-reductie is meegenomen overeenkomstig NEN-EN 9997 art. 7.6.2.3 (i)
 Hoogte maaiveld [m] : 0.00 Grondwaterstand [m] : -1.00

Laag	Van [m]	Tot [m]	Omschrijving	OCR	Aandeel pos. kleef [%]	α_s	d_{50} [mm]
1	0.00	-2.00	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
2	-2.00	-25.00	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		

BODEMPROFIELGEGEVENS: Bodemprofiel 97

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

d50-reductie is meegenomen overeenkomstig NEN-EN 9997 art. 7.6.2.3 (i)
 Hoogte maaiveld [m] : 0.00 Grondwaterstand [m] : -1.00

Laag	Van [m]	Tot [m]	Omschrijving	OCR	Aandeel pos. kleef [%]	α_s	d_{50} [mm]
1	0.00	-1.00	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
2	-1.00	-4.00	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		
3	-4.00	-6.00	Leem - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
4	-6.00	-8.30	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		
5	-8.30	-10.00	Leem - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
6	-10.00	-15.80	Leem - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
7	-15.80	-20.00	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		

BODEMPROFIELGEGEVENS: 1008_11

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

d50-reductie is meegenomen overeenkomstig NEN-EN 9997 art. 7.6.2.3 (i)
 Hoogte maaiveld [m] : 0.62 Grondwaterstand [m] : -0.38

Laag	Van [m]	Tot [m]	Omschrijving	OCR	Aandeel pos. kleef [%]	α_s	d_{50} [mm]
1	0.62	0.00	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
2	0.00	-4.00	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		
3	-4.00	-7.50	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
4	-7.50	-11.80	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		
5	-11.80	-12.50	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
6	-12.50	-25.00	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		

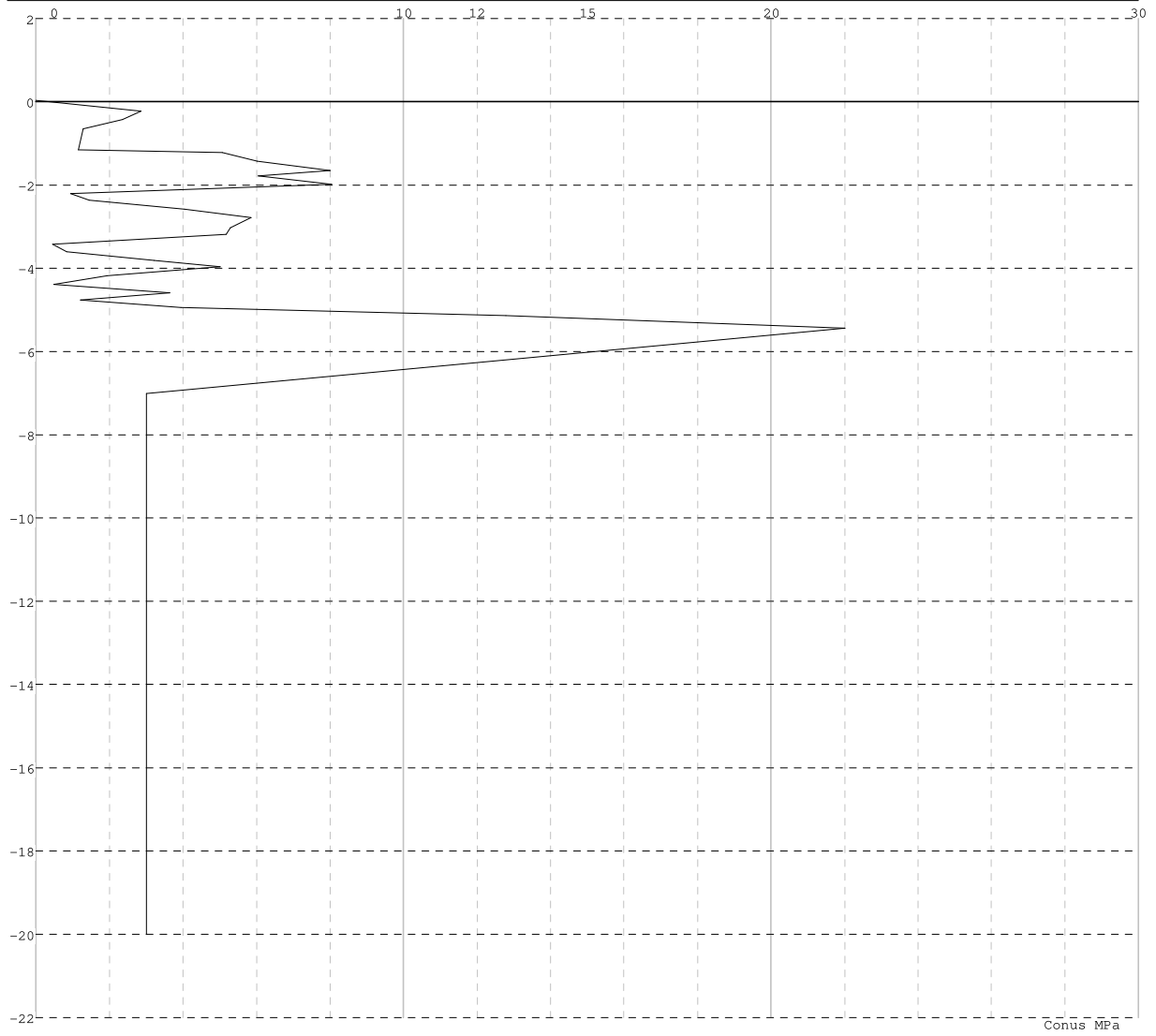
SONDERINGSGEGEVENS ALGEMEEN: S11

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Hoogte maaiveld [m] : 0.03 Bodemprofiel: Bodemprofiel 11
 Traject negatieve kleef : 0.03 tot 0.03 [m]
 Traject positieve kleef : -3.00 tot -21.00 [m]

Project : ZW 380 kV Oost 150 kV Opstijgpunten (trek nw)
Onderdeel : Fundaties

SONDERINGSGEGEVENS GRAFIEK: S11

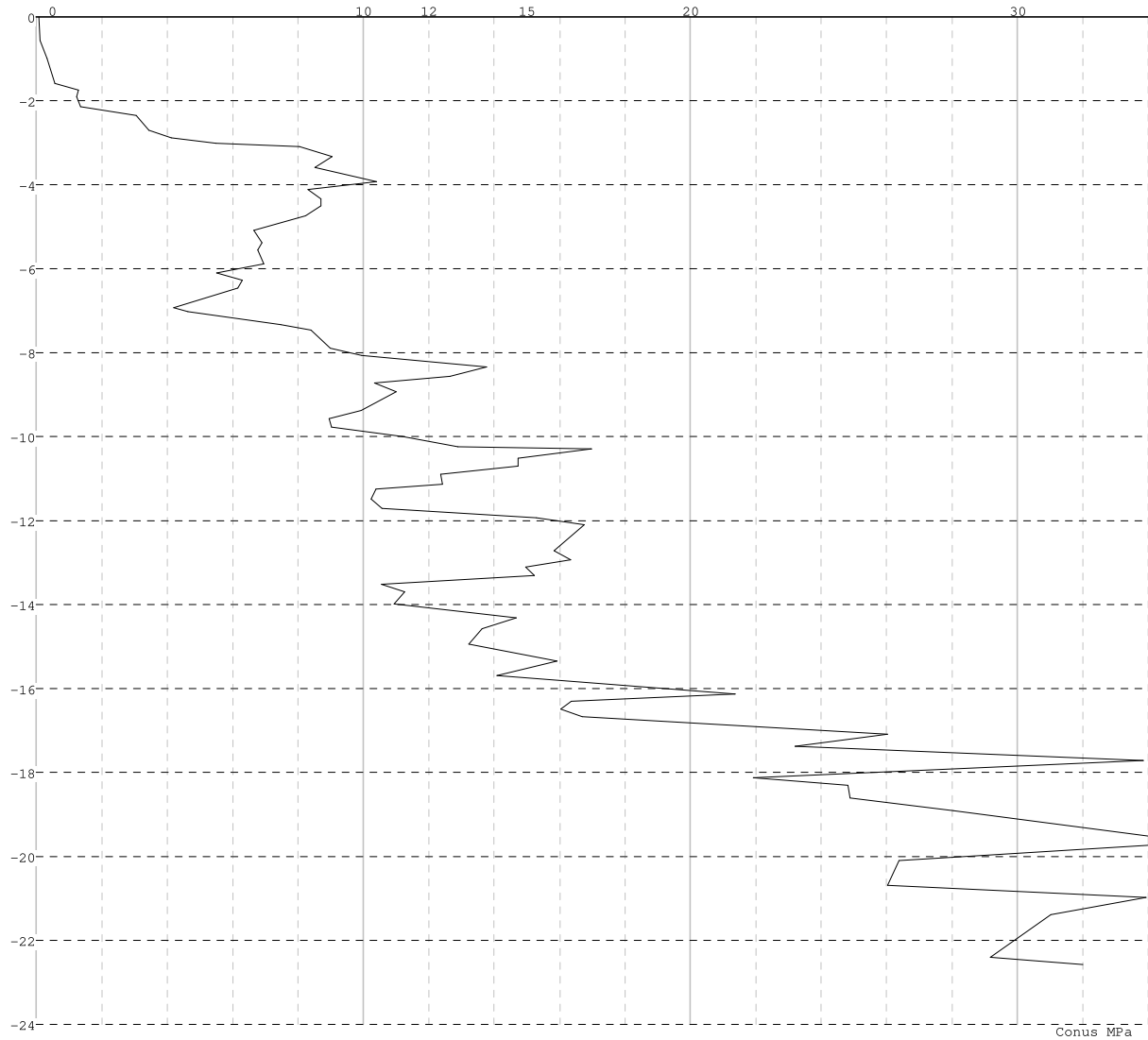


Project : ZW 380 kV Oost 150 kV Opstijgpunten (trek nw)
Onderdeel : Fundaties

SONDERINGSGEGEVENS ALGEMEEN: S1

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.
Hoogte maaiveld [m] : -0.00 Bodemprofiel: Bodemprofiel 11
Traject negatieve kleeft : -0.00 tot -0.00 [m]
Traject positieve kleeft : -2.00 tot -22.57 [m]

SONDERINGSGEGEVENS GRAFIEK: S1

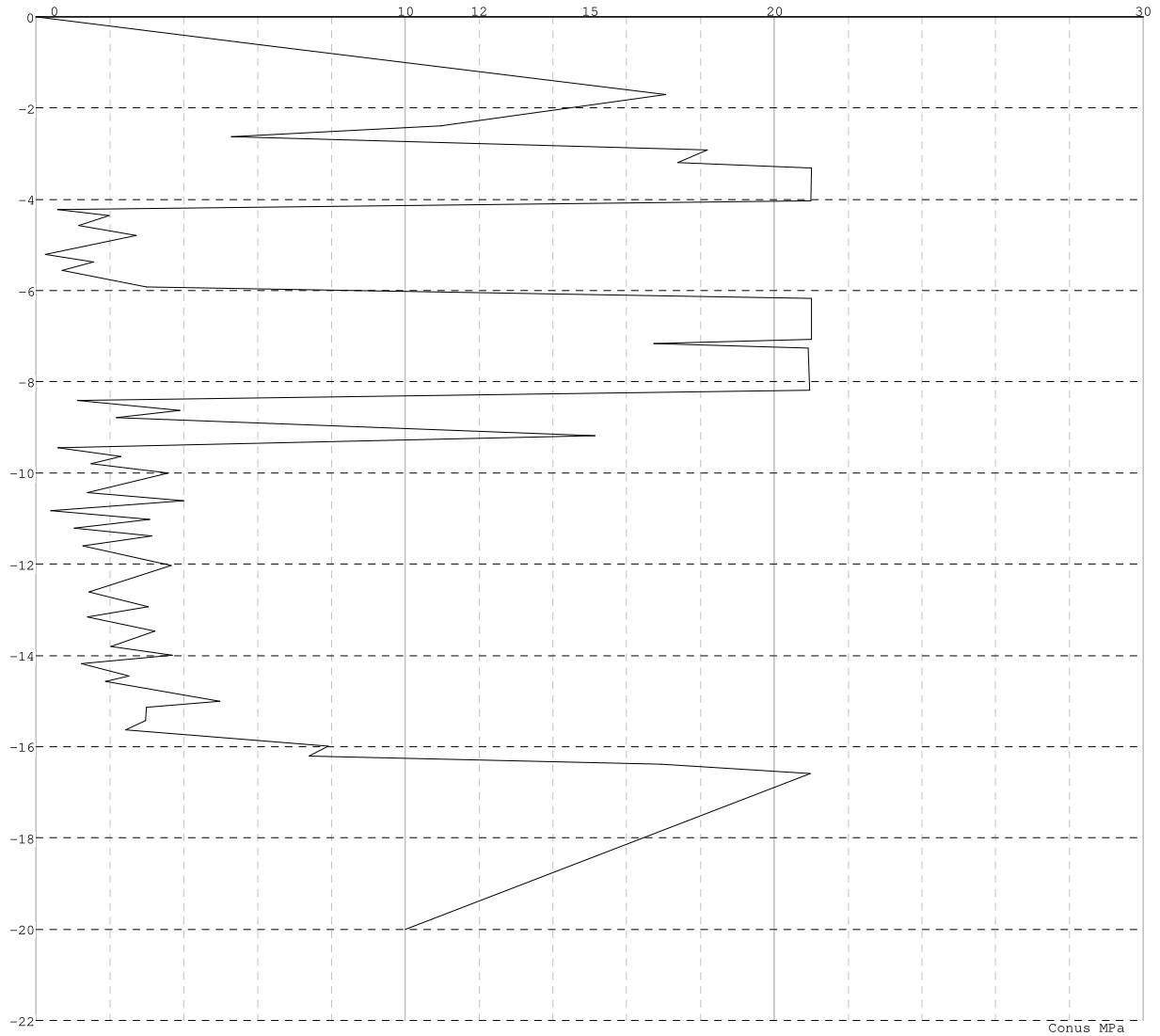


Project : ZW 380 kV Oost 150 kV Opstijgpunten (trek nw)
Onderdeel : Fundaties

SONDERINGSGEGEVENS ALGEMEEN: S97

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.
Hoogte maaiveld [m] : -0.00 Bodemprofiel: Bodemprofiel 97
Traject negatieve kleeft : 0.00 tot -4.00 [m]
Traject positieve kleeft : -6.00 tot -20.00 [m]

SONDERINGSGEGEVENS GRAFIEK: S97

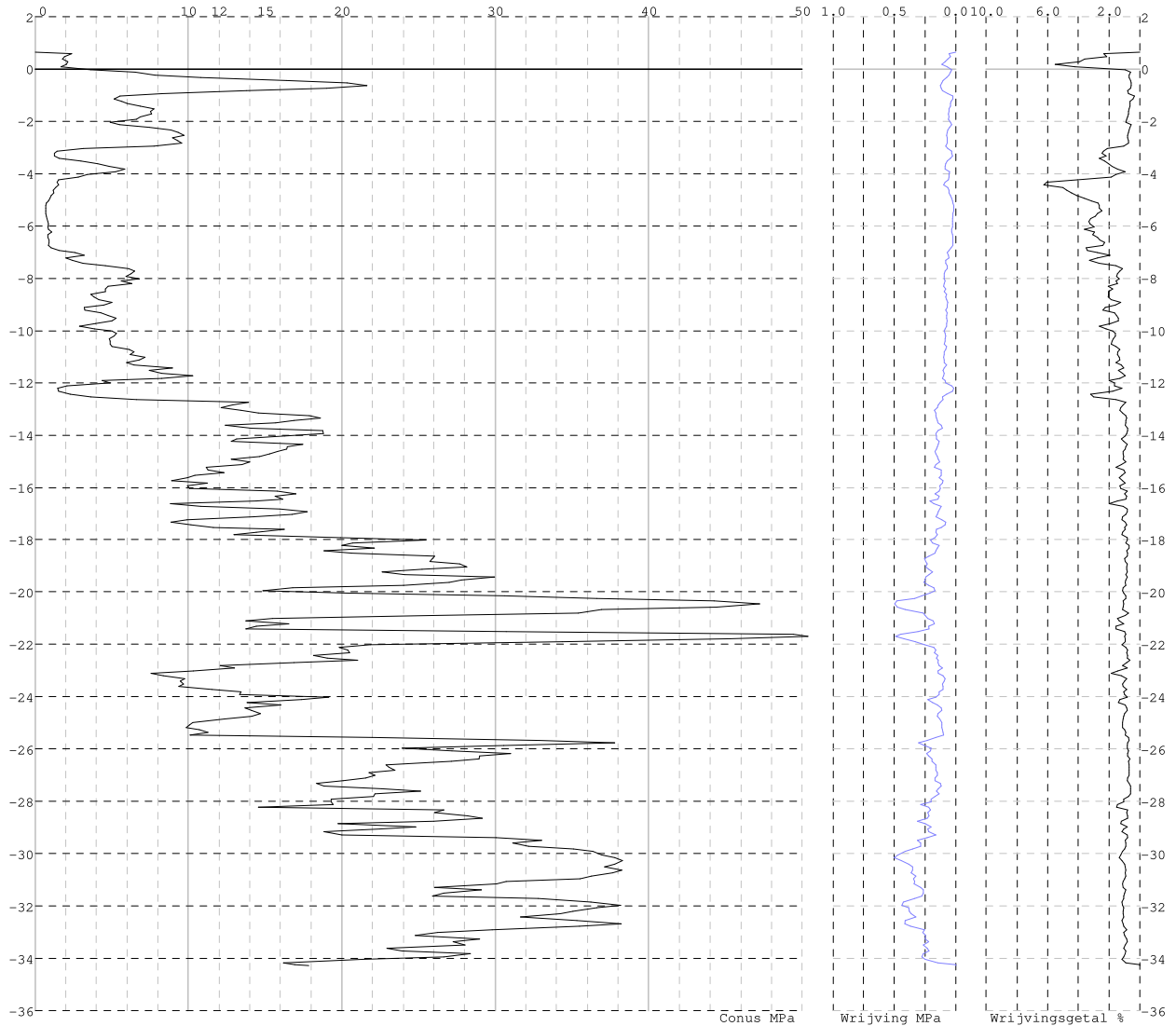


Project : ZW 380 kV Oost 150 kV Opstijgpunten (trek nw)
 Onderdeel : Fundaties

SONDERINGSGEGEVENS ALGEMEEN: 1008_11

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.
 Hoogte maaiveld [m] : 0.62 Bodemprofiel: 1008_11
 Traject negatieve kleeft : 0.62 tot -3.90 [m]
 Traject positieve kleeft : -6.80 tot -34.28 [m]

SONDERINGSGEGEVENS GRAFIEK: 1008_11



REKENGEVENS Mast 97 (versterking)

Berekening : Controlerend
 Rekenmethode : Trekpalen volgens NEN-EN 1997-1, art. 7.6.3
 Sondering(en) : S97
 Let op: trekcapaciteit t.p.v. negatief kleefttraject is meegerekend.

Stijf bouwwerk : NEE
 Paalgroep : NEE
 Aantal sonderingen : 1
 Factor $\xi_3 (n=1)$: 1.39
 Factor $\xi_3 (gem)$: 1.39
 Factor $\xi_4 (min)$: 1.39
 Weerstandsfactor γ_R : 1.35
 $\gamma_{m;var,qc}$: 1.25
 UGT draagvermogen zonder negatieve kleeft : NEE

Paal : SI-paal 323/450
 Niveau paalkop [m] : N.A.P. 0.00
 Paalpuntniveau : N.A.P. -17.00
 $E_{d,1}$ [kN] : 0.00 $E_{d,2}$ [kN] : 0.00
 Bovenbel. [kN/m²] : 0.00

RESULTATEN Mast 97 (versterking) (n=1)

Project : ZW 380 kV Oost 150 kV Opstijgpunten (trek nw)
Onderdeel : Fundaties

Sondering : S97

Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Inheiveau	Effectief inheiveau	E.G. paal	$R_{t,cal;k}$	$R_{t;d}$	$F_{t,tot;1}$	U.C.
[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
-17.00	-17.00	24.8	610.3	610.3	0.0	0.00

SAMENVATTINGSTABEL Mast 97 (versterking) (n=1)**Uitgangspunten**

- paal : SI-paal 323/450
- paaltype : In de grond gevormde geschroefde paal; groutinjectie
- schachtafmeting : 387 mm
Paalklassefactor α_p : 0.63
Factor α_c (tabel 7.c EC 7.1) : 0.0090 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
Correlatiefactor $\xi_{3(n-1)}$: 1.39

Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		Bezuikdraagvermogen		
	niveau	niveau	$R_{t,cal}$	$R_{t;d}$	$R_{t,netto;d}$
	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]
S97	-0.00	-17.00	610.3	610.3	610.3

Totaal resultaten Mast 97 (versterking) (van 1 sonderingen)**Uitgangspunten**

Correlatiefactor $\xi_{3,gem}$ (n= 1) : 1.39
Correlatiefactor $\xi_{4,min}$ (n= 1) : 1.39

gebaseerd op sonderingen:

S97

$$R_{t;d} = \min. \{ R_{t,cal;gem}; R_{t,cal;min} \} (7.17) *$$

Inheiveau

[m]
-17.00 $R_{t;d} = \min. \{ 610.3; 610.3 \} = 610.3$

*) Bij de trekpaalberekening zijn factoren ξ_3 en ξ_4 al bij de berekening van de conusweerstand $Q_{c;z;d}$ in rekening gebracht, evenals factor $\gamma_{s;t}$. Dat is conform de opmerkingen in art. 7.6.3.3 (3) en (4).

Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Inheiveau	$R_{t;k}$	$R_{t;d}$	$F_{t,tot;1}$	$R_{t,netto;d}$	U.C.
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
-17.00	610.3	610.3	0.0	610.3	0.00

REKENGEGEVENS Mast 11 (versterking)

Berekening : Controlerend
Rekenmethode : Trekpalen volgens NEN-EN 1997-1, art. 7.6.3
Sondering(en) : S11
Let op: trekcapaciteit t.p.v. negatief kleeftretraject is meegerekend.

Stijf bouwwerk : NEE
Paalgroep : NEE
Aantal sonderingen : 1
Factor $\xi_{3(n-1)}$: 1.39
Factor $\xi_{3(geom)}$: 1.39
Factor $\xi_{4(min)}$: 1.39
Weerstandsfactor γ_R : 1.35
 $\gamma_{s;vaz;qc}$: 1.25
UGT draagvermogen zonder negatieve kleeft : NEE

Paal : SI-paal 323/450
Niveau paalkop [m] : N.A.P. 0.00
Paalpuntniveau : N.A.P. -14.00
 $E_{d;1}$ [kN] : 0.00 $E_{d;2}$ [kN] : 0.00
Bovenbel. [kN/m²] : 0.00

RESULTATEN Mast 11 (versterking) (n=1)**Sondering : S11**

Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Inheiveau	Effectief inheiveau	E.G. paal	$R_{t,cal;k}$	$R_{t;d}$	$F_{t,tot;1}$	U.C.
[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
-14.00	-14.00	20.6	356.7	356.7	0.0	0.00

Project : ZW 380 kV Oost 150 kV Opstijgpunten (trek nw)
 Onderdeel : Fundaties

SAMENVATTINGSTABEL Mast 11 (versterking) (n=1)

Uitgangspunten

- paal : SI-paal 323/450
 - paaltype : In de grond gevormde geschroefde paal; groutinjectie
 - schachtafmeting : 387 mm
 Paalklassefactor α_p : 0.63
 Factor α_c (tabel 7.c EC 7.1) : 0.0090 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Correlatiefactor $\xi_{3(n=1)}$: 1.39

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen $R_{t,cal}$ [kN]	Rekenwaarden	
	niveau	niveau		$R_{t;d}$ [kN]	$R_{t,netto;d}$ [kN]
S11	0.03	-14.00	356.7	356.7	356.7

Totaal resultaten Mast 11 (versterking) (van 1 sonderingen)

Uitgangspunten

Correlatiefactor $\xi_{3,geom}$ (n= 1) : 1.39
 Correlatiefactor $\xi_{4,min}$ (n= 1) : 1.39

gebaseerd op sonderingen:

S11

$$R_{t;d} = \min. \{ R_{t,cal;geom}; R_{t,cal;min} \} (7.17) *$$

Inheinniveau

[m]

$$-14.00 \quad R_{t;d} = \min. \{ 356.7; 356.7 \} = 356.7$$

*) Bij de trekpaalberekening zijn factoren ξ_3 en ξ_4 al bij de berekening van de conusweerstand $q_{c;z;d}$ in rekening gebracht, evenals factor $\gamma_{s;t}$. Dat is conform de opmerkingen in art. 7.6.3.3 (3) en (4).

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Inheinniveau [m]	$R_{t;k}$ [kN]	$R_{t;d}$ [kN]	$F_{t,tot;l}$ [kN]	$R_{t,netto;d}$ [kN]	U.C.
-14.00	356.7	356.7	0.0	356.7	0.00

PAALGEGEVENS SI-paal 323/450

Type : In de grond gevormde geschroefde paal; groutinjectie
 Wijze van installeren : Boren
 Wijze van terugwinnen : n.v.t.
 Diameter [m] : 0.387
 Elasticiteitsmodulus [N/mm²] : 20000
 Factor α_c (tabel 7.c EC 7.1) : 0.009 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Factor α_c (tabel 7.c EC 7.1) : 0.0090 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Paalklassefactor α_p : 0.63
 Paalvoetvormfactor β : 1.00
 Type lastzakingsdiagram : Grondverdringende paal
 Verm.factor * $\phi'_{j;k}$: 1.00
 Groutomhulling : JA

Project : ZW 380 kV Oost 150 kV Opstijgpunten (trek nw)
 Onderdeel : Fundaties

OVERZICHT NETTO DRAAGVERMOGEN TREKPALEN (n=1)

Netto paal draagvermogen(s) zijn naar beneden toe afgerond op: 1.0 kN nauwkeurig
 Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld	paalpunt	$R_{t, netto;d}$	[kN]
	niveau	niveau	Mast 97 (Mast 11 (
S11	0.03	-14.00		356
S97	-0.00	-17.00	610	

Project : ZW 380 kV Oost 150 kV Opstijgpunten (druk nw)
 Onderdeel : Fundaties

ALGEMENE GEGEVENS

Project : ZW 380 kV Oost 150 kV Opstijgpunten (druk nw)
 Onderdeel : Fundaties
 Datum : 03-11-2020
 Bestand : P:\EANL_Projects\10124719 - TenneT Engineering
 ZW380 kV Oost\2 Content\002
 Berekeningen\Technosoft\D2.2\150 kV POSP
 Opstijgpunten nw.pvw
 Berekeningstype : Verticaal belaste paal
 Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Geotechniek EN 1997-1:2004 AC:2009
 NEN-EN 1997-1:2005 C1+A1:2013 NB:2016
 NEN 9997-1:2016 C2:2017

BODEMPROFIELGEGEVENS: Bodemprofiel 11

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

d50-reductie is meegenomen overeenkomstig NEN-EN 9997 art. 7.6.2.3 (i)
 Hoogte maaiveld [m] : 0.00 Grondwaterstand [m] : -1.00

Laag	Van [m]	Tot [m]	Omschrijving	OCR	Aandeel kleef [%]	pos. α_s	d_{50} [mm]
1	0.00	-2.00	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		
2	-2.00	-4.50	Leem - Zwak zandig - Slap	1.0	50.0		
3	-4.50	-8.00	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		
4	-8.00	-10.00	Leem - Zwak zandig - Vast	1.0	50.0		
5	-10.00	-20.00	Leem - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		

BODEMPROFIELGEGEVENS: Bodemprofiel 1

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

d50-reductie is meegenomen overeenkomstig NEN-EN 9997 art. 7.6.2.3 (i)
 Hoogte maaiveld [m] : 0.00 Grondwaterstand [m] : -1.00

Laag	Van [m]	Tot [m]	Omschrijving	OCR	Aandeel kleef [%]	pos. α_s	d_{50} [mm]
1	0.00	-2.00	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
2	-2.00	-25.00	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		

BODEMPROFIELGEGEVENS: Bodemprofiel 97

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

d50-reductie is meegenomen overeenkomstig NEN-EN 9997 art. 7.6.2.3 (i)
 Hoogte maaiveld [m] : 0.00 Grondwaterstand [m] : -1.00

Laag	Van [m]	Tot [m]	Omschrijving	OCR	Aandeel kleef [%]	pos. α_s	d_{50} [mm]
1	0.00	-1.00	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
2	-1.00	-4.00	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		
3	-4.00	-6.00	Leem - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
4	-6.00	-8.30	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		
5	-8.30	-10.00	Leem - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
6	-10.00	-15.80	Leem - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
7	-15.80	-20.00	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		

BODEMPROFIELGEGEVENS: 1008_11

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

d50-reductie is meegenomen overeenkomstig NEN-EN 9997 art. 7.6.2.3 (i)
 Hoogte maaiveld [m] : 0.62 Grondwaterstand [m] : -0.38

Laag	Van [m]	Tot [m]	Omschrijving	OCR	Aandeel kleef [%]	pos. α_s	d_{50} [mm]
1	0.62	0.00	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
2	0.00	-4.00	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		
3	-4.00	-7.50	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
4	-7.50	-11.80	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		
5	-11.80	-12.50	Klei - Zwak zandig - Matig	1.0	50.0		
6	-12.50	-25.00	Zand - Schoon - Matig	1.0	100.0		

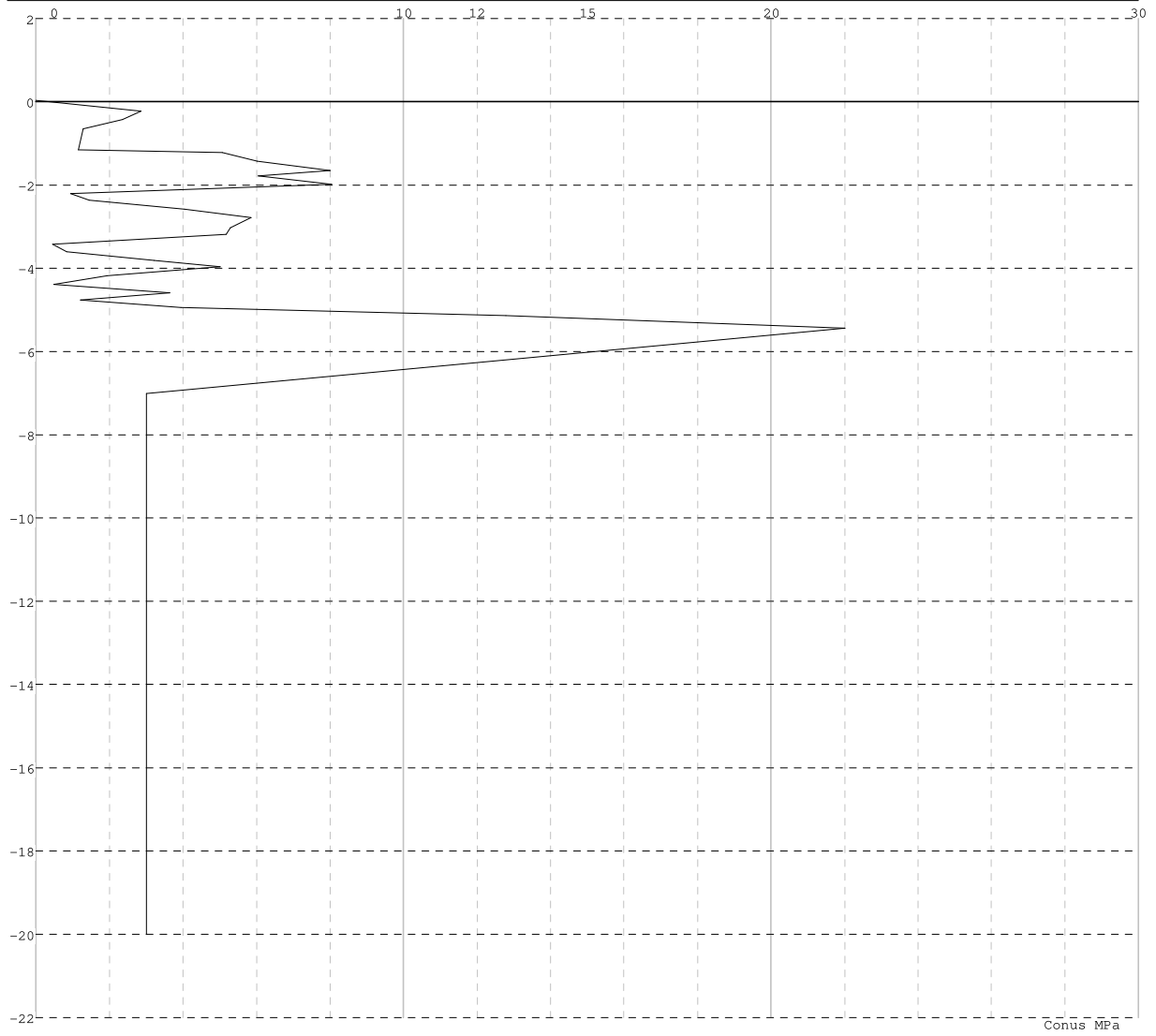
SONDERINGSGEGEVENS ALGEMEEN: S11

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Hoogte maaiveld [m] : 0.03 Bodemprofiel: Bodemprofiel 11
 Traject negatieve kleef : 0.03 tot 0.03 [m]
 Traject positieve kleef : -3.00 tot -21.00 [m]

Project : ZW 380 kV Oost 150 kV Opstijgpunten (druk nw)
Onderdeel : Fundaties

SONDERINGSGEGEVENS GRAFIEK: S11

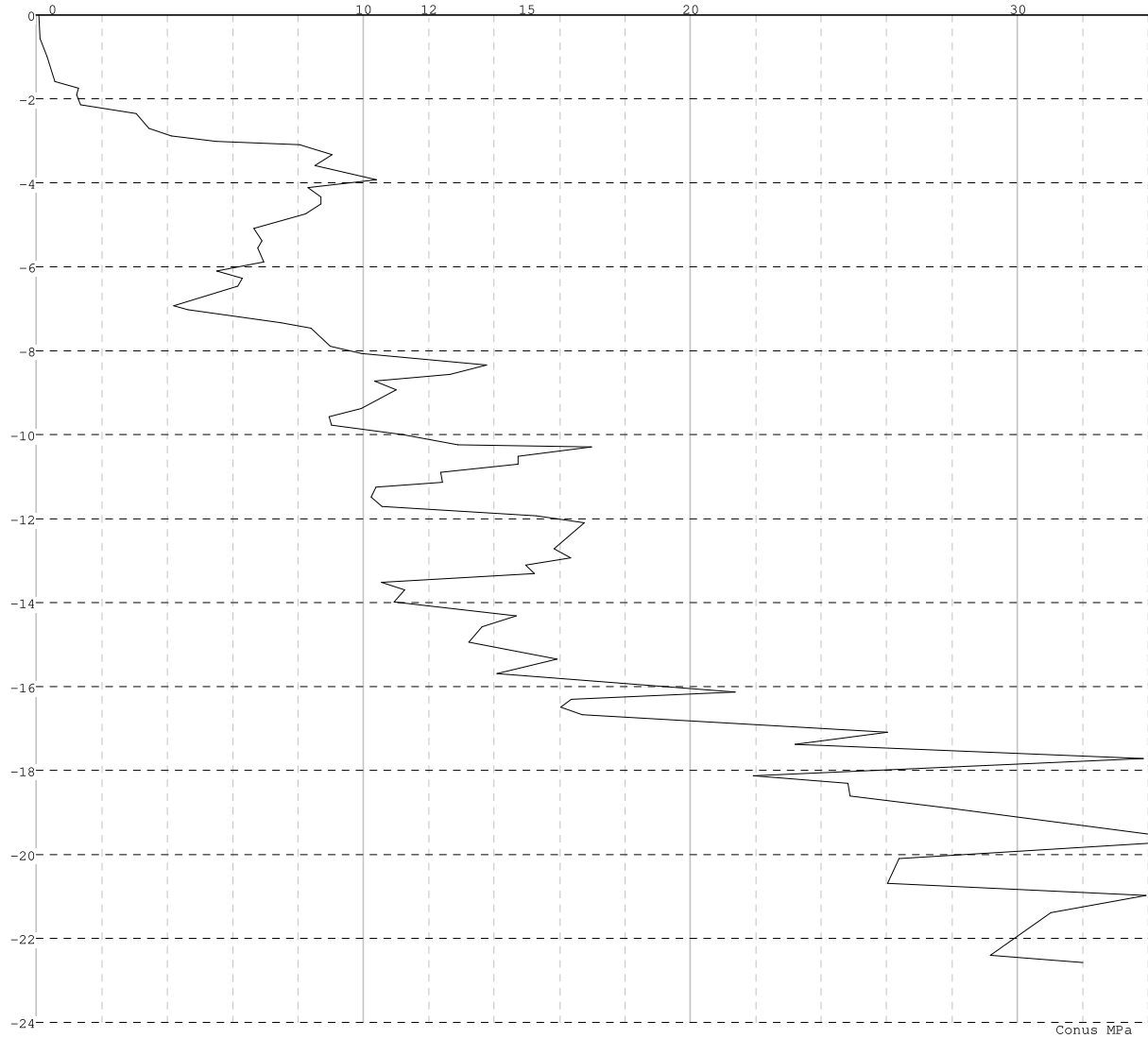


Project : ZW 380 kV Oost 150 kV Opstijgpunten (druk nw)
Onderdeel : Fundaties

SONDERINGSGEGEVENS ALGEMEEN: S1

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.
Hoogte maaiveld [m] : -0.00 Bodemprofiel: Bodemprofiel 11
Traject negatieve kleeft : -0.00 tot -0.00 [m]
Traject positieve kleeft : -2.00 tot -22.57 [m]

SONDERINGSGEGEVENS GRAFIEK: S1

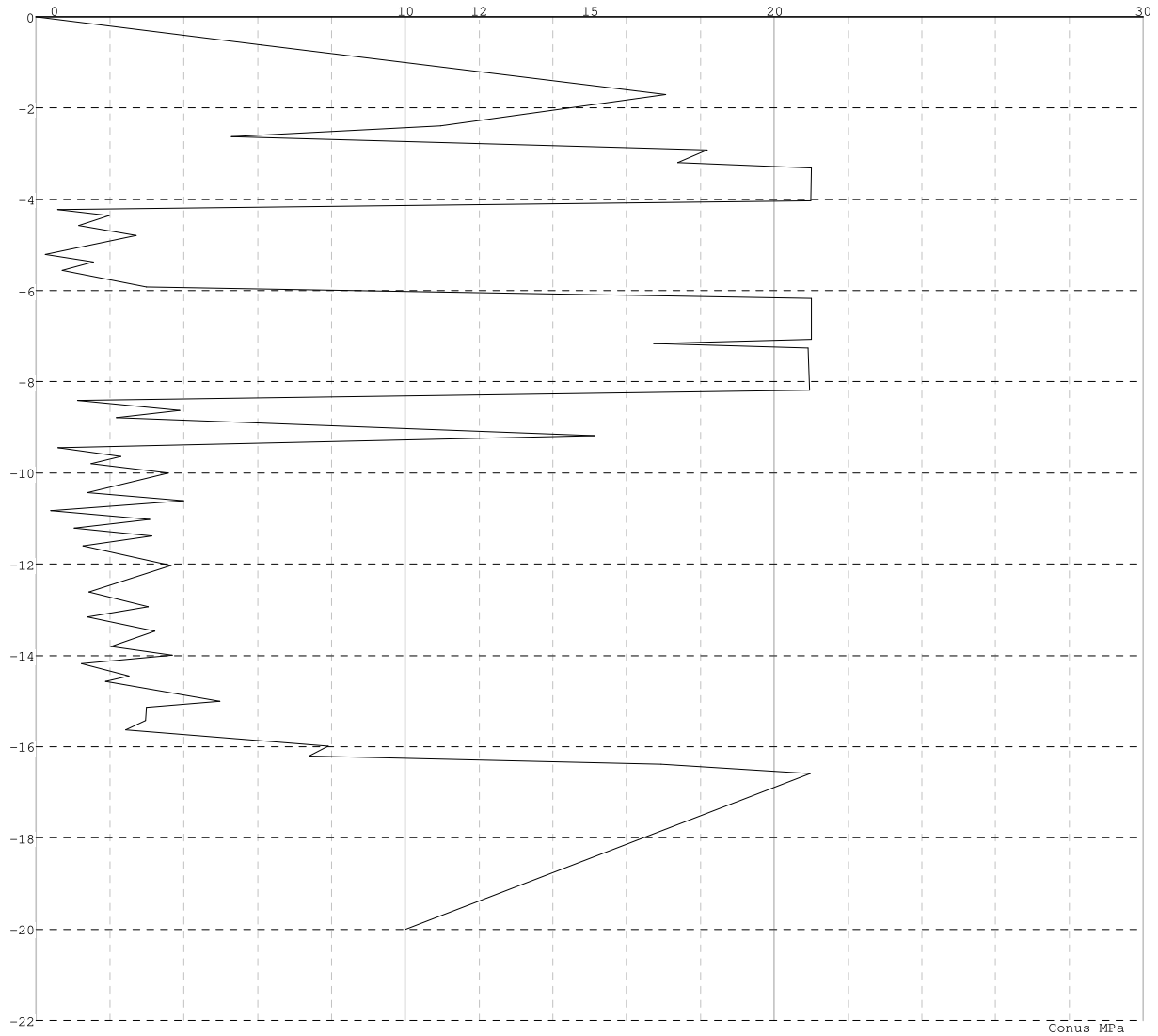


Project : ZW 380 kV Oost 150 kV Opstijgpunten (druk nw)
Onderdeel : Fundaties

SONDERINGSGEGEVENS ALGEMEEN: S97

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.
Hoogte maaiveld [m] : -0.00 Bodemprofiel: Bodemprofiel 97
Traject negatieve kleeft : 0.00 tot -4.00 [m]
Traject positieve kleeft : -6.00 tot -20.00 [m]

SONDERINGSGEGEVENS GRAFIEK: S97

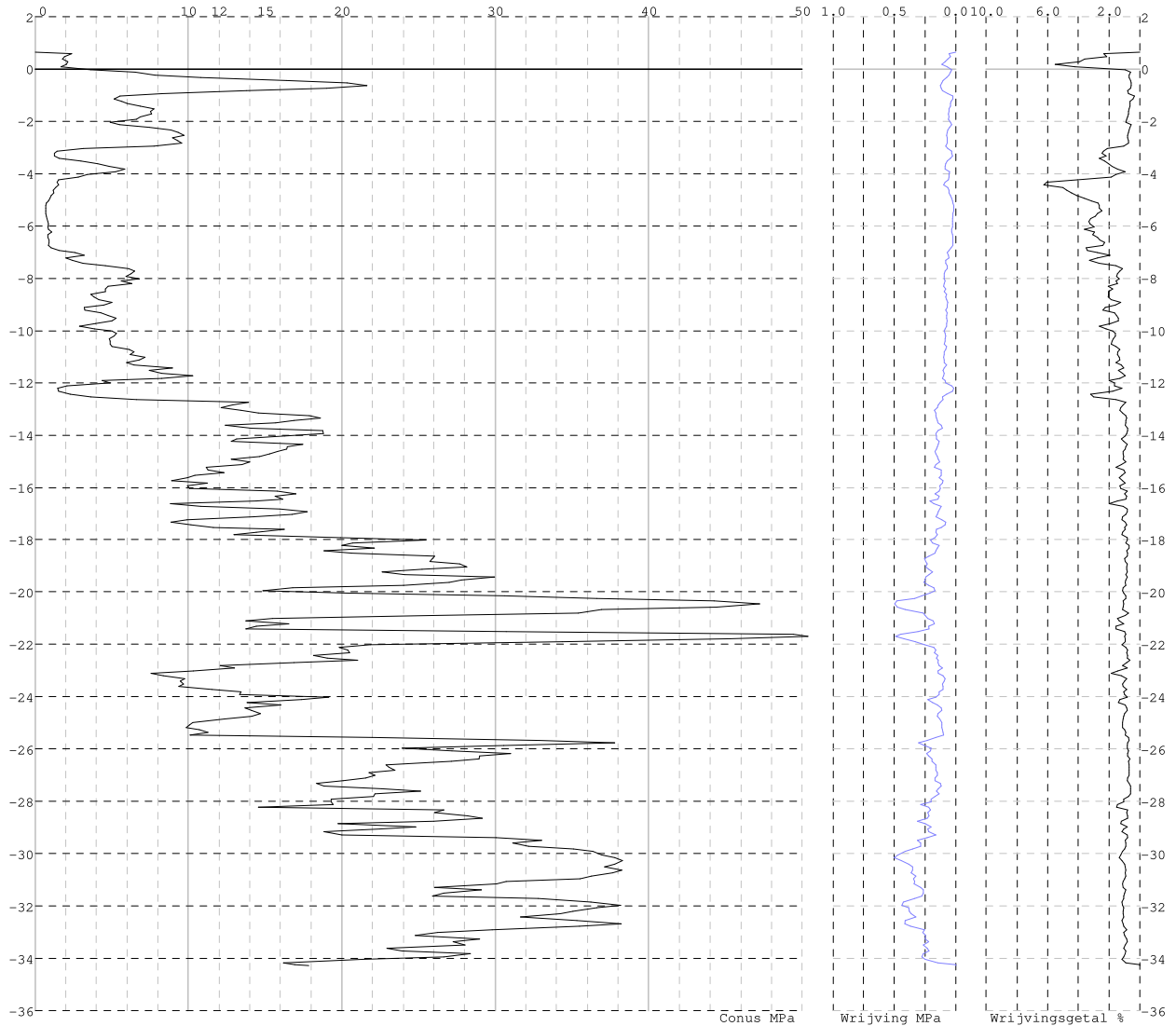


Project : ZW 380 kV Oost 150 kV Opstijpunten (druk nw)
 Onderdeel : Fundaties

SONDERINGSGEGEVENS ALGEMEEN: 1008_11

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.
 Hoogte maaiveld [m] : 0.62 Bodemprofiel: 1008_11
 Traject negatieve kleeft : 0.62 tot -3.90 [m]
 Traject positieve kleeft : -6.80 tot -34.28 [m]

SONDERINGSGEGEVENS GRAFIEK: 1008_11



REKENGEVENS Mast 11

Berekening : Controlerend
 Rekenmethode : Drukpalen volgens NEN-EN 1997-1, art. 7.6.2
 Sondering(en) : S11

Stijf bouwwerk : NEE
 Paalgroep : NEE
 Aantal sonderingen : 1
 Factor ξ_3 (n=1) : 1.39
 Factor ξ_3 (gem) : 1.39
 Factor ξ_4 (min) : 1.39
 Weerstandsfactor γ_R : 1.20
 $\gamma_{f;nk}$: 1.0

$R_{s;cal,max;i}$ begrenzen op $0.75 * R_{b;cal,max;i}$: NEE
 UGT draagvermogen zonder negatieve kleeft : NEE

Paal : SI-paal 323/450
 Niveau paalkop [m] : N.A.P. 0.00
 Paalpuntniveau : N.A.P. -10.00
 $E_{d;1}$ [kN] : 0.00 $E_{d;2}$ [kN] : 0.00
 $s_{req;1}$ [m] : 0.15 $s_{req;2}$ [m] : 0.05
 Bovenbel. [kN/m²] : 0.00

RESULTATEN Mast 11 (n=1)

Project : ZW 380 kV Oost 150 kV Opstijgpunten (druk nw)
 Onderdeel : Fundaties

Sondering : S11

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Niveau	R_b	R_s	$R_{c,cal}$	$R_{c,k}$	$R_{c,d}$	$F_{nk;d}$	$R_{c,nd}$	$F_{c,tot;1}$	U.C.	$S_{1;1}$	$S_{1;2}$
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]		[mm]	[mm]
-10.00	222.3	436.8	659.2	474.2	395.2	0.0	395.2	0.0	0.00	-0.0	-0.0

SAMENVATTINGSTABEL Mast 11 (n=1)

Uitgangspunten

- paal : SI-paal 323/450
 - paaltype : In de grond gevormde geschroefde paal; groutinjectie
 - schachtafmeting : 387 mm
 Paalklassefactor α_p : 0.63
 Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.009 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Correlatiefactor $\xi_{3(n-1)}$: 1.39

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		Beziwkdraagvermogen						Rekenwaarden		
	niveau	niveau	$R_{b,cal}$	$R_{s,cal}$	$R_{c,cal}$	$R_{c,d}$	$F_{nk;d}$	$R_{c,netto;d}$			
	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
S11	0.03	-10.00	222.3	436.8	659.2	395.2	0.0	395.2			

Totaal resultaten Mast 11 (van 1 sonderingen)

Uitgangspunten

Correlatiefactor $\xi_{3,geom}$ (n= 1) : 1.39
 Correlatiefactor $\xi_{4,min}$ (n= 1) : 1.39

gebaseerd op sonderingen:

S11

$$R_{c;k} = \min.\{ R_{c,cal;geom} / \xi_3; R_{c,cal;min} / \xi_4 \} \quad (7.8)$$

Inheinniveau

[m]
-10.00 $R_{c;k} = \min.\{ (659.2 / 1.39); (659.2 / 1.39) \} = 474.2$

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Inheinniveau	$R_{c;k}$	$R_{c,d}$	$F_{c,tot;1}$	$F_{nk;d}$	$R_{c,netto;d}$	U.C.	$S_{1;1}$	$S_{1;2}$
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]		[mm]	[mm]
-10.00	474.2	395.2	0.0	0.0	395.2	0.00	-0.0	-0.0

REKENGEDEEVENS Mast 1

Berekening : Controlerend
 Rekenmethode : Drukpalen volgens NEN-EN 1997-1, art. 7.6.2
 Sondering(en) : S1

Stijf bouwwerk : NEE
 Paalgroep : NEE
 Aantal sonderingen : 1
 Factor $\xi_{3(n-1)}$: 1.39
 Factor $\xi_{3(geom)}$: 1.39
 Factor $\xi_{4(min)}$: 1.39
 Weerstandsfactor γ_R : 1.20
 $\gamma_{f,nk}$: 1.0

$R_{s,cal,max;i}$ begrenzen op $0.75 * R_{b,cal,max;i}$: NEE
 UGT draagvermogen zonder negatieve kleeft : NEE

Paal : SI-paal 323/450
 Niveau paalkop [m] : N.A.P. 0.00
 Paalpuntniveau : N.A.P. -8.00
 $E_{d;1}$ [kN] : 0.00 $E_{d;2}$ [kN] : 0.00
 $S_{req;1}$ [m] : 0.15 $S_{req;2}$ [m] : 0.05
 Bovenbel. [kN/m²] : 0.00

RESULTATEN Mast 1 (n=1)

Sondering : S1

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Niveau	R_b	R_s	$R_{c,cal}$	$R_{c;k}$	$R_{c,d}$	$F_{nk;d}$	$R_{c,nd}$	$F_{c,tot;1}$	U.C.	$S_{1;1}$	$S_{1;2}$
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]		[mm]	[mm]
-8.00	571.6	509.8	1081	778.0	648.3	0.0	648.3	0.0	0.00	-0.0	-0.0

Project : ZW 380 kV Oost 150 kV Opstijpunten (druk nw)
 Onderdeel : Fundaties

SAMENVATTINGSTABEL Mast 1 (n=1)

Uitgangspunten

- paal : SI-paal 323/450
 - paaltype : In de grond gevormde geschroefde paal; groutinjectie
 - schachtafmeting : 387 mm
 Paalklassefactor α_b : 0.63
 Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.009 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Correlatiefactor $\xi_{3(n=1)}$: 1.39

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen			Rekenwaarden		
	niveau	niveau	$R_{b,cal}$ [kN]	$R_{s,cal}$ [kN]	$R_{c,cal}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{nk,d}$ [kN]	$R_{c,netto;d}$ [kN]
S1	-0.00	-8.00	571.6	509.8	1081.4	648.3	0.0	648.3

Totaal resultaten Mast 1 (van 1 sonderingen)

Uitgangspunten

Correlatiefactor $\xi_{3,geom}$ (n= 1) : 1.39
 Correlatiefactor $\xi_{4,min}$ (n= 1) : 1.39

gebaseerd op sonderingen:

S1

$$R_{c;k} = \min. \{ R_{c,cal;geom} / \xi_3; R_{c,cal;min} / \xi_4 \} \quad (7.8)$$

Inheinniveau

[m]
-8.00 $R_{c;k} = \min. \{ (1081.4 / 1.39); (1081.4 / 1.39) \} = 778.0$

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Inheinniveau [m]	$R_{c;k}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{c,tot;1}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c,netto;d}$ [kN]	U.C.	$s_{1;1}$ [mm]	$s_{1;2}$ [mm]
-8.00	778.0	648.3	0.0	0.0	648.3	0.00	-0.0	-0.0

REKENGEGEVENS Mast 97

Berekening : Controlerend
 Rekenmethode : Drukpalen volgens NEN-EN 1997-1, art. 7.6.2
 Sondering(en) : S97

Stijf bouwwerk : NEE
 Paalgroep : NEE
 Aantal sonderingen : 1
 Factor $\xi_{3(n=1)}$: 1.39
 Factor $\xi_{3(geom)}$: 1.39
 Factor $\xi_{4(min)}$: 1.39
 Weerstandsfactor γ_R : 1.20
 $\gamma_{f,nk}$: 1.0

$R_{s,cal,max;i}$ begrenzen op $0.75 * R_{b,cal,max;i}$: NEE
 UGT draagvermogen zonder negatieve kleef : NEE

Paal : SI-paal 323/450
 Niveau paalkop [m] : N.A.P. 0.00
 Paalpuntniveau : N.A.P. -7.00
 $E_{d;1}$ [kN] : 0.00 $E_{d;2}$ [kN] : 0.00
 $s_{req;1}$ [m] : 0.15 $s_{req;2}$ [m] : 0.05
 Bovenbel. [kN/m²] : 0.00

RESULTATEN Mast 97 (n=1)

Sondering : S97

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Niveau [m]	R_b [kN]	R_s [kN]	$R_{c,cal}$ [kN]	$R_{c;k}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c,nd}$ [kN]	$F_{c,tot;1}$ [kN]	U.C.	$s_{1;1}$ [mm]	$s_{1;2}$ [mm]
-7.00	372.8	160.8	533.6	383.9	319.9	-46.2	273.6	-46.2	0.14	-0.5	-0.4

Project : ZW 380 kV Oost 150 kV Opstijpunten (druk nw)
 Onderdeel : Fundaties

SAMENVATTINGSTABEL Mast 97 (n=1)

Uitgangspunten

- paal : SI-paal 323/450
 - paaltype : In de grond gevormde geschroefde paal; groutinjectie
 - schachtafmeting : 387 mm
 Paalklassefactor α_b : 0.63
 Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.009 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Correlatiefactor $\xi_{3(n=1)}$: 1.39

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen			Rekenwaarden		
	niveau	niveau	$R_{b,cal}$ [kN]	$R_{s,cal}$ [kN]	$R_{c,cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c;netto;d}$ [kN]
S97	-0.00	-7.00	372.8	160.8	533.6	319.9	-46.2	273.6

Totaal resultaten Mast 97 (van 1 sonderingen)

Uitgangspunten

Correlatiefactor $\xi_{3,geom}$ (n= 1) : 1.39
 Correlatiefactor $\xi_{4,min}$ (n= 1) : 1.39

gebaseerd op sonderingen:
 S97

$$R_{c;k} = \min. \{ R_{c,cal;geom} / \xi_3; R_{c,cal;min} / \xi_4 \} \quad (7.8)$$

Inheinniveau
 [m]

$$-7.00 \quad R_{c;k} = \min. \{ (533.6 / 1.39); (533.6 / 1.39) \} = 383.9$$

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Inheinniveau [m]	$R_{c;k}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{c,tot;1}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c;netto;d}$ [kN]	U.C.	$s_{1;1}$ [mm]	$s_{1;2}$ [mm]
-7.00	383.9	319.9	-46.2	-46.2	273.6	0.14	-0.5	-0.4

REKENGEGEVENS Mast 19A

Berekening : Controlerend
 Rekenmethode : Drukpalen volgens NEN-EN 1997-1, art. 7.6.2
 Sondering(en) : 1008_11

Stijf bouwwerk : NEE
 Paalgroep : NEE
 Aantal sonderingen : 1
 Factor $\xi_{3(n=1)}$: 1.39
 Factor $\xi_{3(geom)}$: 1.39
 Factor $\xi_{4(min)}$: 1.39
 Weerstandsfactor γ_R : 1.20
 $\gamma_{f,nk}$: 1.0

$R_{b,cal,max;i}$ begrenzen op $0.75 * R_{b,cal,max;i}$: NEE
 UGT draagvermogen zonder negatieve kleef : NEE

Paal : SI-paal 323/450
 Niveaupaalkop [m] : N.A.P. 0.00
 Paalpuntniveau : N.A.P. -14.00
 $E_{d;1}$ [kN] : 0.00 $E_{d;2}$ [kN] : 0.00
 $s_{req;1}$ [m] : 0.15 $s_{req;2}$ [m] : 0.05
 Bovenbel. [kN/m²] : 0.00

RESULTATEN Mast 19A (n=1)

Sondering : 1008_11

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Niveau [m]	R_b [kN]	R_b [kN]	$R_{c,cal}$ [kN]	$R_{c;k}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c;nd}$ [kN]	$F_{c,tot;1}$ [kN]	U.C.	$s_{1;1}$ [mm]	$s_{1;2}$ [mm]
-14.00	656.7	515.6	1172	843.4	702.8	-56.4	646.4	-56.4	0.08	-0.4	-0.4

Project : ZW 380 kV Oost 150 kV Opstijpunten (druk nw)
 Onderdeel : Fundaties

SAMENVATTINGSTABEL Mast 19A (n=1)

Uitgangspunten

- paal : SI-paal 323/450
 - paaltype : In de grond gevormde geschroefde paal; groutinjectie
 - schachtafmeting : 387 mm
 Paalklassefactor α_b : 0.63
 Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.009 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Correlatiefactor $\xi_{3(n=1)}$: 1.39

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen			Rekenwaarden		
	niveau	niveau	$R_{b,cal}$ [kN]	$R_{s,cal}$ [kN]	$R_{c,cal}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{nk,d}$ [kN]	$R_{c,netto;d}$ [kN]
1008_11	0.62	-14.00	656.7	515.6	1172.4	702.8	-56.4	646.4

Totaal resultaten Mast 19A (van 1 sonderingen)

Uitgangspunten

Correlatiefactor $\xi_{3,geom}$ (n= 1) : 1.39
 Correlatiefactor $\xi_{4,min}$ (n= 1) : 1.39

gebaseerd op sonderingen:
 1008_11

$$R_{c;k} = \min. \{ R_{c,cal;geom} / \xi_3; R_{c,cal;min} / \xi_4 \} \quad (7.8)$$

Inheinniveau
 [m]

$$-14.00 \quad R_{c;k} = \min. \{ (1172.4 / 1.39); (1172.4 / 1.39) \} = 843.4$$

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Inheinniveau [m]	$R_{c;k}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{c,tot;1}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c,netto;d}$ [kN]	U.C.	$S_{1;1}$ [mm]	$S_{1;2}$ [mm]
-14.00	843.4	702.8	-56.4	-56.4	646.4	0.08	-0.4	-0.4

REKENGEGEVENS Mast 97 (versterking)

Berekening : Controlerend
 Rekenmethode : Drukpalen volgens NEN-EN 1997-1, art. 7.6.2
 Sondering(en) : S97

Stijf bouwwerk : NEE
 Paalgroep : NEE
 Aantal sonderingen : 1
 Factor $\xi_{3(n=1)}$: 1.39
 Factor $\xi_{3(geom)}$: 1.39
 Factor $\xi_{4(min)}$: 1.39
 Weerstandsfactor γ_R : 1.20
 $\gamma_{f,nk}$: 1.0

$R_{b,cal,max;i}$ begrenzen op $0.75 * R_{b,cal,max;i}$: NEE
 UGT draagvermogen zonder negatieve kleef : NEE

Paal : SI-paal 323/450
 Niveaupaalkop [m] : N.A.P. 0.00
 Paalpuntniveau : N.A.P. -17.00
 $E_{d;1}$ [kN] : 0.00 $E_{d;2}$ [kN] : 0.00
 $S_{req;1}$ [m] : 0.15 $S_{req;2}$ [m] : 0.05
 Bovenbel. [kN/m²] : 0.00

RESULTATEN Mast 97 (versterking) (n=1)

Sondering : S97

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Niveau [m]	R_b [kN]	R_b [kN]	$R_{c,cal}$ [kN]	$R_{c;k}$ [kN]	$R_{c,d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c,nd}$ [kN]	$F_{c,tot;1}$ [kN]	U.C.	$S_{1;1}$ [mm]	$S_{1;2}$ [mm]
-17.00	807.7	875.0	1683	1211	1009	-46.2	962.6	-46.2	0.05	-0.3	-0.3

Project : ZW 380 kV Oost 150 kV Opstijgpunten (druk nw)
Onderdeel : Fundaties

SAMENVATTINGSTABEL Mast 97 (versterking) (n=1)**Uitgangspunten**

- paal : SI-paal 323/450
- paaltype : In de grond gevormde geschroefde paal; groutinjectie
- schachtafmeting : 387 mm
Paalklassefactor α_b : 0.63
Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.009 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
Correlatiefactor $\xi_{3(n=1)}$: 1.39

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen			Rekenwaarden		
	niveau	niveau	$R_{b;cal}$ [kN]	$R_{s;cal}$ [kN]	$R_{c;cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c;netto;d}$ [kN]
S97	-0.00	-17.00	807.7	875.0	1682.8	1008.8	-46.2	962.6

Totaal resultaten Mast 97 (versterking) (van 1 sonderingen)**Uitgangspunten**

Correlatiefactor $\xi_{3;gem}$ (n= 1) : 1.39
Correlatiefactor $\xi_{4;min}$ (n= 1) : 1.39

gebaseerd op sonderingen:

S97

$$R_{c;k} = \min. \{ R_{c;cal;gem} / \xi_3; R_{c;cal;min} / \xi_4 \} \quad (7.8)$$

Inheinniveau

[m]
-17.00 $R_{c;k} = \min. \{ (1682.8 / 1.39); (1682.8 / 1.39) \} = 1210.6$

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Inheinniveau [m]	$R_{c;k}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{c;tot;1}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c;netto;d}$ [kN]	U.C.	$S_{1;1}$ [mm]	$S_{1;2}$ [mm]
-17.00	1210.6	1008.8	-46.2	-46.2	962.6	0.05	-0.3	-0.3

REKENGEGEVENS Mast 11 (versterking)

Berekening : Controlerend
Rekenmethode : Drukpalen volgens NEN-EN 1997-1, art. 7.6.2
Sondering(en) : S11

Stijf bouwwerk : NEE
Paalgroep : NEE
Aantal sonderingen : 1
Factor $\xi_{3(n=1)}$: 1.39
Factor $\xi_{3(gem)}$: 1.39
Factor $\xi_{4(min)}$: 1.39
Weerstandsfactor γ_R : 1.20
 $\gamma_{f;nk}$: 1.0

$R_{b;cal;max;i}$ begrenzen op $0.75 * R_{b;cal;max;i}$: NEE
UGT draagvermogen zonder negatieve kleef : NEE

Paal : SI-paal 323/450
Niveau paalkop [m] : N.A.P. 0.00
Paalpuntniveau : N.A.P. -14.00
 $E_{d;1}$ [kN] : 0.00 $E_{d;2}$ [kN] : 0.00
 $S_{req;1}$ [m] : 0.15 $S_{req;2}$ [m] : 0.05
Bovenbel. [kN/m²] : 0.00

RESULTATEN Mast 11 (versterking) (n=1)**Sondering : S11**

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Niveau [m]	R_b [kN]	R_b [kN]	$R_{c;cal}$ [kN]	$R_{c;k}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c;nd}$ [kN]	$F_{c;tot;1}$ [kN]	U.C.	$S_{1;1}$ [mm]	$S_{1;2}$ [mm]
-14.00	222.3	619.2	841.5	605.4	504.5	0.0	504.5	0.0	0.00	-0.0	-0.0

Project : ZW 380 kV Oost 150 kV Opstijgpunten (druk nw)
 Onderdeel : Fundaties

SAMENVATTINGSTABEL Mast 11 (versterking) (n=1)

Uitgangspunten

- paal : SI-paal 323/450
 - paaltype : In de grond gevormde geschroefde paal; groutinjectie
 - schachtafmeting : 387 mm
 Paalklassefactor α_p : 0.63
 Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.009 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Correlatiefactor $\xi_{3(n=1)}$: 1.39

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		Bezwijkdraagvermogen			Rekenwaarden		
	niveau	niveau	$R_{b,cal}$ [kN]	$R_{s,cal}$ [kN]	$R_{c,cal}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nk;d}$ [kN]	$R_{c;netto;d}$ [kN]
S11	0.03	-14.00	222.3	619.2	841.5	504.5	0.0	504.5

Totaal resultaten Mast 11 (versterking) (van 1 sonderingen)

Uitgangspunten

Correlatiefactor $\xi_{3,gem}$ (n= 1) : 1.39
 Correlatiefactor $\xi_{4,min}$ (n= 1) : 1.39

gebaseerd op sonderingen:

S11

$$R_{c;k} = \min. \{ R_{c,cal;gem} / \xi_{3;}; R_{c,cal;min} / \xi_{4} \} \quad (7.8)$$

Inheinniveau

[m]

$$-14.00 \quad R_{c;k} = \min. \{ (841.5 / 1.39); (841.5 / 1.39) \} = 605.4$$

Alle niveaus/hoogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

Inheinniveau	$R_{c;k}$	$R_{c;d}$	$F_{c;tot;1}$	$F_{nk;d}$	$R_{c;netto;d}$	U.C.	$s_{1;1}$	$s_{1;2}$
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]		[mm]	[mm]
-14.00	605.4	504.5	0.0	0.0	504.5	0.00	-0.0	-0.0

PAALGEGEVENS SI-paal 323/450

Type : In de grond gevormde geschroefde paal; groutinjectie
 Wijze van installeren : Boren
 Wijze van terugwinnen : n.v.t.
 Diameter [m] : 0.387
 Elasticiteitsmodulus [N/mm²] : 20000
 Factor α_s (tabel 7.c EC 7.1) : 0.009 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Factor α_t (tabel 7.c EC 7.1) : 0.0090 (zandlagen; voor kleilagen zie tabel 7.d)
 Paalklassefactor α_p : 0.63
 Paalvoetvormfactor β : 1.00
 Type lastzakingsdiagram : Grondverdringende paal
 Verm.factor * $\phi'_{j;k}$: 1.00
 Groutomhulling : JA

Project : ZW 380 kV Oost 150 kV Opstijgpunten (druk nw)
 Onderdeel : Fundaties

OVERZICHT NETTO DRAAGVERMOGEN DRUKPALEN

Netto paal draagvermogen(s) zijn naar beneden toe afgerond op: 1.0 kN nauwkeurig
 Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		R _{c,netto;d} [kN]	Mast 11 Mast 1 Mast 97 Mast 19A Mast 97 (
	niveau	niveau		Mast 11	Mast 1	Mast 97	Mast 19A
S11	0.03	-10.00	395				
S1	-0.00	-8.00		648			
S97	-0.00	-7.00			273		
		-17.00					962
1008_11	0.62	-14.00					646

Netto paal draagvermogen(s) zijn naar beneden toe afgerond op: 1.0 kN nauwkeurig
 Alle niveaus/hogtes/peilmaten zijn t.o.v.: N.A.P.

sondering	maaiveld paalpunt		R _{c,netto;d} [kN]	Mast 11 (
	niveau	niveau		Mast 11 (
S11	0.03	-14.00	504	

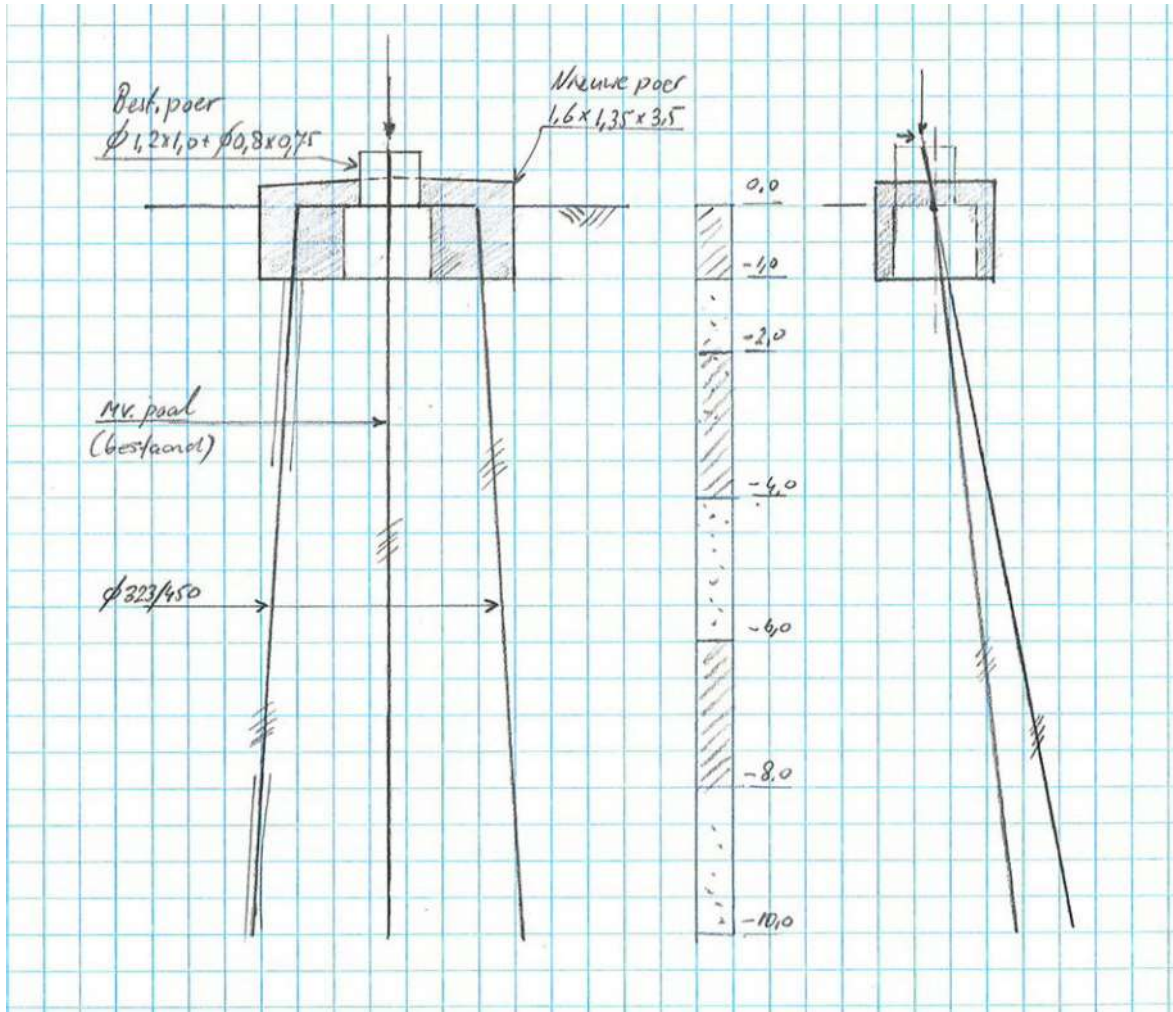
APPENDIX C

Berekening verzwaaarde fundatie mast 11 en 97

In deze Appendix is het rekenmodel van de versterkte fundatie van mast 11 en 97 opgenomen.

Schematisering

De constructie wordt geschematiseerd als een betonbalk met korte opstortingen (poeren) en 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.



Figuur 15 Rekenmodel

Hieronder zijn de uitgangspunten gegeven voor de beddingen tegen de palen. Er wordt onderscheid gemaakt in beddingwaarde voor drie grondsoorten. Er zijn twee berekeningen uitgevoerd: een met lage veerwaarde (k gedeeld door $\sqrt{2}$) en een met hoge veerwaarde (k maal $\sqrt{2}$). De beddingsweerstand is begrensd tot de waarde van de passieve gronddruk. De verticale stijfheid van de palen is als 1×10^5 ingevoerd.

Tabel 20 Beddingwaarden

Paal	Grond	k_h [kN/m ³]	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

MV200/150	Veen	1500	1,2	0,4	720	509	1018
	Klei	3000	1,3	0,4	1560	1103	2206
	Zand	15000	2	0,4	12000	8485	16971
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

Het bodemprofiel van de slechtste sondering van mast 11 is gebruikt, zie 3.1.

Tabel 21 Gehanteerd bodemprofiel (mast 11)

Van [m]	Tot [m]	Omschrijving
0,0	-1,0	Klei
-1,0	-2,0	Zand
-2,0	-4,0	Klei
-4,0	-6,0	Zand
-6,0	-8,0	Klei
-8,0	dieper	Zand

De maximale weerstand die in rekening kan worden gebracht is niet groter dan de passieve gronddruk. Over de bovenste meters waar de grootste verplaatsingen optreden, is vanuit die overweging de maximale reactie van de lijnondersteuning aan de paal in de berekening begrensd. Er is uitgegaan van een volumiek gewicht van 17 kN/m³, een grondwaterstand van 0,5 m beneden maaiveld.

De methode van Bijlage C van NEN 1997-1 is gevolgd. De factor voor passieve gronddruk is voor klei of veen op 2 aangehouden, voor zand op 3. Onderstaand zijn de maximale grondweerstandensamengevat die zijn toegekend aan de elastische ondersteuning van de palen.

Tabel 22 Begrenzing passieve gronddruk

Paal	Grond	Niveau [m]	p [kN/m ³]	k _{pa} [kN/m ³]	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
MV 200/150	Klei	0	0	2	1,3	0,4	0,0	0,0
		-1	12	2	1,3	0,4	6,2	3,1
		-2	19	2	1,3	0,4	16,1	8,1
		-3	26	2	1,3	0,4	23,4	11,7
Balk	Klei	0	0					
		-1	12	2	1	1	12,0	6,0

De betonbalk is volledig door grond ingebed. De weerstand tegen horizontale verplaatsing is via een elastische bedding gemodelleerd. Ook hier is de maximale druk gelimiteerd tot de passieve druk.

Belastingen

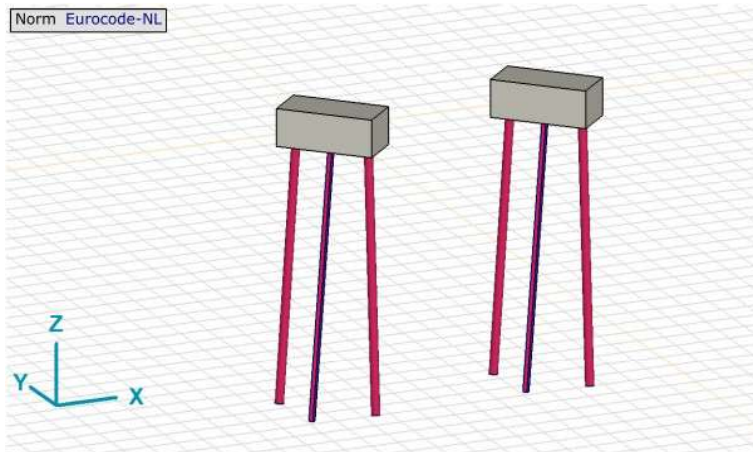
De belastingen zijn ontleend aan de berekeningen zoals beschreven in 002.678.00 0934582, Rapport "21-0980 Rapport mastverzwaringen permanente OSP's 150kV". In Appendix A zijn de reacties opgenomen. De volgende belastingcombinaties zijn gerekend. De belastingen vanuit de mast zijn als rekenwaarde ingevoerd. In combinatie met trekbelasting is de belastingfactor voor het eigen gewicht gereduceerd tot 0,6 vanwege gunstige werkende grondwaterbelasting. Er zijn twee quasi-blijvende combinaties gerekend, een voor de drukzijde en een voor de trekzijde van het stijlpunt.

Tabel 23 Belastingcombinaties

Naam	Type	EG poer	Permanent druk	Permanent trek	Max trek	Max. druk	Max. torsie	Max.torsie+trek
Co #1	BGT Quasi-blijvend	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Co #2	UGT	0,6	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Co #3	UGT	1,2	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
Co #4	UGT	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
Co #5	UGT	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Co #6	BGT Quasi-blijvend	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Resultaten

Uit de berekening met het programma AxisVM blijkt dat de constructie voldoet.



Figuur 16 Model AxisVM

Toetsing wordt uitgevoerd voor de buigspanningen in de palen, de paalbelasting op trek en druk voor bestaande en nieuwe palen en de verplaatsing.

De verplaatsingseisen worden gesteld voor de karakteristieke belastingen, zonder belastingfactoren. Als de berekening wordt uitgevoerd met belastingfactor (ULS of SpLS) moet om terug te rekenen worden gedeeld door de belastingfactor. Bij het afkeurniveau is de omrekenfactor voor windbelasting 1,3, bij verbouw 1,4.

Onder de belasting door torsie verplaatsen beide poten in dezelfde tangentiële richting, theoretisch wordt dan altijd voldaan aan de eis. Gekozen is om ook hier het uitgangspunt te hanteren van 1/400. De toelaatbare verplaatsing is in tabel weergegeven.

Tabel 24 Toelaatbare verplaatsing

Mast	Basisseis		Eis voor berekeningsresultaten			
	b [m]	eis [-]	Eis [mm]	Factor 1 [-]	Factor 2 [-]	Eis [mm]
Mast 11 en 97 trek/druk	5,70	1/400	14,3	1,40	0,50	10,0
Mast 11 en 97 torsie	5,70	1/400	14,3	1,40	1,00	20,0

De resultaten zijn samengevat in onderstaande tabel. De grootste waarde van de boven- en ondergrens modellen zijn gebruikt. Alle toetsingen voldoen.

Tabel 25 Resultaten AxisVM

Verzwaarde fundatie	Berekend	Toelaatbaar	Unity-check	
Buigspanning bestaande MV-paal	100	235 N/mm ²	0,43	OK
Buigspanning nieuwe SI-paal	86	355 N/mm ²	0,24	OK
Verplaatsing Max.trek/druk	10,0	10,0 mm	1,00	OK
Verplaatsing Torsie	13,6	20,0 mm	0,68	OK
Max. trek bestaande paal	303	534 kN	0,57	OK
Max. trek nieuwe paal	258	356 kN	0,72	OK
Max. druk bestaande paal	408	564 kN	0,72	OK
Max. druk nieuwe paal	429	504 kN	0,85	OK

De betonbalk wordt belast met de doorsnedekrachten volgens Tabel 26.

Tabel 26 Doorsnedekrachten betonbalk

Doorsnedekracht	Belasting
$V_{z,Ed}$	400 kN
$V_{y,Ed}$	46 kN
$M_{y,Ed}$	457 kNm
$M_{z,Ed}$	57 kNm
$M_{t,Ed}$	17 kNm

De wapening is indicatief gecontroleerd met een spreadsheet. Hieruit blijkt dat het moment, dwarskracht en wringing opneembaar is. De nieuwe betonconstructie moet gekoppeld worden aan de bestaande poer met in te lijmen stekken, waarbij de bestaande poer ruw moet worden gehakt.

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Axis VM X6 R11 - Geregistreerd aan DNV GL - Energy
Model verzwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs

Rapport

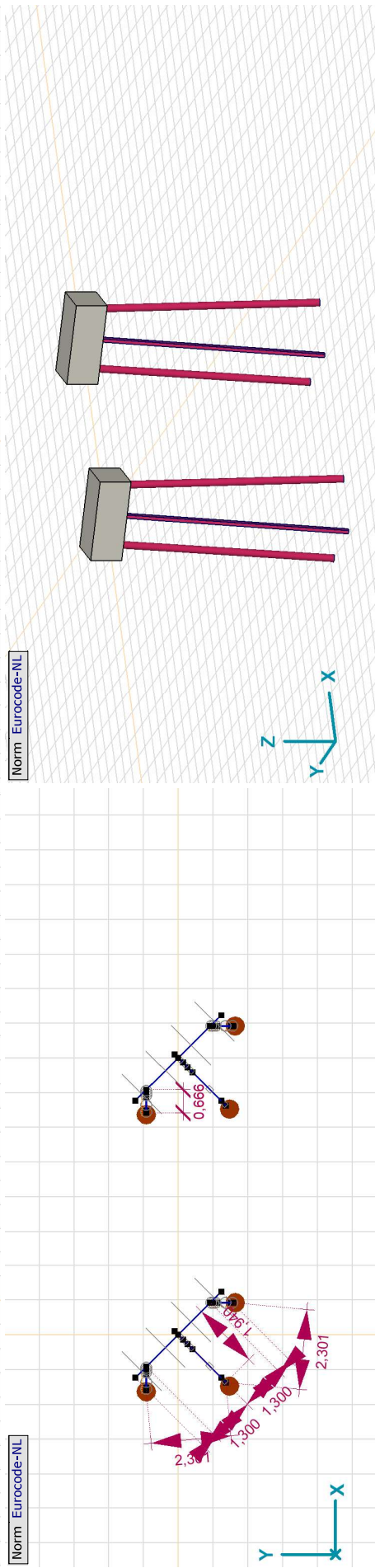
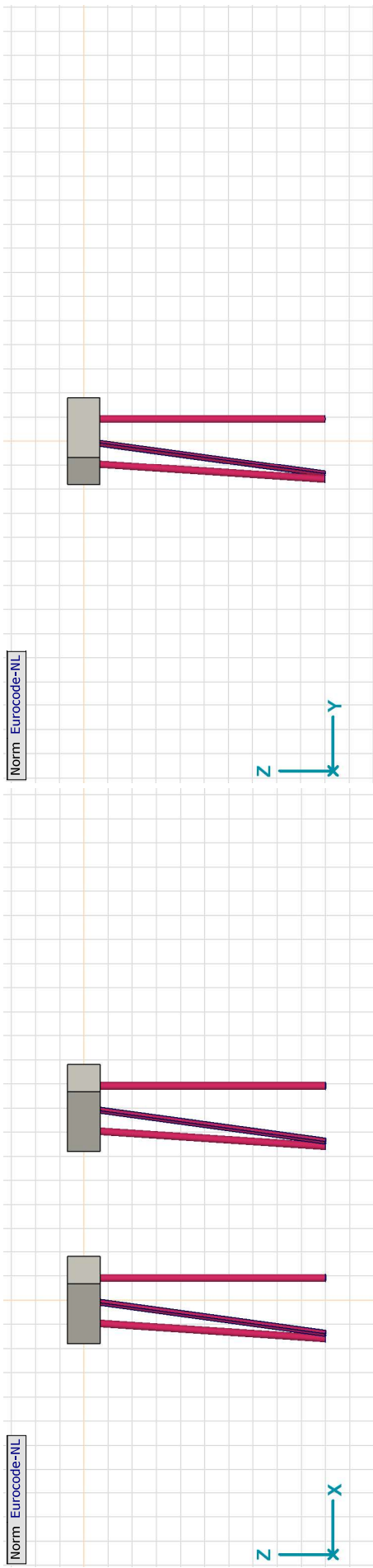
Rapport, Inhoudsopgave

	Onderdeel	Pagina	Onderdeel	Pagina
x 4		3	[II], Non-lin., Omhullende (UGT), Onmiddellijke doorbuiging, Mz, Lijnen (gevuld)	21
Maatvoering		4	[III], Non-lin., Omhullende (UGT), Onmiddellijke doorbuiging, Nx, Lijnen (gevuld)	22
Tekening knopen		5	[III], Non-lin., Omhullende (UGT), Onmiddellijke doorbuiging, Tx, Lijnen (gevuld)	23
Veereigenschappen		6	[II], Non-lin., Omhullende (UGT), Onmiddellijke doorbuiging, Vy, Lijnen (gevuld)	24
Knopen		6	[II], Non-lin., Omhullende (UGT), Onmiddellijke doorbuiging, Vz, Lijnen (gevuld)	25
Materialen		6	Interne krachten lijnoplegging [Non-lin., Omhullende (UGT), O 324x8]	26
Profielen		7	Interne krachten lijnoplegging [Non-lin., Omhullende (UGT), 200x150x10]	26
Staven		8	[II], Non-lin., Omhullende (UGT), Onmiddellijke doorbuiging, Rx (lijnoppl.), Lijnen (gevuld)	27
Beddingen		9	[III], Non-lin., Omhullende (UGT), Onmiddellijke doorbuiging, Ry (lijnoppl.), Lijnen (gevuld)	28
Knoopopleggingen		10	[II], Non-lin., Omhullende (UGT), Onmiddellijke doorbuiging, Rz (lijnoppl.), Lijnen (gevuld)	29
Lijnopleggingen		11	Interne krachten knoopoplegging [Non-lin., Omhullende (Alle UGT), O 324x8]	30
EG poer: Staaf eigen gewicht		13	Interne krachten knoopoplegging [Non-lin., Omhullende (Alle UGT), 200x150x10]	30
EG poer		13	[II], Non-lin., Omhullende (UGT), Onmiddellijke doorbuiging, Rx (knoopopl.), Lijnen	31
Permanent druk: Knoopbelastingen		14	Staafspanningen [Non-lin., Omhullende (UGT), 200x150x10]	32
Permanent druk		14	Staafspanningen [Non-lin., Omhullende (UGT), O 324x8]	33
Permanent trek: Knoopbelastingen		15	[II], Non-lin., Omhullende (UGT), Onmiddellijke doorbuiging, S;x:minmax, Lijnen (gevuld)	34
Permanent trek		15	Knoopverplaatsingen [Non-lin., Co #5 [1] (1,000)]	35
Max trek: Knoopbelastingen		16	Knoopverplaatsingen [Non-lin., Co #2 [1] (1,000)]	35
Max trek		16	Knoopverplaatsingen [Non-lin., Co #3 [1] (1,000)]	36
Max. druk: Knoopbelastingen		17	[II], Non-lin., Omhullende (Alle UGT), Onmiddellijke doorbuiging, eX, Lijnen	37
Max. druk		17	[III], Non-lin., Omhullende (Alle UGT), Onmiddellijke doorbuiging, eY, Lijnen	38
Max. torsie: Knoopbelastingen		18	[II], Non-lin., Omhullende (Alle UGT), Onmiddellijke doorbuiging, eZ, Lijnen	39
Max. torsie		18	[III], Non-lin., Co #1 [1] (1,000), Onmiddellijke doorbuiging, eX, Lijnen	40
Max.torsie+trek: Knoopbelastingen		19	[III], Non-lin., Co #2 [1] (1,000), Onmiddellijke doorbuiging, eX, Lijnen	41
Max.torsie+trek		19	[III], Non-lin., Co #3 [1] (1,000), Onmiddellijke doorbuiging, eX, Lijnen	42
Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen		20	[II], Non-lin., Co #5 [1] (1,000), Onmiddellijke doorbuiging, eX, Lijnen	43
[III], Non-lin., Omhullende (UGT), Onmiddellijke doorbuiging, My, Lijnen (gevuld)		20	[III], Non-lin., Co #6 [1] (1,000), Onmiddellijke doorbuiging, eX, Lijnen	44

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verzaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**



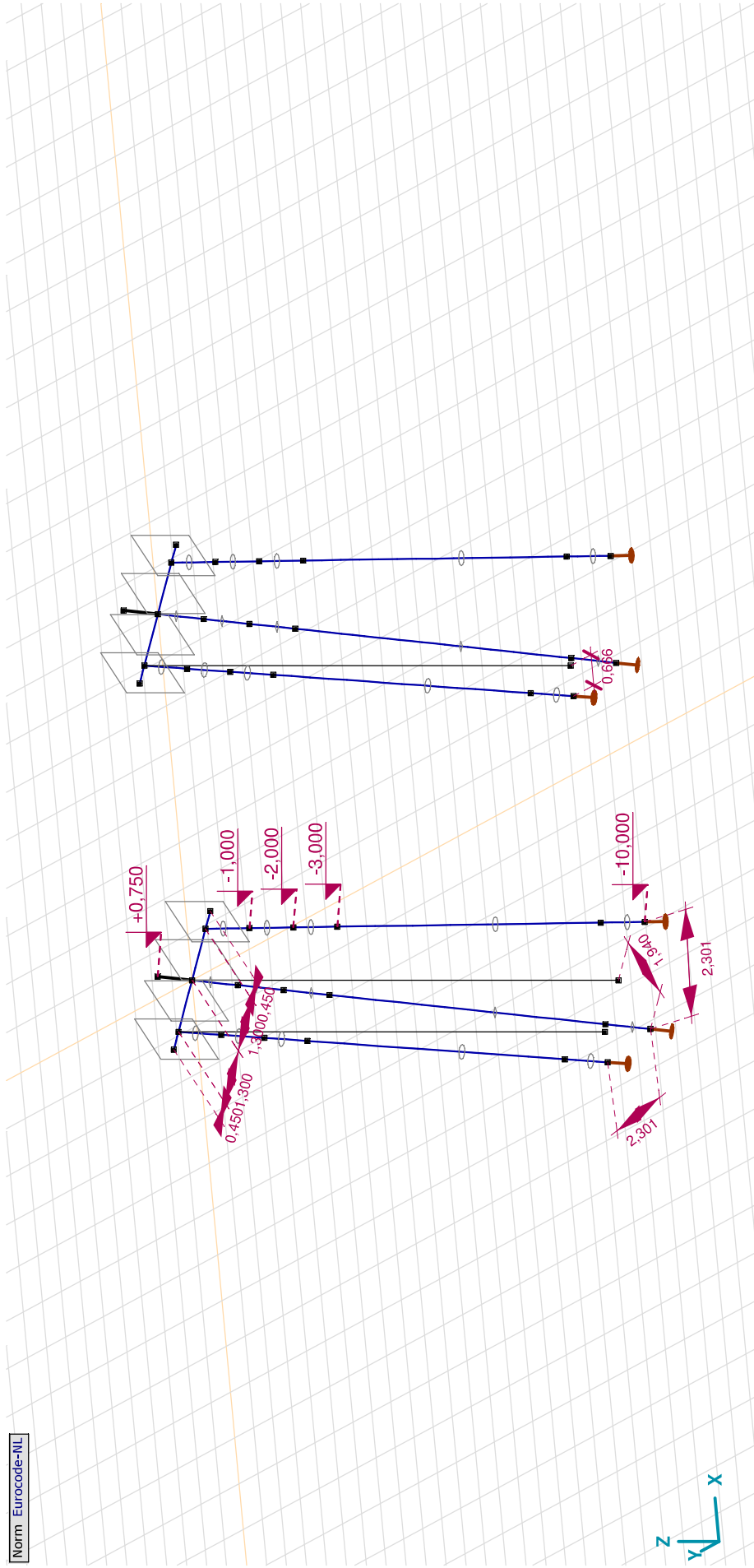
x 4

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verzaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

Norm Eurocode-NL



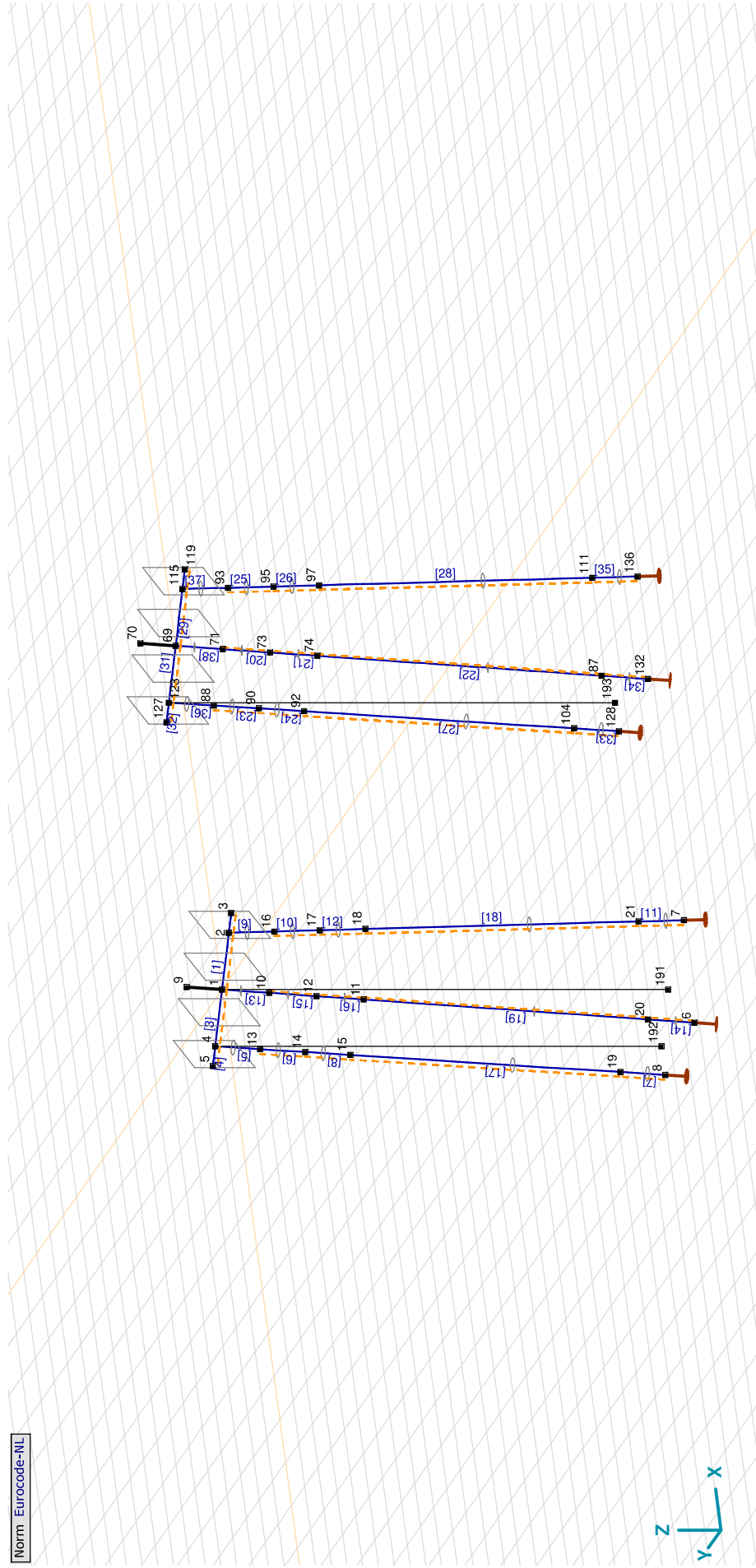
Maatvoering

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verzaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

Norm Eurocode-NL



Tekening knopen

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verzwaaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

24-11-2021

Pag. 6

Veereigenschappen

	Naam	Type	Vrijheidsgraden	Model	K	K_v	NL	Grenswaarde	K_T	K_C
1	Verend - translatie	N-N	translatie	Lineair	1E+0 kN/m	1E+0 kN/m	Symmetrisch	—	1E+0 kN/m	1E+0 kN/m
2	Vast - translatie	N-N	translatie	NL elastisch	1E+5 kN/m	1E+5 kN/m	Druk/Alleen druk	—	0 kN/m	1E+5 kN/m
3	Verend - rotatie	N-N	rotatie	Lineair	1E+0 kNm/rad	1E+0 kNm/rad	Symmetrisch	—	1E+0 kNm/rad	1E+0 kNm/rad
4	Vast - rotatie	N-N	rotatie	Lineair	1E+10 kNm/rad	1E+10 kNm/rad	Symmetrisch	—	1E+10 kNm/rad	1E+10 kNm/rad

Naam: Naam van de veereigenschappen; **Model:** Materiaal model; **K:** Initiële stijfheid; **K_v:** Trillingsstijfheid; **NL:** Niet-lineaire parameters; **K_T:** Initiële stijfheid, onder trek; **K_C:** Initiële stijfheid, onder druk;

Knopen

	X [m]			Y [m]			Z [m]												
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z										
1	0	0	0	10	-0,137	-0,137	-1,000	19	-1,518	0,919	-9,002	88	7,014	0,919	-1,000	119	9,237	-1,237	0
2	0,919	-0,919	0	11	-0,412	-0,412	-3,000	20	-1,237	-1,237	-9,018	90	6,948	0,919	-2,000	123	7,081	0,919	0
3	1,237	-1,237	0	12	-0,274	-0,274	-2,000	21	0,919	-1,519	-9,002	92	6,882	0,919	-3,004	127	6,763	1,237	0
4	-0,919	0,919	0	13	-0,986	0,919	-1,000	69	8,000	0	0	93	8,919	-0,986	-1,000	128	6,415	0,919	-10,000
5	-1,237	1,237	0	14	-1,052	0,919	-2,000	70	8,103	0,103	0,750	95	8,919	-1,053	-2,000	132	6,628	-1,372	-10,000
6	-1,372	-1,372	-10,000	15	-1,118	0,919	-3,004	71	7,863	-0,137	-1,000	97	8,919	-1,119	-3,000	136	8,919	-1,585	-10,000
7	0,919	-1,585	-10,000	16	0,919	-0,986	-1,000	73	7,726	-0,274	-2,000	104	6,482	0,919	-9,002	191	0	0	-10,000
8	-1,585	0,919	-10,000	17	0,919	-1,053	-2,000	74	7,588	-0,412	-3,000	111	8,919	-1,519	-9,002	192	-0,919	0,919	-10,000
9	0,103	0,103	0,750	18	0,919	-1,119	-3,000	87	6,763	-1,237	-9,018	115	8,919	-0,919	0	193	7,081	0,919	-10,000

Materialen

Naam	Type	Nationale norm	Materiaalnorm	Model	E_x [N/mm ²]	E_y [N/mm ²]	E_z [N/mm ²]	ν	α_T [1/°C]	ρ [kg/m ³]	Materiaal kleur	Contour kleur	Structuur	P_1
1	C30/37	Beton	Eurocode-NL	EN 206	Lineair	32800	32800	0,20	1E-5	2500	Concrete A	Concrete A	Concrete A	f_{ck} [N/mm ²] = 30,00
2	S 355	Staal	Eurocode-NL	10025-2	Lineair	210000	210000	0,30	1,2E-5	7850	Steel	Steel	Steel	f_y [N/mm ²] = 355,00

Naam	Type	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{14}
1	C30/37	$\gamma_c = 1,500$	$\alpha_{cc} = 1,00$	$\phi_t = 2,00$										
2	S 355	f_{td} [N/mm ²] = 510,00	f_{ty} [N/mm ²] = 335,00	f_{td} [N/mm ²] = 470,00										

Naam: Materiaalnaam; **Type:** Type materiaal; **Model:** Materiaal model; **E_x:** Elasticiteitsmodulus in lokale x richting; **E_y:** Elasticiteitsmodulus in lokale y richting; **v:** Poisson's verhouding; **α_T :** Warmteuitzettingscoëfficiënt; **p:** Dichtheid; **Materiaal kleur:** Materiaalkleur; **Contour kleur:** Contourkleur; **P₁, P₂, P₃, P₄, P₅, P₆, P₇, P₈, P₉, P₁₀, P₁₁, P₁₂, P₁₃, P₁₄:** Ontwerpparameter;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verzwaaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

24-11-2021

Pag. 7

Profielen

Naam	Tekening	Productie	Vorm	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	r ₁ [mm]	r ₂ [mm]	r ₃ [mm]	A _x [mm ²]	A _y [mm ²]	A _z [mm ²]	I _x [mm ⁴]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]
1 1600x1350		Ander	Recht.	1350,0	1600,0	0	0	0	0	0	2160000,00	1800000,00	1800000,00	6,47E+11	3,28E+11	4,61E+11
2 O 324x8		Gewalst	Buis	323,9	323,9	8,0	8,0	0	0	0	7937,82	3972,82	3973,18	1,98E+08	9,91E+07	9,91E+07
3 200x150x10		Gelast	Koker	200,0	150,0	7,0	10,0	0	0	0	5520,00	2176,84	2445,12	3,66E+07	3,39E+07	1,85E+07

Naam	I _{yz} [mm ⁴]	I ₁ [mm ⁴]	I ₂ [mm ⁴]	α [°]	I _w [mm ⁶]	W _{1,elt} [mm ³]	W _{1,elb} [mm ³]	W _{2,elt} [mm ³]	W _{2,elb} [mm ³]	W _{1,pl} [mm ³]	W _{2,pl} [mm ³]	i _y [mm]	i _z [mm]	H _y [mm]	H _z [mm]
1 1600x1350	0	4,61E+11	3,28E+11	90,00	3,3E+15	5,76E+08	5,76E+08	4,86E+08	4,86E+08	8,64E+08	7,29E+08	389,7	461,9	1600,0	1350,0
2 O 324x8	0	9,91E+07	9,91E+07	0	0	611673,70	611673,70	611673,70	611673,70	798269,90	798275,20	111,7	111,7	323,9	323,9
3 200x150x10	0	3,39E+07	1,85E+07	0	8,6E+09	339040,00	339040,00	246908,80	246908,80	398400,00	292680,00	78,4	57,9	150,0	200,0

Naam	Y _G [mm]	Z _G [mm]	Y _s [mm]	Z _s [mm]	β _y [mm]	β _z [mm]	β _w [mm]	S _p
1 1600x1350	800,0	675,0	0	0	0	0	0	5
2 O 324x8	162,0	162,0	0	0	0	0	0	5
3 200x150x10	75,0	100,0	0	0	0	0	0,1	9

Naam: Doorsnede naam; **Productie:** Productieproces; **Vorm:** Profiel; **h:** Doorsnede hoogte; **b:** Doorsnede breedte; **tw:** Lijfdikte; **tf:** Flensdikte; **r₁, r₂, r₃:** Afrondingswaarde; **A_x:** Doorsnede-oppervlak; **A_y, A_z:** Afschuivingsoppervlak; **I_x:** Torietraagheidsmoment; **I_y, I_z:** Buigtrraagheidsmoment; **I_{yz}:** Centrifugaal traagheidsmoment; **I₁, I₂:** Hoofdbuigtrraagheidsmoment; **I_w:** Hoofdtrraagheidsmoment; **α:** Hoofdrichtingen; **I_w:** Krommingsconstante; **W_{1,el}, W_{1,elb}, W_{2,el}, W_{2,elb}:** Elastisch weerstandsmoment; **W_{1,p}, W_{2,p}:** Plastisch weerstandsmoment; **i_y, i_z:** Traagheidsstraal; **H_y:** Afmeting in lokale Y-richting; **H_z:** Afmeting in lokale Z-richting; **Y_G:** Y-coördinaat van het zwaartepunt; **Z_G:** Z-coördinaat van het zwaartepunt; **Y_s:** Y-coördinaat van het afschuivingsmiddelpunt (torisie); **Z_s:** Z-coördinaat van het afschuivingsmiddelpunt (torisie); **β_y, β_z, β_w:** Wagner's coëfficiënt; **S_p:** Spanningspunten;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verzuwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

24-11-2021

Pag. 8

Staven

	Start-punt	Eind-punt	Lengte	Lokaal X	Materiaal	Doorsnede	Ref _z		Start-punt	Eind-punt	Lengte	Lokaal X	Materiaal	Doorsnede	Ref _z
1	1	2	1,300	i-j	C30/37	1	Auto	20	71	73	1,019	i-j	S 355	3	R1
2	2	3	0,450	i-j	C30/37	1	Auto	21	74	73	1,019	j-i	S 355	3	R1
3	1	4	1,300	i-j	C30/37	1	Auto	22	87	74	6,131	j-i	S 355	3	R1
4	4	5	0,450	i-j	C30/37	1	Auto	23	88	90	1,002	i-j	S 355	2	R2
5	4	13	1,002	i-j	S 355	2	R2	24	90	92	1,007	i-j	S 355	2	R2
6	13	14	1,002	i-j	S 355	2	R2	25	93	95	1,002	i-j	S 355	2	R3
7	8	19	1,000	i-j	S 355	2	R2	26	95	97	1,002	i-j	S 355	2	R3
8	14	15	1,007	i-j	S 355	2	R2	27	104	92	6,011	j-i	S 355	2	R2
9	2	16	1,002	i-j	S 355	2	R3	28	111	97	6,016	j-i	S 355	2	R3
10	16	17	1,002	i-j	S 355	2	R3	29	69	115	1,300	i-j	C30/37	1	Auto
11	7	21	1,000	i-j	S 355	2	R3	30	115	119	0,450	i-j	C30/37	1	Auto
12	17	18	1,002	i-j	S 355	2	R3	31	69	123	1,300	i-j	C30/37	1	Auto
13	1	10	1,019	i-j	S 355	3	R1	32	123	127	0,450	i-j	C30/37	1	Auto
14	6	20	1,000	i-j	S 355	3	R1	33	128	104	1,000	j-i	S 355	2	R2
15	10	12	1,019	i-j	S 355	3	R1	34	132	87	1,000	j-i	S 355	3	R1
16	11	12	1,019	i-j	S 355	3	R1	35	136	111	1,000	j-i	S 355	2	R3
17	19	15	6,011	j-i	S 355	2	R2	36	123	88	1,002	j-i	S 355	2	R2
18	21	18	6,016	j-i	S 355	2	R3	37	115	93	1,002	j-i	S 355	2	R3
19	20	11	6,131	j-i	S 355	3	R1	38	69	71	1,019	i-j	S 355	3	R1

Lengte: Elementlengte; Lokaal X: Lokale X-richting; Ref_z: Referentie voor lokale Z-richting;

Project:

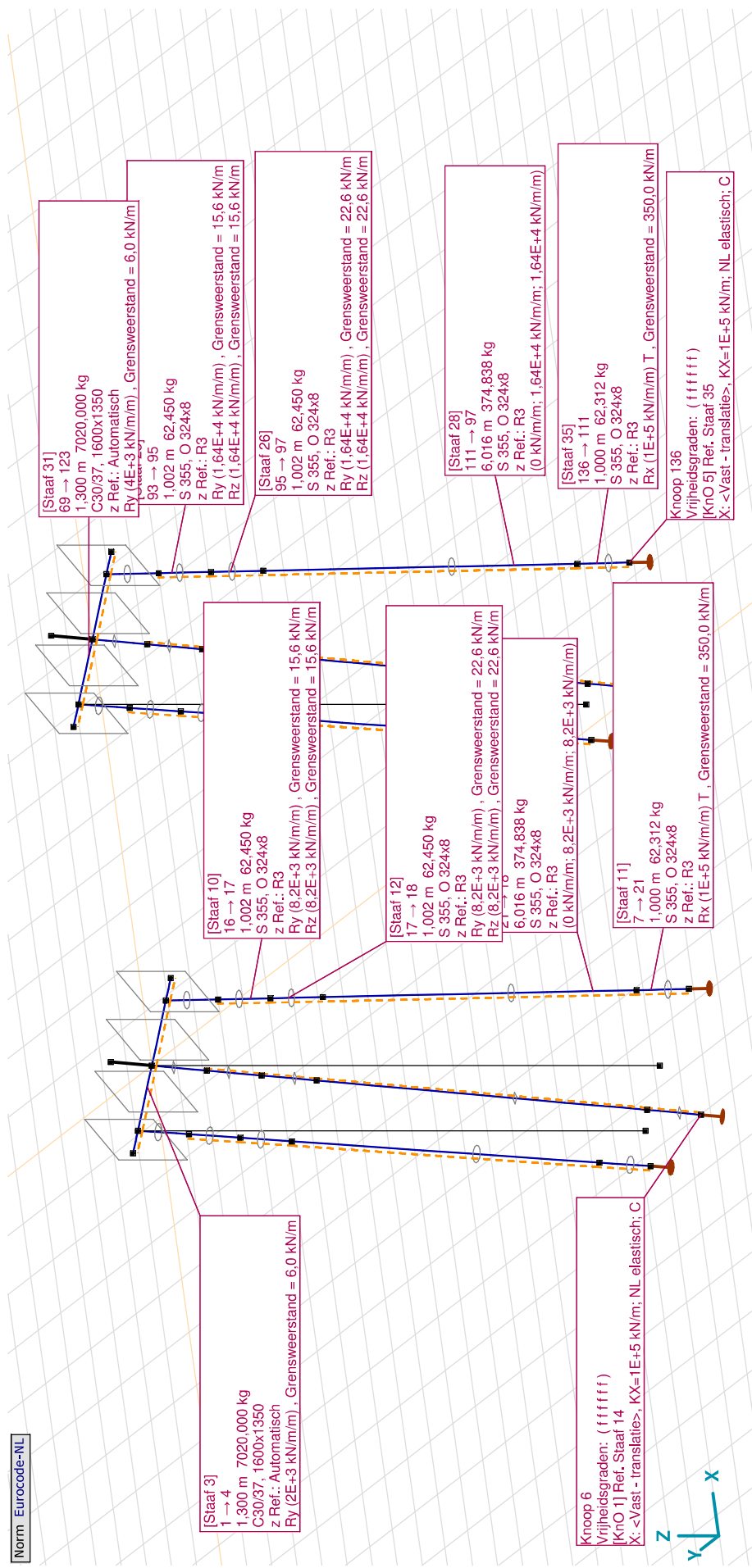
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

24-11-2021

Pag. 9

Norm Eurocode-NL



Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

24-11-2021

Pag. 10

Knooppopleggingen

Knoop	X [m]	Y [m]	Z [m]	Type	Ref. elem.	Naam _x	Veermodel _x	K _x [kN/m]	K _{xv} [kN/m]	NL _x	Grenswaarde _x [kN]	Naam _y	Veermodel _y	K _y [kN/m]
1	6	-1,372	-10,000	Staafr.	Staafr. 43	Vast - translatie	NL elastisch	1E+5	1E+5	DrukAlleen druk	-	-	-	-
2	7	0,919	-10,000	Staafr.	Staafr. 47	Vast - translatie	NL elastisch	1E+5	1E+5	DrukAlleen druk	-	-	-	-
3	8	-1,585	-10,000	Staafr.	Staafr. 39	Vast - translatie	NL elastisch	1E+5	1E+5	DrukAlleen druk	-	-	-	-
4	132	6,628	-10,000	Staafr.	Staafr. 91	Vast - translatie	NL elastisch	1E+5	1E+5	DrukAlleen druk	-	-	-	-
5	136	8,919	-10,000	Staafr.	Staafr. 95	Vast - translatie	NL elastisch	1E+5	1E+5	DrukAlleen druk	-	-	-	-
6	128	6,415	-10,000	Staafr.	Staafr. 87	Vast - translatie	NL elastisch	1E+5	1E+5	DrukAlleen druk	-	-	-	-

Knoop	K _{xy} [kN/m]	Naam _z	Veermodel _z	K _z [kN/m]	K _{zv} [kN/m]	Naam _{xx}	Veermodel _{xx}	K _{xx} [kNm/rad]	K _{xyv} [kNm/rad]	Naam _{yy}	Veermodel _{yy}	K _{yy} [kNm/rad]	K _{xyv} [kNm/rad]	Naam _{zz}
1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	132	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	136	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	128	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Knoop	Veermodel _{zz}	K _{zz} [kNm/rad]	K _{zzv} [kNm/rad]	Veermodel _w
1	6	-	-	-
2	7	-	-	-
3	8	-	-	-
4	132	-	-	-
5	136	-	-	-
6	128	-	-	-

Knoop: Ondersteunde knoop; **Type:** Opleggingstype; **Ref. elem.:** Referentie-element; **Naam_x:** Naam van de veereigenschappen; **Veermodel_x:** Veermodel; **K_x:** Initiele stijfheid; **K_{xy}:** Trillingsstijfheid; **NL_x:** Niet-lineaire parameters; **Grenswaarde_x:** Grenswaarde; **K_y:** K_z, K_{xy}, K_{yy}, K_{zz}: Initiele stijfheid;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

24-11-2021

Pag. 11

Lijnopleggingen

Lijn	Type	Ref. elem.	Rx [kNm/m]	Ry [kNm/m]	Rz [kNm/m]	Rxx [kNm/rad/m]	Ryy [kNm/rad/m]	Rzz [kNm/rad/m]	NL(x)	NL(y)	NL(z)	NL(xx)	NL(yy)	NL(zz)
	Staafr.													
29	Staafr. 1		0	2E+3	0					Symmetrisch				
30	Staafr. 2		0	2E+3	0					Symmetrisch				
31	Staafr. 3		0	2E+3	0					Symmetrisch				
32	Staafr. 4		0	2E+3	0					Symmetrisch				
7	Staafr. 6		0	8,2E+3	8,2E+3					Symmetrisch	Symmetrisch			
1	Staafr. 7		1E+5	0	0				Trek					
8	Staafr. 8		0	8,2E+3	8,2E+3					Symmetrisch	Symmetrisch			
9	Staafr. 10		0	8,2E+3	8,2E+3					Symmetrisch	Symmetrisch			
2	Staafr. 11		1E+5	0	0				Trek					
10	Staafr. 12		0	8,2E+3	8,2E+3					Symmetrisch	Symmetrisch			
3	Staafr. 14		1E+5	0	0				Trek					
4	Staafr. 15		0	8,5E+3	8,5E+3					Symmetrisch	Symmetrisch			
5	Staafr. 16		0	8,5E+3	8,5E+3					Symmetrisch	Symmetrisch			
11	Staafr. 17		0	8,2E+3	8,2E+3					Symmetrisch	Symmetrisch			
12	Staafr. 18		0	8,2E+3	8,2E+3					Symmetrisch	Symmetrisch			
6	Staafr. 19		0	8,5E+3	8,5E+3					Symmetrisch	Symmetrisch			

Lijn	F(x) [kN/m]	F(y) [kN/m]	F(z) [kN/m]	M(x) [kNm/m]	M(y) [kNm/m]	M(z) [kNm/m]
29		6,0				
30		6,0				
31		6,0				
32		6,0				
7		15,6	15,6			
1	350,0					
8		22,6	22,6			
9		15,6	15,6			
2						
10	350,0					
3		22,6	22,6			
4		16,0	16,0			
5		23,4	23,4			
11						
12						
6						

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

Lijnopleggingen

Lijn	Type	Ref. elem.	Rx [kNm/m]	Ry [kNm/m]	Rz [kNm/m]	Rxx [kNm/rad/m]	Ryy [kNm/rad/m]	Rzz [kNm/rad/m]	NL(x)	NL(y)	NL(z)	NL(xx)	NL(yy)	NL(zz)
13	Staaft 20	Staaft r.	0	1,7E+4	1,7E+4					Symmetrisch	Symmetrisch			
14	Staaft 21	Staaft r.	0	1,7E+4	1,7E+4					Symmetrisch	Symmetrisch			
15	Staaft 22	Staaft r.	0	1,7E+4	1,7E+4					Symmetrisch	Symmetrisch			
16	Staaft 23	Staaft r.	0	1,64E+4	1,64E+4					Symmetrisch	Symmetrisch			
17	Staaft 24	Staaft r.	0	1,64E+4	1,64E+4					Symmetrisch	Symmetrisch			
18	Staaft 25	Staaft r.	0	1,64E+4	1,64E+4					Symmetrisch	Symmetrisch			
19	Staaft 26	Staaft r.	0	1,64E+4	1,64E+4					Symmetrisch	Symmetrisch			
20	Staaft 27	Staaft r.	0	1,64E+4	1,64E+4					Symmetrisch	Symmetrisch			
21	Staaft 28	Staaft r.	0	1,64E+4	1,64E+4					Symmetrisch	Symmetrisch			
22	Staaft 29	Staaft r.	0	4E+3	0					Symmetrisch				
23	Staaft 30	Staaft r.	0	4E+3	0					Symmetrisch				
24	Staaft 31	Staaft r.	0	4E+3	0					Symmetrisch				
25	Staaft 32	Staaft r.	0	4E+3	0					Symmetrisch				
26	Staaft 33	Staaft r.	1E+5	0	0				Trek					
27	Staaft 34	Staaft r.	1E+5	0	0				Trek					
28	Staaft 35	Staaft r.	1E+5	0	0				Trek					

Lijn	F(x) [kN/m]	F(y) [kN/m]	F(z) [kN/m]	M(x) [kNm/m]	M(y) [kNm/m]	M(z) [kNm/m]
13		16,0	16,0			
14		23,4	23,4			
15						
16		15,6	15,6			
17		22,6	22,6			
18		15,6	15,6			
19		22,6	22,6			
20						
21						
22		6,0				
23		6,0				
24		6,0				
25		6,0				
26	350,0					
27	534,0					
28	350,0					

Lijn: Ondersteund lijnelement; Type: Opleggingsstype; Ref. elem.: Referentie-element; Rx, Ry, Rz: Verplaatsingsstijfheid; Rxx, Ryy, Rzz: Rotatiestijfheid; NL(x), NL(y), NL(z), NL(xx), NL(yy), NL(zz): Niet-lineaire parameters; F(x): Weerstand in X-richting; F(y): Weerstand in Y-richting; F(z): Weerstand in Z-richting; M(x): Weerstandsmoment in X-richting; M(y): Weerstandsmoment in Y-richting; M(z): Weerstandsmoment in Z-richting.

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

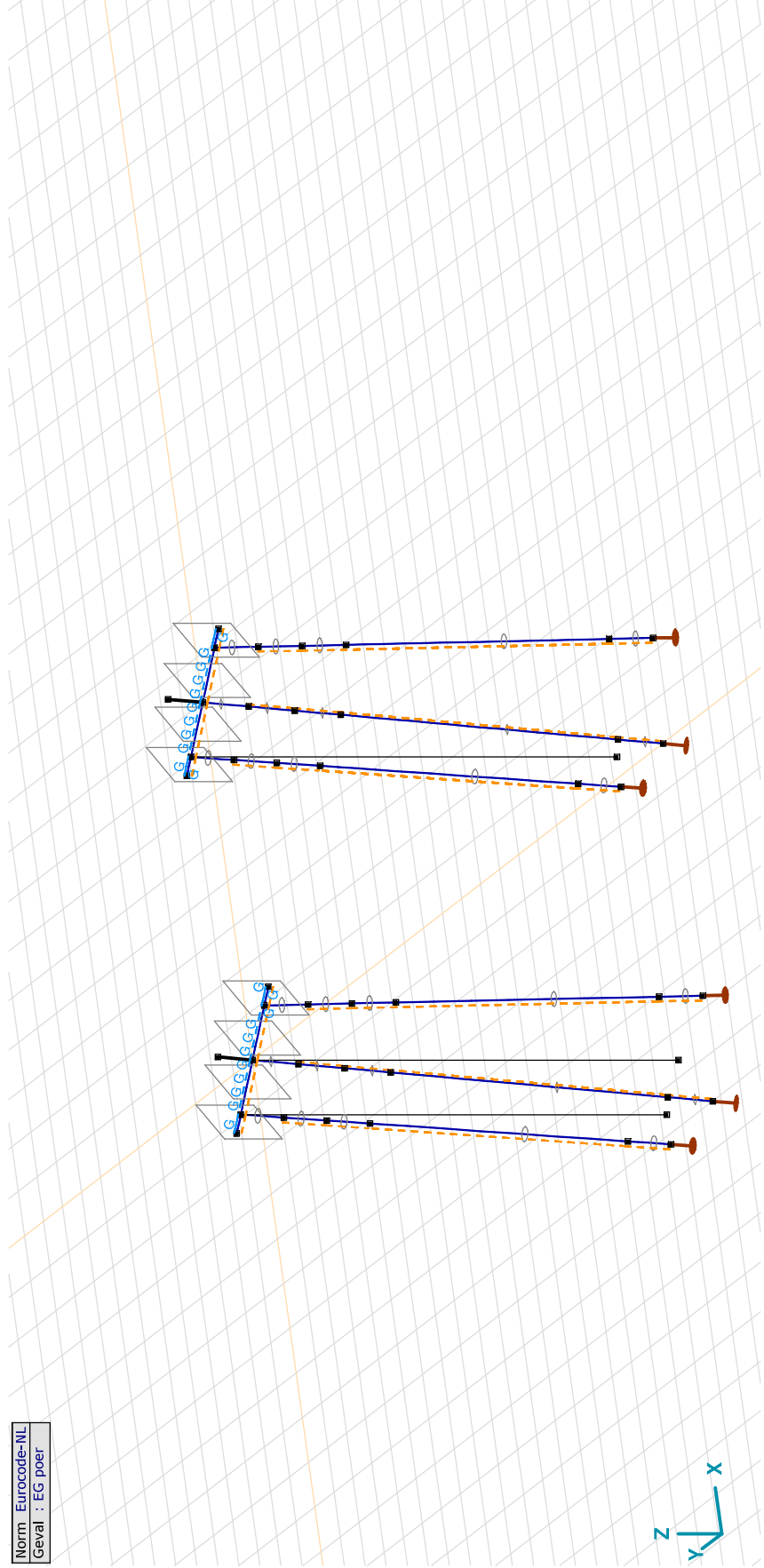
Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

EG poer: Staaf eigen gewicht

	Σ [kg]
71-86	18900,001
171-186	18900,001
Totaal	37800,001

Σ : Totale massa:

Norm	Eurocode-NL
Geval	: EG poer



EG poer

Project:

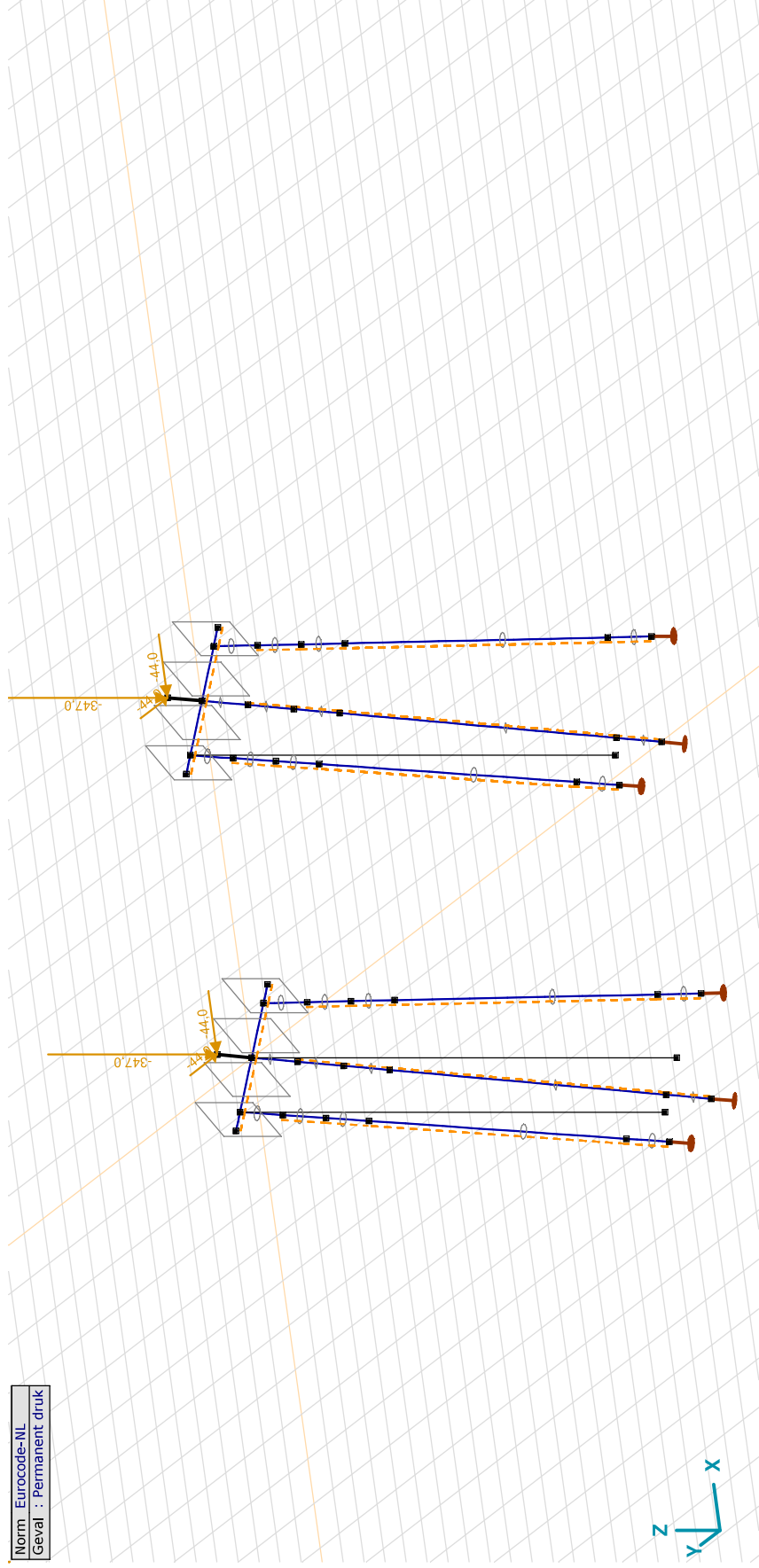
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

Permanent druk: Knoopbelastingen

Richting	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
9	-44,0	-44,0	-347,0	0	0	0
70	-44,0	-44,0	-347,0	0	0	0

Fx, Fy, Fz: Belastingkracht component; Mx, My, Mz: Belastingmoment component;



Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

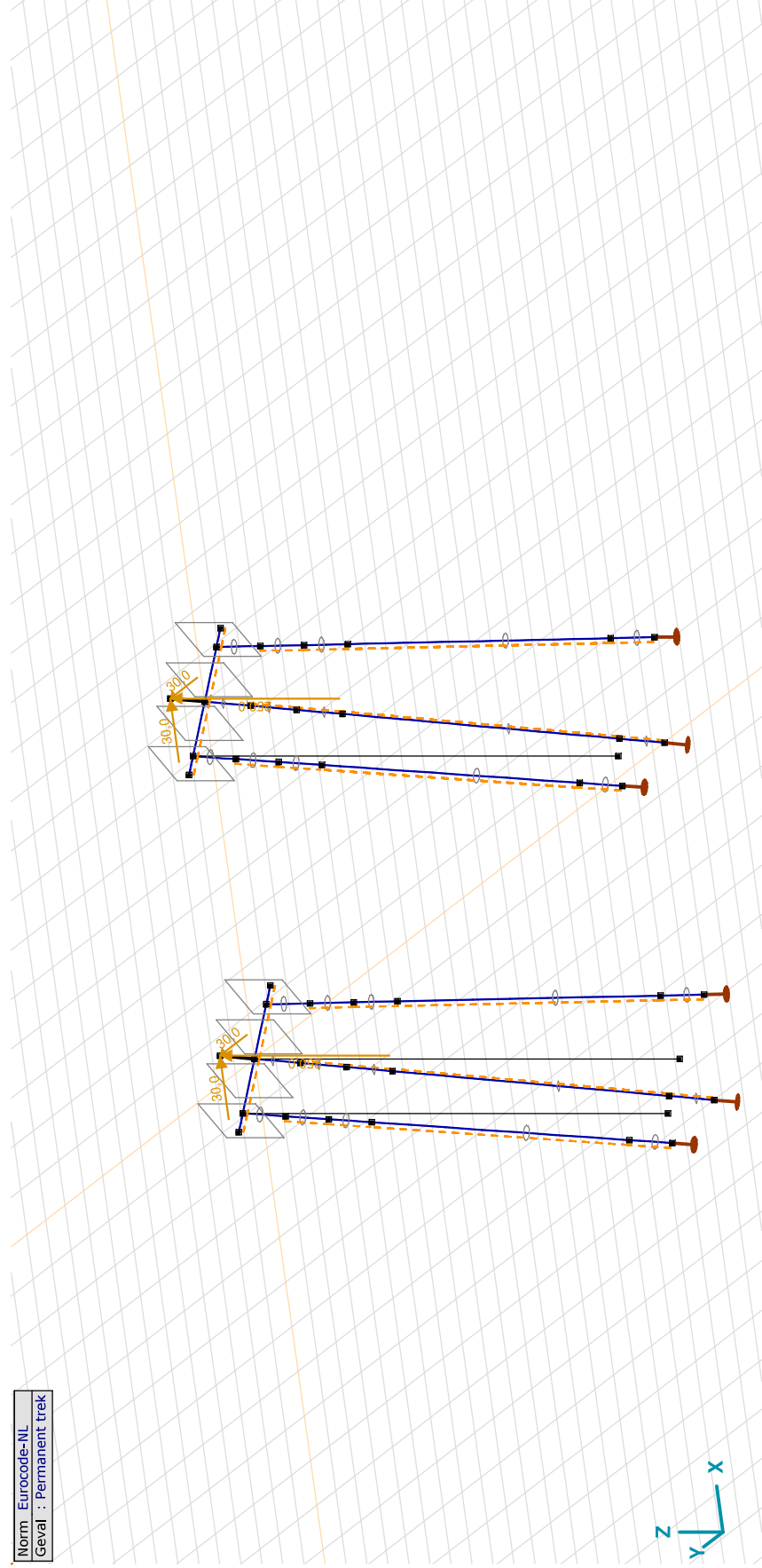
Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

Permanent trek: Knoopbelastingen

Richting	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
9	30,0	30,0	250,0	0	0	0
70	30,0	30,0	250,0	0	0	0

F_x, F_y, F_z: Belastingkracht component; M_x, M_y, M_z: Belastingmoment component;

Norm Eurocode-NL
Geval : Permanent trek



Permanent trek

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

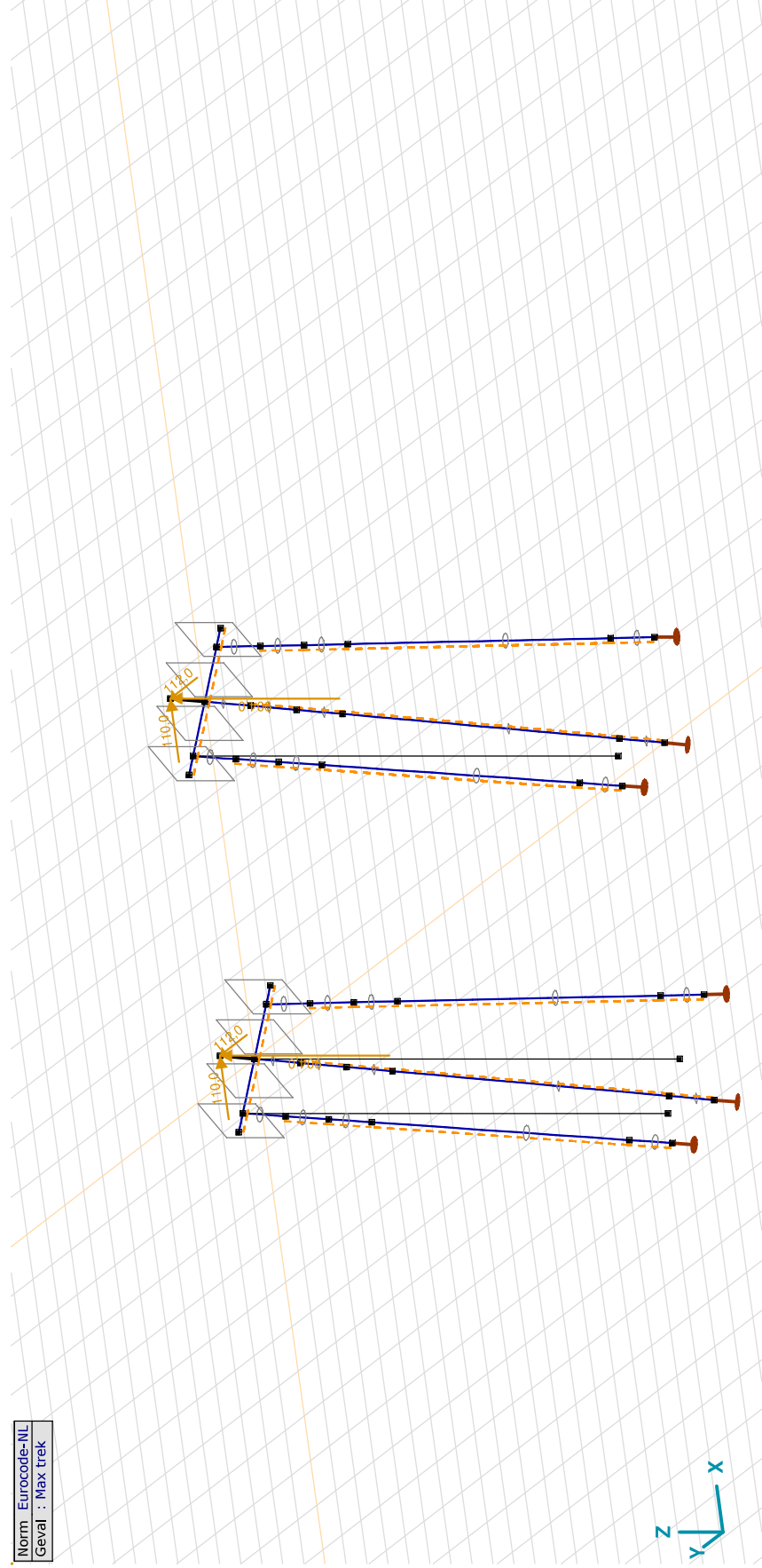
Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

Max trek: Knoopbelastingen

	Richting	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
9	Globaal	110,0	112,0	904,0	0	0	0
70	Globaal	110,0	112,0	904,0	0	0	0

F_x, F_y, F_z: Belastingkracht component; M_x, M_y, M_z: Belastingmoment component;

Norm Eurocode-NL
Geval : Max trek



Project:

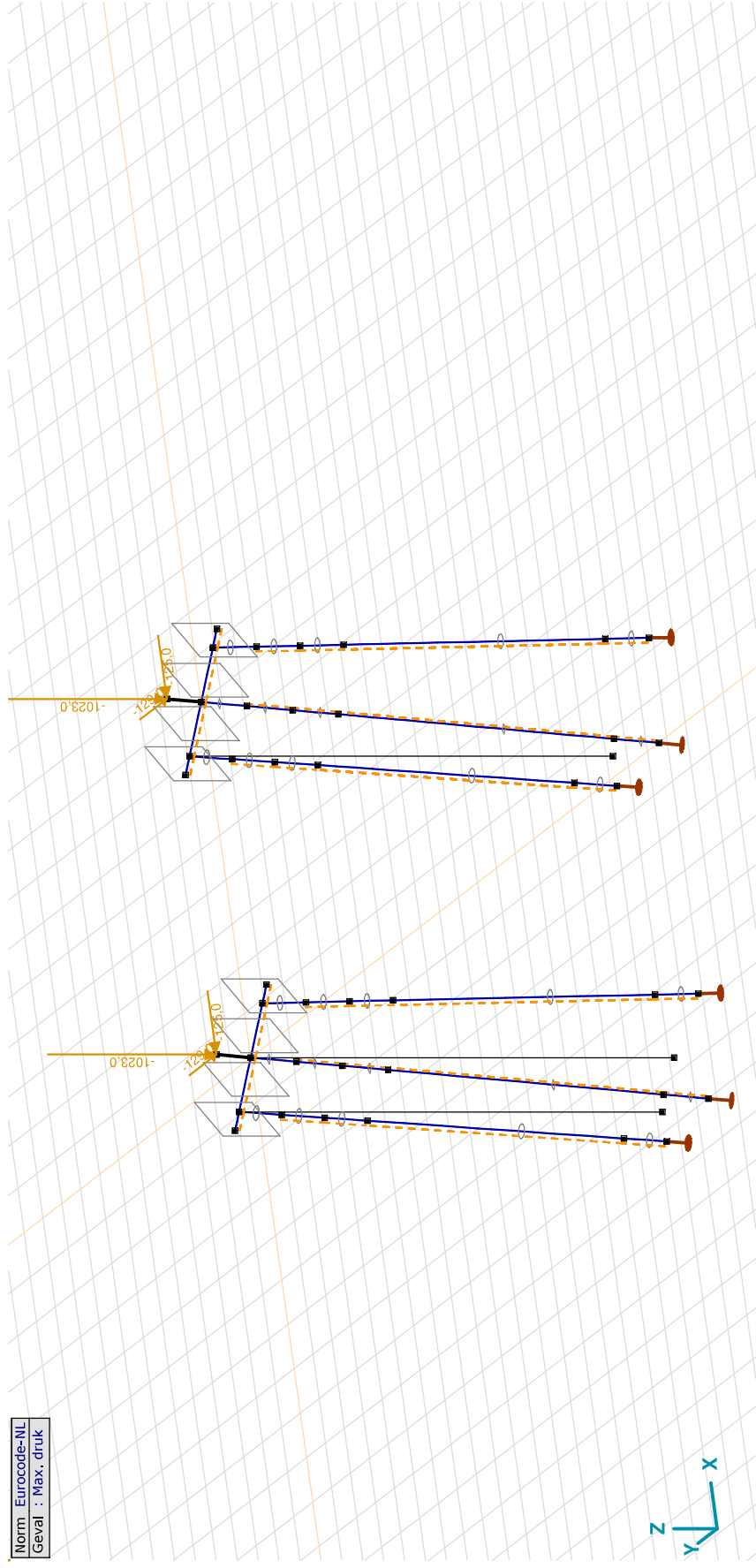
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

Max. druk: Knoopbelastingen

Richting	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
9	-125,0	-129,0	-1023,0	0	0	0
70	-125,0	-129,0	-1023,0	0	0	0

F_x, F_y, F_z: Belastingkracht component; M_x, M_y, M_z: Belastingmoment component;



Max. druk

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

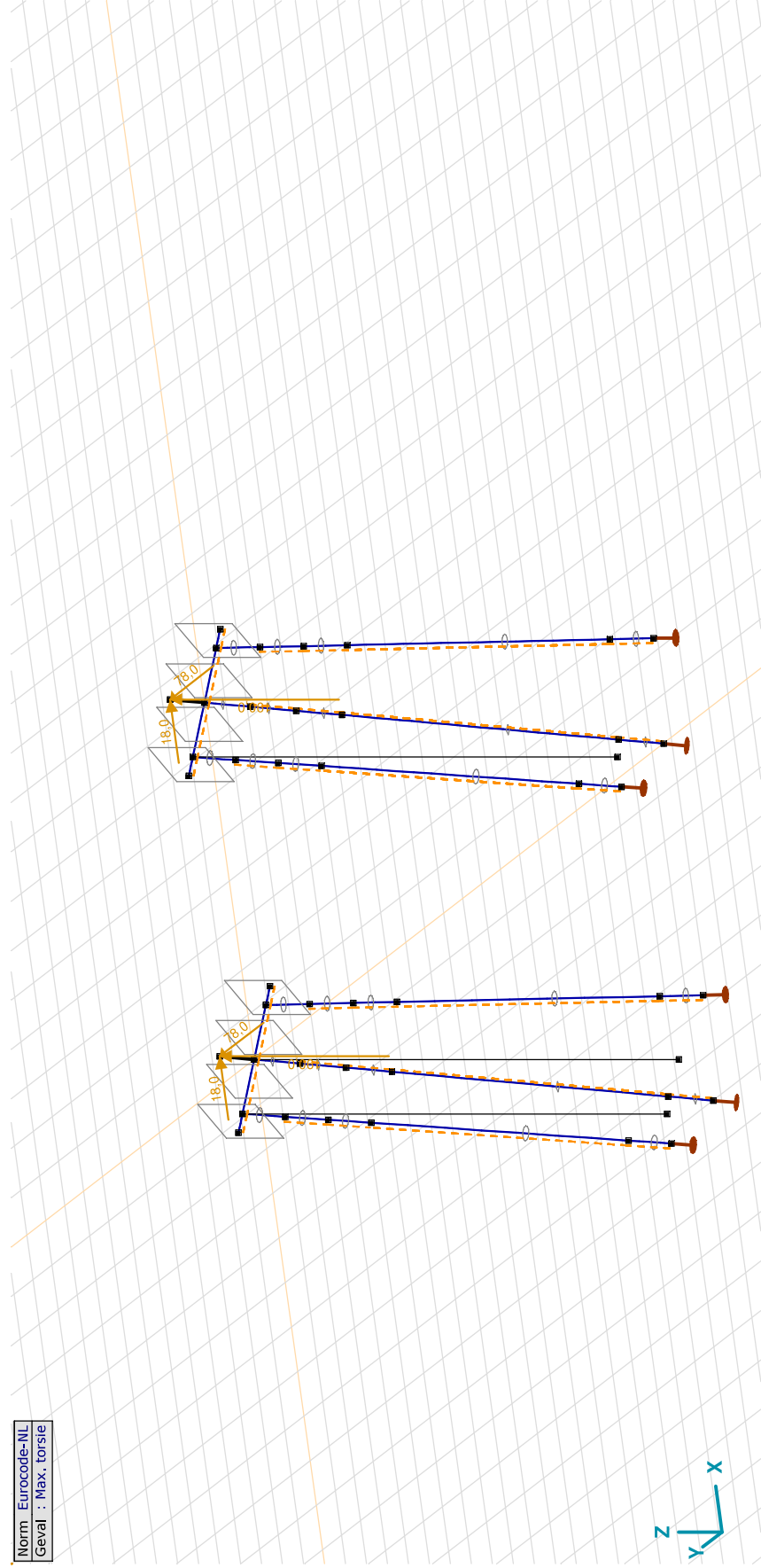
Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

Max. torsie: Knoopbelastingen

Richting	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
9	18,0	78,0	190,0	0	0	0
70	18,0	78,0	190,0	0	0	0

F_x, F_y, F_z: Belastingkracht component; M_x, M_y, M_z: Belastingmoment component;

Norm Eurocode-NL
Geval : Max. torsie



Project:

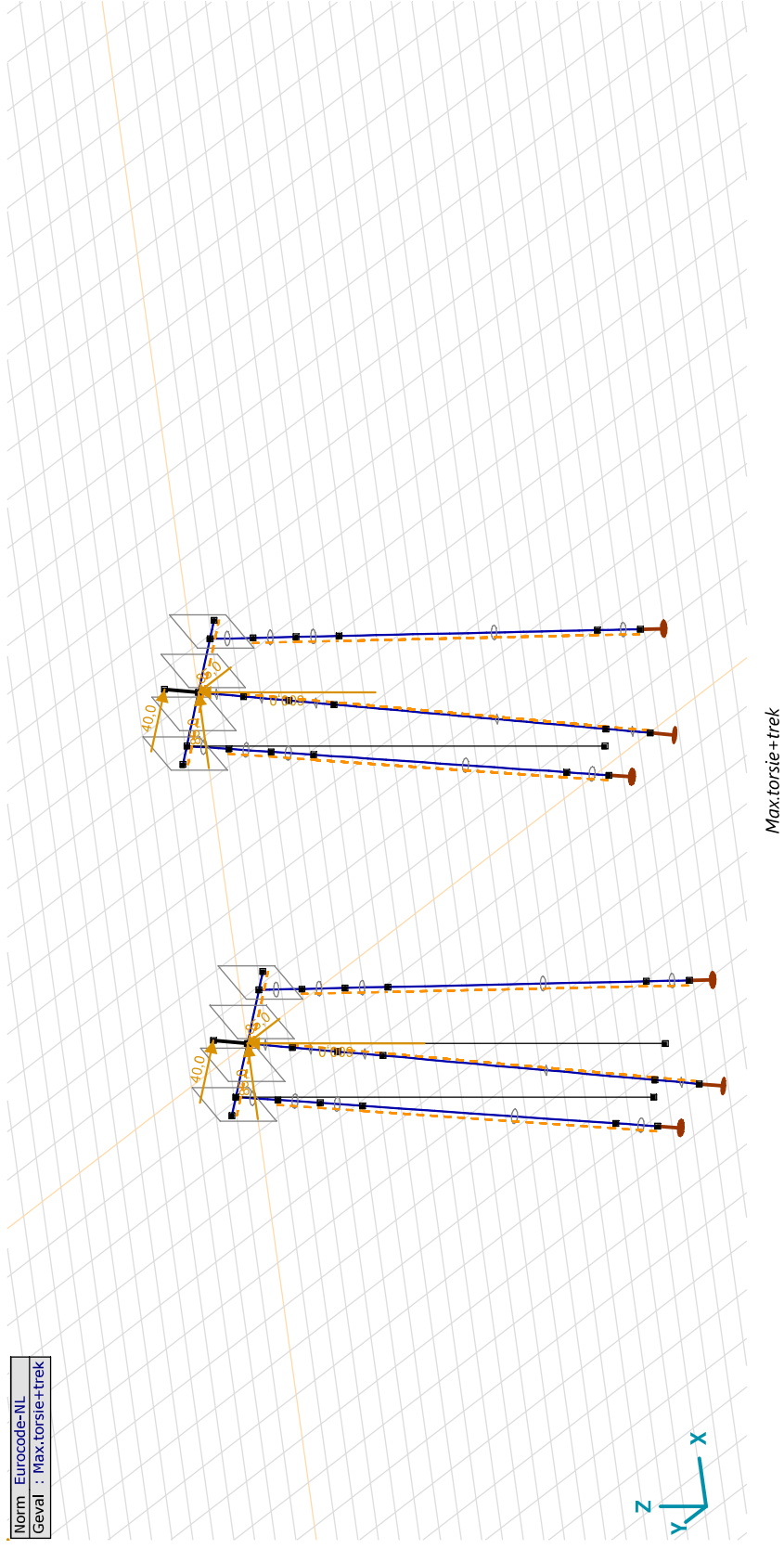
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

Max.torsie + trek: Knoopbelastingen

Richting	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
1 Globaal	85,0	85,0	600,0	0	0	0
9 R5	40,0			0		
69 Globaal	85,0	85,0	600,0	0	0	0
70 R5	40,0			0		

F_x, F_y, F_z: Belastingkracht component; M_x, M_y, M_z: Belastingmoment component;



Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

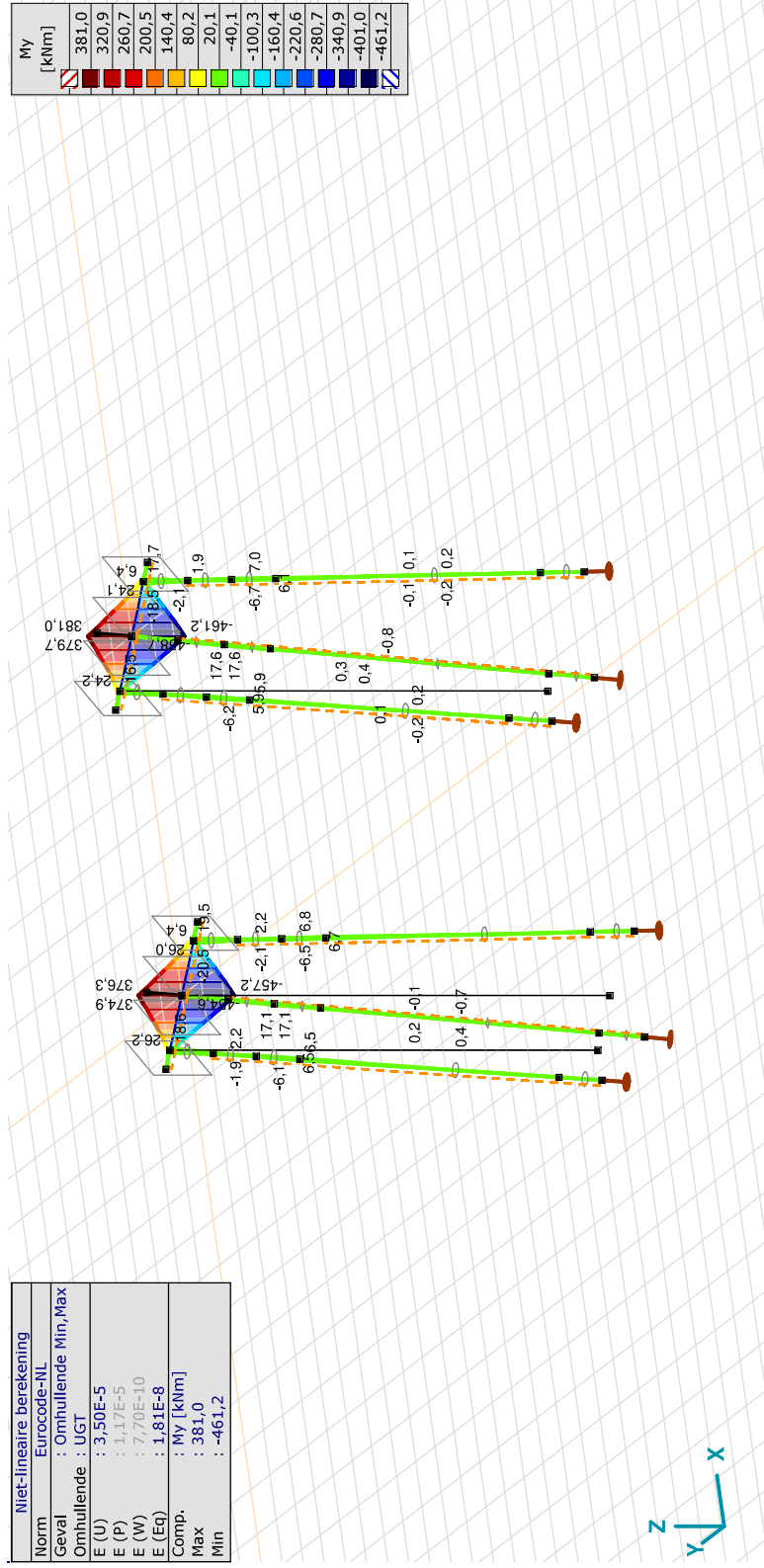
Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen

Naam	Type	EG poer	Permanent druk	Permanent trek	Max trek	Max druk	Max torsie	Max.torsie+trek	Commentaar
1	BGT Quasi-blijvend	1,00		0	0	0	0	0	
2	Co #2 UGT	0,60	0	0	1,00	0	0	0	
3	Co #3 UGT	1,20	0	0	0	1,00	0	0	
4	Co #4 UGT	1,20	0	0	0	0	1,00	0	
5	Co #5 UGT	1,20	0	0	0	0	0	1,00	
6	BGT Quasi-blijvend	1,00	0	1,00	0	0	0	0	

Naam: Naam belastingcombinatie; Type: Type belastingcombinatie; EG poer, Permanent druk, Permanent trek, Max trek, Max druk, Max torsie, Max.torsie+trek: Factor;

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Onnhullende	: UGT
E (U)	: 3,50E-5
E (P)	: 1,17E-5
E (W)	: 7,70E-10
E (Eg)	: 1,81E-8
Comp.	: My [kNm]
Max	: 381,0
Min	: -461,2



III, Non-lin., Omhullende (UGT). Onmiddellijke doorbuiging, My, Lijnen (gevuld)

Project:

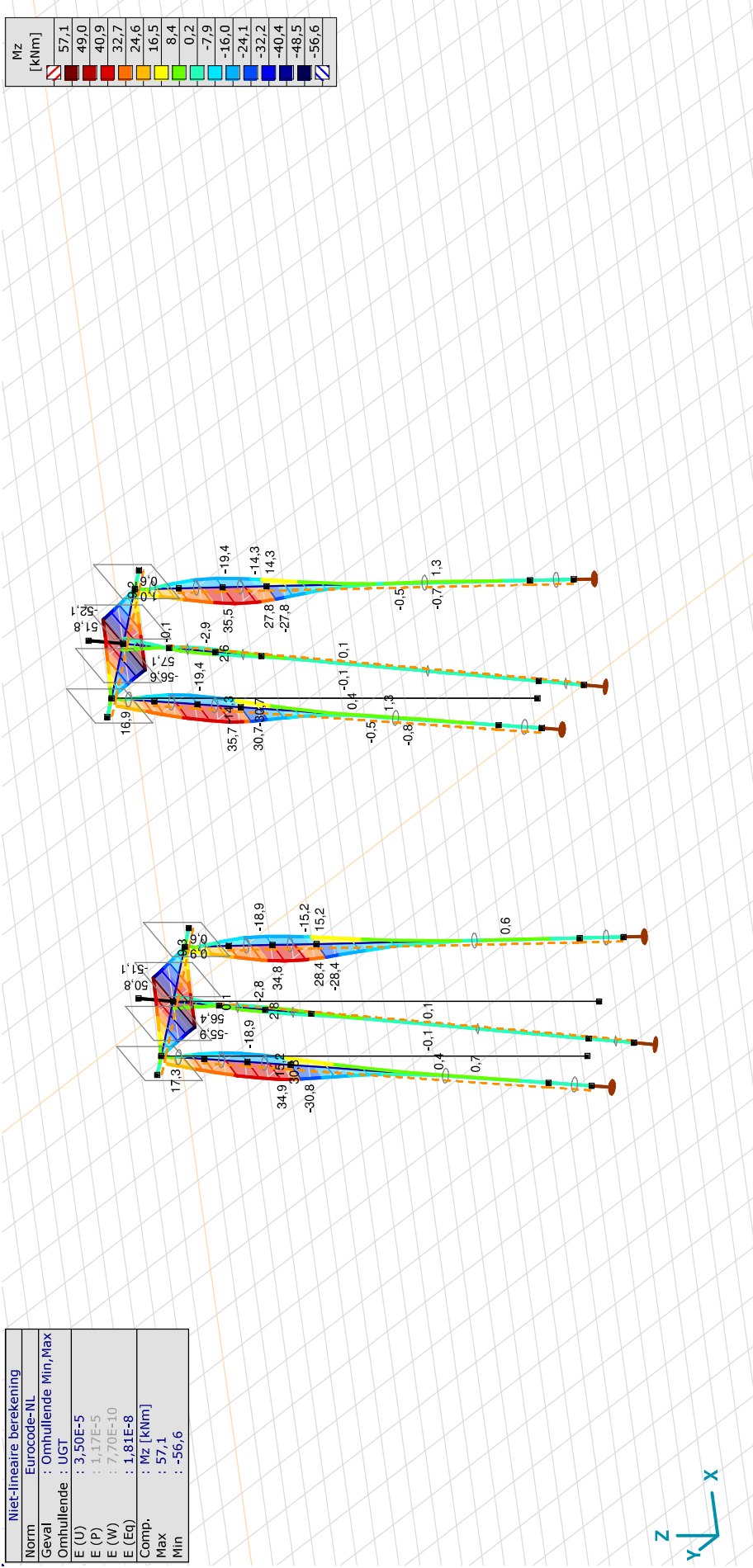
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

24-11-2021

Pag. 21

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: UGT
E (U)	: 3,50E-5
E (P)	: 1,17E-5
E (W)	: 7,70E-10
E (Eq)	: 1,81E-8
Comp.	: Mz [kNm]
Max	: 57,1
Min	: -56,6



[[I]], Non-lin., Omhullende (UGT), Onmiddellijke doorbuiging, Mz, Lijnen (gevuld)

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

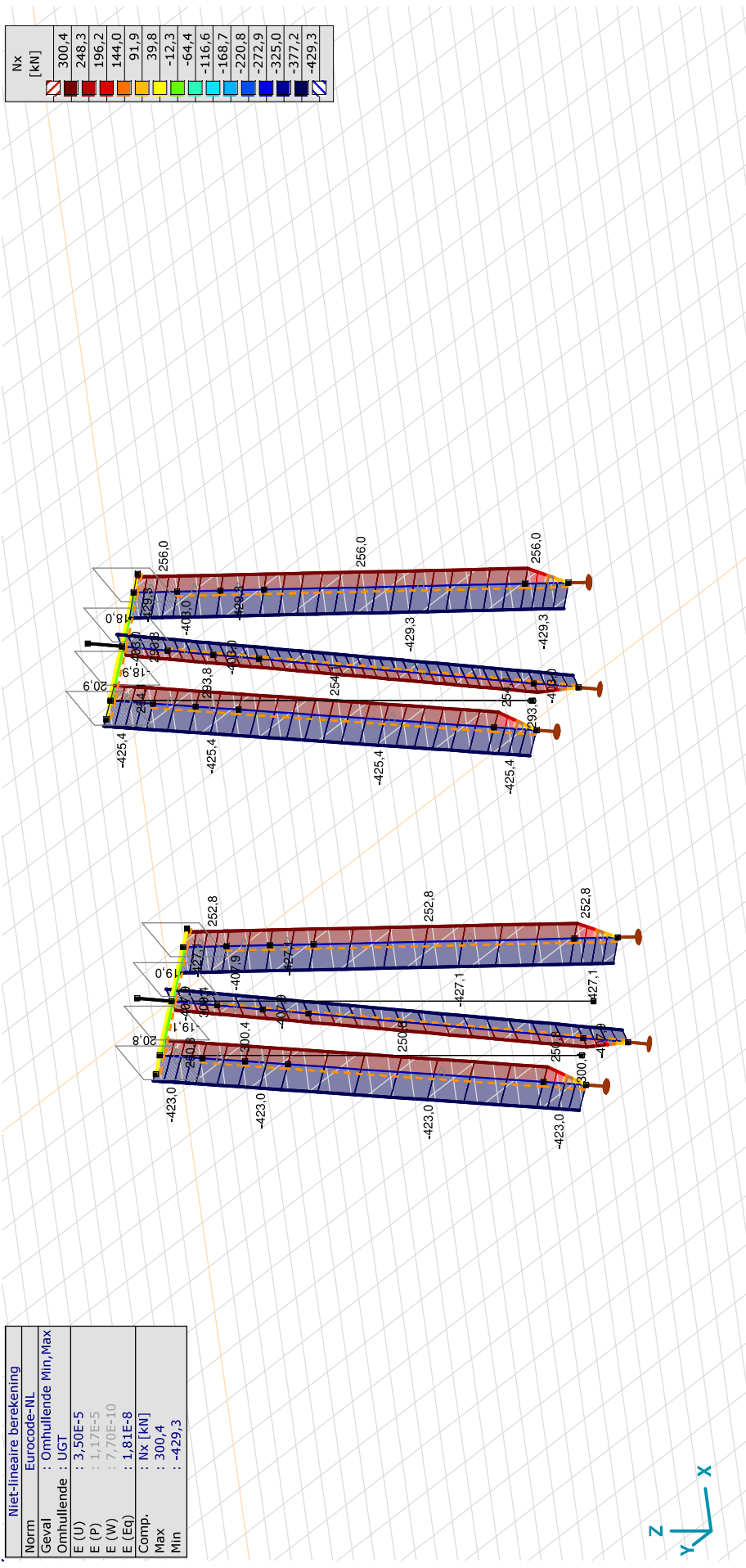
Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

24-11-2021

Pag. 22

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: UGT
E (U)	: 3,50E-5
E (P)	: 1,17E-5
E (W)	: 7,70E-10
E (Eq)	: 1,81E-8
Comp.	: Nx [kN]
Max	: 300,4
Min	: -429,3

Nx [kN]	
	300,4
	248,3
	196,2
	144,0
	91,9
	39,8
	-12,3
	-64,4
	-116,6
	-168,7
	-220,8
	-272,9
	-325,0
	-377,2
	-429,3



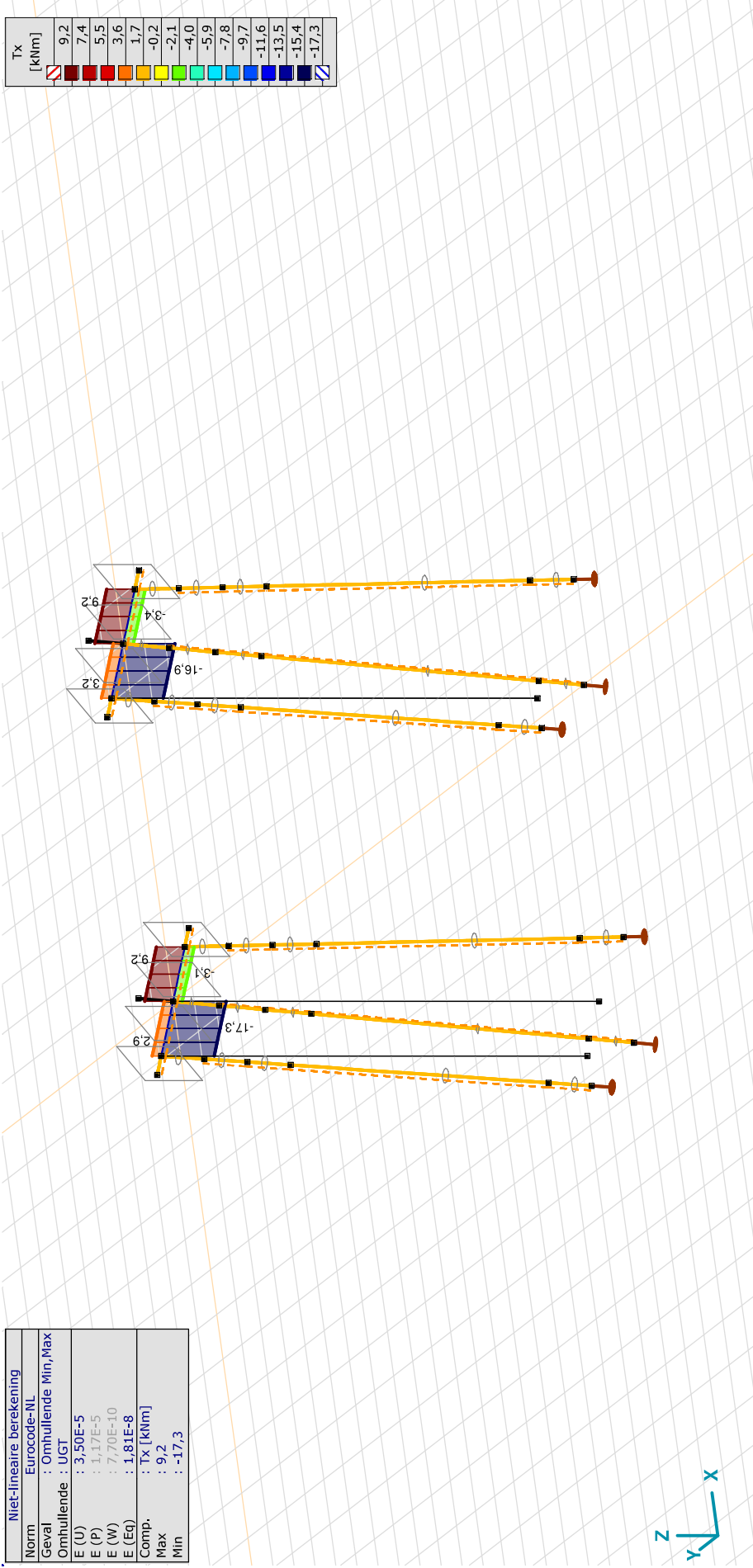
[III] Non-lin., Omhullende (UGT). Onmiddellijke doorbuiging, Nx, Lijnen (gevuld)

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: UGT
E (U)	: 3,50E-5
E (P)	: 1,17E-5
E (W)	: 7,70E-10
E (Eq)	: 1,81E-8
Comp.	: Tx [kNm]
Max	: 9,2
Min	: -17,3



[1] Non-lin., Omhullende (UGT), Onmiddellijke doorbuiging, Tx, Lijnen (gevuld)

Project:

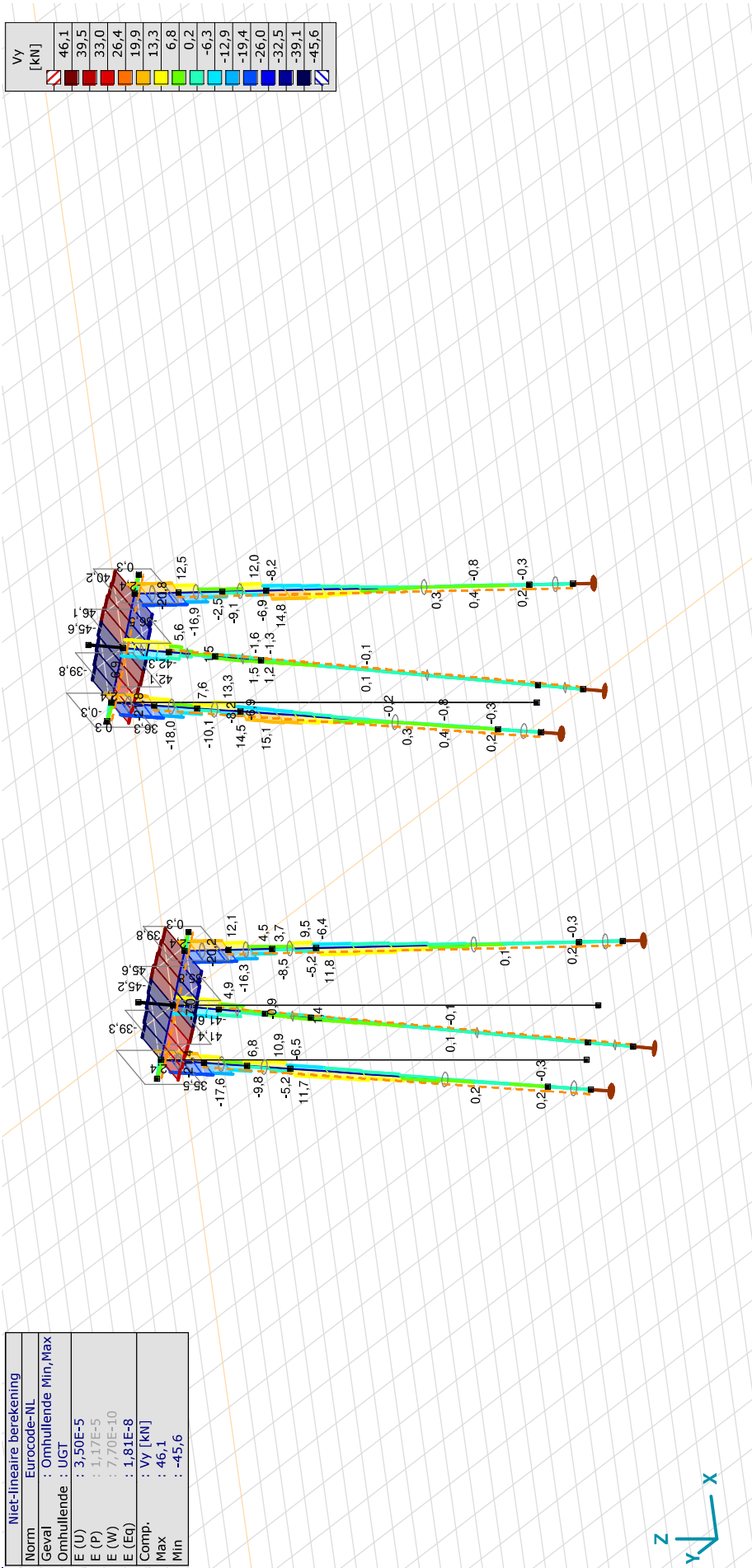
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

24-11-2021

Pag. 24

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: UGT
E (U)	: 3,50E-5
E (P)	: 1,17E-5
E (W)	: 7,70E-10
E (Eq)	: 1,81E-8
Comp.	: Vy [kN]
Max	: 46,1
Min	: -45,6



[III] Non-lin., Omhullende (UGT), Onmiddellijke doorbuiging, Vy, Lijnen (gevuld)

Project:

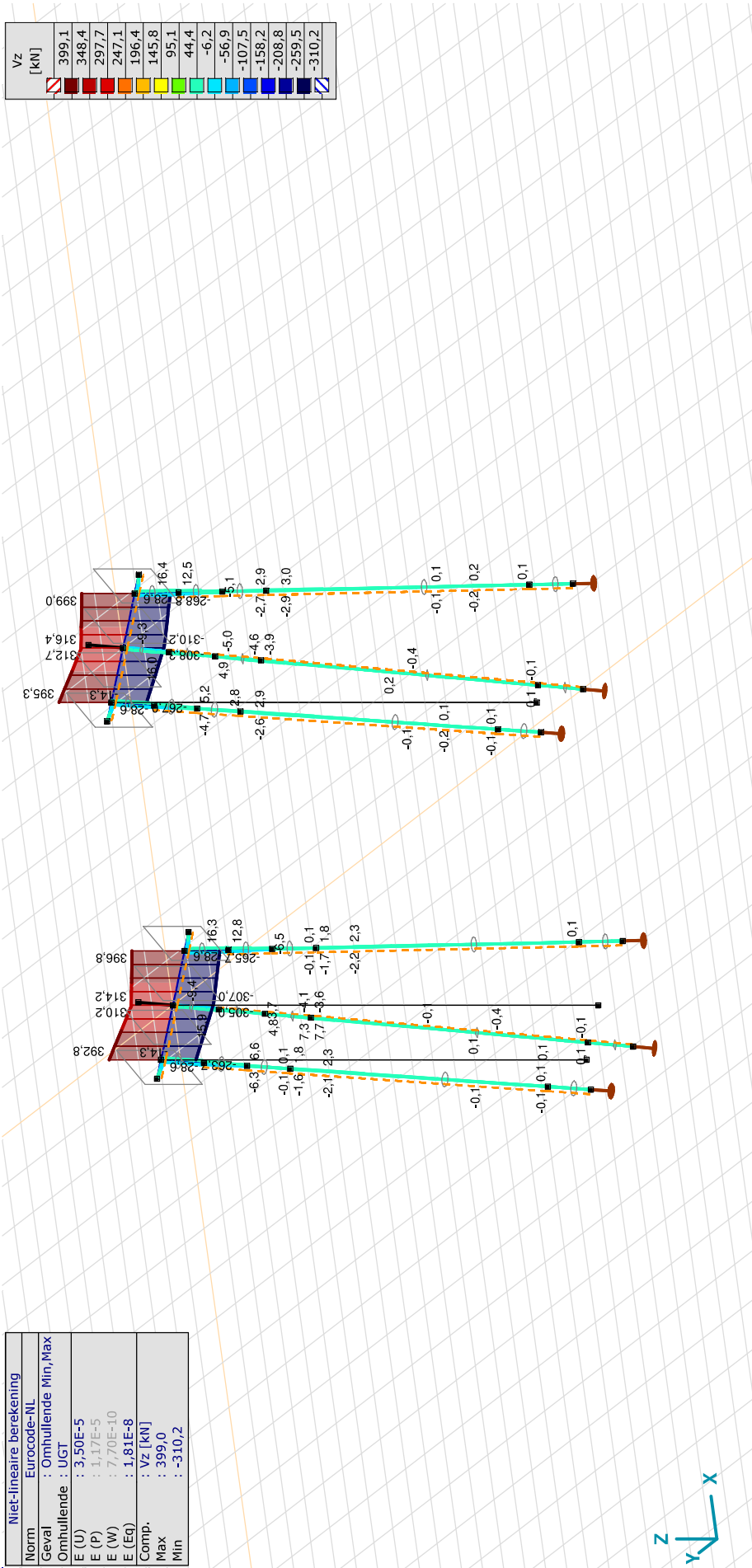
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verzaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

24-11-2021

Pag. 25

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: UGT
E (U)	: 3,50E-5
E (P)	: 1,17E-5
E (W)	: 7,70E-10
E (Eq)	: 1,81E-8
Comp.	: Vz [kN]
Max	: 399,0
Min	: -310,2



[III] Non-lin., Omhullende (UGT), Onmiddellijke doorbuiging, Vz, Lijnen (gevuld)



Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verzwaaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

24-11-2021

Pag. 26

Interne krachten Ijnoplegging [Non-lin., Omhullende (UGT), O 324x8]

	Lijn	Type	C	min. max.	Geval	Knoop	Pos. [m]	Rx [kN/m]	Ry [kN/m]	Rz [kN/m]
Ext.										
28	Staafr. 35	Staafr.	Rx	min	Co #3 [1] (1,000)	139	0,750	0		
28	Staafr. 35	Staafr.	Ry	max	Co #2 [1] (1,000)	139	0,750	257,7		
18	Staafr. 25	Staafr.	Ry	min	Co #3 [1] (1,000)	95	1,002		-16,9	-1,1
19	Staafr. 26	Staafr.	Ry	min	Co #3 [1] (1,000)	95	0		-16,9	-1,1
17	Staafr. 24	Staafr.	Rz	max	Co #5 [1] (1,000)	91	0,503		23,0	4,2
18	Staafr. 25	Staafr.	Rz	min	Co #4 [1] (1,000)	94	0,501		15,6	-15,2
18	Staafr. 25	Staafr.	Rz	max	Co #5 [1] (1,000)	94	0,501		15,6	14,2

Lijn: Ondersteund lijnelement; **Type:** Opleggingstype; **C:** Extreme component; **min. max.:** Extreme type; **Geval:** Belastinggeval van de extreme; **Pos.:** Lokale X-positie van de doorsnede op de staaf; **Rx:** X-component opleggingsreactiekracht; **Ry:** Y-component opleggingsreactiekracht; **Rz:** Z-component opleggingsreactiekracht;

Interne krachten Ijnoplegging [Non-lin., Omhullende (UGT), 200x150x10]

	Lijn	Type	C	min. max.	Geval	Knoop	Pos. [m]	Rx [kN/m]	Ry [kN/m]	Rz [kN/m]
Ext.										
3	Staafr. 14	Staafr.	Rx	min	Co #3 [1] (1,000)	56	0,750	0		
3	Staafr. 14	Staafr.	Ry	max	Co #2 [1] (1,000)	56	0,750	303,2		
13	Staafr. 20	Staafr.	Ry	min	Co #4 [1] (1,000)	177	0,255		-12,4	-16,0
13	Staafr. 20	Staafr.	Rz	max	Co #5 [1] (1,000)	177	0,255		11,4	-16,0
14	Staafr. 21	Staafr.	Rz	min	Co #5 [1] (1,000)	73	1,019		-2,3	-22,8
13	Staafr. 20	Staafr.	Rz	max	Co #3 [1] (1,000)	72	0,509		0,5	16,0

Lijn: Ondersteund lijnelement; **Type:** Opleggingstype; **C:** Extreme component; **min. max.:** Extreme type; **Geval:** Belastinggeval van de extreme; **Pos.:** Lokale X-positie van de doorsnede op de staaf; **Rx:** X-component opleggingsreactiekracht; **Ry:** Y-component opleggingsreactiekracht; **Rz:** Z-component opleggingsreactiekracht;

Project:

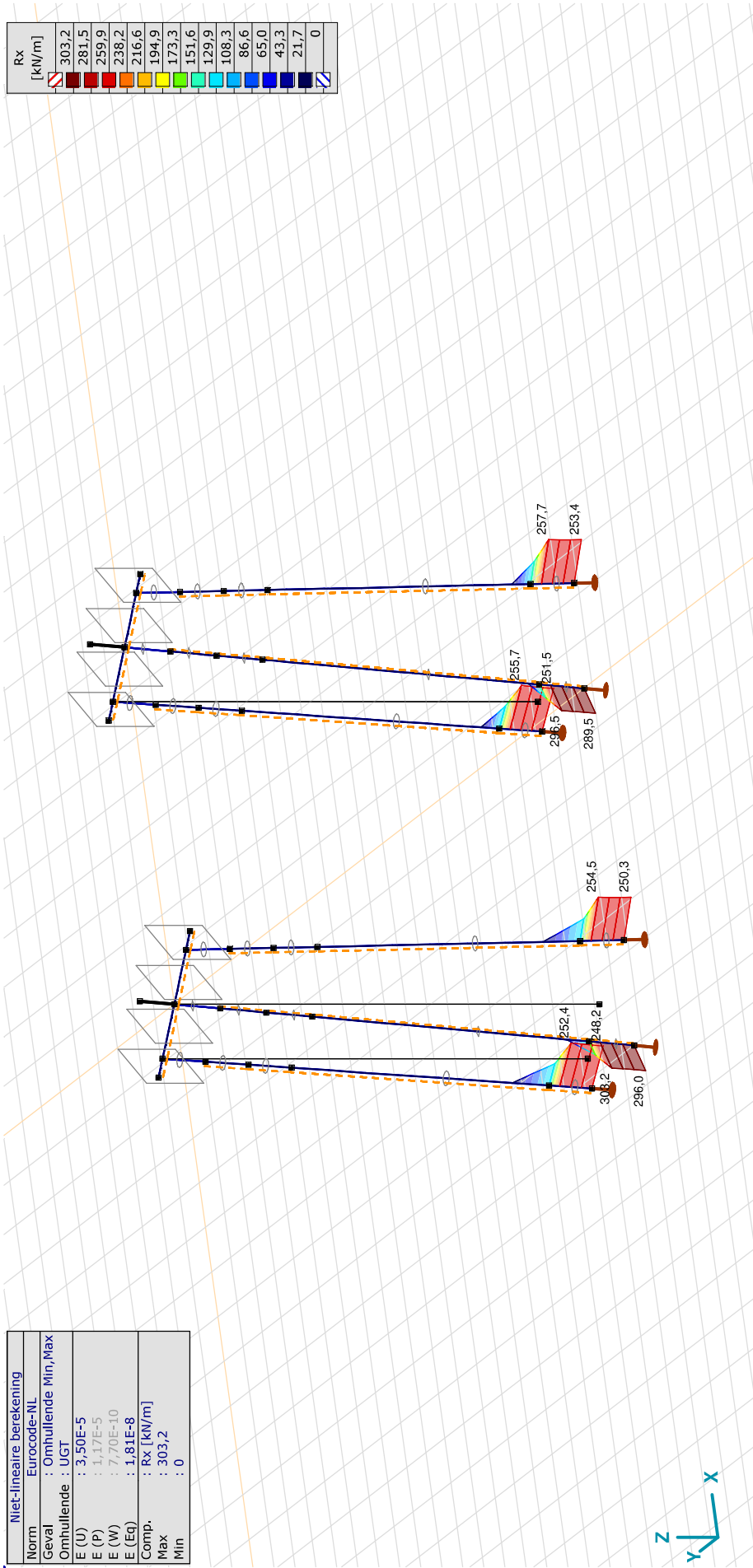
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

24-11-2021

Pag. 27

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: UGT
E (U)	: 3,50E-5
E (P)	: 1,17E-5
E (W)	: 7,70E-10
E (Eq)	: 1,81E-8
Comp.	: Rx [kN/m]
Max	: 303,2
Min	: 0



III, Non-lin., Omhullende (UGT), Onmiddellijke doorbuiging, Rx (lijnopp.), Lijnen (gevuld)

Project:

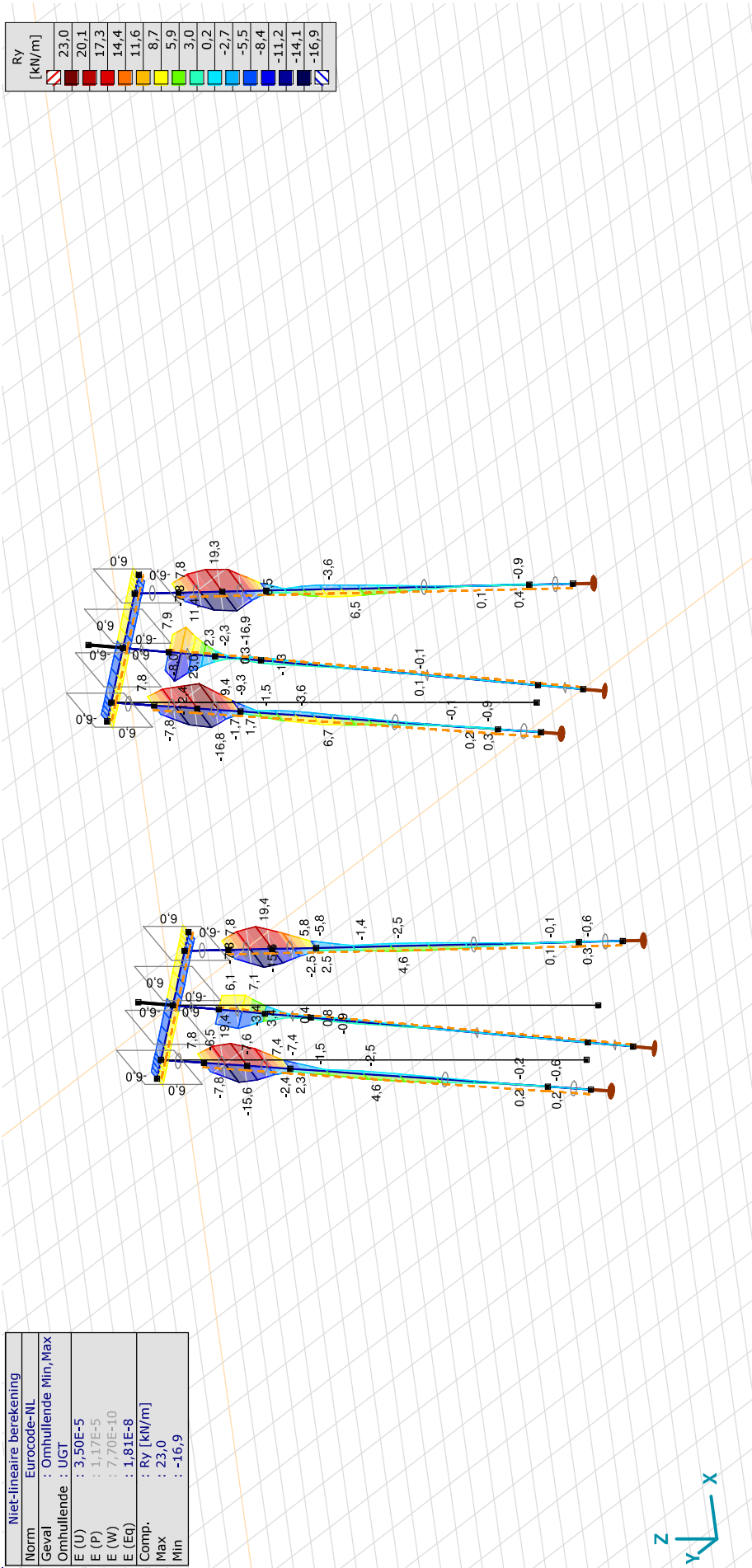
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

24-11-2021

Pag. 28

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: UGT
E (U)	: 3,50E-5
E (P)	: 1,17E-5
E (W)	: 7,70E-10
E (Eq)	: 1,81E-8
Comp.	: Ry [kN/m]
Max	: 23,0
Min	: -16,9



III, Non-lin., Omhullende (UGT), Onmiddellijke doorbuiging, Ry (lijnopp.), Lijnen (gevuld)

Project:

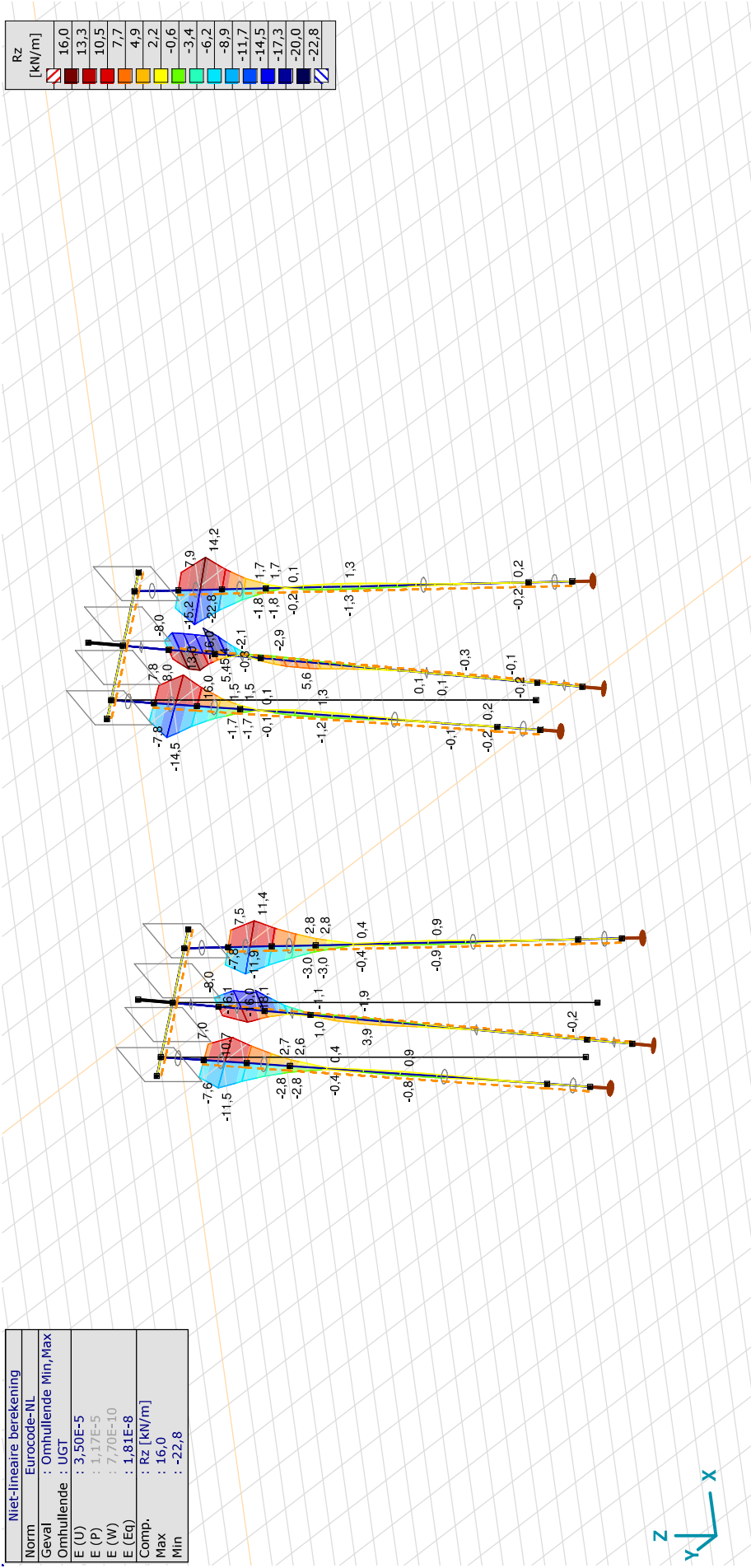
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

24-11-2021

Pag. 29

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: UGT
E (U)	: 3,50E-5
E (P)	: 1,17E-5
E (W)	: 7,70E-10
E (Eq)	: 1,81E-8
Comp.	: Rz [kN/m]
Max	: 16,0
Min	: -22,8



III, Non-lin., Omhullende (UGT), Onmiddellijke doorbuiging, Rz (lijnopp.), Lijnen (gevuld)

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

24-11-2021

Pag. 30

Interne krachten knooppogging [Non-lin., Omhullende (Alle UGT), O 324x8]

	Knoop	X [m]	Y [m]	Z [m]	Type	C	min. max.	Geval	Rx [kN]
Ext.									
5	136	8,919	-1,585	-10,000	Staaft r.	Rx	min	Co #3 [1] (1,000)	-429,2
5	136	8,919	-1,585	-10,000	Staaft r.		max	Co #2 [1] (1,000)	0

Knoop: Ondersteunde knoop; **Type:** Opleggingstype; **C:** Extreme component; **min. max.:** Extreme type; **Geval:** Belastinggeval van de extreme; **Rx:** X-component opleggingsreactiekracht;**Interne krachten knooppogging [Non-lin., Omhullende (Alle UGT), 200x150x10]**

	Knoop	X [m]	Y [m]	Z [m]	Type	C	min. max.	Geval	Rx [kN]
Ext.									
1	6	-1,372	-1,372	-10,000	Staaft r.	Rx	min	Co #3 [1] (1,000)	-407,9
1	6	-1,372	-1,372	-10,000	Staaft r.		max	Co #2 [1] (1,000)	0

Knoop: Ondersteunde knoop; **Type:** Opleggingstype; **C:** Extreme component; **min. max.:** Extreme type; **Geval:** Belastinggeval van de extreme; **Rx:** X-component opleggingsreactiekracht;

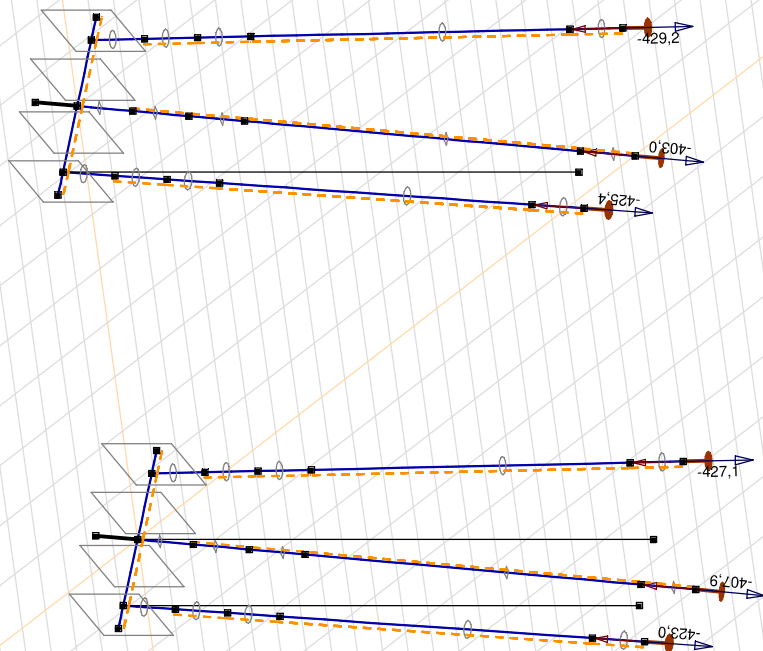
Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: UGT
E (U)	: 3,50E-5
E (P)	: 1,17E-5
E (W)	: 7,70E-10
E (Eq)	: 1,81E-8
Comp.	: Rx [kN]
Max	: 0
Min	: -429,2

	Rx	0
		-30,7
		-61,3
		-92,0
		-122,6
		-153,3
		-184,0
		-214,6
		-245,3
		-275,9
		-306,6
		-337,3
		-367,9
		-398,6
		-429,2



[[I]], Non-lin., Omhullende (UGT), Onmiddellijke doorbuiging, Rx (knoopopt.), Lijnen

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

24-11-2021

Pag. 32

Staafspanningen [Non-lin., Omhullende (UGT), 200x150x10]

Ext.	Prof.	Doorsnede naam	C	min. max.	Geval	Pos. [m]	Knoop	S _x :min [N/mm ²]	S _x :max [N/mm ²]	V _{min} [N/mm ²]	V _{max} [N/mm ²]	S _{omin} [N/mm ²]	S _{omax} [N/mm ²]	V _y :gem [N/mm ²]	V _z :gem [N/mm ²]
20	3	200x150x10	S _x :min	min	Co #3 [1] (1,000)	0,509	(72)	-100,4	-45,7	0	0,2	45,7	100,4	0	0,1
14	3	200x150x10		max	Co #2 [1] (1,000)	1,000	(20)	54,4	54,4	0	0	54,4	54,4	0	0
19	3	200x150x10		max	Co #2 [1] (1,000)	0	(20)	54,4	54,4	0	0,1	54,4	54,4	0	0
14	3	200x150x10	S _x :max	min	Co #3 [1] (1,000)	0	(6)	-73,9	-73,9	0	0	73,9	73,9	0	0
19	3	200x150x10		min	Co #3 [1] (1,000)	0	(20)	-73,9	-73,9	0	0,1	73,9	73,9	0	0
15	3	200x150x10		max	Co #2 [1] (1,000)	1,019	(12)	10,7	98,2	0	1,2	10,8	98,2	0	0,5
16	3	200x150x10		max	Co #2 [1] (1,000)	1,019	(12)	10,7	98,2	0	1,5	10,8	98,2	0	0,6
13	3	200x150x10	V _{min}	min	Co #2 [1] (1,000)	0	(1)	30,4	78,4	0	6,4	31,3	78,8	0	2,7
13	3	200x150x10		max	Co #2 [1] (1,000)	0	(1)	30,4	78,4	0	6,4	31,3	78,8	0	2,7
14	3	200x150x10	V _{max}	min	Co #4 [1] (1,000)	0,750	(56)	6,8	6,8	0	0	6,8	6,8	0	0
13	3	200x150x10		max	Co #5 [1] (1,000)	0	(1)	-16,0	83,0	0	7,2	12,5	83,1	-1,3	2,9
34	3	200x150x10	S _{omin}	min	Co #4 [1] (1,000)	0	(132)	0	0	0	0	0	0	0	0
14	3	200x150x10		max	Co #3 [1] (1,000)	0	(6)	-73,9	-73,9	0	0	73,9	73,9	0	0
19	3	200x150x10		max	Co #3 [1] (1,000)	0	(20)	-73,9	-73,9	0	0,1	73,9	73,9	0	0
34	3	200x150x10	S _{omax}	min	Co #4 [1] (1,000)	0	(132)	0	0	0	0	0	0	0	0
20	3	200x150x10		max	Co #3 [1] (1,000)	0,509	(72)	-100,4	-45,7	0	1,4	45,7	100,4	0	-0,6
13	3	200x150x10	V _y :gem	min	Co #5 [1] (1,000)	0	(1)	-16,0	83,0	0	7,2	12,5	83,1	-1,3	2,9
13	3	200x150x10		max	Co #4 [1] (1,000)	0	(1)	-31,1	49,4	0	6,6	5,2	49,4	1,4	2,4
13	3	200x150x10	V _z :gem	min	Co #3 [1] (1,000)	0	(1)	-86,5	-61,3	0	3,9	61,4	86,6	-0,1	-1,7
38	3	200x150x10		max	Co #5 [1] (1,000)	0	(69)	-13,1	77,7	0	7,1	13,1	77,8	-1,2	2,9

Prof.: Profiel; **C:** Extremer component; **min. max.:** Extremer type; **Geval:** Belastinggeval van de extremer; **Pos.:** Lokale X-positie van de doorsnede op de staaf; **S_x:min:** Doorsnede minimum normaalspanning; **S_x:max:** Doorsnede maximum normaalspanning;

V_{min}: Doorsnede minimum afschuifspanning; **V_{max}:** Doorsnede maximum afschuifspanning; **S_{omin}:** Doorsnede minimum Von Mises spanning; **S_{omax}:** Doorsnede maximum Von Mises spanning; **V_y:gem:** Afschuifspanning in lokale Y-richting;

V_z:gem: Afschuifspanning in lokale Z-richting;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verzaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

24-11-2021

Pag. 33

Staafspanningen [Non-lin., Omhullende (UGT), O 324x8]

Ext.	Prof.	Doorsnede naam	C	min. max.	Geval	Pos. [m]	Knoop	S _x :min [N/mm ²]	S _x :max [N/mm ²]	V _{min} [N/mm ²]	V _{max} [N/mm ²]	S _{omin} [N/mm ²]	S _{omax} [N/mm ²]	V _y gem [N/mm ²]	V _z gem [N/mm ²]
25	2	O 324x8	S _x :min	min	Co #3 [1] (1,000)	1,002	(95)	-85,8	-22,4	0	1,2	22,4	85,8	0,6	0,1
26	2	O 324x8		min	Co #3 [1] (1,000)	0	(95)	-85,8	-22,4	0	0,6	22,4	85,8	-0,3	0
28	2	O 324x8		max	Co #2 [1] (1,000)	0	(111)	32,3	32,3	0	0,1	32,3	32,3	0	0
35	2	O 324x8		max	Co #2 [1] (1,000)	1,000	(111)	32,3	32,3	0	0	32,3	32,3	0	0
28	2	O 324x8	S _x :max	min	Co #3 [1] (1,000)	0	(111)	-54,1	-54,1	0	0	54,1	54,1	0	0
35	2	O 324x8		min	Co #3 [1] (1,000)	0	(136)	-54,1	-54,1	0	0	54,1	54,1	0	0
25	2	O 324x8		max	Co #2 [1] (1,000)	1,002	(95)	-17,5	82,0	0	2,3	17,5	82,0	-1,1	-0,1
26	2	O 324x8		max	Co #2 [1] (1,000)	0	(95)	-17,5	82,0	0	0,1	17,5	82,0	0,1	0
5	2	O 324x8	V _{min}	min	Co #2 [1] (1,000)	0	(4)	26,8	36,4	0	5,1	26,8	36,4	-2,5	0,2
5	2	O 324x8		max	Co #2 [1] (1,000)	0	(4)	26,8	36,4	0	5,1	26,8	36,4	-2,5	0,2
7	2	O 324x8	V _{max}	min	Co #3 [1] (1,000)	0,500	(52)	-53,3	-53,3	0	0	53,3	53,3	0	0
36	2	O 324x8		max	Co #5 [1] (1,000)	0	(123)	-10,4	43,6	0	5,5	14,1	44,7	-2,7	-1,9
7	2	O 324x8	S _{omin}	min	Co #5 [1] (1,000)	0	(8)	0	0	0	0	0	0	0	0
28	2	O 324x8		max	Co #3 [1] (1,000)	0	(111)	-54,1	-54,1	0	0	54,1	54,1	0	0
35	2	O 324x8		max	Co #3 [1] (1,000)	0	(136)	-54,1	-54,1	0	0	54,1	54,1	0	0
7	2	O 324x8	S _{omax}	min	Co #5 [1] (1,000)	0	(8)	0	0	0	0	0	0	0	0
25	2	O 324x8		max	Co #3 [1] (1,000)	1,002	(95)	-85,8	-22,4	0	1,2	22,4	85,8	0,6	0,1
26	2	O 324x8		max	Co #3 [1] (1,000)	0	(95)	-85,8	-22,4	0	0,6	22,4	85,8	-0,3	0
36	2	O 324x8	V _y gem	min	Co #5 [1] (1,000)	0	(123)	-10,4	43,6	0	5,5	14,1	44,7	-2,7	-1,9
37	2	O 324x8		max	Co #3 [1] (1,000)	0	(115)	-63,3	-44,9	0	4,1	44,9	63,3	2,1	0,3
37	2	O 324x8	V _z gem	min	Co #5 [1] (1,000)	0	(115)	-19,4	38,5	0	4,5	7,3	39,3	-2,3	-2,0
37	2	O 324x8		max	Co #4 [1] (1,000)	0	(115)	-31,1	29,5	0	4,1	0,8	31,9	-2,1	2,1

Prof.: Profiel; **C:** Extremer component; **min. max.:** Extremer type; **Geval:** Belastinggeval van de extremer; **Pos.:** Lokale X-positie van de doorsnede op de staaf; **S_x:min:** Doorsnede minimum normaalspanning; **S_x:max:** Doorsnede maximum normaalspanning;

V_{min}: Doorsnede minimum afschuifspanning; **V_{max}:** Doorsnede maximum afschuifspanning; **S_{omin}:** Doorsnede minimum Von Mises spanning; **S_{omax}:** Doorsnede maximum Von Mises spanning; **V_ygem:** Afschuifspanning in lokale Y-richting;

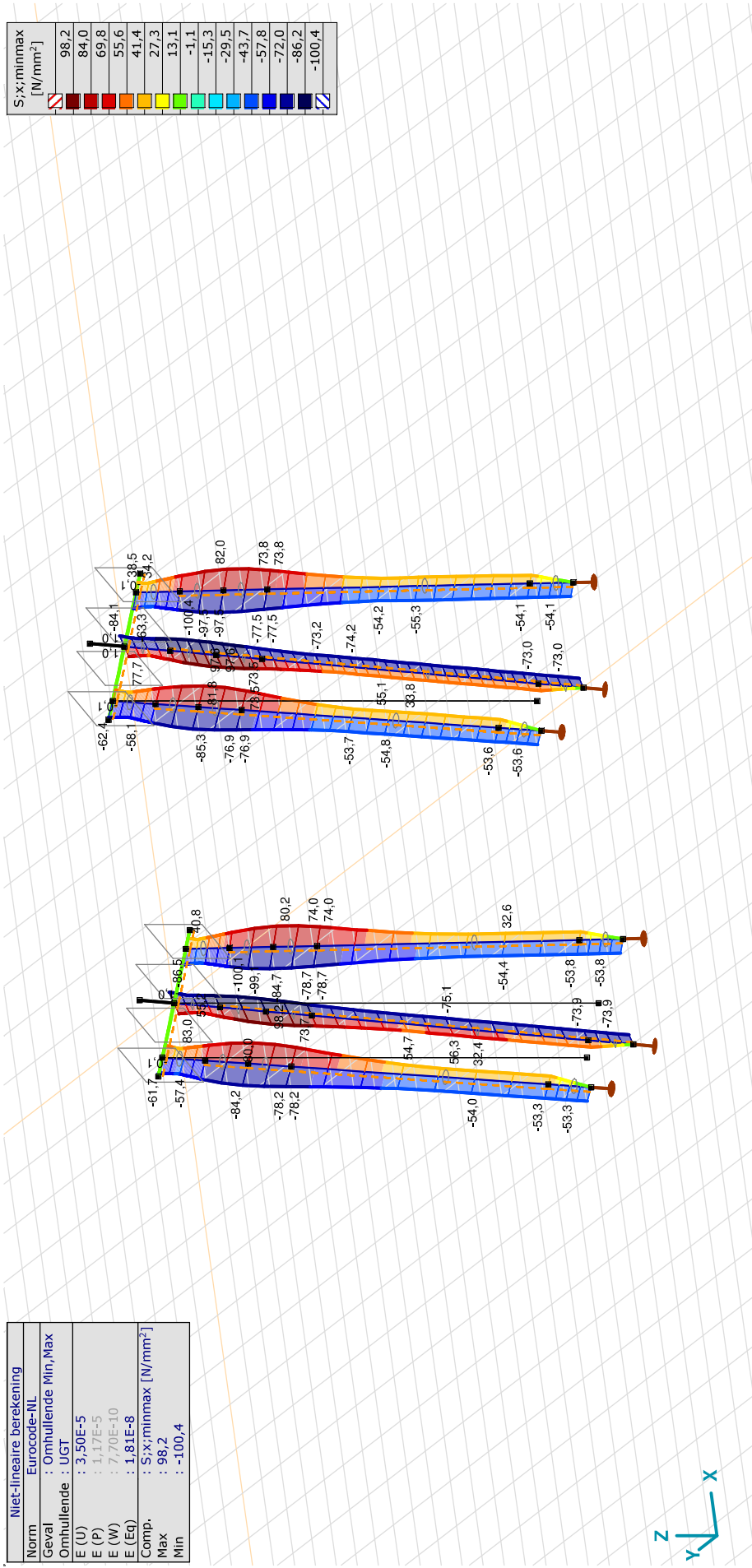
V_zgem: Afschuifspanning in lokale Z-richting;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: UGT
E (U)	: 3,50E-5
E (P)	: 1,17E-5
E (W)	: 7,70E-10
E (Eq)	: 1,81E-8
Comp.	: S;x;minmax [N/mm ²]
Max	: 98,2
Min	: -100,4



|||, Non-lin., Omhullende (UGT), Onmiddellijke doorbuiging, S;x;minmax, Lijnen (gevuld)

Project:

Construcneur: DNV GL - Energy

Model: **Model verzwaaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

24-11-2021

Pag. 35

Knoopverplaatsingen [Non-lin., Co #5 [1] (1,000)]

	eX [mm]	eY [mm]	eZ [mm]	eR [mm]	fX [rad]	fY [rad]	fZ [rad]	fR [rad]
Ext.								
46	-0,5	-0,3	0,9	1,1	0	0,0001	-0,0002	0,0002
9	13,6	9,9	0,2	16,9	-0,0036	0,0040	-0,0004	0,0054
40	-0,3	-0,3	1,7	1,8	-0,0001	0,0002	-0,0007	0,0007
9	13,6	9,9	0,2	16,9	-0,0036	0,0040	-0,0004	0,0054
191	*	*	0	*	*	*	*	*
11	0,4	0,4	2,8	2,9	-0,0007	0,0008	-0,0004	0,0012
191	*	*	*	0	*	*	*	*
9	13,6	9,9	0,2	16,9	-0,0036	0,0040	-0,0004	0,0054
4	11,0	7,6	1,3	13,4	-0,0037	0,0040	-0,0004	0,0054
5	11,1	7,7	1,4	13,6	-0,0037	0,0040	-0,0004	0,0054
186	10,8	7,4	1,2	13,1	-0,0037	0,0040	-0,0004	0,0054
	eX [mm]	eY [mm]	eZ [mm]	eR [mm]	fX [rad]	fY [rad]	fZ [rad]	fR [rad]
187	10,9	7,5	1,2	13,3	-0,0037	0,0040	-0,0004	0,0054
188	11,0	7,6	1,3	13,5	-0,0037	0,0040	-0,0004	0,0054
189	11,0	7,7	1,4	13,5	-0,0037	0,0040	-0,0004	0,0054
190	11,1	7,7	1,4	13,6	-0,0037	0,0040	-0,0004	0,0054
48	-0,3	-0,1	0,8	0,9	0,0001	-0,0002	-0,0001	0,0003
27	0,1	0,2	2,6	2,6	0,0001	-0,0002	-0,0004	0,0004
68	7,2	4,7	1,7	8,7	-0,0031	0,0047	-0,0006	0,0057
42	-0,2	-0,2	1,5	1,6	0,0001	-0,0002	-0,0007	0,0007
43	-0,1	-0,1	1,5	1,5	0,0001	-0,0002	-0,0007	0,0007
191	*	*	*	*	*	*	0	*
191	*	*	*	*	*	*	*	*
67	8,4	5,5	1,5	10,1	-0,0033	0,0046	-0,0006	0,0057

eX: Verplaatsing in X-richting; eY: Verplaatsing in Y-richting; eZ: Verplaatsing in Z-richting; eR: Resulterende verplaatsing; fX: Rotatie in X-richting; fY: Rotatie in Y-richting; fZ: Rotatie in Z-richting; fR: Resulterende rotatie;

Knoopverplaatsingen [Non-lin., Co #2 [1] (1,000)]

	eX [mm]	eY [mm]	eZ [mm]	eR [mm]	fX [rad]	fY [rad]	fZ [rad]	fR [rad]
Ext.								
46	-0,3	-0,1	3,2	3,3	-0,0001	0,0001	0,0002	0,0002
9	10,0	10,2	2,8	14,6	-0,0031	0,0031	0	0,0044
40	-0,1	-0,3	3,2	3,2	-0,0001	0,0001	-0,0002	0,0002
9	10,0	10,2	2,8	14,6	-0,0031	0,0031	0	0,0044
191	*	*	0	*	*	*	*	*
23	1,1	1,1	4,6	4,8	-0,0012	0,0012	0	0,0017
191	*	*	*	0	*	*	*	*
9	10,0	10,2	2,8	14,6	-0,0031	0,0031	0	0,0044
	eX [mm]	eY [mm]	eZ [mm]	eR [mm]	fX [rad]	fY [rad]	fZ [rad]	fR [rad]
67	6,1	6,2	3,8	9,4	-0,0034	0,0033	0	0,0047
27	0,4	0,4	4,1	4,2	0,0001	-0,0001	0	0,0002
27	0,4	0,4	4,1	4,2	0,0001	-0,0001	0	0,0002
67	6,1	6,2	3,8	9,4	-0,0034	0,0033	0	0,0047
42	0	-0,2	3,0	3,0	0,0001	-0,0001	-0,0002	0,0003
48	-0,2	0	3,0	3,0	0,0001	-0,0001	0,0002	0,0003
191	*	*	*	*	*	*	*	0
191	*	*	*	*	*	*	*	*
67	6,1	6,2	3,8	9,4	-0,0034	0,0033	0	0,0047

eX: Verplaatsing in X-richting; eY: Verplaatsing in Y-richting; eZ: Verplaatsing in Z-richting; eR: Resulterende verplaatsing; fX: Rotatie in X-richting; fY: Rotatie in Y-richting; fZ: Rotatie in Z-richting; fR: Resulterende rotatie;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verzaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

24-11-2021

Pag. 36

Knoopverplaatsingen [Non-lin., Co #3 [1] (1,000)]

	eX [mm]	eY [mm]	eZ [mm]	eR [mm]	fX [rad]	fY [rad]	fZ [rad]	fR [rad]	eX [mm]	eY [mm]	eZ [mm]	eR [mm]	fX [rad]	fY [rad]	fZ [rad]	fR [rad]
Ext.																
9	-5,9	-6,1	-6,2	10,5	0,0018	-0,0018	0	0,0026	-0,7	-0,7	-5,8	5,9	-0,0001	0,0001	0	0,0001
46	0,2	-0,2	-5,6	5,6	0	0	-0,0001	0,0001	-3,6	-3,8	-6,4	8,3	0,0019	-0,0018	0	0,0026
9	-5,9	-6,1	-6,2	10,5	0,0018	-0,0018	0	0,0026	-3,6	-3,8	-6,6	8,4	0,0019	-0,0018	0	0,0027
40	-0,2	0,2	-5,6	5,6	0	0	0,0001	0,0001	-3,6	-3,8	-6,5	8,3	0,0018	-0,0019	0	0,0026
72	-1,6	-1,6	-6,7	7,1	0,0011	-0,0011	0	0,0016	0,1	-0,2	-5,2	5,2	-0,0001	0,0001	-0,0001	0,0002
177	-1,9	-2,0	-6,7	7,3	0,0014	-0,0013	0	0,0019	-0,2	0,1	-5,1	5,1	-0,0001	0,0001	-0,0001	0,0002
191	*	*	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0
191	*	*	*	0	*	*	*	*	-4,0	-4,3	-6,6	8,8	0,0019	-0,0019	0	0,0027
9	-5,9	-6,1	-6,2	10,5	0,0018	-0,0018	0	0,0026	-3,6	-3,8	-6,6	8,4	0,0019	-0,0018	0	0,0027

eX: Verplaatsing in X-richting; **eY:** Verplaatsing in Y-richting; **eZ:** Verplaatsing in Z-richting; **eR:** Resulterende verplaatsing; **fX:** Rotatie in X-richting; **fY:** Rotatie in Y-richting; **fZ:** Rotatie in Z-richting; **fR:** Resulterende rotatie;

Project:

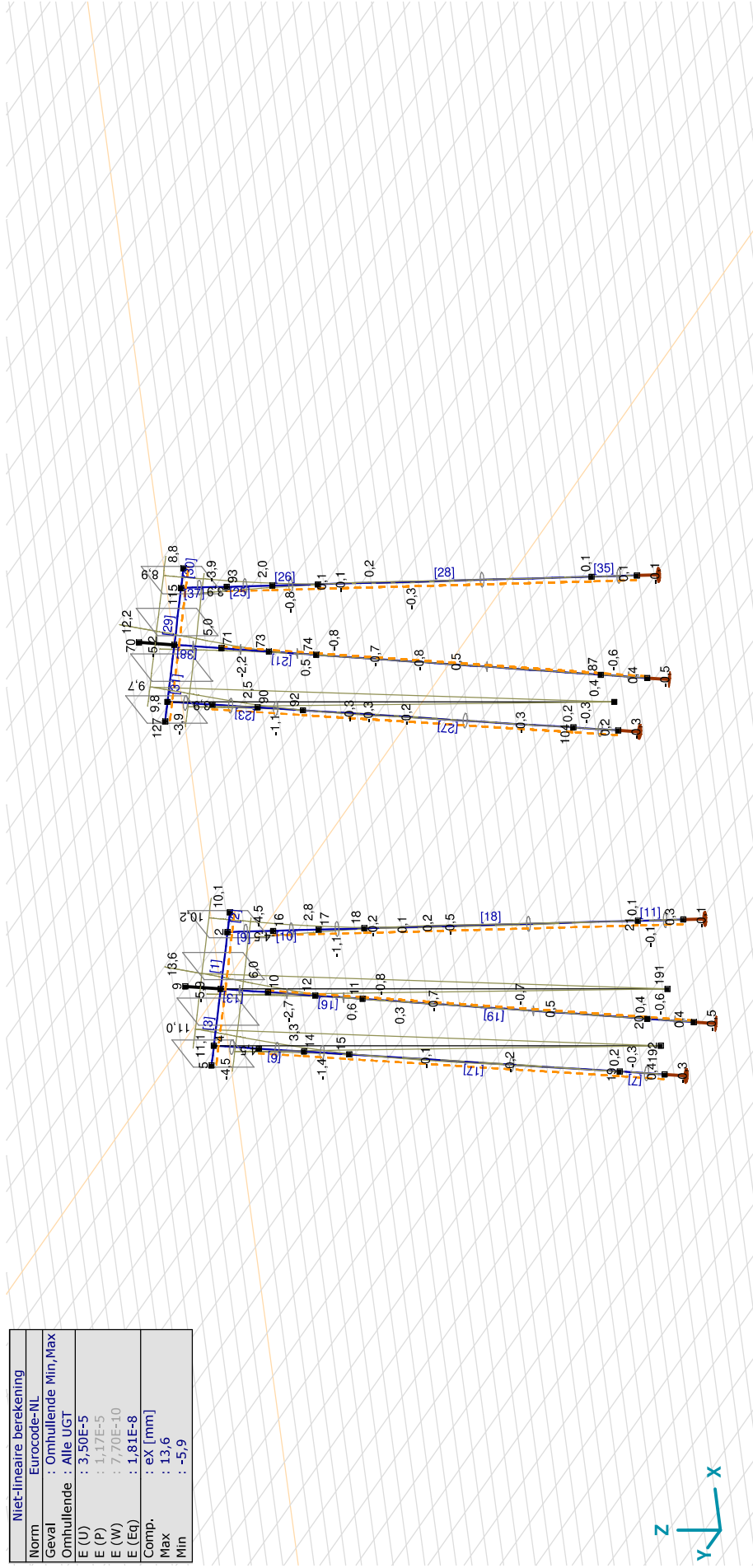
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

24-11-2021

Pag. 37

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: Alle UGT
E (U)	: 3,50E-5
E (P)	: 1,17E-5
E (W)	: 7,70E-10
E (Eq)	: 1,81E-8
Comp.	: eX [mm]
Max	: 13,6
Min	: -5,9



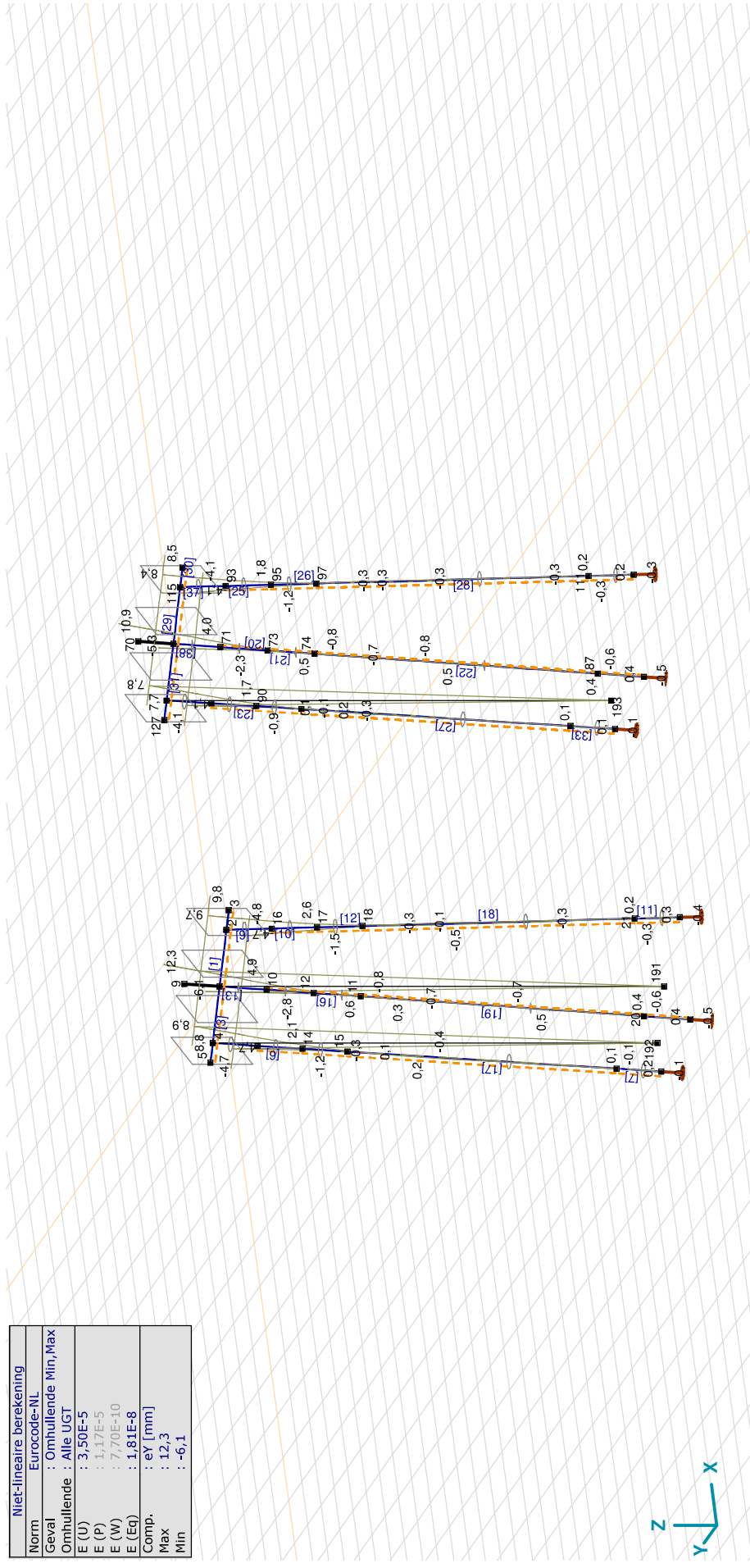
[III], Non-lin., Omhullende (Alle UGT), Onmiddellijke doorbuiging, eX, Lijnen

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: Alle UGT
E (U)	: 3,50E-5
E (P)	: 1,17E-5
E (W)	: 7,70E-10
E (Eq)	: 1,81E-8
Comp.	: eY [mm]
Max	: 12,3
Min	: -6,1



[11], Non-lin., Omhullende (Alle UGT), Onmiddellijke doorbuiging, eY, Lijnen

Project:

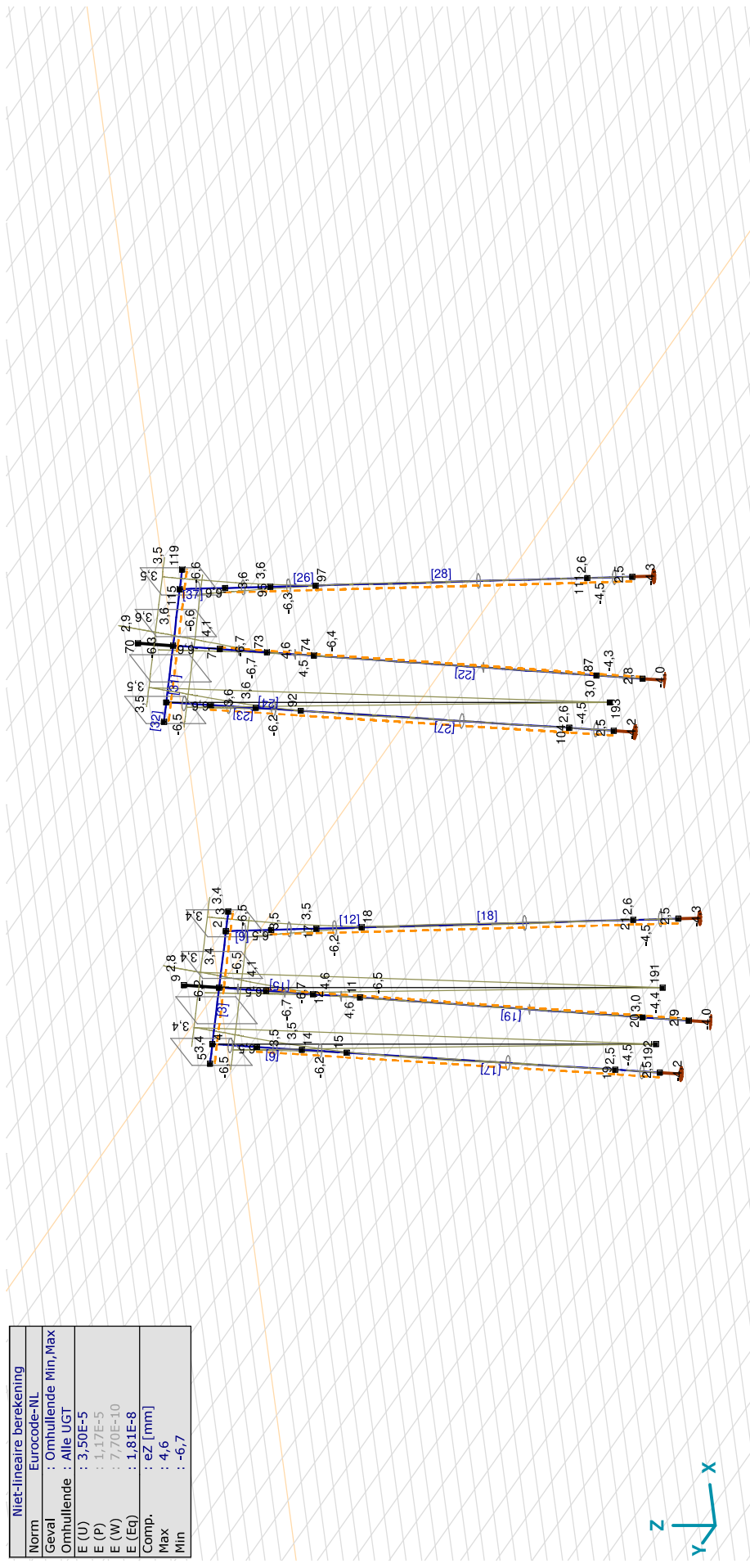
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

24-11-2021

Pag. 39

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: Alle UGT
E (U)	: 3,50E-5
E (P)	: 1,17E-5
E (W)	: 7,70E-10
E (Eq)	: 1,81E-8
Comp.	: eZ [mm]
Max	: 4,6
Min	: -6,7



[III], Non-lin., Omhullende (Alle UGT), Onmiddellijke doorbuiging, eZ, Lijnen

Project:

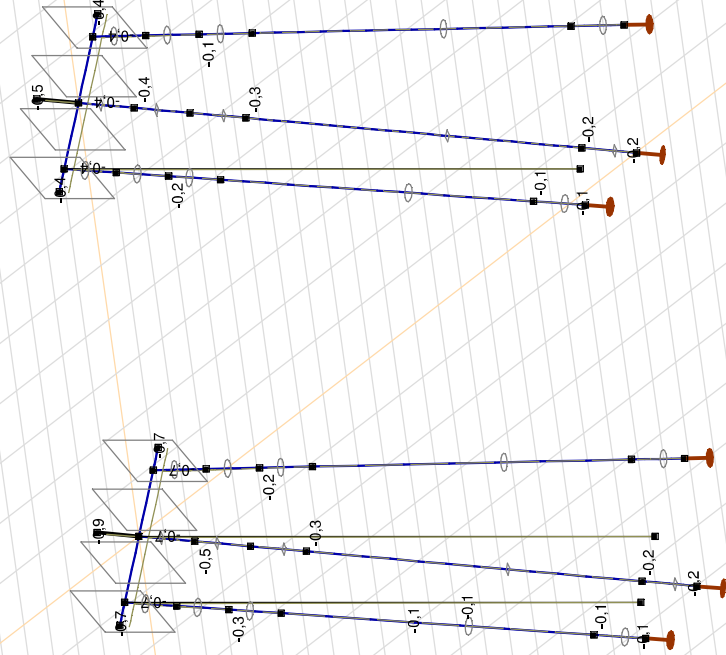
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

24-11-2021

Pag. 40

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	Co #1 [I] (1,000)
E (U)	: 3,25E-10
E (P)	: 2,76E-7
E (W)	: 2,03E-16
E (Eq)	: 1,26E-8
Comp.	: eX [mm]
Max	: 0
Min	: -0,9



[III], Non-lin., Co #1 [I] (1,000): Onmiddellijke doorbuiging, eX, Lijnen

Project:

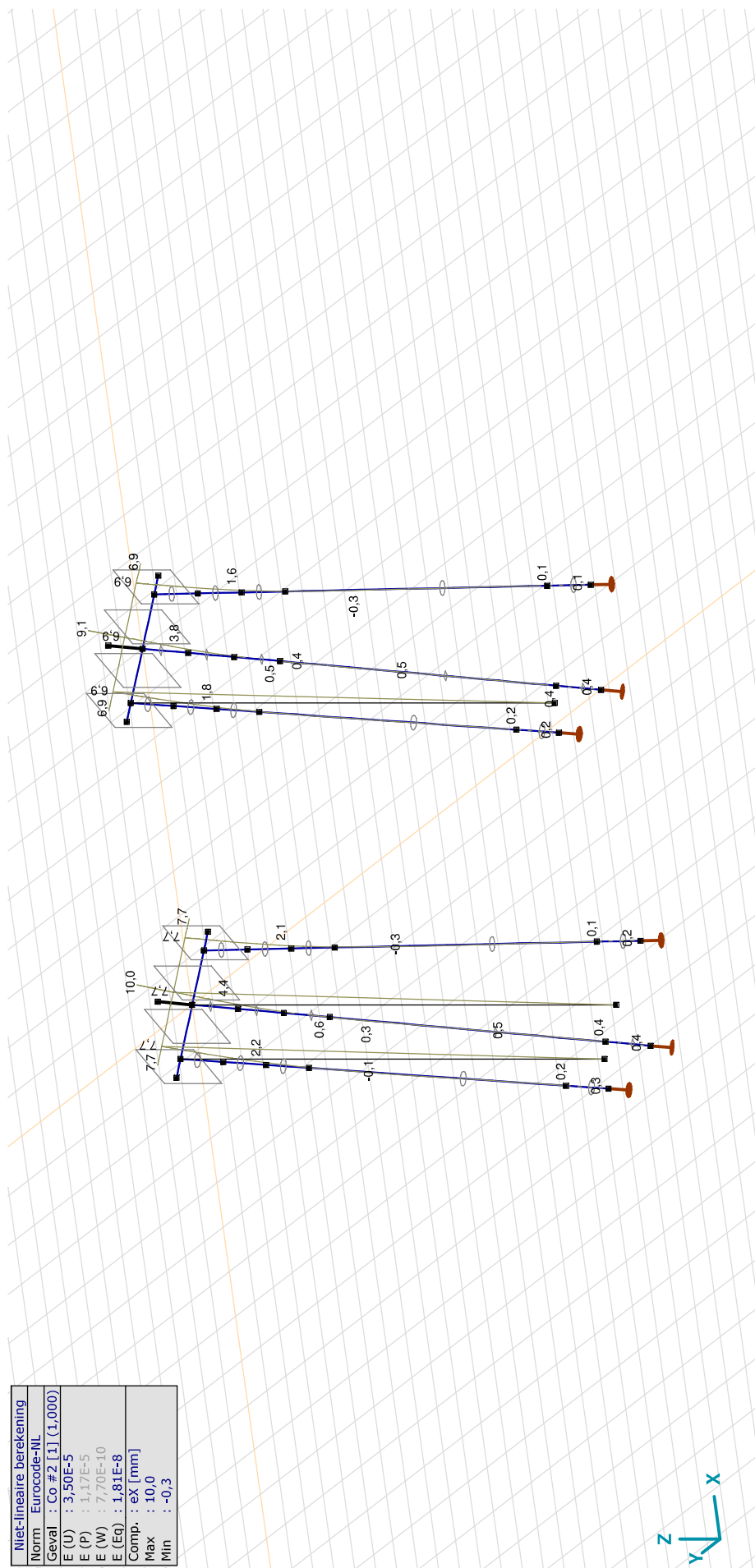
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

24-11-2021

Pag. 41

Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #2 [I] (1,000)
E (U)	: 3,50E-5
E (P)	: 1,17E-5
E (W)	: 7,70E-10
E (Eq)	: 1,81E-8
Comp.	: eX [mm]
Max	: 10,0
Min	: -0,3



[III], Non-lin., Co #2 [I] (1,000), Onmiddellijke doorbuiging, eX, Lijnen

Project:

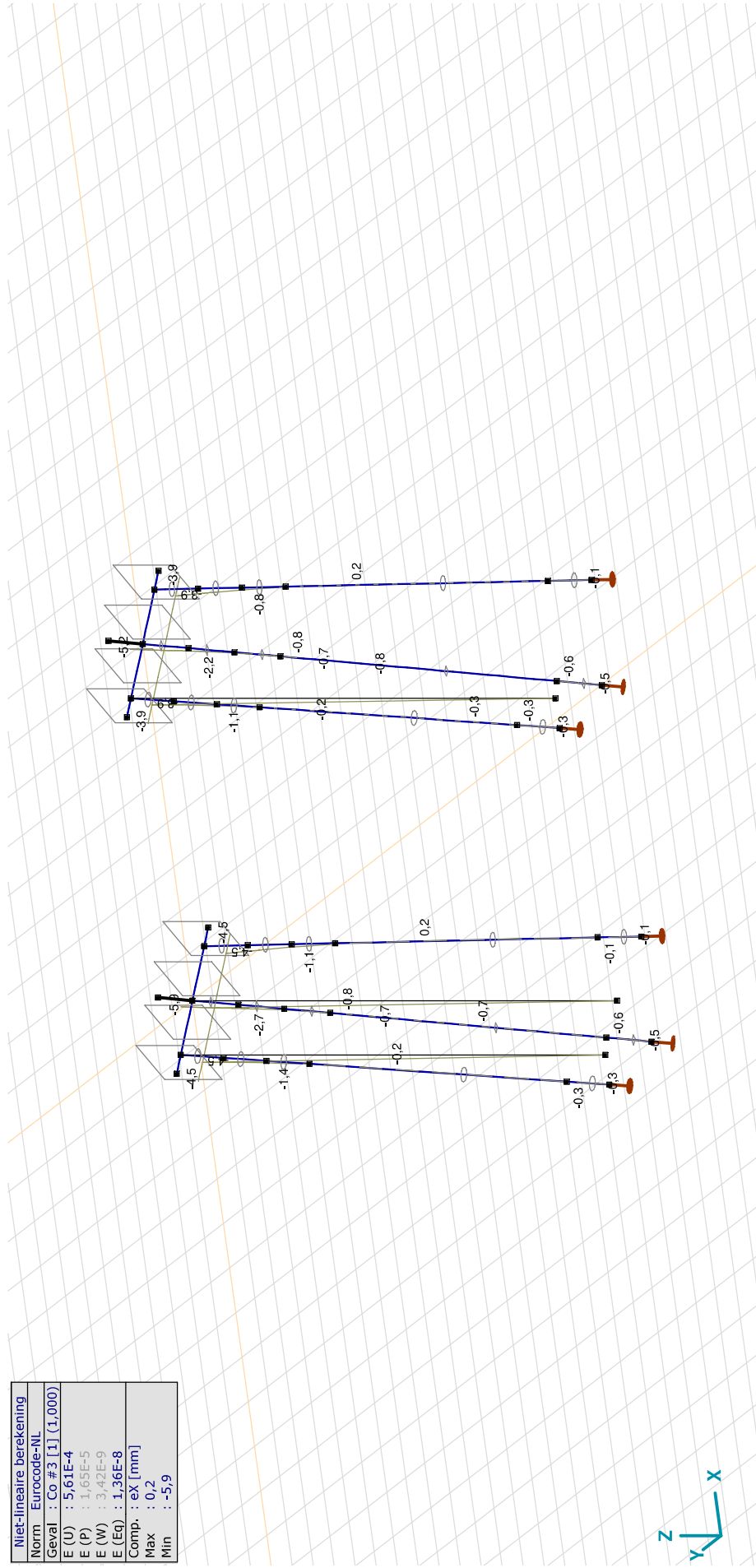
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verzaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

24-11-2021

Pag. 42

Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #3 [I] (1,000)
E (U)	: 5,61E-4
E (P)	: 1,65E-5
E (W)	: 3,42E-9
E (Eq)	: 1,36E-8
Comp.	: eX [mm]
Max	: 0,2
Min	: -5,9



[III], Non-lin., Co #3 [I] (1,000), Onmiddellijke doorbuiging, eX, Lijnen

Project:

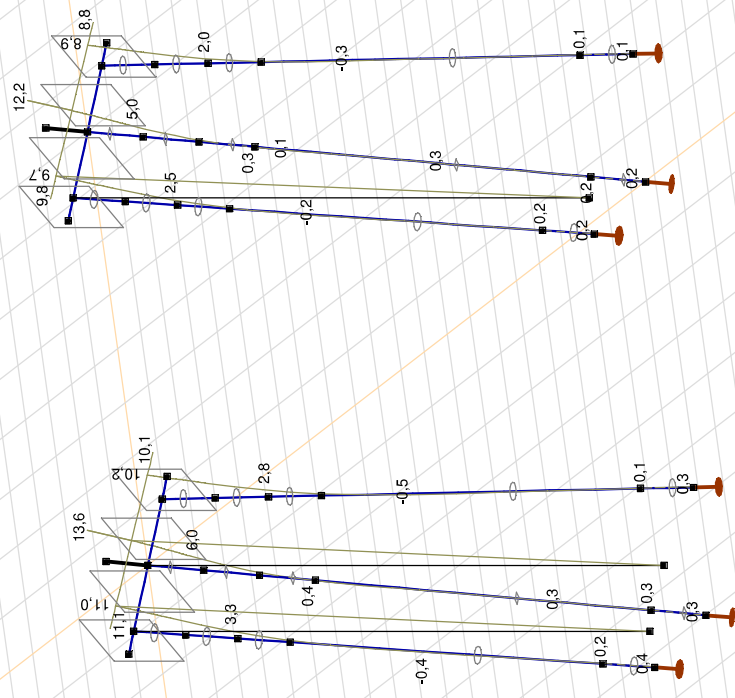
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verzaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

24-11-2021

Pag. 43

Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #5 [I] (1,000)
E (U)	: 2,94E-5
E (P)	: 9,17E-6
E (W)	: 1,37E-9
E (Eq)	: 2,00E-8
Comp.	: eX [mm]
Max	: 13,6
Min	: -0,5



[[I]], Non-lin., Co #5 [I] (1,000); Onmiddellijke doorbuiging, eX, Lijnen

Project:

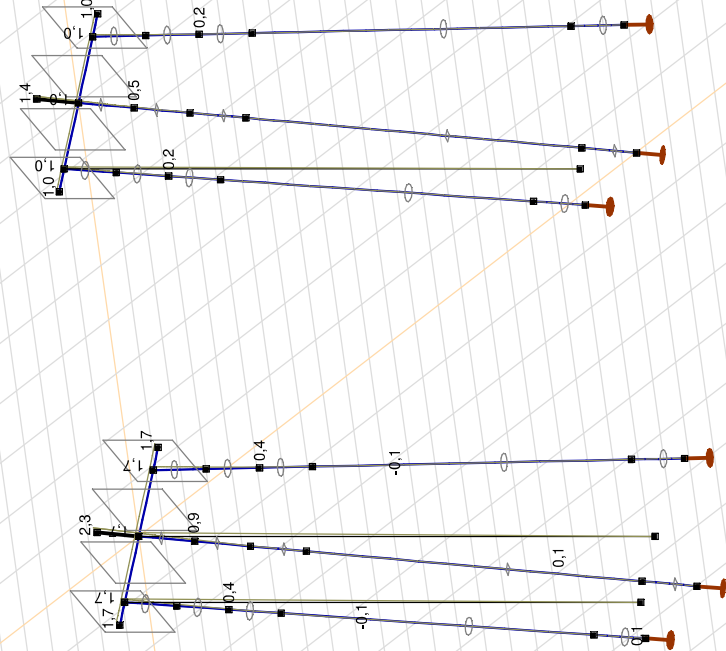
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model verzuwaarde fundatie mast 11 en mast 97.axs**

24-11-2021

Pag. 44

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #6 [I] (1,000)
E (U)	: 1,36E+9
E (P)	: 4,15E+6
E (W)	: 3,32E+15
E (Eq)	: 1,24E+8
Comp.	: eX [mm]
Max	: 2,3
Min	: -0,1



[III], Non-lin., Co #6 [I] (1,000), Onmiddellijke doorbuiging, eX, Lijnen

Betondoorsnede

Versie: 1.2

Onderwerp	Verzwarende fundatie	Toetsing	
		Hoofdwapening	Voldoet
		Scheurvorming	Voldoet
		Dwarskracht en wrijving	Voldoet

Belastingen

Moment	$M_{Ed} =$	457,0 kNm
Dwarskracht	$V_{Ed} =$	400,0 kN
Wringmoment	$T_{Ed} =$	17,0 kNm

Duurzaamheid

Constructieonderdeel	Balk, poer, console
Milieuklasse	XC4

Doorsnedegegevens

Breedte	$b =$	400 mm
Hoogte	$h =$	1350 mm
Dekking	$c_{nom} =$	45 mm
Hoofdwap.	$\varnothing_{wap} =$	20 mm
Beugels	$\varnothing_{bgl} =$	10 mm
$d = h - c - \varnothing_{bgl} - \varnothing / 2 =$		1285 mm

Controle hoofdwapening

Berekening op basis van	Buiglijger
Basiswapening	6 \varnothing 20
Bijlegwapening	0 \varnothing 20
Bundels?	Geen bundel
$z =$	1262 mm
$M_d / bd^2 f_b =$	35 -
$A_{sreq} =$	833 mm ²
$A_{sprov} =$	1885 mm ²
$\rho =$	0,37 %
$\rho_{min} =$	0,15 %
$\rho_{max} =$	1,55 %

Wrijving

$t_{ef} = bh / 2(b+h) > 2c + 2\varnothing_{sw} + \varnothing_{hw} =$	154 mm
$A_k = (b - t_{ef})(h - t_{ef}) =$	293804,1 mm ²
$T_{rd,c} = 2f_{ctd} t_{ef} A_k =$	122,7 kNm
Toets $T_{Ed} / T_{rd,c} =$	0,14 -
$T_{rd,max} = 2A_k \sqrt{f_{cd}} t_{ef,1} \sin\theta \cos\theta =$	330,1 kNm
$A_{s,langs} = T_{Ed} \cot\theta u_k / 2f_{yd} A_k =$	499 mm ²
h-zijde: 193 b-zijde: 57 mm ²	

Beugelwapening (let op: per zijde!)

$$A_{sw}/s = T_{Ed} \tan\theta / 2b_1 h_1 f_{yd} = 21 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Wrijving + dwarskracht

$$T_{Ed}/T_{rd,c} + V_{Ed}/V_{rd,c} = 2,23 \text{ Wapenen}$$

$$T_{Ed}/T_{rd,max} + V_{Ed}/V_{rd,max} = 0,27 \text{ Voldoet}$$

Controle beugels

$$A_{sw(V)} = V_{Ed,red} / z f_{yd} \cot\theta = 292 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sw(T)} = T_{Ed} \tan\theta / 2b_1 h_1 f_{yd} = 21 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sv,req} = A_{sw(T)} + A_{sw(V)}/n = 94 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sv,prov} = (\text{per zijde!}) = 785 \text{ mm}^2/\text{m} \quad \text{Voldoet}$$

Materialen

Betonsterkteklasse	C30/37
f_{cd}	20,0 N/mm ²
f_{ctd}	1,35 N/mm ²

Wapening

f_{yd}	435 N/mm ²
----------	------------------------------

Scheurvorming

$M_{qp} / M_{Ed} =$	1,30 -
$\sigma_s = A_{s,ben} / A_s \times M_{qp} / M_{Ed} \times f_{yd} =$	148 N/mm ²
$\varnothing_{km} < (\text{tabel 7.2N}) =$	32 mm
$\varnothing_{km} =$	20 mm
$s < (\text{tabel 7.3N}) =$	300 mm
$s =$	54 mm

Dwarskracht

$V_{Ed} = V_{Ed} / bd =$	0,78 N/mm ²
$\rho_1 =$	0,37 %
$k = 1 + \sqrt{(200/d)} =$	1,39 -
$V_{rd,c,min} = 0,035k^{3/2} \sqrt{f_{ck}} =$	0,32 N/mm ²
$V_{rd,c} = 0,12k(100\rho_1 f_{ck})^{1/3} bd =$	0,37 N/mm ²
$V_{rd,c} = V_{rd,c} bd =$	191,1 kN
$v_1 = 0,6(1 - f_{ck}/250) =$	0,53 -
$V_{rd,max} = z/d v_1 f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta) =$	3,57 N/mm ²
$V_{rd,max} = V_{rd,max} bd =$	1837 kN
$\theta = 21,8 < \theta < 45 =$	21,8 °

Beugels

Bgls. \varnothing 10 - 200	4 - snedig
$V_{rd} = A_{sw} f_{yd} z \cot\theta / bds =$	4,19 N/mm ²
$\rho_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} =$	0,63 -
$A_{sw,min} = 0,5 \rho_s \sin\theta b =$	606 mm ² /m
$A_{sw} =$	1571 mm ² /m

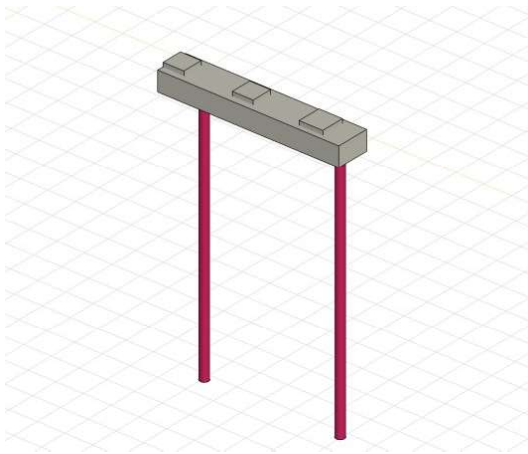
APPENDIX D

Berekening fundatie van de opstijpunten

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

Schematisering

De constructie wordt geschematiseerd als een betonbalk met korte opstortingen (poeren) en 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 een van de drie fundatietypes (mast 1) is in Figuur 17 weergegeven.



Figuur 17 Rekenmodel

Hieronder zijn de uitgangspunten gegeven voor de beddingen tegen de palen. Er is in het kader van de berekening voldoende nauwkeurigheid als onderscheid wordt gemaakt in beddingwaarde voor drie grondsoorten. Er zijn twee berekeningen uitgevoerd: een met lage veerwaarde (k gedeeld door $\sqrt{2}$) en een met hoge veerwaarde (k maal $\sqrt{2}$). De beddingsweerstand is begrensd tot de waarde van de passieve gronddruk.

Tabel 27 Beddingwaarden

Paal	Grond	k_h [kN/m ³]	schelp [-]	D paal / H balk [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	0,70	1050	742	1485
	Klei	3000	1	0,70	2100	1485	2970
	Zand	15000	1	0,70	10500	7425	14849

Het bodemprofiel van de oude sondering van mast 19A van de bestaande hoogspanningslijn is als voorbeeld gebruikt, zie 3.1.

Tabel 28 Gehanteerd bodemprofiel (mast 19A)

Van [m]	Tot [m]	Omschrijving
0,0	-1,0	Klei
-1,0	-4,0	Zand
-4,0	-6,0	Klei
-6,0	dieper	Zand

De maximale weerstand die in rekening mag worden gebracht kan niet groter zijn dan de passieve gronddruk. Over de bovenste meters waar de grootste verplaatsingen optreden, is vanuit die overweging de maximale reactie van de

lijnondersteuning aan de paal in de berekening begrensd. Er is uitgegaan van een volumiek gewicht van 17 kN/m^3 , een grondwaterstand van 0,5 m beneden maaiveld.

De methode van Bijlage C van NEN 1997-1 is gevolgd. De factor voor passieve gronddruk is voor klei of veen op 2 aangehouden, voor zand op 3. Onderstaand zijn de maximale grondweerstand samengevat die zijn toegekend aan de elastische ondersteuning van de palen.

Tabel 29 Begrenzing passieve gronddruk

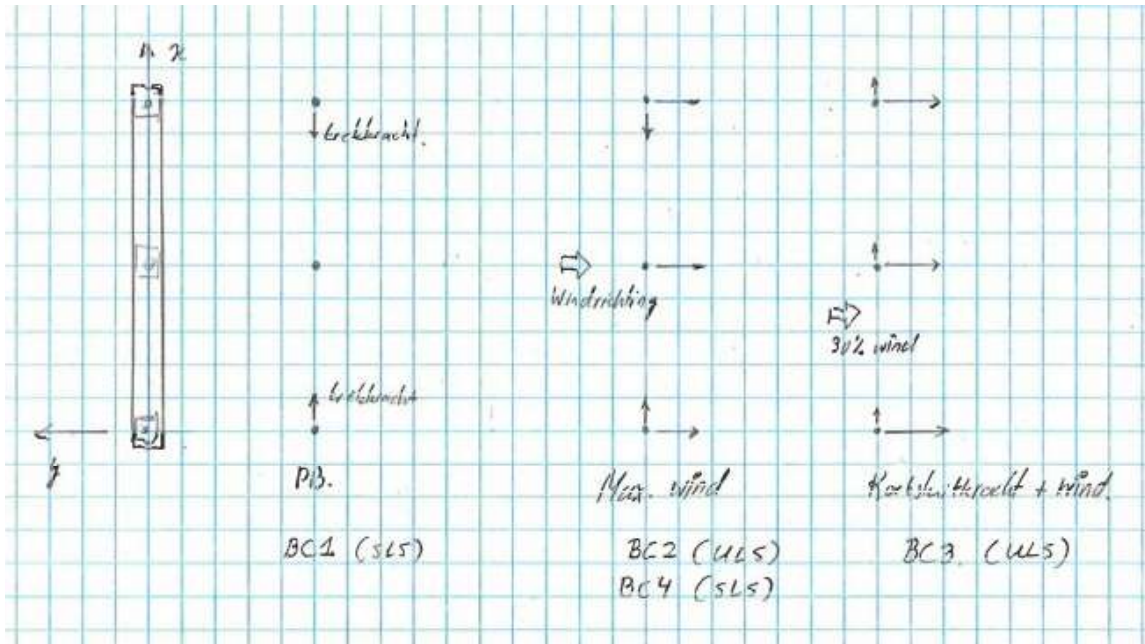
Paal	Grond	Niveau [m]	p [kN/m ³]	k_{pa} [kN/m ³]	schelp [-]	Diameter [m]	Max. druk [kN]	Max. druk [kN] 50%
Ø323	Klei	0	0	2	1,3	0,323	0,0	0,0
		-1	12	2	1,3	0,387	6,0	3,0
	Zand	-2	19	2	1,3	0,387	15,6	7,8
		-3	26	2	1,3	0,387	22,6	11,3
Balk	Klei	0	0					
		-1	12	2	1	1	12,0	6,0

De betonbalk is volledig door grond ingebed. De weerstand tegen horizontale verplaatsing is via een elastische bedding gemodelleerd. Ook hier is de maximale druk gelimiteerd tot de passieve druk.

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 18:

- permanente belasting (eigen gewicht en EDS-trekkkracht uit geleider). Eigen gewicht van de balk en de opstortingen 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 de balk;
- De wind belasting als SLS, voor de beoordeling van verplaatsingen.



Figuur 18 Onderzochte belastinggevallen

Alle componenten zijn volbelast gerekend. De herkomst van de belastingen is voor de OSA de uitvoer AxisVM, van de KES de reacties vanuit PLS-TOWER. De belastingen vanuit KES en OSA zijn gelijk voor alle stijpunten. De belastingen op de grondplaat verschillen vanwege de verschillende trekkrachten tussen de OSP-locaties. In onderstaande tabel zijn de belastingen voor het OSP mast 19A samengevat.

Tabel 30 Belastingen op fundatie mast 19A

Belasting	Onderdeel	b (m)	h (m)	γ (kN/m ³)	q (kN/m)	
q	Grond	1	0,3	18	5,4	

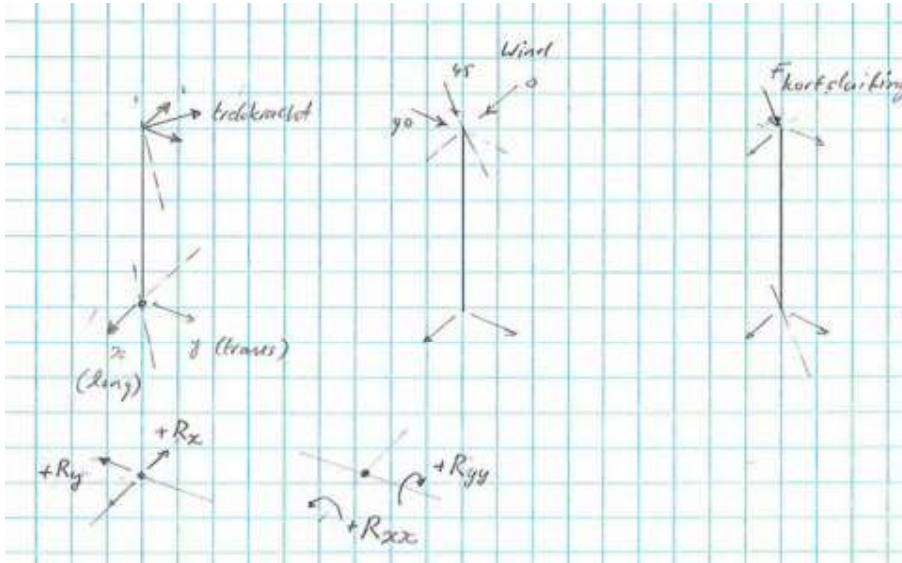
Onderdeel	Belastinggeval	F_x (kN)	F_y (kN)	F_z (kN)	M_x (kNm)	M_y (kNm)
OSA	Wind ULS	0,8	1,8	-3,1	-3,9	3,4
	Kortsluiting	0,6	7,1	-3,1	-28,8	2,3
	Wind SLS	0,8	1,2	-2,5	-2,6	3,4
	Permanent	0,6	0	-1,7	0	2,3

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

Onderdeel	Belastinggeval	F_x (kN)	F_y (kN)	F_z (kN)
Grondplaat	Permanent	1,1	0,5	3
	Wind ULS	1,7	1,1	8,5
	Kortsluiting	1,2	0,3	8,8
	Wind SLS	1,4	0,8	7,3

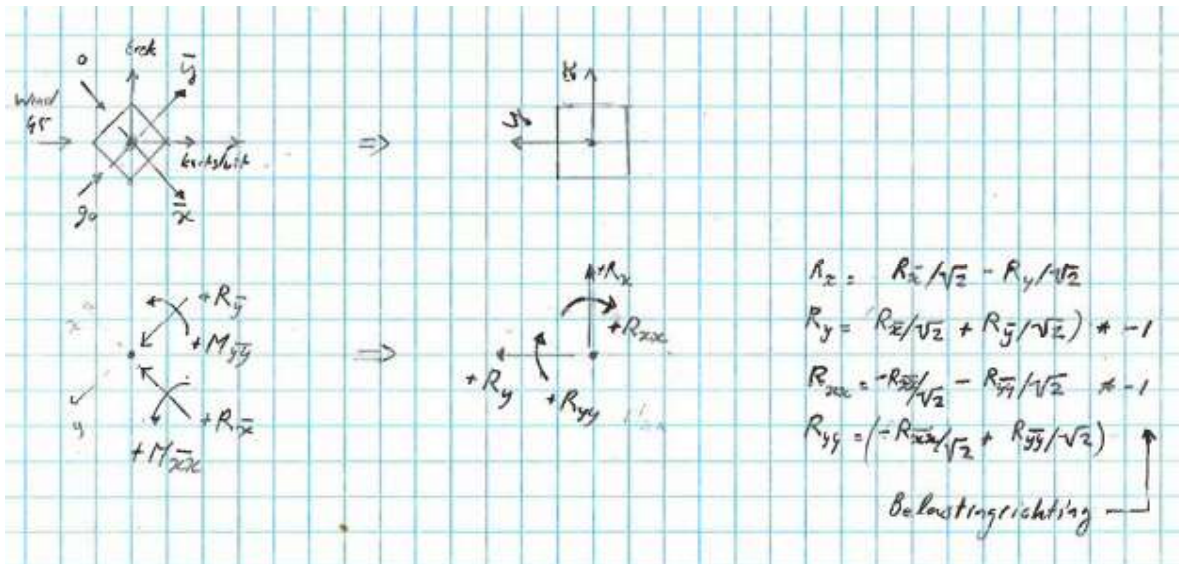
Onderdeel	Belastinggeval	F_x (kN)	F_y (kN)	F_z (kN)	M_x (kNm)	M_y (kNm)
KES (stelsel balkrichting)	Wind ULS	0,6	4,4	-15,8	-5,8	2,5
	Kortsluiting	0,3	7,6	-15,8	-25,3	2,5
	Wind SLS	0,4	3,0	-13,1	-3,8	1,8
	Permanent	0,2	0,0	-13,4	0,0	0,9

In bovenstaande tabel zijn de belastingen van de KES opgenomen in de lokale richting van deze component en in de richting van de balk. Dit heeft te maken met de 45° geroteerde opstelling.



Figuur 19 De lokale richtingen van de belastingen vanuit de 45° geroteerde KES

De lokale belastingen zijn omgerekend met de formules volgens Figuur 20.



Figuur 20 Omrekening lokaal stelsel KES naar stelsel balkrichting

De belastingen bij mast 11 vanuit de KES zijn gelijk aan die van 19A, maar de balkrichtingen waren 90° gedraaid in de vorige revisie van dit rapport t.o.v. de richting van de balken van 19A. Nu zijn de richtingen van de opstoringen voor kabeleindsluitingen en grondafspanningen gelijk gebleven maar zijn deze per stuk met elkaar verbonden door balken. Waardoor er geen twee balken meer zijn met elk drie keer een KES per balk en drie keer een grondafspanning per balk maar drie balken met elk één KES en één grondafspanning per balk. Er is geen OSA. De belasting op de grondafspanning is hoger, zie onderstaande tabel. Het grondgewicht is vanwege de balkbreedte van 850 mm en 750 mm lager dan bij mast 19A.

Tabel 31 Belastingen mast 11

Belasting	Onderdeel	b (m)	h (m)	γ (kN/m ³)	q (kN/m)
q	Grond	0,85	0,3	18	4,6

Onderdeel	Belastinggeval	F _x (kN)	F _y (kN)	F _z (kN)
Grondplaat	Permanent	1,0	0,6	3,0
	Wind ULS	1,9	0,9	10,5
	Kortsluiting 1	1,8	-2,2	29,5
	Kortsluiting 2	1,8	2,2	29,5
	Wind SLS	1,5	0,8	8,7

Onderdeel	Belastinggeval	F _x (kN)	F _y (kN)	F _z (kN)	M _x (kNm)	M _y (kNm)
KES (stelsel balkrichting)	Wind ULS	0,6	4,4	-15,8	-5,8	2,5
	Kortsluiting 1	0,3	-7,6	-15,8	25,3	2,5
	Kortsluiting 2	0,3	7,6	-15,8	-25,3	2,5
	Wind SLS	0,4	3,0	-13,1	-3,8	1,8
	Permanent	0,2	0,0	-13,4	0,0	0,9

De belastingen bij mast 97 zijn wat betreft OSA en KES gelijk aan de belastingen van mast 19A. De KES is niet meer onder 45° geplaatst zoals bij de vorige revisie van dit rapport. De belasting van de grondplaat en het grondgewicht wijkt daarnaast af. De belastingen zijn in onderstaande tabel opgenomen.

Tabel 32 Belastingen OSP mast 97

Belasting	Onderdeel	b (m)	h (m)	γ (kN/m ³)	q (kN/m)
q	Grond	0,85	0,3	18	4,6

Onderdeel	Belastinggeval	F _x (kN)	F _y (kN)	F _z (kN)
Grondplaat	Permanent	1,0	0,6	3,0
	Wind ULS	1,9	0,9	10,5
	Kortsluiting	1,8	2,2	29,5
	Wind SLS	1,5	0,8	8,7

Onderdeel	Belastinggeval	F _x (kN)	F _y (kN)	F _z (kN)	M _x (kNm)	M _y (kNm)
OSA	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

Onderdeel	Belastinggeval	F _x (kN)	F _y (kN)	F _z (kN)	M _x (kNm)	M _y (kNm)
KES (stelsel balkrichting)	Wind ULS	-0,6	4,4	-15,8	-5,8	-2,5
	Kortsluiting	-0,3	7,6	-15,8	-25,3	-2,5
	Wind SLS	-0,4	3,0	-13,1	-3,8	-1,8
	Permanent	-0,2	0,0	-13,4	0,0	-0,9

Bij mast 1 is de belasting op de grondplaat (vierbundel-geleider) in onderstaande tabel opgenomen. Overige belastingen zijn gelijk aan mast 11.

Tabel 33 Belastingen OSP mast 1

Onderdeel	Belastinggeval	F _x (kN)	F _y (kN)	F _z (kN)
Grondplaat	Permanent	1,1	0,4	6,0
	Wind ULS	5,4	1,4	25,8
	Kortsluiting	2,6	1,2	22,3
	Wind SLS	4,2	1,2	21,1

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.

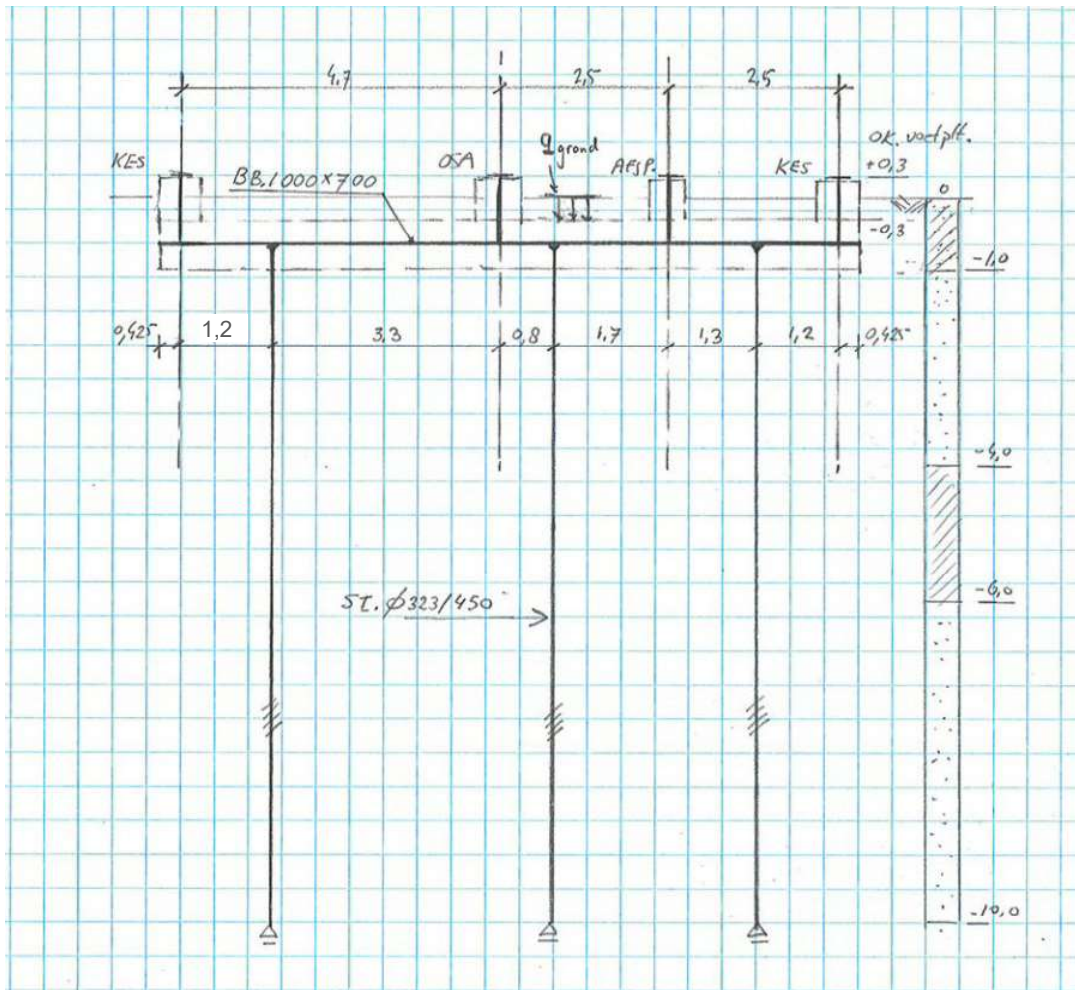
De gronddruk wordt niet getoetst, deze is immers reeds begrensd. Voor de toetsing van de betonconstructie wordt gebruikgemaakt van de DNV-spreadsheet "Beton". De spanning in de palen wordt rechtstreeks in AxisVM beoordeeld. Het draagvermogen van de palen is bepaald met TS/paalfunderingen.

In de volgende paragrafen wordt per OSP de toetsing uitgevoerd.

OSP Mast 19A

Schema

In Figuur 21 is het rekenschema van de betonbalk van het opstijgpunt van mast 19A weergegeven, rechts is het grondprofiel opgenomen dat is aangehouden in de berekening. De balk van 19A kenmerkt zich door de aanwezigheid van twee kabeindsluitingen.



Figuur 21 Rekenschema balk POSP mast 19A

De voorste en achterste KES zijn wat betreft belastingrichting van de trekkracht gespiegeld, zodat de trekkracht naar binnen werkt voor beide einden van de balk.

Resultaten

Zie berekening AxisVM voor de doorsnede krachten in de betonbalk.

Tabel 34 Resultaten betonbalk mast 19A

Doorsnede kracht	Belasting
$V_{z,Ed}$	80 kN
$V_{y,Ed}$	5 kN
$M_{y,Ed}$	75 kNm
$M_{z,Ed}$	11 kNm
$M_{t,Ed}$	31 kNm

Tabel 35 Resultaten

OSP mast 19A	Berekend	Toelaatbaar			
Spanningsniveau buispaal	69	355 N/mm ²		0,19	OK
Max. paalbelasting druk	154	646 kN		0,24	OK
Max. paalbelasting trek	-	-			
Verplaatsing phi-x	0,0006	0,0020		0,30	OK
Hoofdwapening balk	8Ø16				
Beugelwapening balk	Ø10-200				

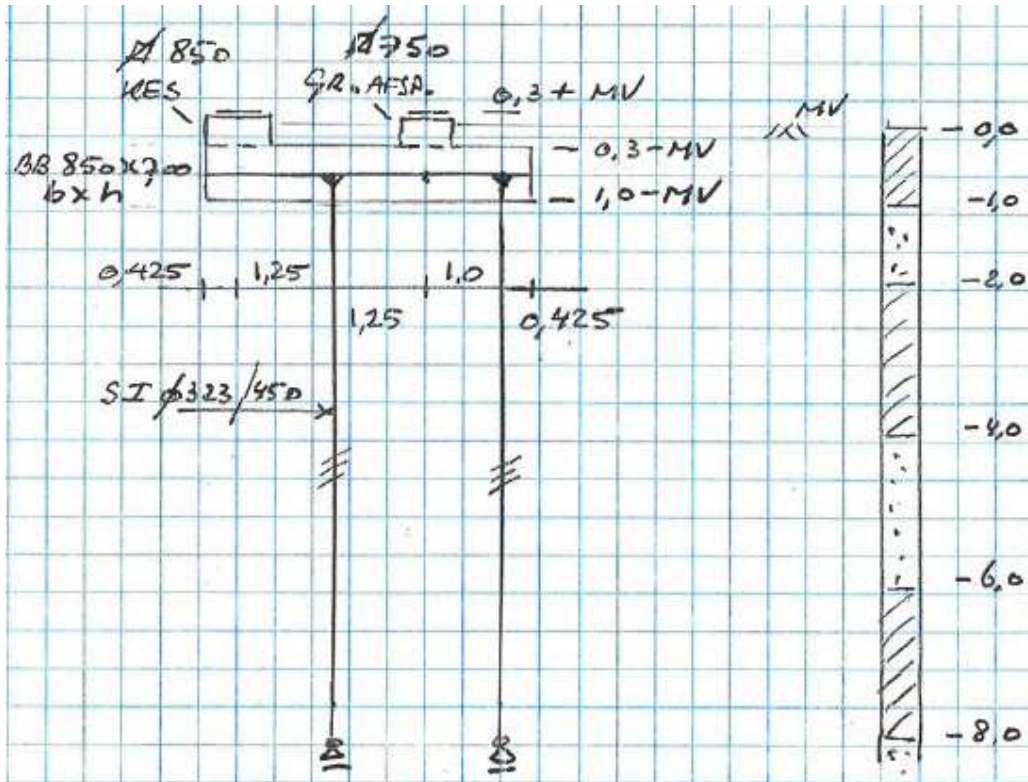
Conclusie: de fundatie voldoet.

Bijlage: rapport AxisVM

Mast 11

Schema

In Figuur 22 is het rekenschema van de betonbalk voor de KES en voor de grondafspanning van het opstijppunt van mast 11 weergegeven. Aan de rechterzijde is het grondprofiel opgenomen dat is aangehouden in de berekening. De KES en de grondafspanning staan op een gezamenlijke balk. Er zijn drie balken. Voor de berekening van de kortsluiting zijn er twee belastinggevallen beschouwd, voor de twee combinaties van kortsluiting tussen twee naast elkaar gelegen fases. Daarmee wordt ook de lagere belasting bij kortsluiting tussen buitenste fases afgedekt.



Figuur 22 Rekenschema balk POSP mast 11

Resultaten

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

Tabel 36 resultaten betonbalk mast 11

Doorsnedekracht	Belasting balk 850x700
$V_{z,Ed}$	62 kN
$V_{y,Ed}$	6 kN
$M_{y,Ed}$	58 kNm
$M_{z,Ed}$	5 kNm
$M_{t,Ed}$	30 kNm

Tabel 37 Toetsingen

OSP mast 11	Berekend	Toelaatbaar			
Spanningsniveau buispaal	34	355 N/mm ²		0,10	OK
Max. paalbelasting druk	110	395 kN		0,28	OK
Max. paalbelasting trek	-	-			OK
Verplaatsing phi-x	0,0004	0,0020		0,20	OK
Hoofdwapening balk	8Ø16				
Beugelwapening balk	Ø10-200				

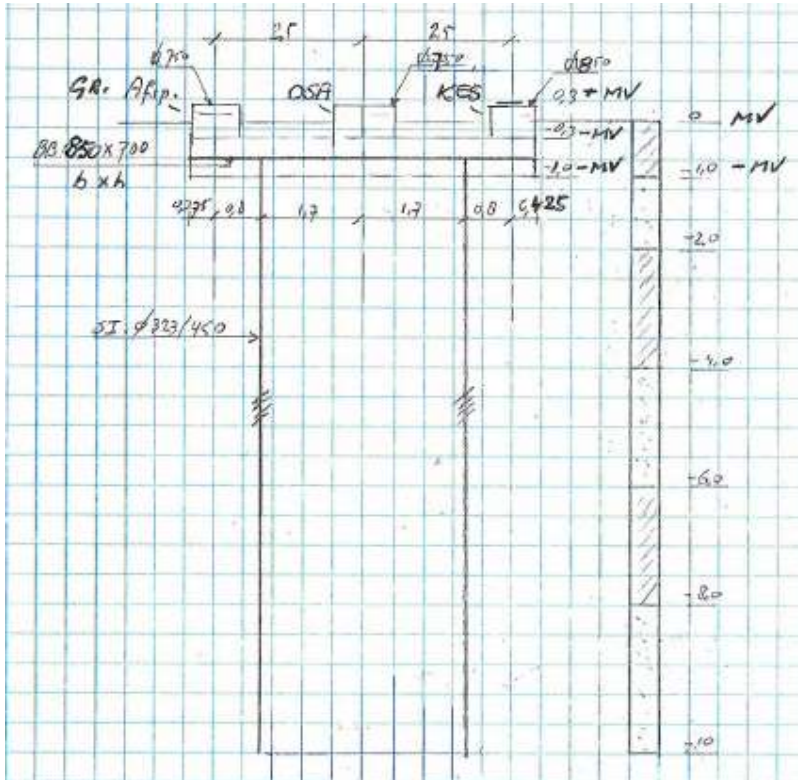
Conclusie: de fundatie voldoet.

Bijlage: rapport AxisVM

OSP mast 97

Schema

In Figuur 23 is het rekenschema van de betonbalk van het opstijgpunt van mast 97 weergegeven, rechts is het grondprofiel opgenomen dat is aangehouden in de berekening.



Figuur 23 Rekenschema balk POSP mast 97

Resultaten

Zie berekening AxisVM voor de doorsnedekrachten in de betonbalk.

Tabel 38 Resultaten betonbalk mast 97

Doorsnedekracht	Belasting balk 850x700
$V_{z,Ed}$	54 kN
$V_{y,Ed}$	6 kN
$M_{y,Ed}$	37 kNm
$M_{z,Ed}$	4 kNm
$M_{t,Ed}$	32 kNm

Tabel 39 Resultaten

OSP mast 97	Berekend	Toelaatbaar			
Spanningsniveau buispaal	66	355	N/mm ²	0,19	OK
Max. paalbelasting druk	106	273	kN	0,39	OK
Max. paalbelasting trek	-	-			OK
Verplaatsing phi-x	0,0006	0,0020		0,30	OK
Hoofdwapening balk	8Ø16				
Beugelwapening balk	Ø10-200				

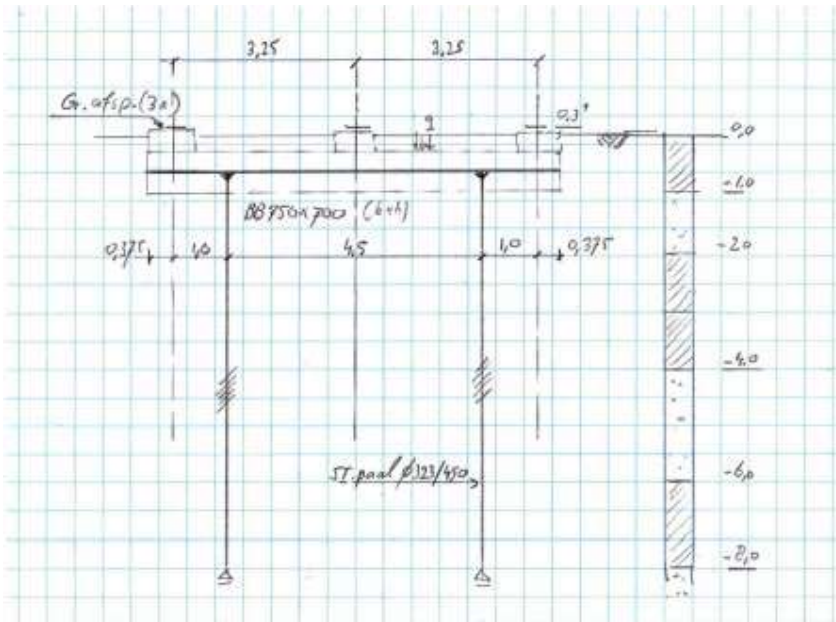
Conclusie: de fundatie voldoet.

Bijlage: rapport AxisVM

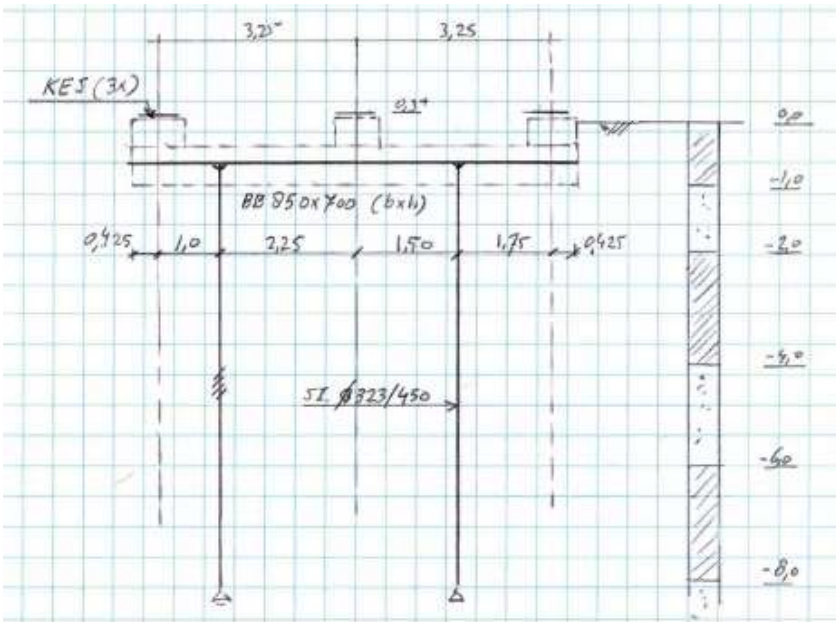
OSP Mast 1

Schema

De betonbalken bij het OSP van mast 1 staan 90° gedraaid ten opzichte van de andere balken. In Figuur 24 en in Figuur 25 is het rekenschema van de betonbalk voor de grondafspanning en voor de KES van het opstijgpunt van mast 1 weergegeven. Aan de rechterzijde is het grondprofiel opgenomen dat is aangehouden in de berekening. De componenten van de drie fases staan op een gezamenlijke balk. Voor de berekening van de kortsluiting heeft dit als consequentie dat er twee belastinggevallen worden beschouwd, voor de twee combinaties van kortsluiting tussen twee naast elkaar gelegen fases. Daarmee wordt ook de lagere belasting bij kortsluiting tussen buitenste fases afgedekt.



Figuur 24 Rekenschema balk POSP grondafspanning mast 1



Figuur 25 Rekenschema balk POSP KES mast 1

De berekening wordt voor mast 1 opnieuw uitgevoerd vanwege:

- de paalplaatsing van de balk van de KES;
- de hogere trekbelasting op de grondafspanning;
- het grondprofiel met uitsluitend zand.

Resultaten

Zie berekening AxisVM voor de doorsnede krachten in de betonbalk. In Tabel 40 zijn de resultaten van AxisVM samengevat voor de twee balken. De toetsing van balk en palen is in Tabel 41 opgenomen.

Tabel 40 Resultaten betonbalk mast 1

Doorsnede kracht	Belasting balk 750x700	Belasting balk 850x700
V _{z,Ed}	53 kN	75 kN
V _{y,Ed}	5 kN	1 kN
M _{y,Ed}	33 kNm	66 kNm
M _{z,Ed}	4 kNm	1 kNm
M _{t,Ed}	4 kNm	3 kNm

Tabel 41 Resultaten

OSP mast 1	Berekend	Toelaatbaar		
Spanningsniveau buispaal	30	355 N/mm ²	0,08	OK
Max. paalbelasting druk	140	648 kN	0,22	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 mast 1 v1.

De omhullende van alle toetsingen is in de rapportage opgenomen.

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

AxisVM X6 R1q - Geregistreerd aan DNV GL - Energy
Model balken mast 19A.axs

Rapport

Rapport, Inhoudsopgave

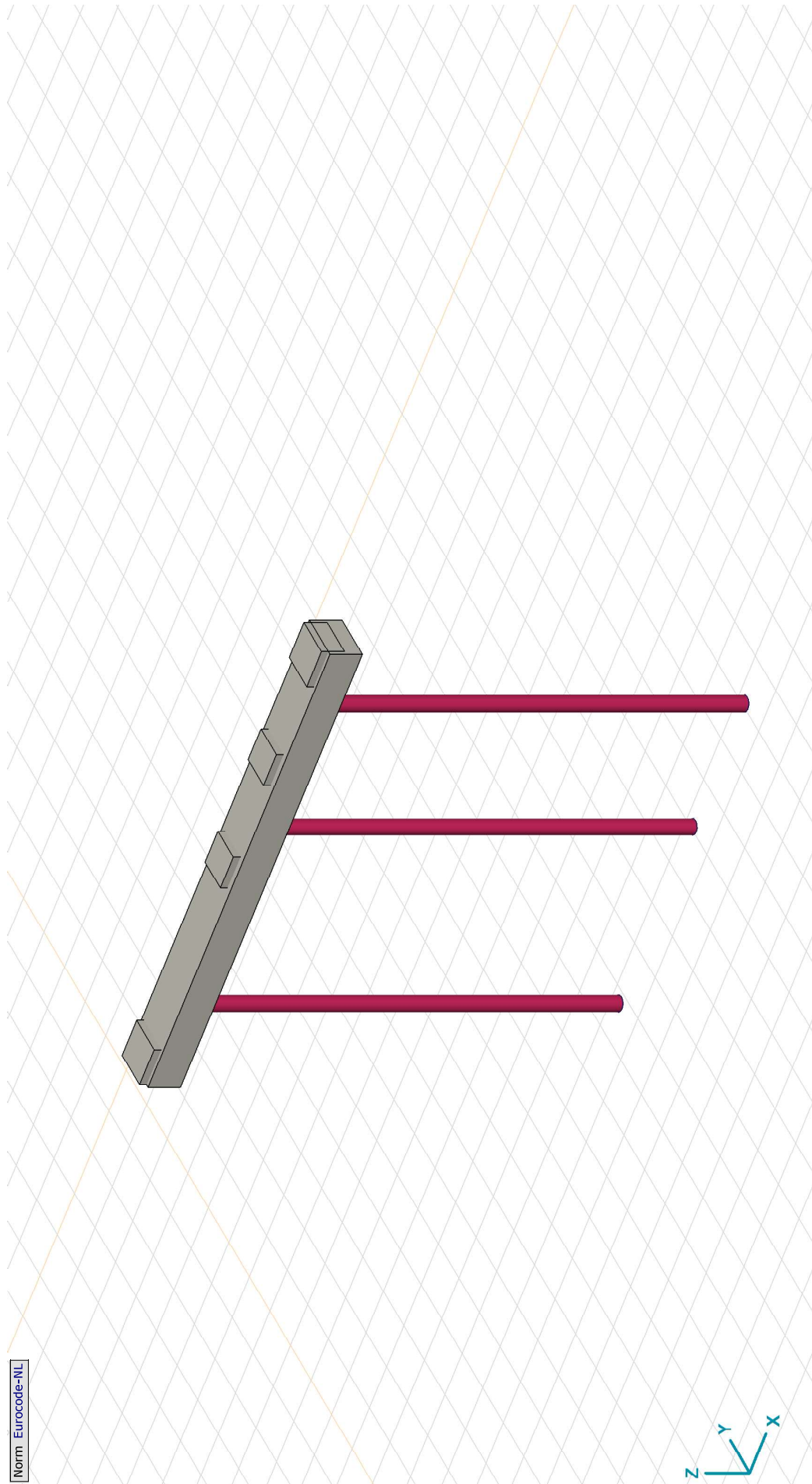
Onderdeel		Pagina	Onderdeel		Pagina
Tekening render		3	Kortsluiting		21
Tekening bemating		4	Wind_SLS: Knoopbelastingen		22
Materialen		5	Wind_SLS		23
Profielen		5	Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen		24
Tekening		7	[II], Non-lin., Omhullende (Alle UGT), My, Lijnen (gevuld)		25
Knopen		8	[II], Non-lin., Omhullende (Alle UGT), Mz, Lijnen (gevuld)		26
Staven		8	[II], Non-lin., Omhullende (Alle UGT), Nx, Lijnen (gevuld)		27
Knoopopleggingen		9	[II], Non-lin., Omhullende (Alle UGT), Tx, Lijnen (gevuld)		28
Lijnopleggingen		9	[II], Non-lin., Omhullende (Alle UGT), Vy, Lijnen (gevuld)		29
Tekening beddingen		11	[II], Non-lin., Omhullende (Alle UGT), Vz, Lijnen (gevuld)		30
EG: Staaf eigen gewicht		12	[II], Non-lin., Omhullende (Alle UGT), Ry (lijnopp.), Lijnen (gevuld)		31
EG		13	[II], Non-lin., Omhullende (Alle UGT), Rz (lijnopp.), Lijnen (gevuld)		32
Grond: Verdeelde belastingen op staven en ribben		14	[II], Non-lin., Omhullende (Alle UGT), Sominmax, Lijnen (gevuld)		33
Grond		15	Interne krachten knoopoplegging [Non-lin., Omhullende (Alle UGT)]		34
Perm: Knoopbelastingen		16	[II], Non-lin., Omhullende (Alle UGT), Rxyz (knoopopl.), Lijnen		35
Perm		17	Knoopverplaatsingen [Non-lin., Co #5 [1] (1,000)]		36
Wind_ULS: Knoopbelastingen		18	[II], Non-lin., Co #5 [1] (1,000), eY, Lijnen		37
Wind_ULS		19	Constructie-element unity-check (Eurocode-NL) [Non-lin., Omhullende (Alle UGT)]		38
Kortsluiting: Knoopbelastingen		20	[Stijl], Non-lin., Omhullende (Alle UGT), Unity-check, Lijnen (gevuld)		39

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

Norm Eurocode-NL



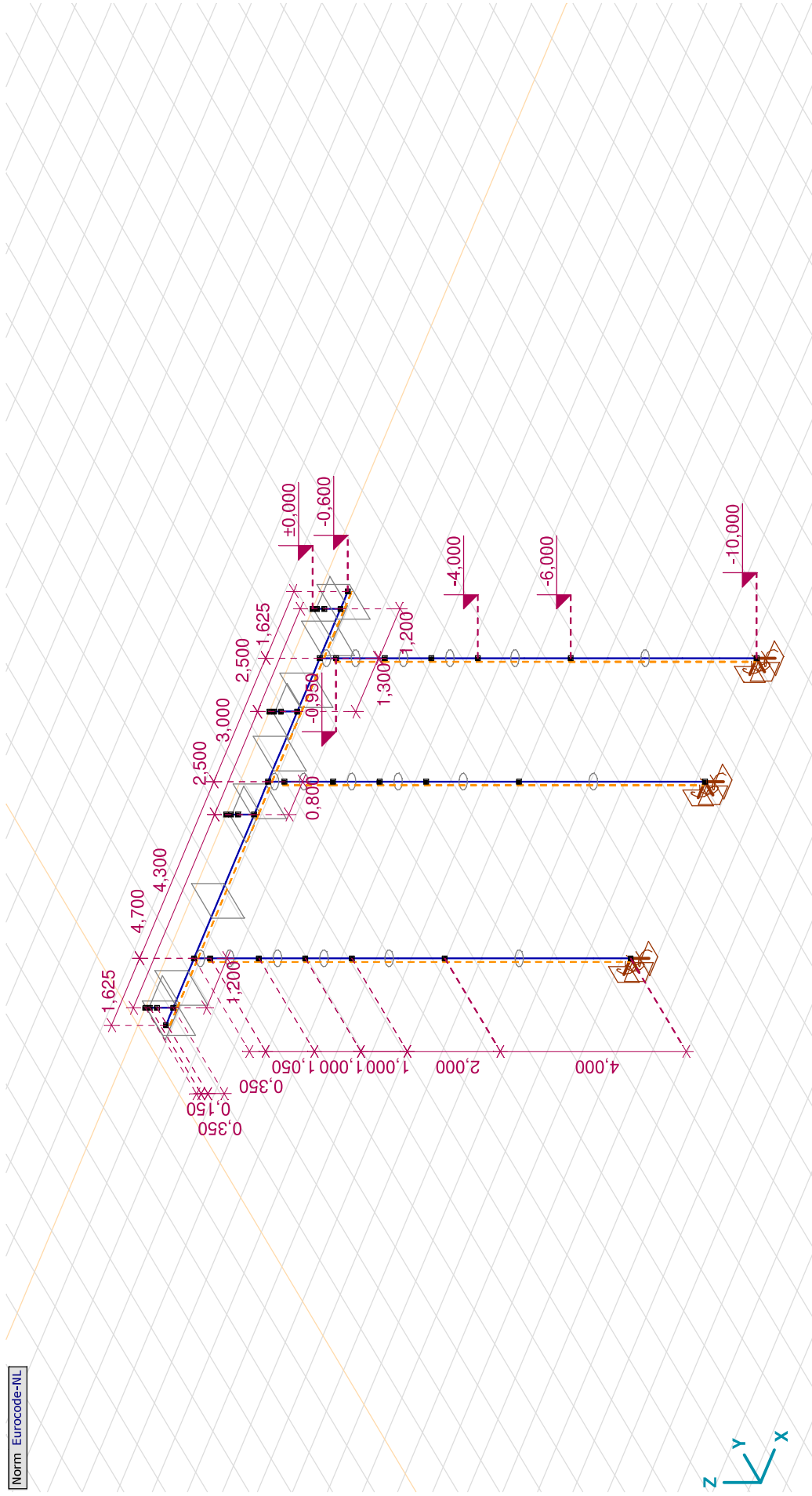
Tekening render

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

Norm Eurocode-NL



Tekening bemating

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

8-1-2022

Pag. 5

Materialen

Naam	Type	Nationale norm	Materialiaalnorm	Model	E_x [N/mm ²]	E_y [N/mm ²]	ν	α_T [1/°C]	ρ [kg/m ³]	Materiaal kleur	Contour kleur	Structuur	P_1
1	C30/37 Beton	Eurocode-NL	EN 206	Lineair	10000	10000	0,20	1E-5	2500			Concrete A	f_{ck} [N/mm ²] = 30,00
2	S 355 Staal	Eurocode-NL	10025-2	Lineair	210000	210000	0,30	1,2E-5	7850			Steel	f_y [N/mm ²] = 355,00

Naam	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{14}
1	$\gamma_c = 1,500$	$\alpha_{cc} = 1,00$	$\phi_s = 2,00$										
2	f_{td} [N/mm ²] = 510,00	f_{td} [N/mm ²] = 335,00	f_{td} [N/mm ²] = 470,00										

Naam: Materiaalnaam; **Type:** Type materiaal; **Model:** Materiaal model; **E_x :** Elasticiteitsmodulus in lokale x richting; **E_y :** Elasticiteitsmodulus in lokale y richting; **ν :** Poisson's verhouding; **α_T :** Warmteuitzettingscoëfficiënt; **ρ :** Dichtheid; **Materiaal kleur:** Materiaalkleur; **Contour kleur:** Contourkleur; **$P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}, P_{11}, P_{12}, P_{13}, P_{14}$:** Ontwerpparameter;

Profielen

Naam	lyz [mm ⁴]	Tekening	Productie	Vorm	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	r ₁ [mm]	r ₂ [mm]	r ₃ [mm]	Ax [mm ²]	Ay [mm ²]	Az [mm ²]	Ix [mm ⁴]	Iy [mm ⁴]	Iz [mm ⁴]
1	1000x700		Ander	Recht.	700,0	1000,0	0	0	0	0	0	7000000,00	5833333,30	5833333,30	6,5E+10	2,86E+10	5,83E+10
2	750x750		Ander	Recht.	750,0	750,0	0	0	0	0	0	5625000,00	4687500,00	4687500,00	4,45E+10	2,64E+10	2,64E+10

Naam	lyz [mm ⁴]	I ₁ [mm ⁴]	I ₂ [mm ⁴]	α [°]	I ω [mm ⁶]	W _{1,elt} [mm ³]	W _{1,el,b} [mm ³]	W _{2,elt} [mm ³]	W _{2,el,b} [mm ³]	W _{1,pl} [mm ³]	W _{2,pl} [mm ³]	i _y [mm]	i _z [mm]	Hy [mm]	H _z [mm]
1	1000x700	0	5,83E+10	2,86E+10	90,00	3,1E+14	1,17E+08	1,17E+08	1,17E+07	1,75E+08	1,22E+08	202,1	288,7	1000,0	700,0
2	750x750	0	2,64E+10	2,64E+10	0	2,4E+13	7,03E+07	7,03E+07	7,03E+07	1,05E+08	1,05E+08	216,5	216,5	750,0	750,0

Naam	y _G [mm]	z _G [mm]	y _s [mm]	z _s [mm]	β_y [mm]	β_z [mm]	β_w [mm]	S, p.
1	1000x700	500,0	350,0	0	0	0	0	5
2	750x750	375,0	375,0	0	0	0	0	5

Project:




Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

8-1-2022

Pag. 6

Profielen

Naam	Tekening	Productie	Vorm	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	r ₁ [mm]	r ₂ [mm]	r ₃ [mm]	A _x [mm ²]	A _y [mm ²]	A _z [mm ²]	I _x [mm ⁴]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]
3 850x850		Ander	Recht.	850,0	850,0	0	0	0	0	0	722500,00	602083,40	602083,40	7,34E+10	4,35E+10	4,35E+10
4 O 406x8		Gewalst	Buis	406,0	406,0	8,0	8,0	0	0	0	10000,80	5003,33	5003,80	3,96E+08	1,98E+08	1,98E+08
5 O 324x8		Gewalst	Buis	323,9	323,9	8,0	8,0	0	0	0	7937,82	3972,82	3973,18	1,98E+08	9,91E+07	9,91E+07

Naam	I _{yz} [mm ⁴]	I ₁ [mm ⁴]	I ₂ [mm ⁴]	α [°]	I _w [mm ⁶]	W _{1,el,t} [mm ³]	W _{1,el,b} [mm ³]	W _{2,el,t} [mm ³]	W _{2,el,b} [mm ³]	W _{1,pl} [mm ³]	W _{2,pl} [mm ³]	i _y [mm]	i _z [mm]	H _y [mm]	H _z [mm]
3 850x850	0	4,35E+10	4,35E+10	0	5,1E+13	1,02E+08	1,02E+08	1,02E+08	1,02E+08	1,54E+08	1,54E+08	245,4	245,4	850,0	850,0
4 O 406x8	0	1,98E+08	1,98E+08	0	0	975668,10	975668,10	975668,10	975668,10	1267017,00	1267025,00	140,7	140,7	406,0	406,0
5 O 324x8	0	9,91E+07	9,91E+07	0	0	611673,70	611673,70	611673,70	611673,70	798269,90	798275,20	111,7	111,7	323,9	323,9

Naam	y _G [mm]	z _G [mm]	y _ξ [mm]	z _ξ [mm]	β _y [mm]	β _z [mm]	β _w [mm]	S _p
3 850x850	425,0	425,0	0	0	0	0	0	5
4 O 406x8	203,0	203,0	0	0	0	0	0	5
5 O 324x8	162,0	162,0	0	0	0	0	0	5

Naam: Doorsnede naam; **Productie:** Productieproces; **Vorm:** Profiel; **h:** Doorsnede hoogte; **b:** Doorsnede breedte; **tw:** Lijfdikte; **tf:** Flensdikte; **r₁, r₂, r₃:** Afrondingswaarde; **Ax:** Doorsnede-oppervlak; **Ay, Az:** Afschuivingsoppervlak; **I_x:** Torietraagheidsmoment;

I_y, I_z: Buigtrraagheidsmoment; **I_{yz}:** Centrifugaal traagheidsmoment; **I₁, I₂:** Hoofdbuigtrraagheidsmoment; **α:** Hoofdrichtingen; **I_w:** Krommingsconstante; **W_{1,el,t}, W_{1,el,b}, W_{2,el,t}, W_{2,el,b}:** Elastisch weerstandsmoment; **W_{1,pl}, W_{2,pl}:** Plastisch weerstandsmoment; **i_y, i_z:** Traagheidsstraal;

H_y: Afmeting in lokale Y-richting; **H_z:** Afmeting in lokale Z-richting; **y_G:** Y-coördinaat van het zwaartepunt; **z_G:** Z-coördinaat van het zwaartepunt; **y_ξ:** Y-coördinaat van het afschuivingsmiddelpunt (torsie); **z_ξ:** Z-coördinaat van het afschuivingsmiddelpunt (torsie);

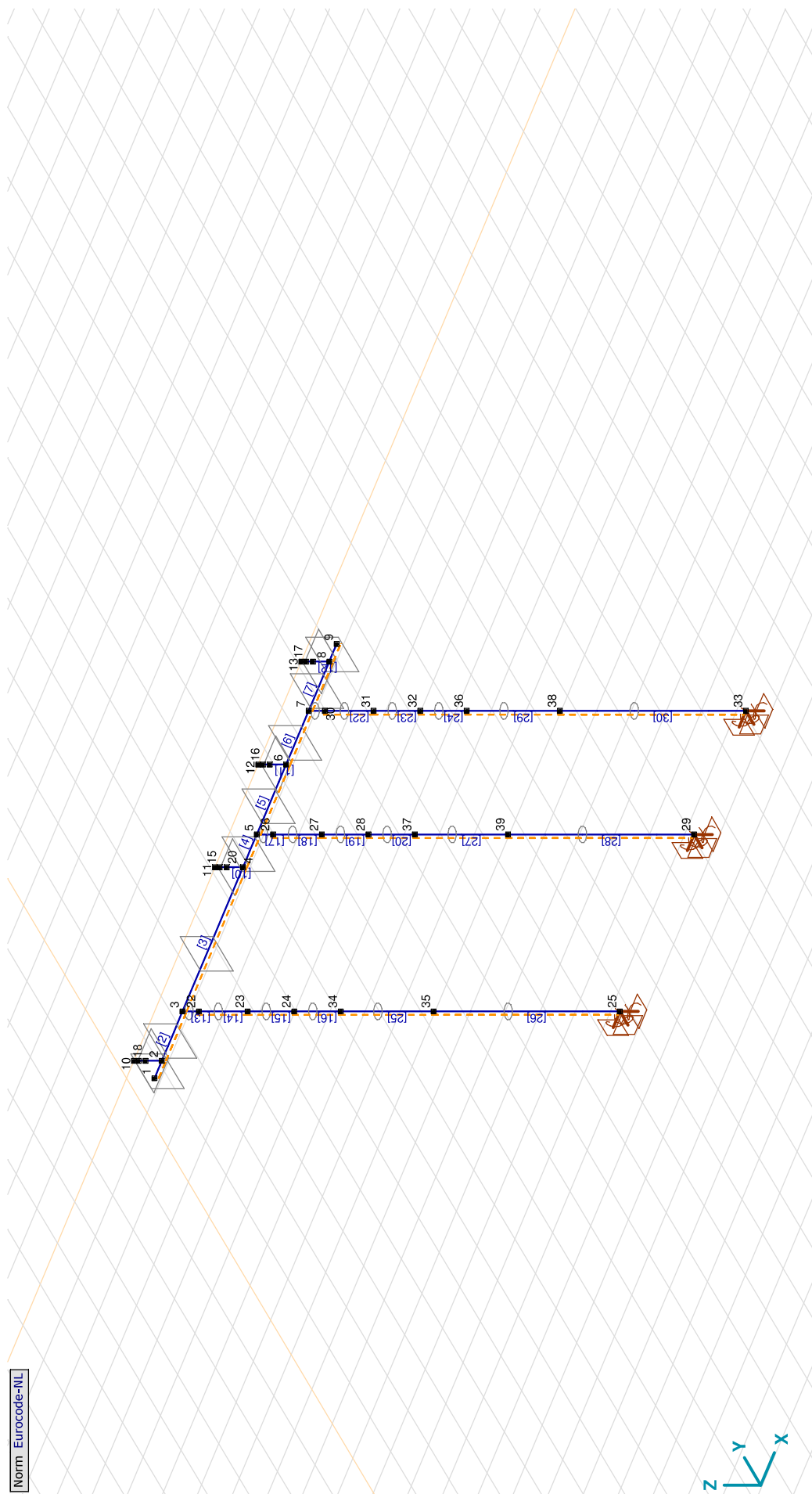
β_y, β_z, β_w: Wagner's coëfficiënt; **S_p:** Spanningspunten;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

Norm Eurocode-NL



Tekening

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

8-1-2022

Pag. 8

Knopen

	X [m]	Y [m]	Z [m]		X [m]	Y [m]	Z [m]		X [m]	Y [m]	Z [m]		X [m]	Y [m]	Z [m]
1	0	0	-0,600	9	10,550	0	-0,600	17	10,125	0	-0,100	25	1,625	0	-10,000
2	0,425	0	-0,600	10	0,425	0	0	18	0,425	0	-0,250	26	5,925	0	-0,950
3	1,625	0	-0,600	11	5,125	0	0	19	10,125	0	-0,250	27	5,925	0	-2,000
4	5,125	0	-0,600	12	7,625	0	0	20	5,125	0	-0,250	28	5,925	0	-3,000
5	5,925	0	-0,600	13	10,125	0	0	21	7,625	0	-0,250	29	5,925	0	-10,000
6	7,625	0	-0,600	14	0,425	0	-0,100	22	1,625	0	-0,950	30	8,925	0	-0,950
7	8,925	0	-0,600	15	5,125	0	-0,100	23	1,625	0	-2,000	31	8,925	0	-2,000
8	10,125	0	-0,600	16	7,625	0	-0,100	24	1,625	0	-3,000	32	8,925	0	-3,000

Staven

	Start-punt	Eind-punt	Lengte	Lokaal X	Materiaal	Doorsnede	Start-punt	Eind-punt	Lengte	Lokaal X	Materiaal	Doorsnede
1	1	2	0,425	i-j	C30/37	1	16	24	1,000	i-j	S 355	5
2	2	3	1,200	i-j	C30/37	1	17	5	0,350	i-j	S 355	5
3	3	4	3,500	i-j	C30/37	1	18	26	1,050	i-j	S 355	5
4	4	5	0,800	i-j	C30/37	1	19	27	1,000	i-j	S 355	5
5	5	6	1,700	i-j	C30/37	1	20	28	1,000	i-j	S 355	5
6	6	7	1,300	i-j	C30/37	1	21	7	0,350	i-j	S 355	5
7	7	8	1,200	i-j	C30/37	1	22	30	1,050	i-j	S 355	5
8	8	9	0,425	i-j	C30/37	1	23	31	1,000	i-j	S 355	5
9	2	14	0,500	i-j	C30/37	3	24	32	1,000	i-j	S 355	5
10	4	15	0,500	i-j	C30/37	2	25	34	2,000	i-j	S 355	5
11	6	16	0,500	i-j	C30/37	2	26	35	4,000	j-i	S 355	5
12	8	17	0,500	i-j	C30/37	3	27	37	2,000	i-j	S 355	5
13	3	22	0,350	i-j	S 355	5	28	39	4,000	j-i	S 355	5
14	22	23	1,050	i-j	S 355	5	29	36	2,000	i-j	S 355	5
15	23	24	1,000	i-j	S 355	5	30	38	4,000	j-i	S 355	5

Lengte: Elementlengte: **Lokaal X:** Lokale X-richting:

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

Knooppopleggingen

Knoop	X [m]	Y [m]	Z [m]	Type	Naam _x	K _x [kN/m]	K _{xv} [kN/m]	Naam _y	K _y [kN/m]	K _{yv} [kN/m]	Naam _z	K _z [kN/m]	K _{zv} [kN/m]	Naam _{xx}	K _{xx} [kNm/rad]
1	25	1,625	0	-10,000	Glob.	Vast - translatie	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - rotatie	1E+10
2	29	5,925	0	-10,000	Glob.	Vast - translatie	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - rotatie	1E+10
3	33	8,925	0	-10,000	Glob.	Vast - translatie	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - rotatie	1E+10

Knoop	K _{xxv} [kNm/rad]	Naam _{yy}	K _{yy} [kNm/rad]	K _{yyv} [kNm/rad]	Naam _{zz}	K _{zz} [kNm/rad]	K _{zvv} [kNm/rad]
1	25	1E+10	Vast - rotatie	1E+10	1E+10	Vast - rotatie	1E+10
2	29	1E+10	Vast - rotatie	1E+10	1E+10	Vast - rotatie	1E+10
3	33	1E+10	Vast - rotatie	1E+10	1E+10	Vast - rotatie	1E+10

Knoop: Ondersteunde knoop. **Type:** Opleggingstype: **K_x, K_y, K_z, K_{xx}, K_{yy}, K_{zz}:** Initiele stijfheid.

Lijnopleggingen

Lijn	Type	Ref. elem.	R _x [kN/m/m]	R _y [kN/m/m]	R _z [kN/m/m]	R _{xx} [kNm/rad/m]	R _{yy} [kNm/rad/m]	R _{zz} [kNm/rad/m]	NL(x)	NL(y)	NL(z)	NL(xx)	NL(yy)	NL(zz)
1	Staafr.													
1	Staafr.		0	1,5E+3	0					Symmetrisch				
2	Staafr.		0	1,5E+3	0					Symmetrisch				
3	Staafr.		0	1,5E+3	0					Symmetrisch				
4	Staafr.		0	1,5E+3	0					Symmetrisch				
5	Staafr.		0	1,5E+3	0					Symmetrisch				
6	Staafr.		0	1,5E+3	0					Symmetrisch				
7	Staafr.		0	1,5E+3	0					Symmetrisch				

Lijn	F(x) [kN/m]	F(y) [kN/m]	F(z) [kN/m]	M(x) [kNm/m]	M(y) [kNm/m]	M(z) [kNm/m]
1						
2		6,0				
3		6,0				
4		6,0				
5		6,0				
6		6,0				
7		6,0				

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

Lijnopleggingen

Lijn	Type	Ref. elem.	Rx [kNm/m/m]	Ry [kNm/m/m]	Rz [kNm/m/m]	Rxx [kNm/rad/m]	Ryy [kNm/rad/m]	Rzz [kNm/rad/m]	NL(x)	NL(y)	NL(z)	NL(xx)	NL(yy)	NL(zz)
8	Staaft r.		0	1,5E+3	0					Symmetrisch				
9	Staaft r.		0	8,2E+3	8,2E+3					Symmetrisch	Symmetrisch			
10	Staaft r.		0	8,2E+3	8,2E+3					Symmetrisch	Symmetrisch			
11	Staaft r.		0	8,2E+3	8,2E+3					Symmetrisch	Symmetrisch			
12	Staaft r.		0	8,2E+3	8,2E+3					Symmetrisch	Symmetrisch			
13	Staaft r.		0	8,2E+3	8,2E+3					Symmetrisch	Symmetrisch			
14	Staaft r.		0	8,2E+3	8,2E+3					Symmetrisch	Symmetrisch			
15	Staaft r.		0	8,2E+3	8,2E+3					Symmetrisch	Symmetrisch			
16	Staaft r.		0	8,2E+3	8,2E+3					Symmetrisch	Symmetrisch			
17	Staaft r.		0	8,2E+3	8,2E+3					Symmetrisch	Symmetrisch			
18	Staaft r.		0	9E+2	9E+2					Symmetrisch	Symmetrisch			
19	Staaft r.		0	8,2E+3	8,2E+3					Symmetrisch	Symmetrisch			
20	Staaft r.		0	9E+2	9E+2					Symmetrisch	Symmetrisch			
21	Staaft r.		0	8,2E+3	8,2E+3					Symmetrisch	Symmetrisch			
22	Staaft r.		0	9E+2	9E+2					Symmetrisch	Symmetrisch			
23	Staaft r.		0	8,2E+3	8,2E+3					Symmetrisch	Symmetrisch			

Lijn	F(x) [kN/m]	F(y) [kN/m]	F(z) [kN/m]	M(x) [kNm/m]	M(y) [kNm/m]	M(z) [kNm/m]
8		6,0				
9		6,0	6,0			
10		15,6	15,6			
11		22,6	22,6			
12		6,0	6,0			
13		15,6	15,6			
14		22,6	22,6			
15		6,0	6,0			
16		15,6	15,6			
17		22,6	22,6			
18						
19						
20						
21						
22						
23						

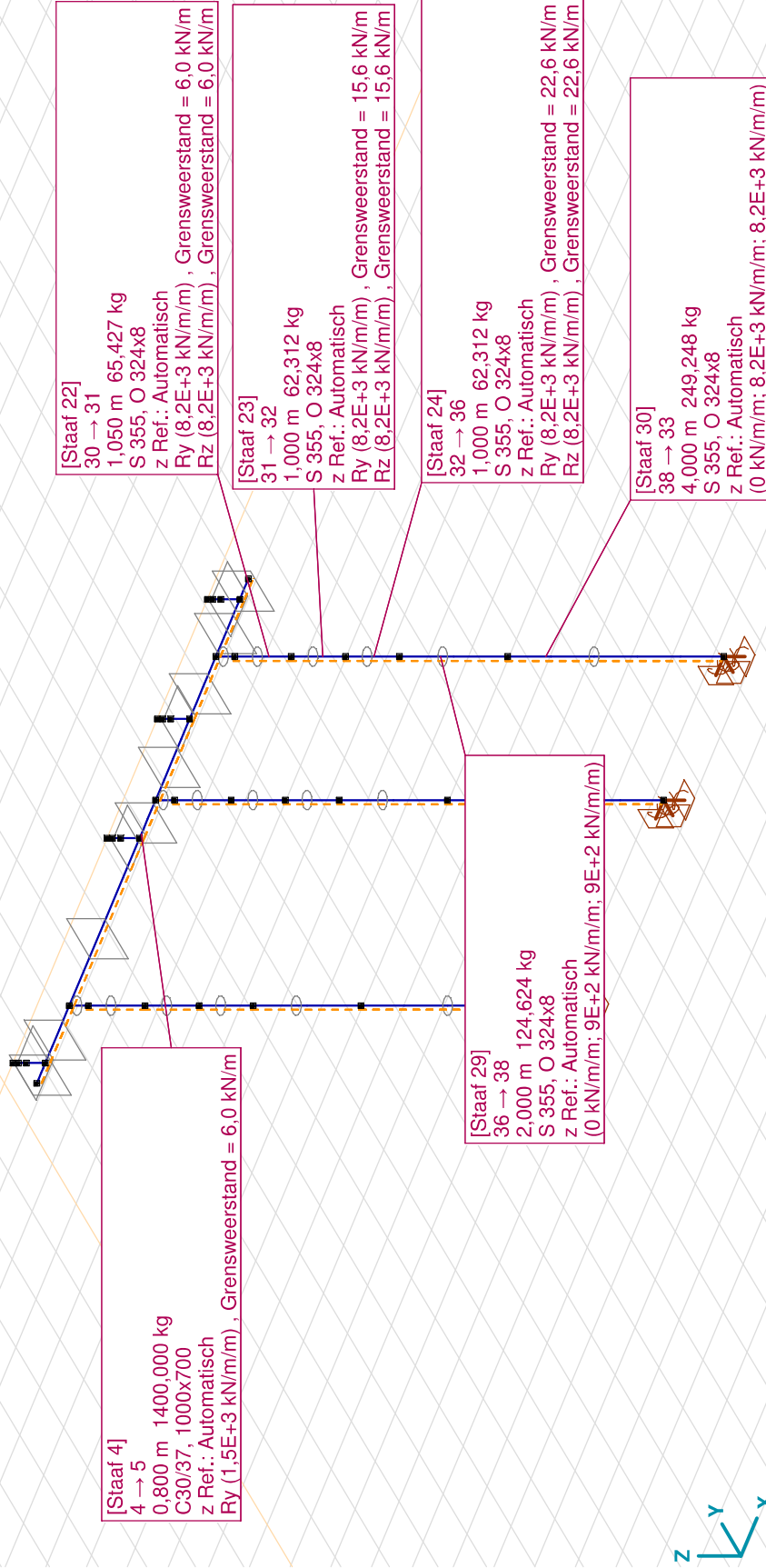
Lijn: Ondersteund lijnelement; **Type**: Opleggingsstype; **Ref. elem.**: Referentie-element; **Rx, Ry, Rz**: Rotatiestijfheid; **NL(x), NL(y), NL(z)**: Niet-lineaire parameters; **F(x)**: Weerstand in X-richting; **F(y)**: Weerstand in Y-richting; **F(z)**: Weerstand in Z-richting; **M(x)**: Weerstandsmoment in X-richting; **M(y)**: Weerstandsmoment in Y-richting; **M(z)**: Weerstandsmoment in Z-richting;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

Norm Eurocode-NL



Tekening beddingen

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

EG: Staaf eigen gewicht

	Σ [kg]
1-8	3212,500
18-19	6125,000
53-80	12337,500
Totaal	21675,000

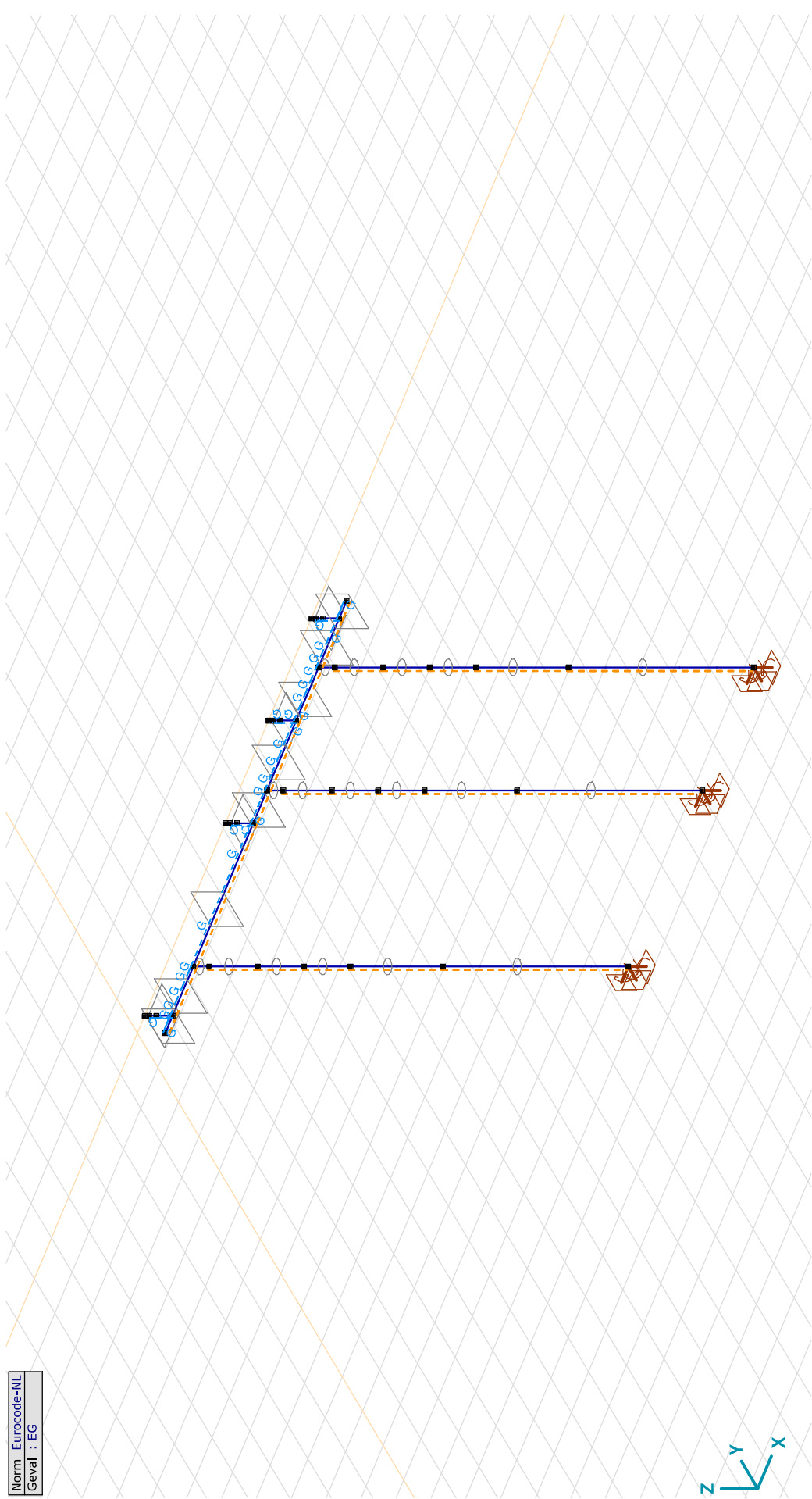
Σ : Totale massa:

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

Norm Eurocode-NL
Geval : EG



Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

Grond: Verdeelde belastingen op staven en ribben

Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	m _{bor} [kNm/m]	my [kNm/m]	mz [kNm/m]	Excentriciteit	e _y [mm]	e _z [mm]
1	Staafln.	0,425	a	0	0	-5,4	0	0	0	Geen excentriciteit		
			1,000	0	0	-5,4	0	0	0			
2	Staafln.	1,200	a	0	0	-5,4	0	0	0	Geen excentriciteit		
			1,000	0	0	-5,4	0	0	0			
3	Staafln.	3,500	a	0	0	-5,4	0	0	0	Geen excentriciteit		
			1,000	0	0	-5,4	0	0	0			
4	Staafln.	0,800	a	0	0	-5,4	0	0	0	Geen excentriciteit		
			1,000	0	0	-5,4	0	0	0			
5	Staafln.	1,700	a	0	0	-5,4	0	0	0	Geen excentriciteit		
			1,000	0	0	-5,4	0	0	0			
6	Staafln.	1,300	a	0	0	-5,4	0	0	0	Geen excentriciteit		
			1,000	0	0	-5,4	0	0	0			
7	Staafln.	1,200	a	0	0	-5,4	0	0	0	Geen excentriciteit		
			1,000	0	0	-5,4	0	0	0			
8	Staafln.	0,425	a	0	0	-5,4	0	0	0	Geen excentriciteit		
			1,000	0	0	-5,4	0	0	0			

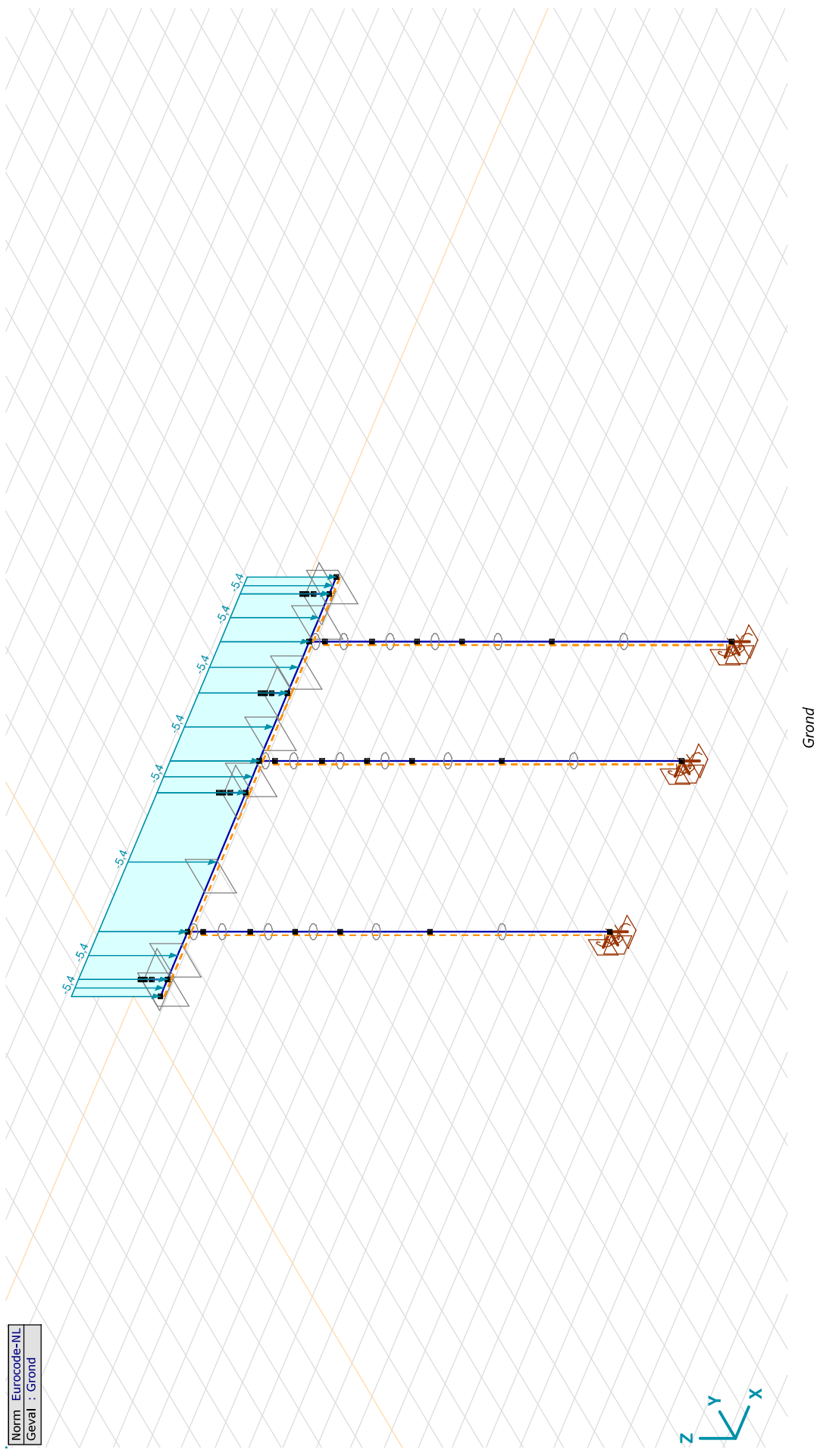
Type: Belastingtype; Lengte: Elementlengte; a/d: Positie als verhouding (a) of lengte (d); *=Doorgaand; Pos.: Positie; px, py, pz: Belastingkracht component; m_{bor}: Torsiemoment; my: Buigend moment in lokale y-richting; mz: Buigend moment in lokale z-richting;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

Norm	Eurocode-NL
Geval	: Grond



Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

Perm: Knoopbelastingen

	Richting	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
10	Globaal	0,2	0	-13,4	0	0,9	0
11	Globaal	0	0	-1,7	0	0	0
12	Globaal	1,1	0,5	3,0	0	0	0
13	Globaal	-0,2	0	-13,4	0	-0,9	0

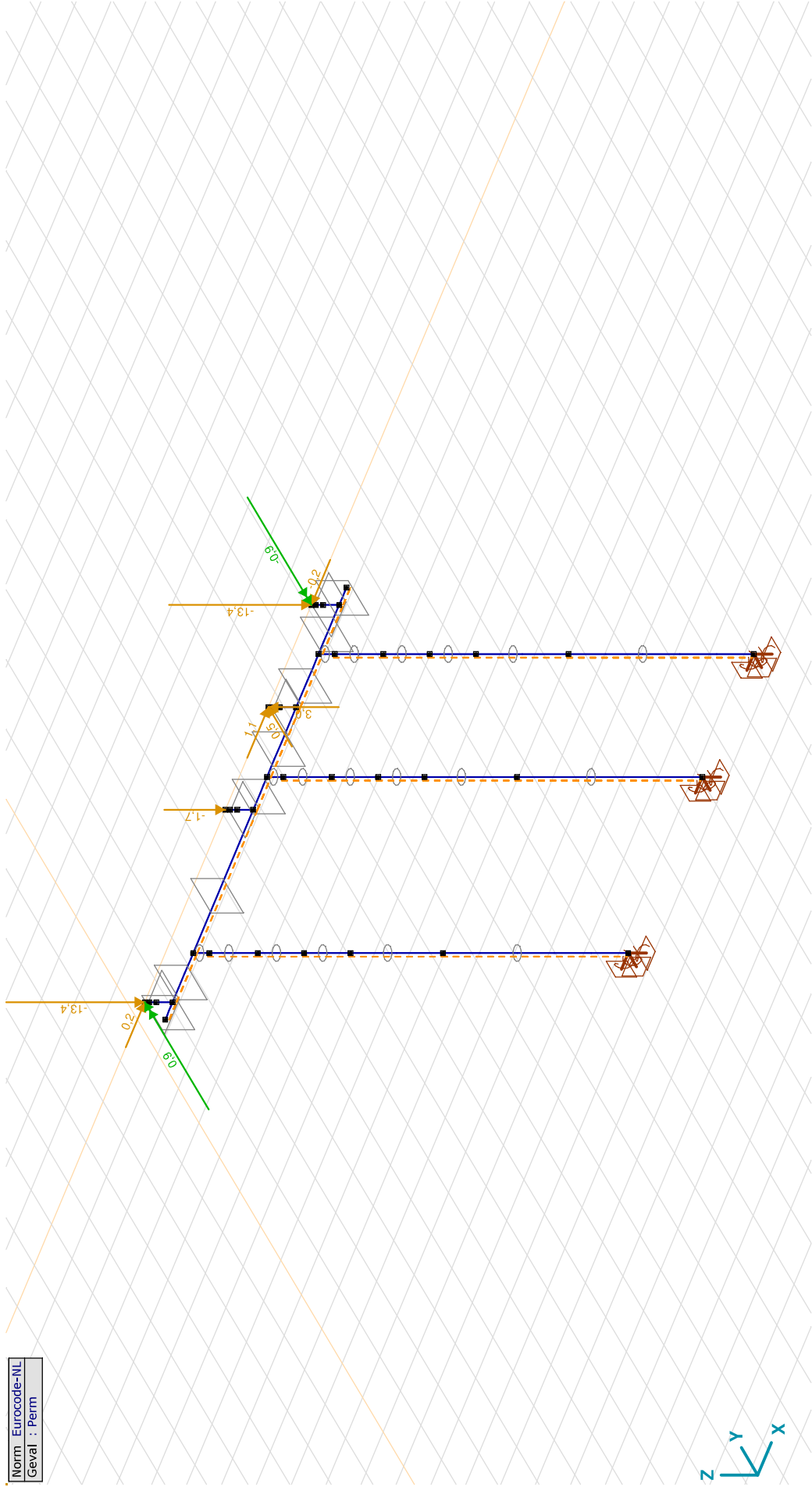
F_x, F_y, F_z: Belastingkracht component; **M_x, M_y, M_z**: Belastingmoment component;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

Norm	Eurocode-NL
Geval	: Perm



Perm

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

Wind_ULS: Knoopbelastingen

	Richting	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
10	Globaal	0,6	4,4	-15,8	-5,8	2,5	0
11	Globaal	0	1,8	-3,1	-3,9	0	0
12	Globaal	1,7	1,1	8,5	0	0	0
13	Globaal	-0,6	4,4	-15,8	-5,8	-2,5	0

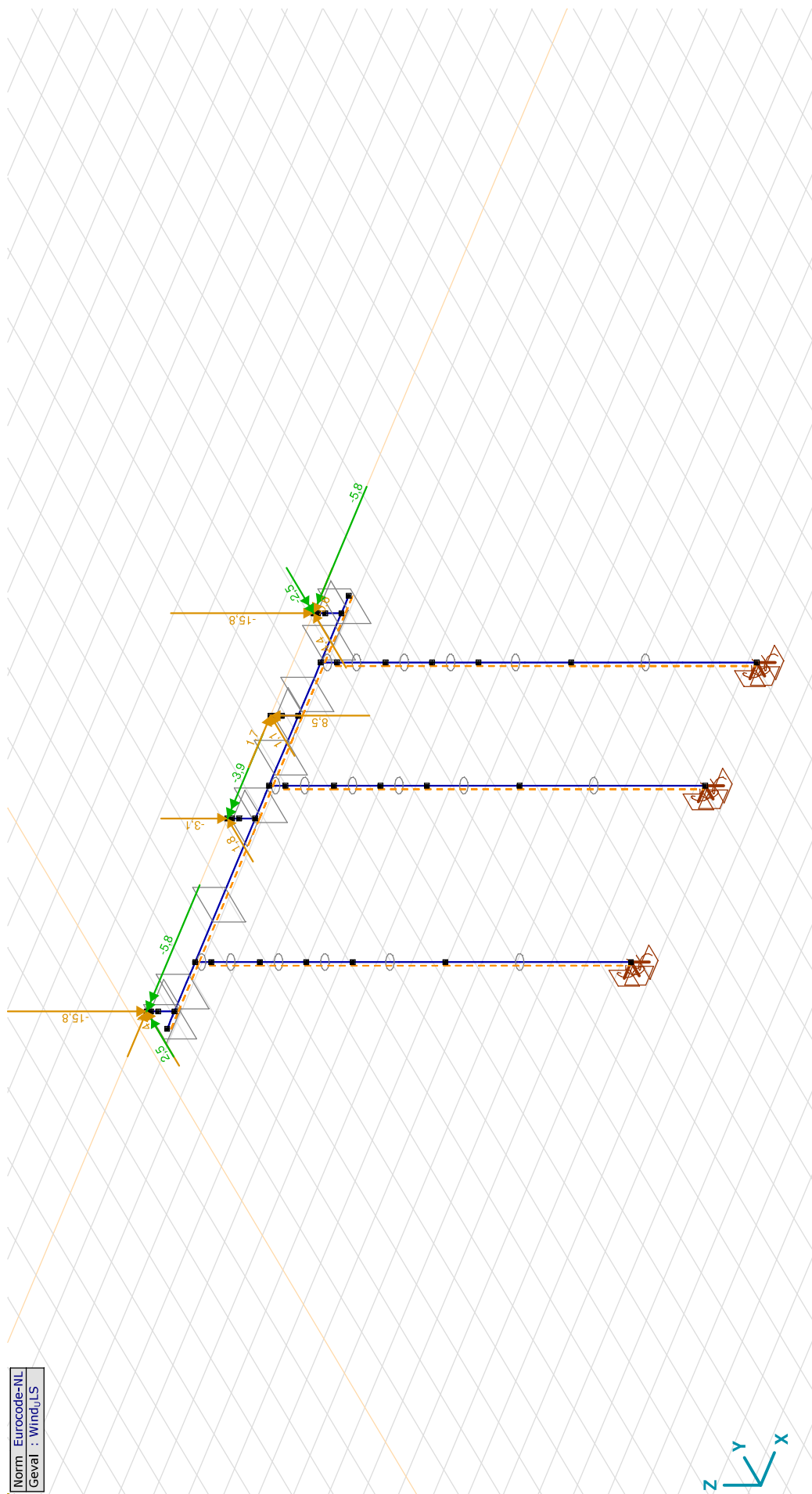
F_x, F_y, F_z: Belastingkracht component; **M_x, M_y, M_z**: Belastingmoment component;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

Norm Eurocode-NL
Geval : Wind_uls



Wind_uls

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs****Kortsluiting: Knoopbelastingen**

	<i>Richting</i>	<i>F_x</i> [kN]	<i>F_y</i> [kN]	<i>F_z</i> [kN]	<i>M_x</i> [kNm]	<i>M_y</i> [kNm]	<i>M_z</i> [kNm]
10	Globaal	0,3	7,3	-15,8	-25,3	2,5	0
11	Globaal	0	7,1	-3,1	-28,8	0	0
12	Globaal	1,2	0,3	8,8	0	0	0
13	Globaal	-0,3	7,3	-15,8	-25,3	-1,8	0

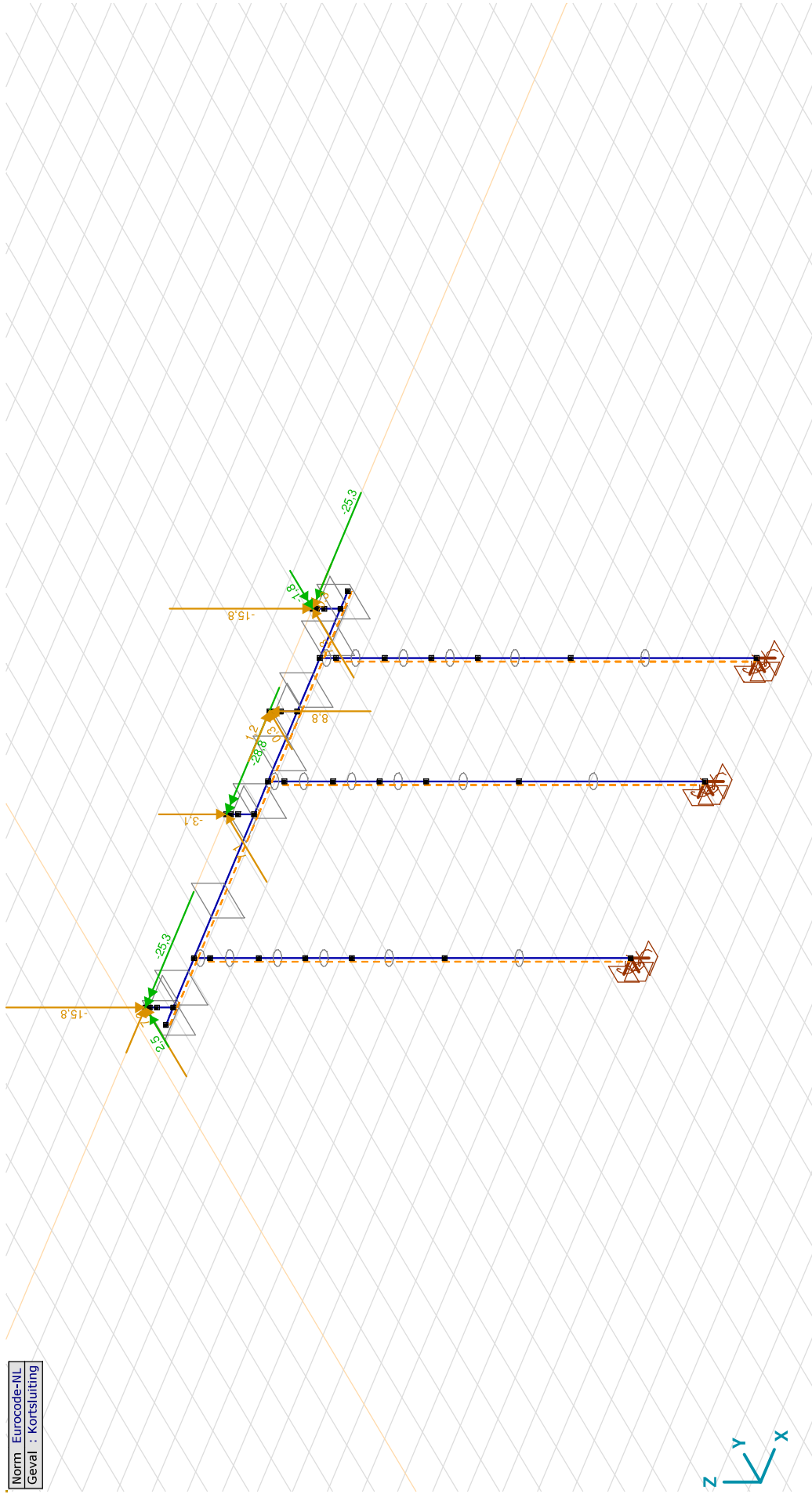
F_x, F_y, F_z: Belastingkracht component; **M_x, M_y, M_z**: Belastingmoment component;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

Norm Eurocode-NL
Geval : Kortsluiting



Kortsluiting

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

Wind_SLS: Knoopbelastingen

	Richting	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
10	Globaal	0,4	3,0	-13,4	-3,8	1,8	0
11	Globaal	0	1,2	-1,7	-2,6	0	0
12	Globaal	1,4	0,8	7,3	0	0	0
13	Globaal	-0,4	3,0	-13,4	-3,8	-1,8	0

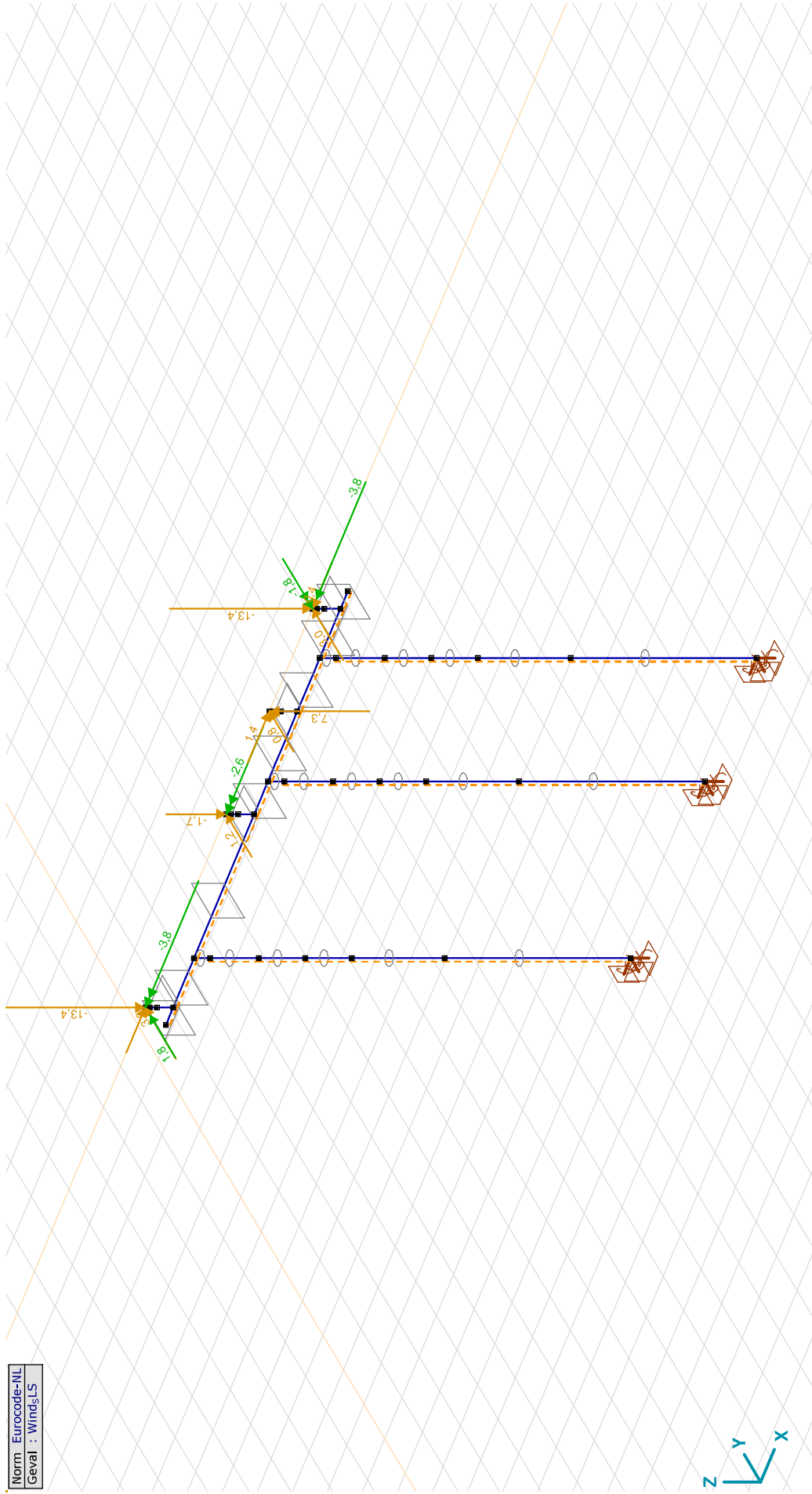
F_x, F_y, F_z: Belastingkracht component; **M_x, M_y, M_z**: Belastingmoment component;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

Norm : Eurocode-NL
Geval : Wind_SLS



Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen

	Naam	Type	EG (PERM1)	Grond (PERM1)	Perm (PERM1)	Wind_ULS (VER1)	Kortsluiting (VER1)	Wind_SLS (VER1)	Commentaar
1	Co #1	UGT	1,20	1,20	1,20	0	0	0	
2	Co #2	UGT	1,35	1,35	1,35	0	0	0	
3	Co #3	UGT	1,20	1,20	0	1,10	0	0	
4	Co #4	UGT	1,20	1,20	0	0	1,00	0	
5	Co #5	UGT	0,60	0	0	1,10	0	0	
6	Co #6	UGT	0,60	0	0	0	1,00	0	
7	Co #7	BGT Karakteristiek	1,00	1,00	0	0	0	1,00	
8	Co #8	BGT Quasi-blijvend	1,00	1,00	1,00	0	0	0	

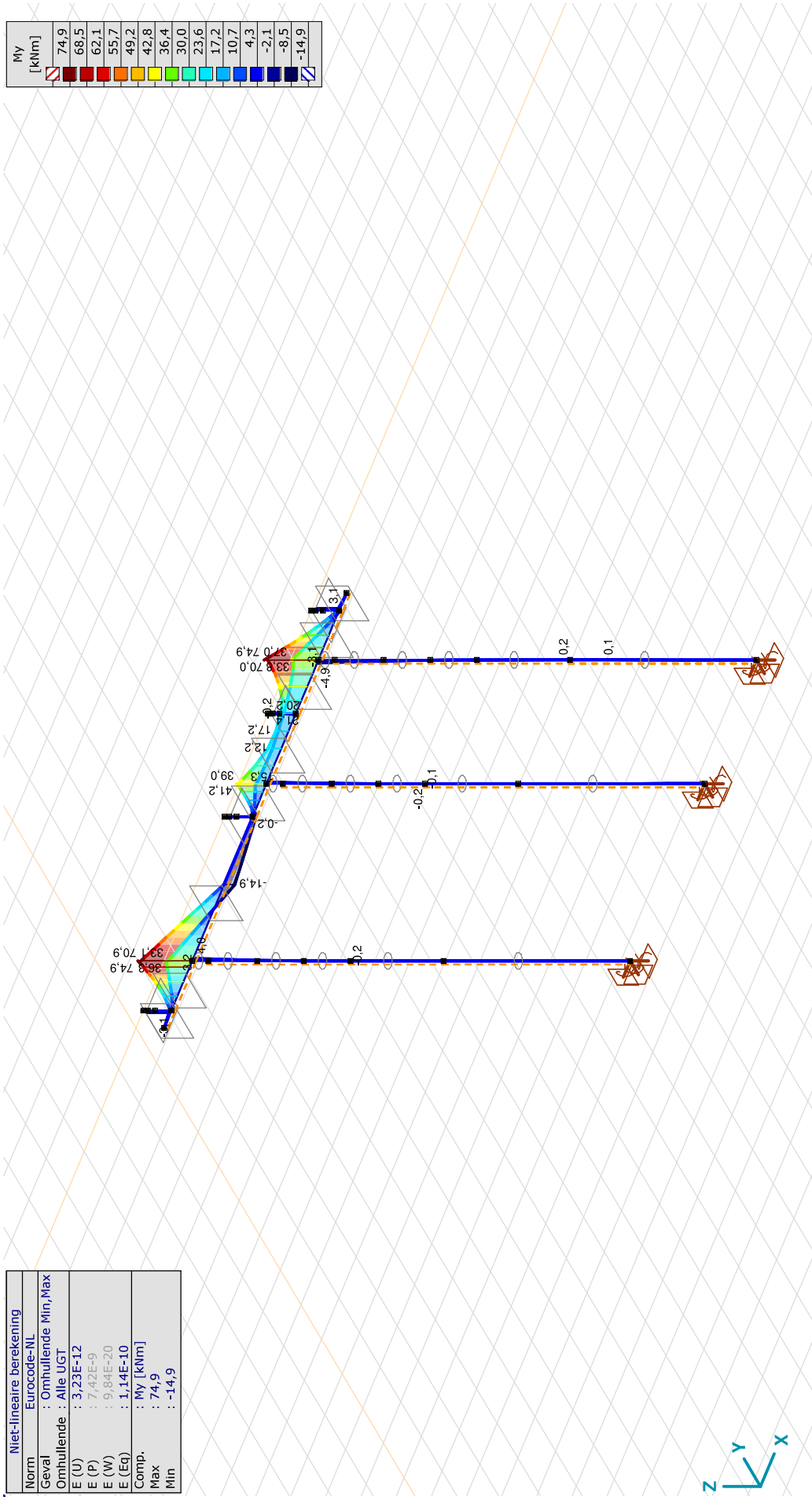
Naam: Naam belastingcombinatie; Type: Type belastingcombinatie; EG (PERM1), Grond (PERM1), Perm (PERM1), Wind_{ULS} (VER1), Wind_{SLS} (VER1); Factor:

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: Alle UGT
E (U)	: 3,23E-12
E (P)	: 7,42E-9
E (W)	: 9,84E-20
E (Eq)	: 1,14E-10
Comp.	: My [kNm]
Max	: 74,9
Min	: -14,9

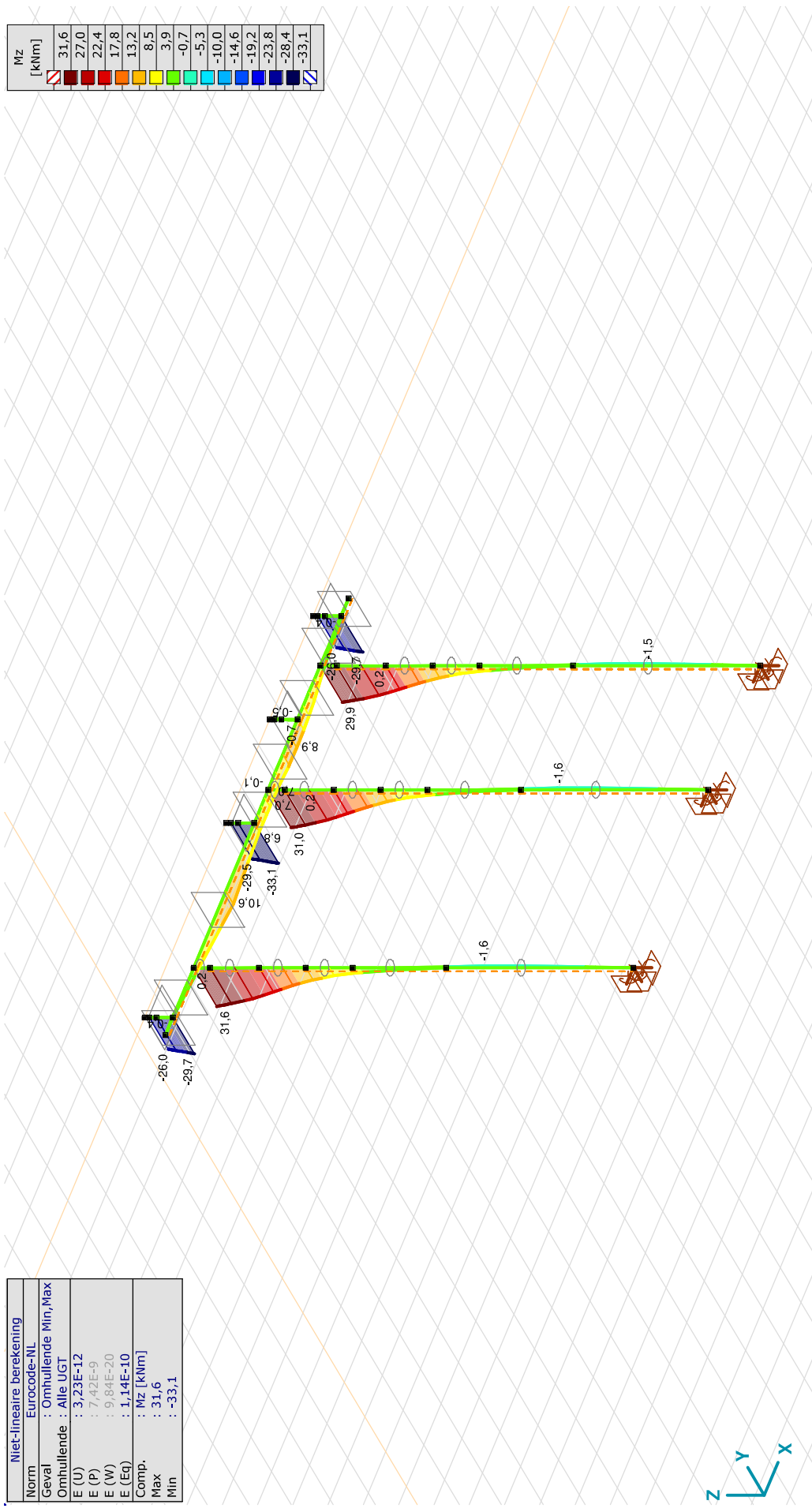


[[[]], Non-lin., Omhullende (Alle UGT), My, Lijnen (gevuld)

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

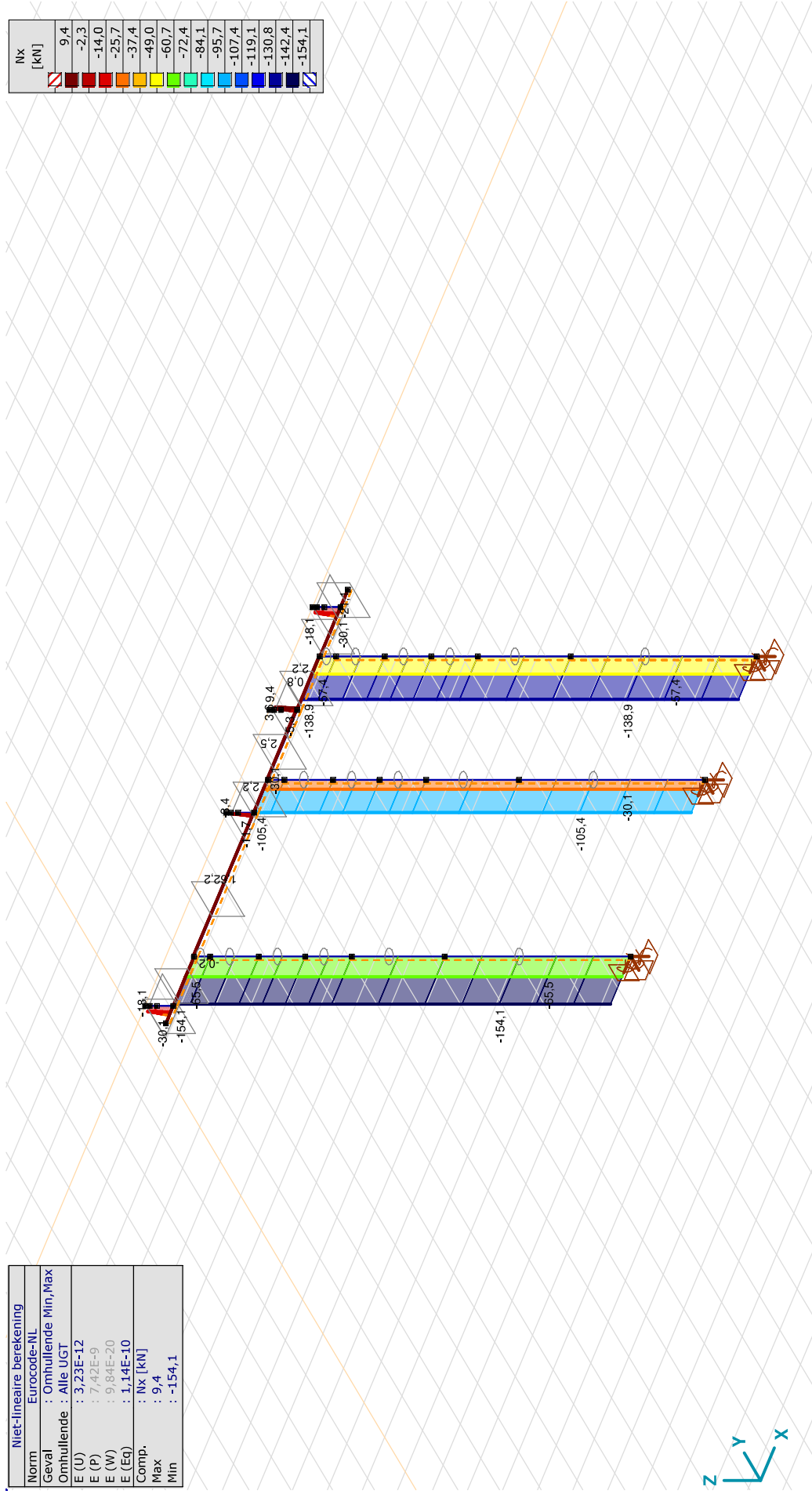


III, Non-lin., Omhullende (Alle UGT), Mz, Lijnen (gevuld)

Project:
 Constructeur: DNV GL - Energy
 Model: **Model balken mast 19A.axs**

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: Alle UGT
E (U)	: 3,23E-12
E (P)	: 7,42E-9
E (W)	: 9,84E-20
E (Eq)	: 1,14E-10
Comp.	: Nx [kN]
Max	: 9,4
Min	: -154,1

Nx [kN]
9,4
-2,3
-14,0
-25,7
-37,4
-49,0
-60,7
-72,4
-84,1
-95,7
-107,4
-119,1
-130,8
-142,4
-154,1

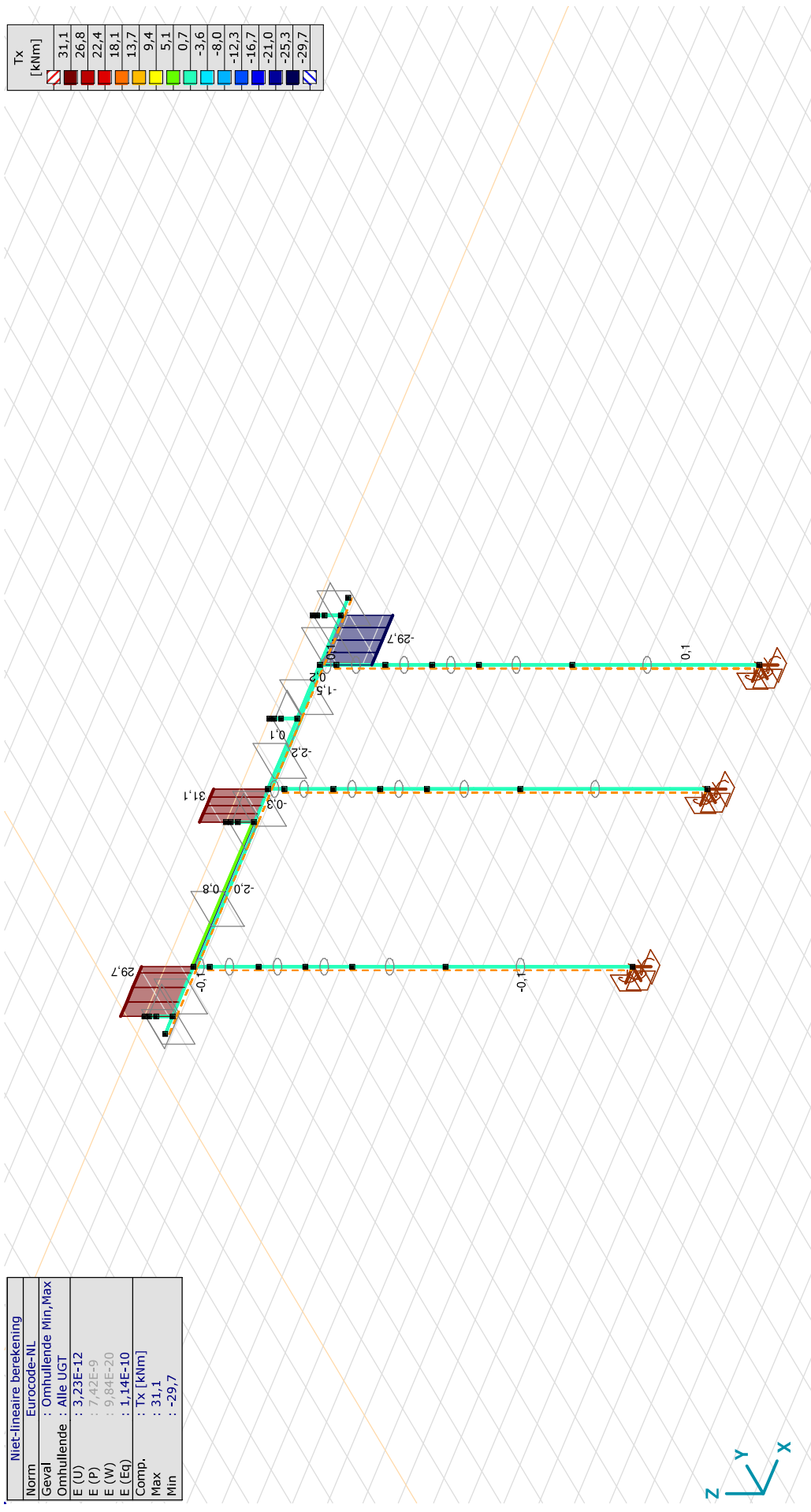


[[I]], Non-lin., Omhullende (Alle UGT), Nx, Lijnen (gevuld)

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**



Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: Alle UGT
E (U)	: 3,23E-12
E (P)	: 7,42E-9
E (W)	: 9,84E-20
E (Eq)	: 1,14E-10
Comp.	: Tx [kNm]
Max	: 31,1
Min	: -29,7

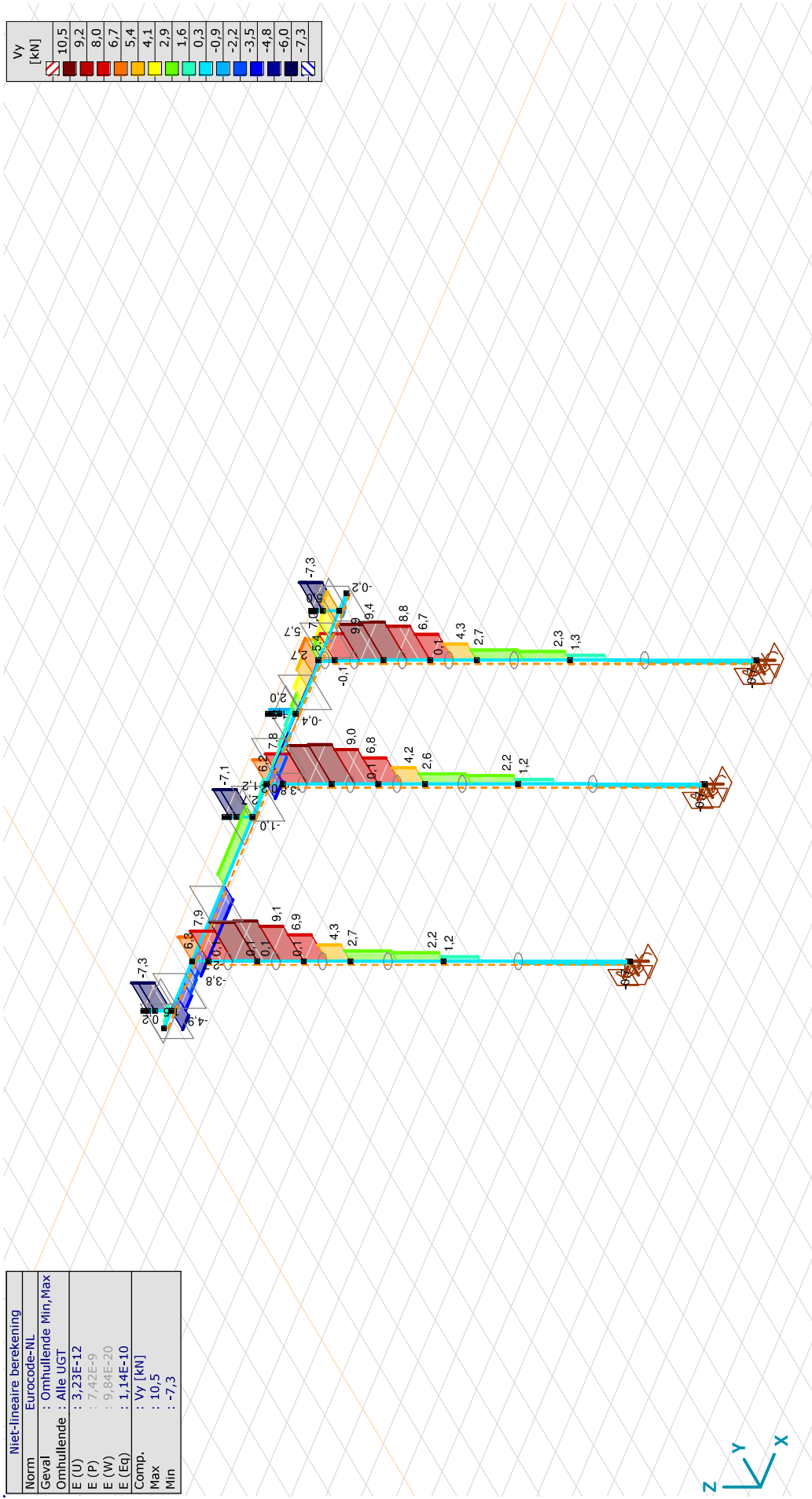
[[I], Non-lin., Omhullende (Alle UGT), Tx, Lijnen (gevuld)

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: Alle UGT
E (U)	: 3,23E-12
E (P)	: 7,42E-9
E (W)	: 9,84E-20
E (Eq)	: 1,14E-10
Comp.	: Vy [kN]
Max	: 10,5
Min	: -7,3



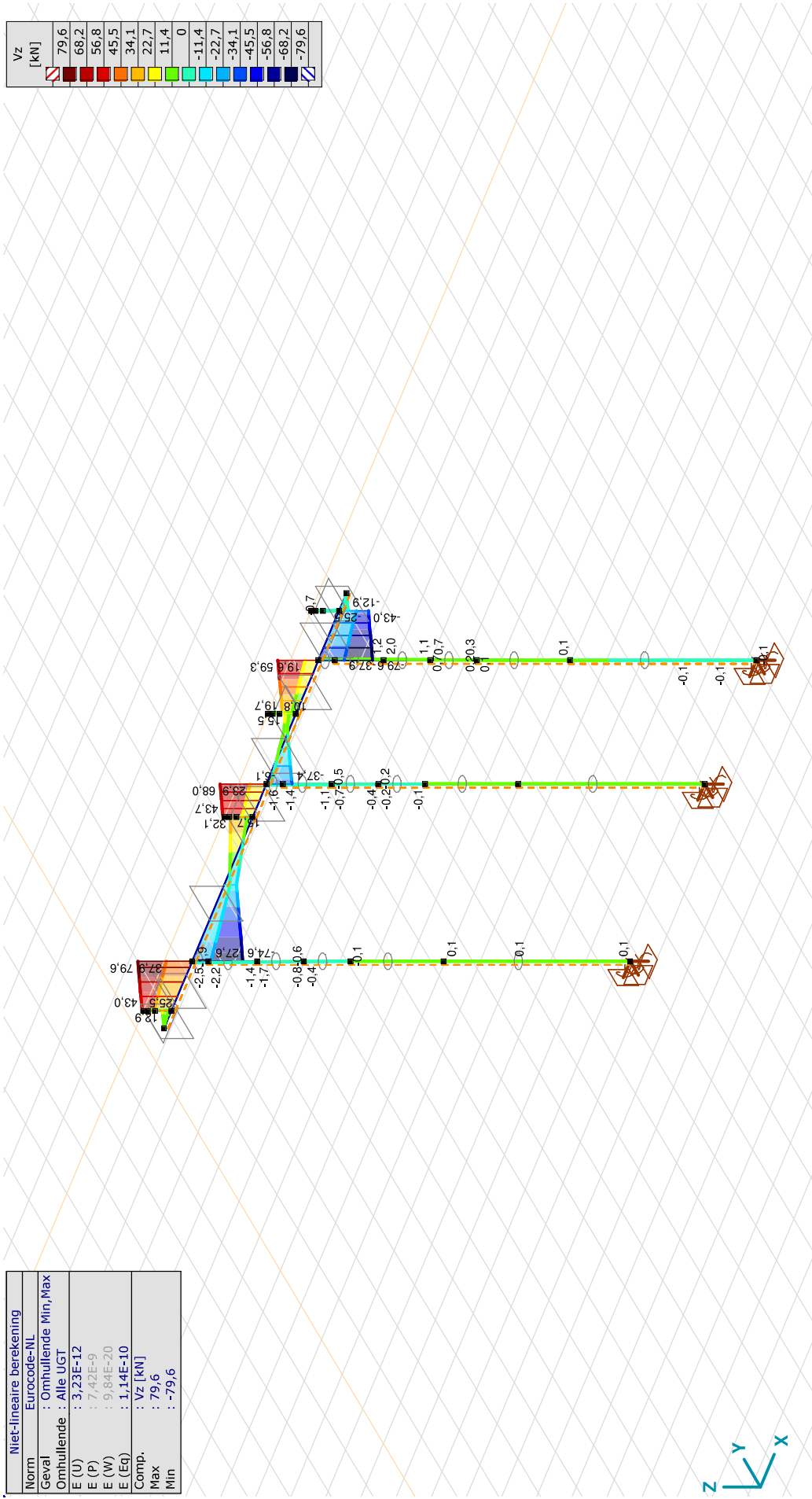
[[I]], Non-lin., Omhullende (Alle UGT), Vy, Lijnen (gevuld)

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

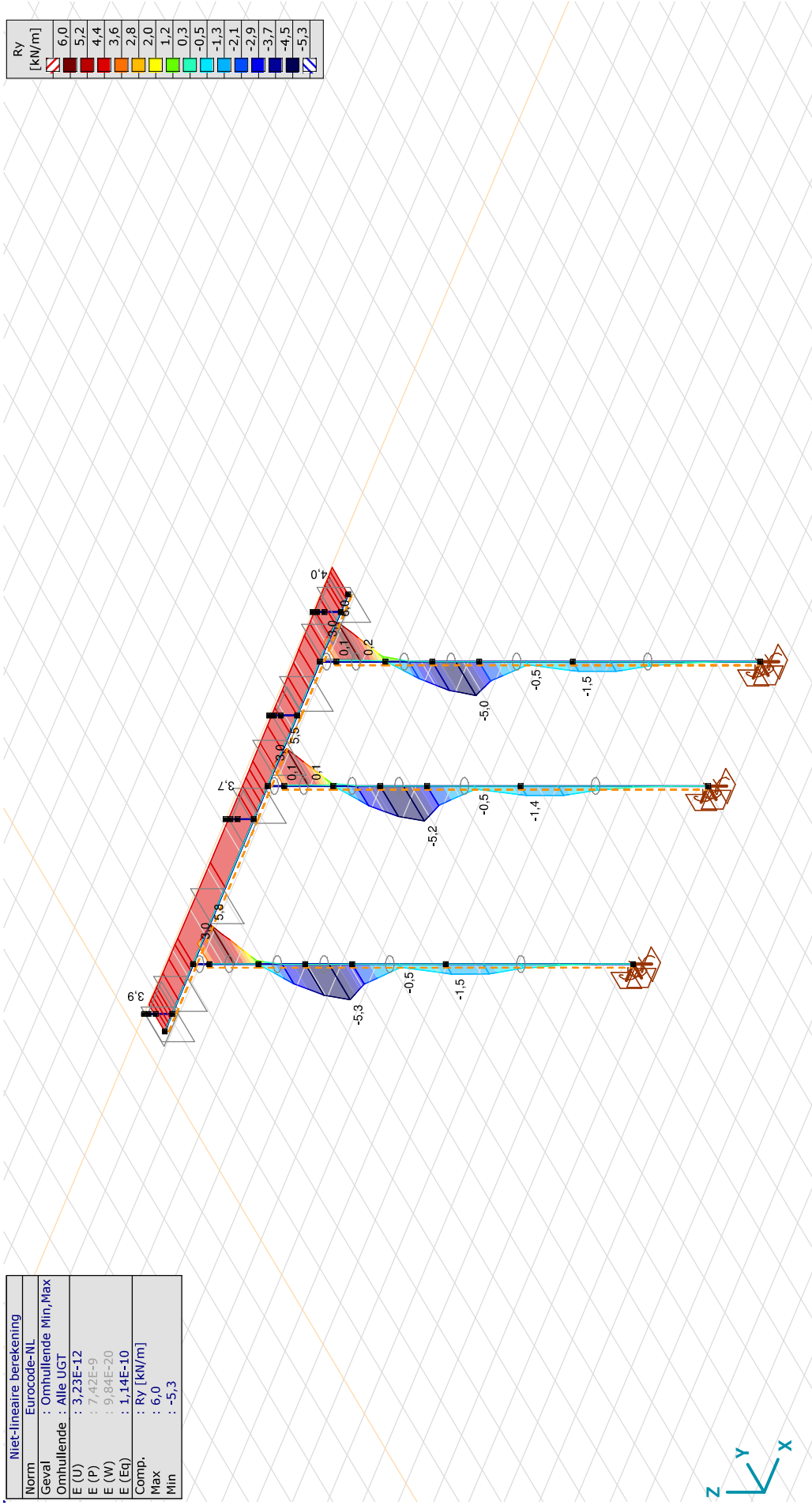
Model: **Model balken mast 19A.axs**

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: Alle UGT
E (U)	: 3,23E-12
E (P)	: 7,42E-9
E (W)	: 9,84E-20
E (Eq)	: 1,14E-10
Comp.	: Vz [kN]
Max	: 79,6
Min	: -79,6



III, Non-lin., Omhullende (Alle UGT), Vz, Lijnen (gevuld)

Project:
 Constructeur: DNV GL - Energy
 Model: Model balken mast 19A.axs



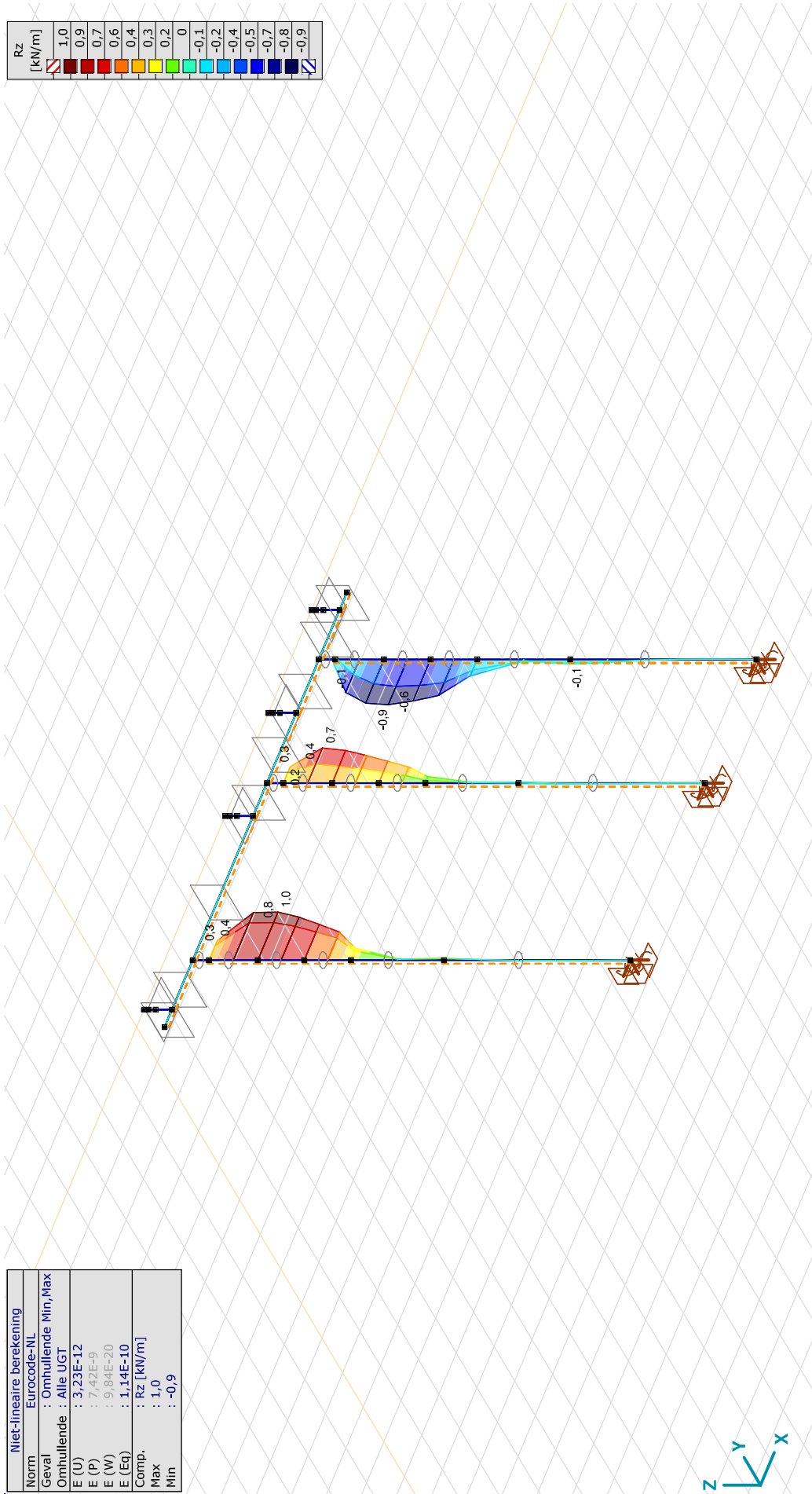
[[I]], Non-in., Omhullende (Alle UGT), Ry (lijnopp.), Lijnen (gevuld)

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

Norm	Niet-lineaire berekening
Geval	Eurocode-NL
Omhullende	: Omhullende Min, Max
E (U)	: 3,23E-12
E (P)	: 7,42E-9
E (W)	: 9,84E-20
E (Eq)	: 1,14E-10
Comp.	: Rz [kN/m]
Max	: 1,0
Min	: -0,9



III, Non-lin., Omhullende (Alle UGT), Rz (lijnopp.), Lijnen (gevuld)

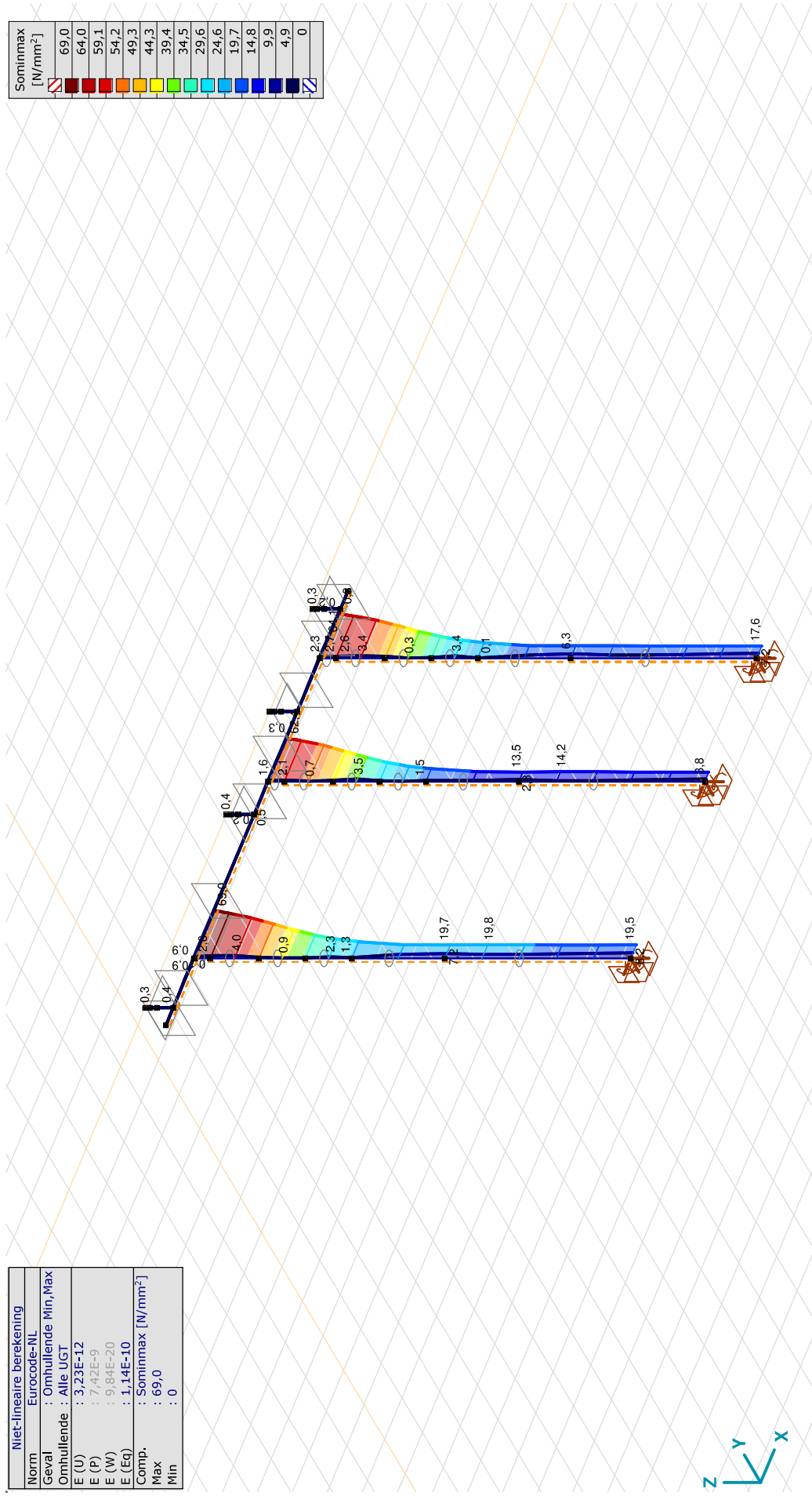
Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: Alle UGT
E (U)	: 3,23E-12
E (P)	: 7,42E-9
E (W)	: 9,84E-20
E (Eq)	: 1,14E-10
Comp.	: Somminmax [N/mm ²]
Max	: 69,0
Min	: 0

Somminmax [N/mm ²]	
	69,0
	64,0
	59,1
	54,2
	49,3
	44,3
	39,4
	34,5
	29,6
	24,6
	19,7
	14,8
	9,9
	4,9
	0



[III], Non-lin., Omhullende (Alle UGT). Somminmax, Lijnen (gevuld)

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

8-1-2022

Pag. 34

Interne krachten knoopploading [Non-lin., Omhullende (Alle UGT)]

	Knoop	X [m]	Y [m]	Z [m]	Type	C	min. max.	Geval	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Rf [kN]	Rxx [kNm]	Ryy [kNm]	Rzz [kNm]	Rrr [kNm]	αR
Ext.																	
1	25	1,625	0	-10,000	Glob.	Rx	min	Co #2 [1] (1,000)	-0,1	0	-154,1	154,1	0	0	0	0,1	0
3	33	8,925	0	-10,000	Glob.		max	Co #2 [1] (1,000)	0,1	0	-138,9	138,9	0	0	0	0	-0,001
1	25	1,625	0	-10,000	Glob.	Ry	min	Co #1 [1] (1,000)	0	0	-137,0	137,0	0	0	0	0	0
1	25	1,625	0	-10,000	Glob.		max	Co #4 [1] (1,000)	0	0,7	-136,7	136,7	0	0	-0,1	0,1	-0,005
1	25	1,625	0	-10,000	Glob.	Rz	min	Co #2 [1] (1,000)	-0,1	0	-154,1	154,1	0	0	0	0,1	0
2	29	5,925	0	-10,000	Glob.		max	Co #5 [1] (1,000)	0	0,2	-30,1	30,1	0	0	0	0	-0,007
2	29	5,925	0	-10,000	Glob.	Rxx	min	Co #4 [1] (1,000)	0	0,7	-92,7	92,7	0	0	0	0,1	-0,008
3	33	8,925	0	-10,000	Glob.		max	Co #3 [1] (1,000)	0,1	0,2	-121,6	121,6	0	0	0,1	0,1	-0,002
1	25	1,625	0	-10,000	Glob.	Ryy	min	Co #2 [1] (1,000)	-0,1	0	-154,1	154,1	0	0	0	0,1	0
3	33	8,925	0	-10,000	Glob.		max	Co #2 [1] (1,000)	0,1	0	-138,9	138,9	0	0	0	0	-0,001
1	25	1,625	0	-10,000	Glob.	Rzz	min	Co #4 [1] (1,000)	0	0,7	-136,7	136,7	0	0	-0,1	0,1	-0,005
3	33	8,925	0	-10,000	Glob.		max	Co #4 [1] (1,000)	0,1	0,7	-120,0	120,0	0	0	0,1	0,1	-0,006
2	29	5,925	0	-10,000	Glob.	αR	min	Co #6 [1] (1,000)	0	0,7	-30,6	30,6	0	0	0	0	-0,024
2	29	5,925	0	-10,000	Glob.		max	Co #2 [1] (1,000)	0	0	-105,4	105,4	0	0	0	0	0

Knoop: Ondersteunde knoop; **Type:** Opleggingsstype; **C:** Extreme component; **min. max.:** Belastingtype; **Geval:** Belastinggeval van de extreme; **Rx:** X-component opleggingsreactiekracht; **Ry:** Y-component opleggingsreactiekracht; **Rz:** Z-component opleggingsreactiekracht;
Rr: Resulterende opleggingsreactiekracht; **Rxx:** X-component opleggingsreactiemoment; **Ryy:** Y-component opleggingsreactiemoment; **Rzz:** Z-component opleggingsreactiemoment; **Rrr:** Resultierend opleggingsreactiemoment;
 αR : Verhouding verticale oplegkracht / horizontale oplegkracht;

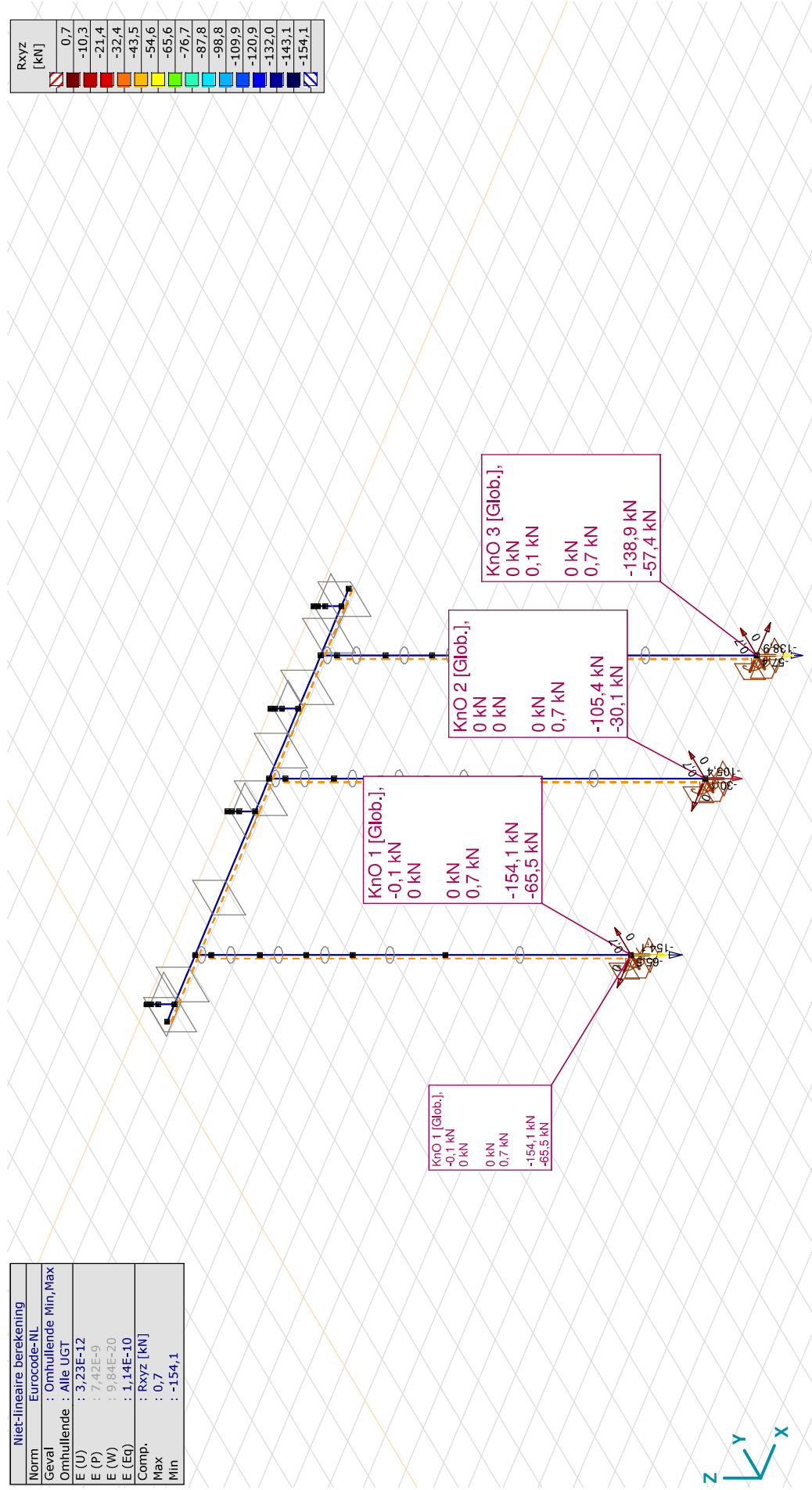
Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

Norm	Niet-lineaire berekening
Geval	Eurocode-NL
Omhullende	: Omhullende Min, Max
E (U)	: 3,23E-12
E (P)	: 7,42E-9
E (W)	: 9,84E-20
E (Eq)	: 1,14E-10
Comp.	: Rxyz [kN]
Max	: 0,7
Min	: -154,1

Rxyz [kN]	0,7
	-10,3
	-21,4
	-32,4
	-43,5
	-54,6
	-65,6
	-76,7
	-87,8
	-98,8
	-109,9
	-120,9
	-132,0
	-143,1
	-154,1



[[I]], Non-lin., Omhullende (Alle UGT), Rxyz (knoopopl.), Lijnen

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

Knoopverplaatsingen [Non-lin., Co #5 [1] (1,000)]

	eX [mm]	eY [mm]	eZ [mm]	eR [mm]	fX [rad]	fY [rad]	fZ [rad]	fR [rad]	eX [mm]	eY [mm]	eZ [mm]	eR [mm]	fX [rad]	fY [rad]	fZ [rad]	fR [rad]
Ext.																
49	-0,1	0	-0,3	0,3	-0,0002	0	0	0,0002	0,1	0,9	-0,7	1,2	-0,0009	-0,0002	0	0,0009
13	0,2	1,5	-0,6	1,6	-0,0009	0,0002	0	0,0009	0,1	0,9	-0,6	1,1	-0,0009	-0,0002	0	0,0009
34	0	-0,2	-0,2	0,3	0	0	0	0	-0,1	1,5	-0,6	1,6	-0,0009	-0,0002	0	0,0009
13	0,2	1,5	-0,6	1,6	-0,0009	0,0002	0	0,0009	0	1,4	-0,6	1,5	-0,0009	-0,0002	0	0,0009
9	0,1	1,0	-0,7	1,2	-0,0009	0,0002	0	0,0009	0	1,2	-0,6	1,4	-0,0009	-0,0002	0	0,0009
25	*	*	0	*	*	*	*	*	0,1	0,9	-0,6	1,1	-0,0009	-0,0002	0	0,0009
25	*	*	*	0	*	*	*	*	0,1	0,9	-0,6	1,1	-0,0009	-0,0002	0	0,0009
13	0,2	1,5	-0,6	1,6	-0,0009	0,0002	0	0,0009	0,1	1,0	-0,6	1,1	-0,0009	0,0002	0	0,0009
10	-0,1	1,6	-0,6	1,6	-0,0009	-0,0002	0	0,0009	0,1	1,0	-0,7	1,2	-0,0009	0,0002	0	0,0009
14	0	1,4	-0,6	1,5	-0,0009	-0,0002	0	0,0009	0,2	1,5	-0,6	1,6	-0,0009	0,0002	0	0,0009
35	0	-0,1	-0,2	0,2	0,0001	0	0	0,0001	0,2	1,4	-0,6	1,5	-0,0009	0,0002	0	0,0009
1	0,1	0,9	-0,7	1,2	-0,0009	-0,0002	0	0,0009	0,1	1,3	-0,6	1,4	-0,0009	0,0002	0	0,0009
65	0,1	0,9	-0,6	1,1	-0,0009	-0,0002	0	0,0009	0,1	1,0	-0,6	1,2	-0,0009	0,0002	0	0,0009
66	0,1	0,9	-0,6	1,1	-0,0009	-0,0002	0	0,0009	0,1	1,0	-0,6	1,2	-0,0009	0,0002	0	0,0009
67	0,1	0,9	-0,6	1,1	-0,0009	-0,0002	0	0,0009	0,1	1,0	-0,6	1,2	-0,0009	0,0002	0	0,0009
9	0,1	1,0	-0,7	1,2	-0,0009	0,0002	0	0,0009	0,1	1,0	-0,7	1,2	-0,0009	0,0002	0	0,0009
83	0,1	1,0	-0,6	1,2	-0,0009	0,0002	0	0,0009	*	*	*	*	*	*	0	0
84	0,1	1,0	-0,6	1,2	-0,0009	0,0002	0	0,0009	0,2	1,5	-0,6	1,6	-0,0009	0,0002	0	0,0009
85	0,1	1,0	-0,6	1,2	-0,0009	0,0002	0	0,0009	0,2	1,4	-0,6	1,5	-0,0009	0,0002	0	0,0009

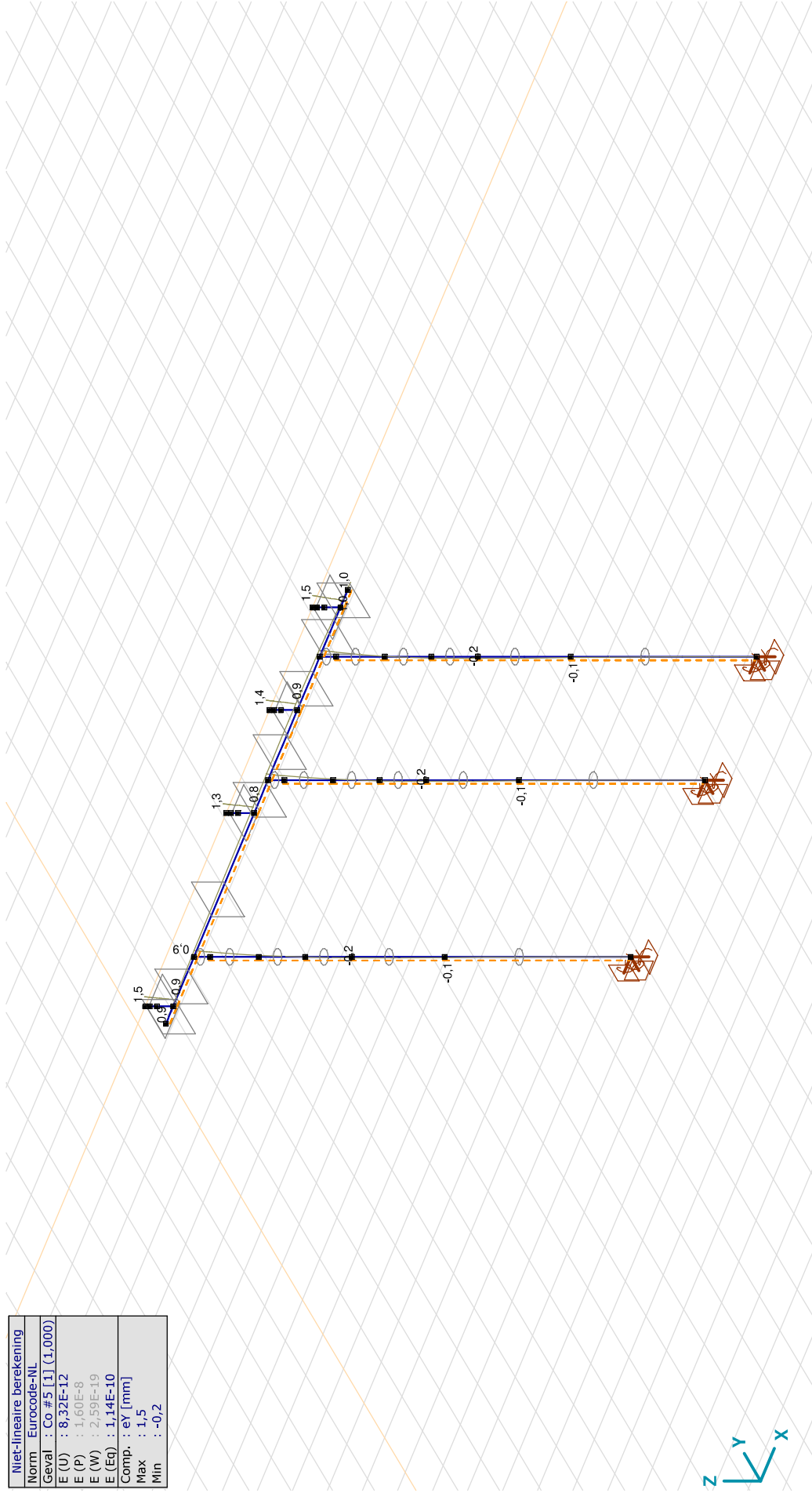
eX: Verplaatsing in X-richting; eY: Verplaatsing in Y-richting; eZ: Verplaatsing in Z-richting; eR: Resulterende verplaatsing; fX: Rotatie in X-richting; fY: Rotatie in Y-richting; fZ: Rotatie in Z-richting; fR: Resulterende rotatie;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval :	Co #5 [I] (1,000)
E (U) :	8,32E-12
E (P) :	1,60E-8
E (W) :	2,59E-19
E (Eq) :	1,14E-10
Comp. :	eY [mm]
Max :	1,5
Min :	-0,2



III, Non-lin., Co #5 [I] (1,000), eY, Lijnen

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs****Constructie-element unity-check (Eurocode-NL) [Non-lin., Omhullende (Alle UGT)]**

Ontwerp-element	Type	Materiaal	Profiel	Max. Loc. [m]	Analyse	Max.	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	Ky	Kz	Kw
1(7-33)	(Staal)	S 355	O 324x8	0	N-M-V	0,201	-120,0	5,4	2,2	0,1	-4,4	29,9	1,000	1,000	1,000
2(5-29)	(Staal)	S 355	O 324x8	0	N-M-V	0,186	-92,7	6,2	-1,4	0	2,1	31,0	1,000	1,000	1,000
3(3-25)	(Staal)	S 355	O 324x8	0	N-M-V	0,209	-136,7	6,3	-2,0	-0,1	3,3	31,6	1,000	1,000	1,000
3(3-25)	(Staal)	S 355	O 324x8	0	N-M-V	0,209	-136,7	6,3	-2,0	-0,1	3,3	31,6	1,000	1,000	1,000

Ontwerp-element	Z _a	C ₁	C ₂	C ₃	Curve klasse N	X _N	Curve klasse LT	χ _{LT}	a [m]	Geval
1(7-33)	Zoals gedefinieerd	—	—	—	a	0,595	—	—	—	Co #4 [1] (1,000)
2(5-29)	Zoals gedefinieerd	—	—	—	a	0,595	—	—	—	Co #4 [1] (1,000)
3(3-25)	Zoals gedefinieerd	—	—	—	a	0,595	—	—	—	Co #4 [1] (1,000)
3(3-25)	Zoals gedefinieerd	—	—	—	a	0,595	—	—	—	Co #4 [1] (1,000)

Ontwerpelement: Ontwerpelement (eindpunten); **Max. Loc.**: Positie maximum; **Analyse**: Berekenen van de maximumwaarde; **Max.**: Maximum waarde; **Nx**: Normalkracht; **Vy**: Dwarskracht in lokale y-richting; **Vz**: Dwarskracht in lokale z-richting; **Tx**: Torsiemoment; **My**: Buigend moment in lokale y-richting; **Mz**: Buigend moment in lokale z-richting; **K_y**, **K_z**, **K_w**, **C₁**, **C₂**, **C₃**, **Curve klasse N**, **X_N**, **Curve klasse LT**, **χ_{LT}**, **a**: Ontwerpparameters; **Geval**: Belastinggeval van de extreme;

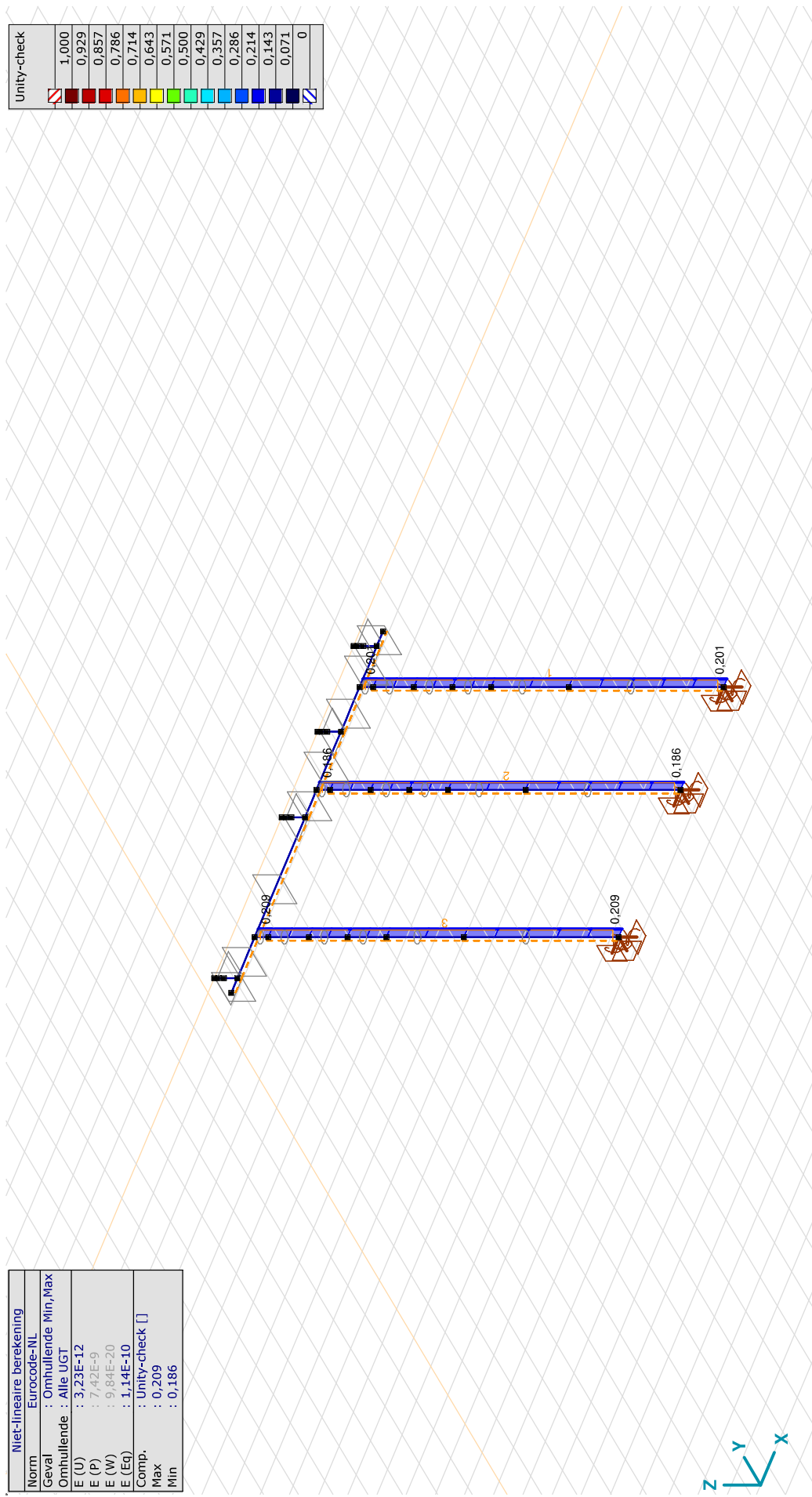
Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model balken mast 19A.axs**

Niet-lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: Alle UGT
E (U)	: 3,23E-12
E (P)	: 7,42E-9
E (W)	: 9,84E-20
E (Eq)	: 1,14E-10
Comp.	: Unity-check []
Max	: 0,209
Min	: 0,186

Unity-check	
	1,000
	0,929
	0,857
	0,786
	0,714
	0,643
	0,571
	0,500
	0,429
	0,357
	0,286
	0,214
	0,143
	0,071
	0



[Stl], Non-lin., Omhullende (Alle UGT), Unity-check, Lijnen (gevuld)