

B.11 Mastrapportage solo-hoekmasten

ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN

Mastrapport solo-hoekmasten HB/s

TenneT TSO B.V.

Meridian doc.nr.: 002.678.00.0928554

Rapport nr.: 21-0818, Rev. 1

Datum: 30-07-2021

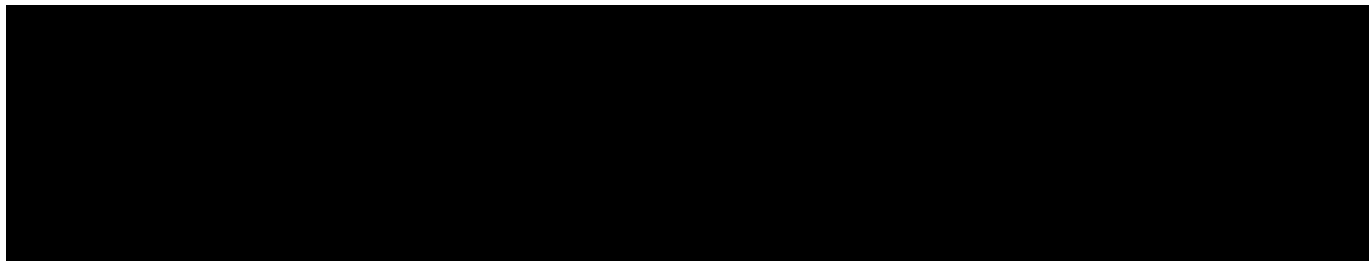




Projectnaam: Zuid-West 380 kV Oost Verbindingen
Rapport titel: Mastrapport solo-hoekmasten HB/s
Klant: TenneT TSO B.V.,
Contactpersoon klant: [REDACTED]
Datum uitgave: 30-07-2021
Project nr.: 10124719
Organisatie unit: TDT
Meridian doc.nr.: 002.678.00. 0928554
Rapport nr.: 21-0818, Rev. 1

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

Tel: 026 356 9111
Handelsregister Arnhem 09006404

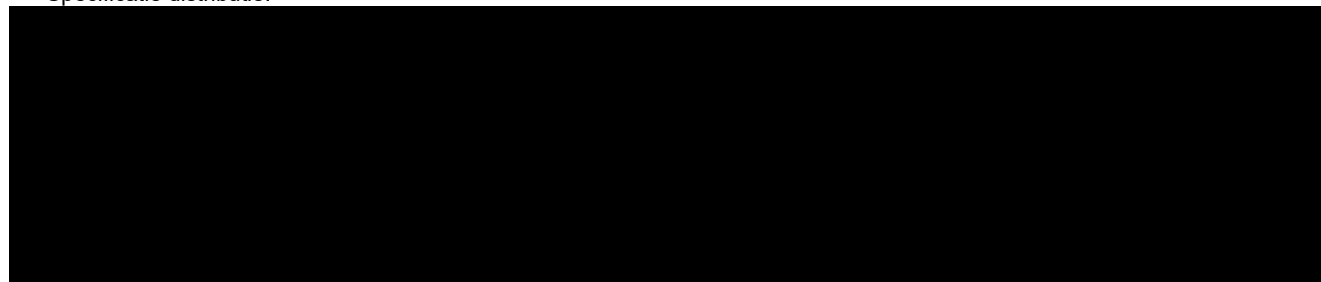


Copyright © DNV 2021. All rights reserved. Unless otherwise agreed in writing: (i) This publication or parts thereof may not be copied, reproduced or transmitted in any form, or by any means, whether digitally or otherwise; (ii) The content of this publication shall be kept confidential by the customer;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

DNV Distributie: :

- Open
- Intern
- Commercieel vertrouwelijk
- Vertrouwelijk
- Geheim

*Specificatie distributie: --



Inhoudsopgave

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

1 INLEIDING

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

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

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

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

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

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

2 UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

2.1 Normen

Er is gebruik gemaakt van de normen volgens Tabel 1.

Tabel 1 Gebruikgemaakte normen, voorschriften en richtlijnen

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

2.2 TenneT-specificaties

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

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

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

2.3 Eisenverificatie

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

2.4 Ontwerpprojecten

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

2.5 Materialen

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

Tabel 3 Materialen aangepaste constructie

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

Voor de constructie geldt conform TenneT-specificatie:

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

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

2.6 Software

De gebruikte software wordt benoemd in Tabel 4.

Tabel 4 Toegepaste software

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

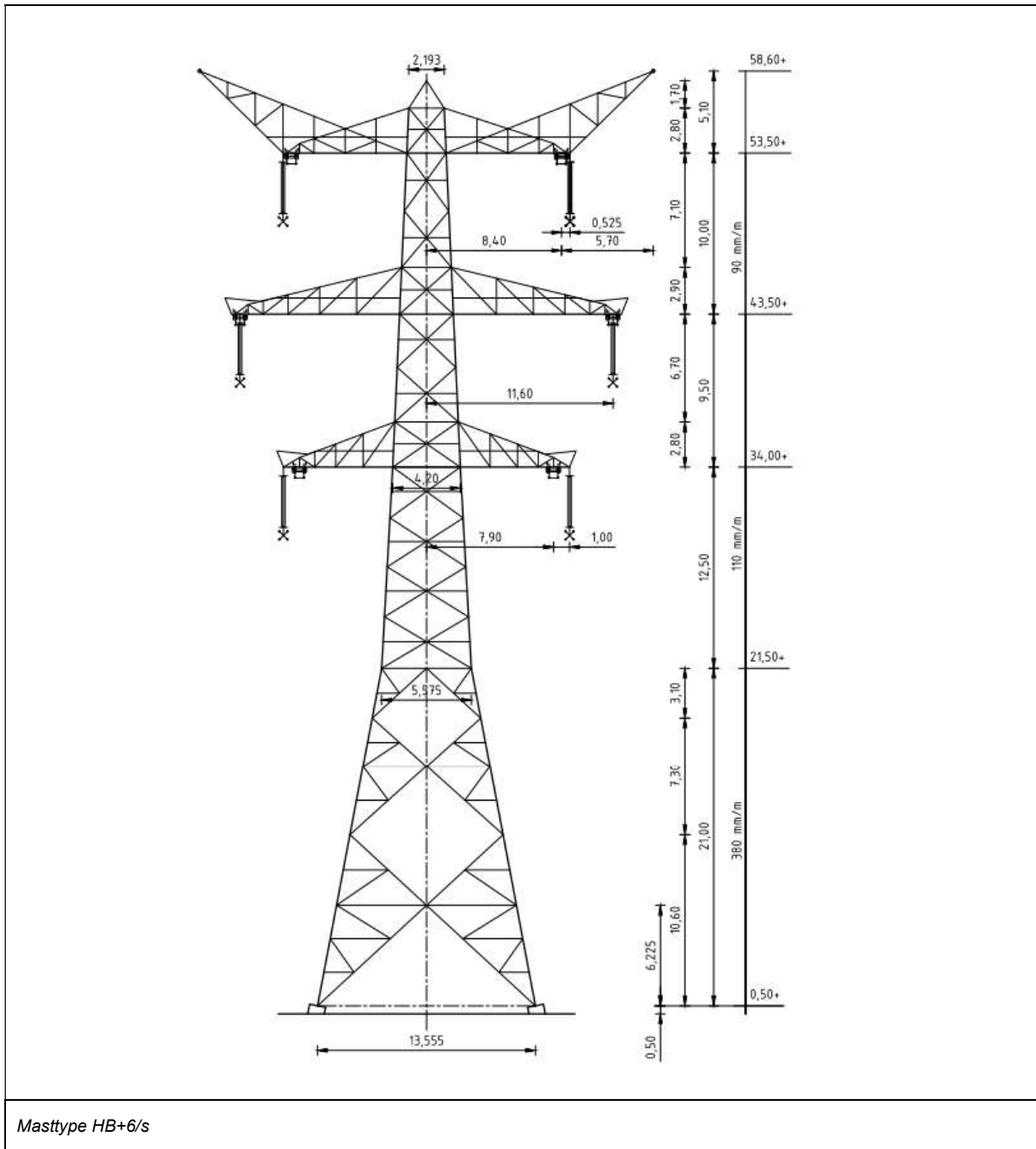
3 MASTONTWERP

3.1 Mastbeelden

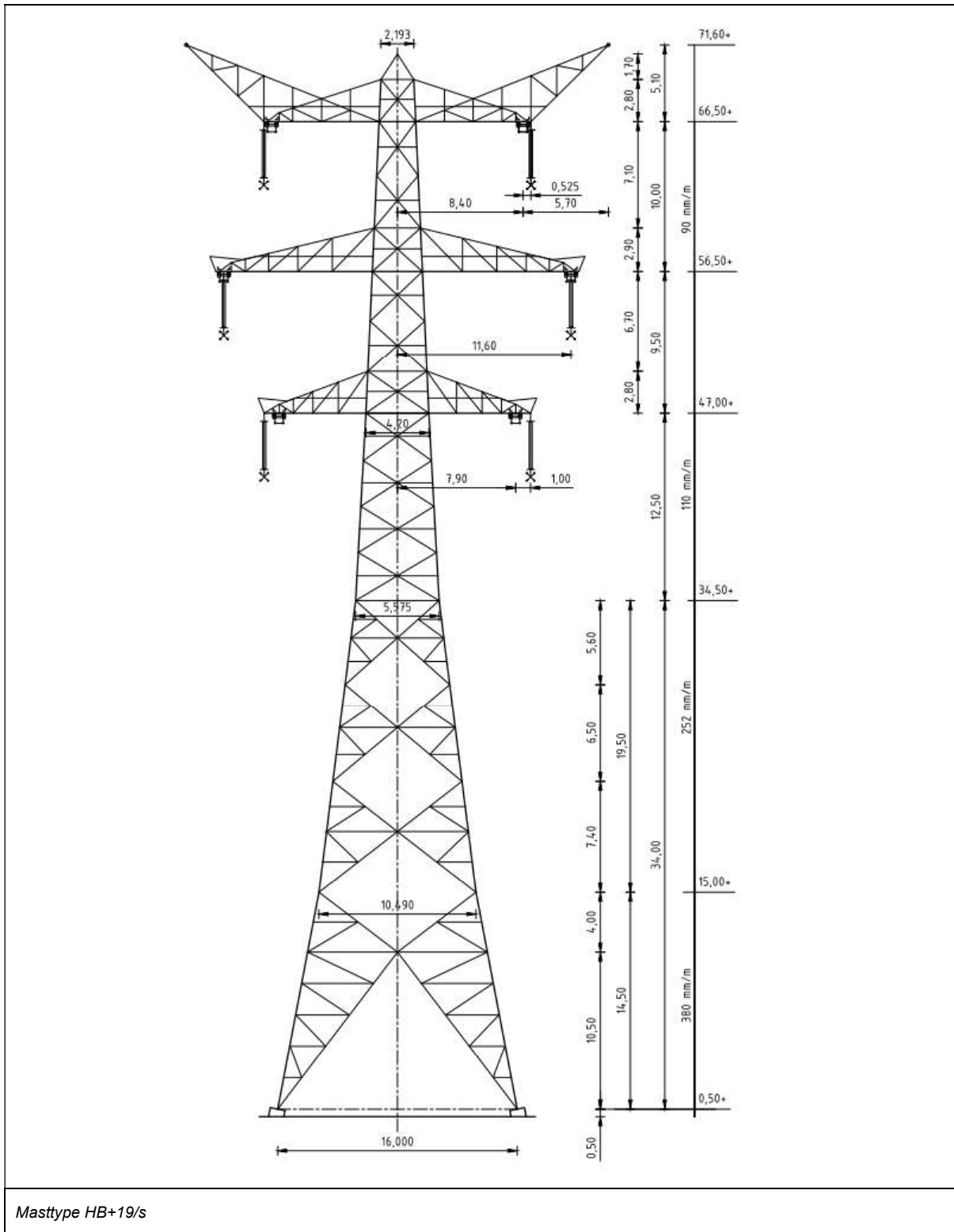
In dit hoofdstuk worden de mastbeelden weergegeven met de belangrijkste maatvoering, voor volledige tekeningen van de masttypen wordt verwezen naar onderstaande tekeningen:

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

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



Figuur 1 Mastbeeld masttype HB+6/s



Masttype HB+19/s

Figuur 2 Mastbeeld masttype HB+19/s

3.2 Uitgangspunten berekening

De uitgangspunten volgens Tabel 5 zijn van toepassing.

Tabel 5 Uitgangspunten

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

3.3 Mastenlijst

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

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

Tabel 6 Mastenlijst HB+6/s

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

Tabel 7 Mastenlijst HB+19/s

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

3.4 Geleiderbelastingen

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

3.5 Reacties op de fundering

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

3.6 Modelling

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

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

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

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

3.7 Overige controles

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

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

3.8 Mastgewicht

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

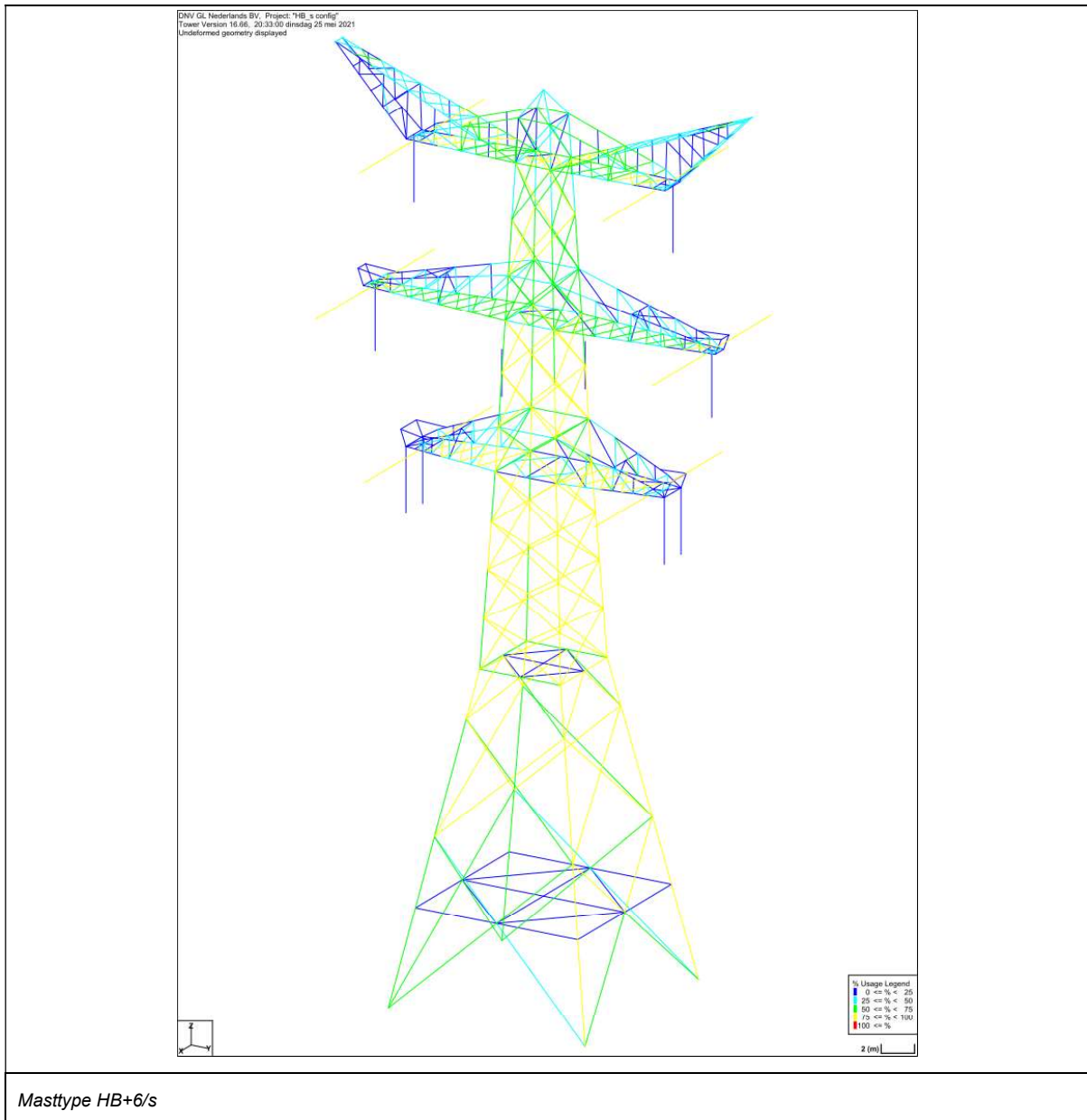
- Masttype HB+6/s -> 75,5 ton
- Masttype HB+19/s -> 92,3 ton.

4 TOETSING

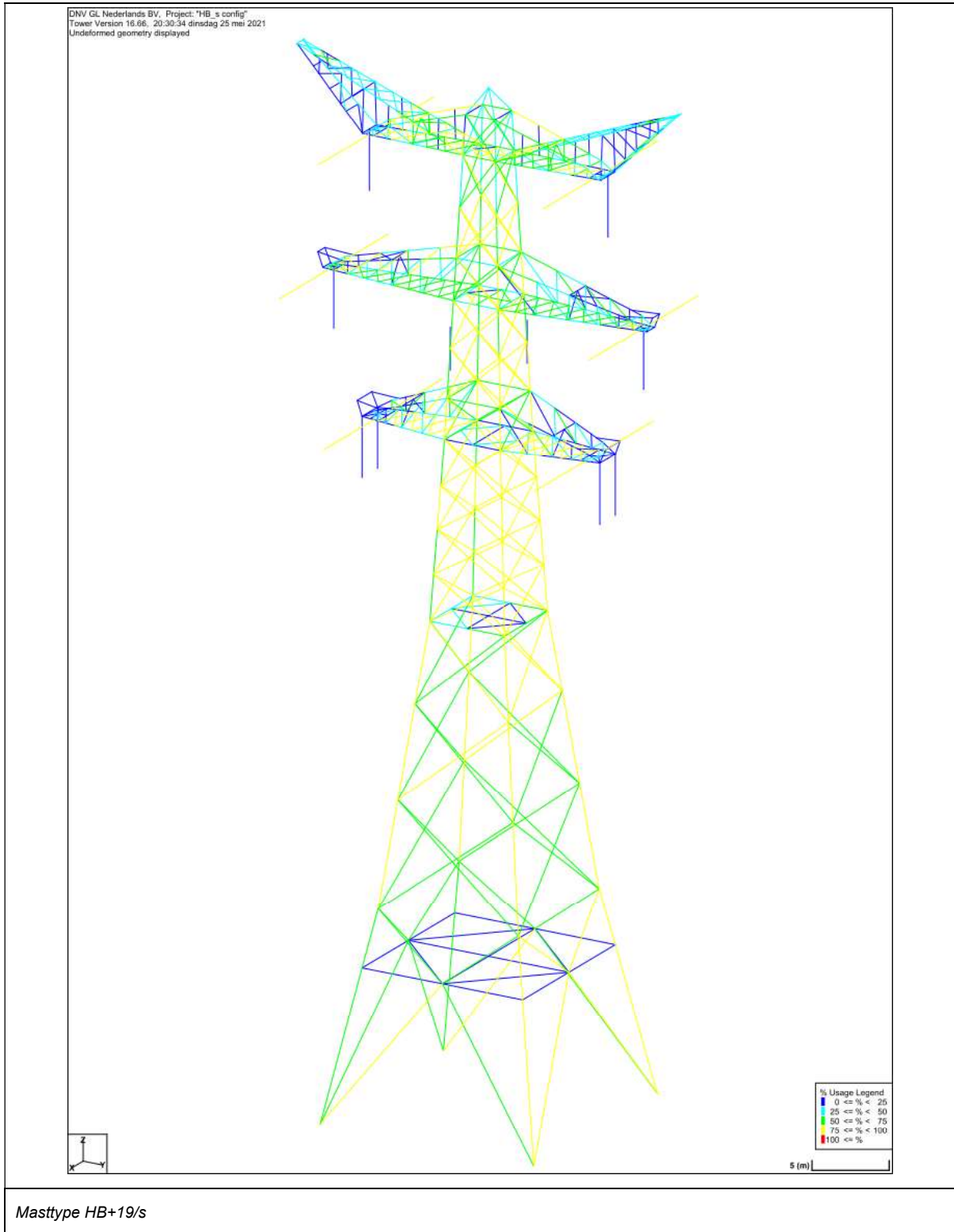
4.1 Resultaat PLS-TOWER

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

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



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



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

4.2 Toetsing overige onderdelen

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

Tabel 8 Samenvatting uitgevoerde controles

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

APPENDIX A

Geleiderbelastingen

Geleiderbelastingen opgenomen:

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

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

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

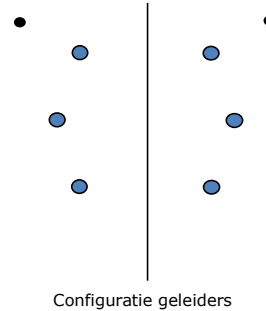
Geleiderbelastingen

Algemeen

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

Uitgangspunten

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



Geleiders Back

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

Geleiders Ahead

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

Isolatoren (1)

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

1. Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset

Ophanghoogte en positie in mast

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

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

Hoogteaanpassing naastgelegen masten (aanpassing wind- en weight span)

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

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

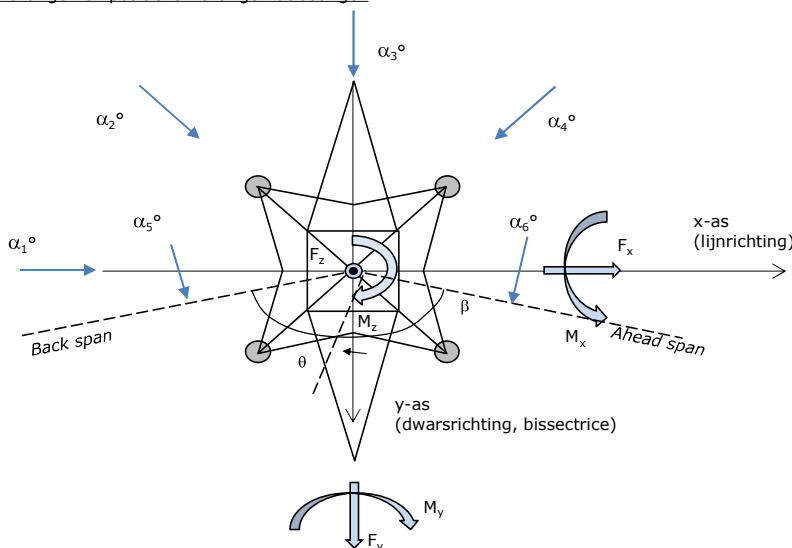
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			Δh back	Δh ahead	Δy back	Δy ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	21	380ct2f2	0,0	0,0 m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

Lijn- en mastgegevens

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

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

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



Beschouwd aantal windrichtingen

1a	6
3	6
4	1
6	1
Overig	1

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

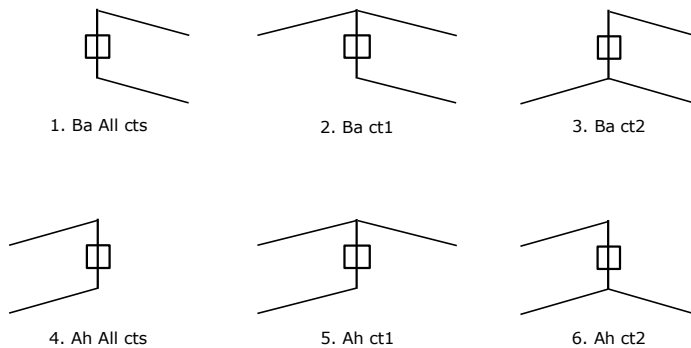
Geleiderafval

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

Belastingsituaties SPLS

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

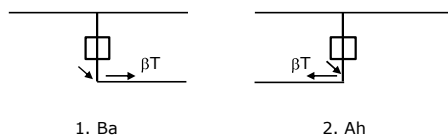
Principe belastingssituaties:



Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



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

Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

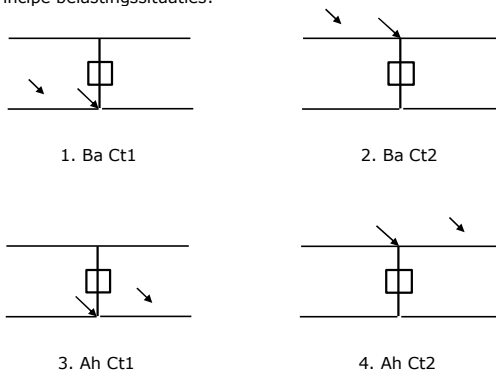
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden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

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

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

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

Principe belastingssituaties:



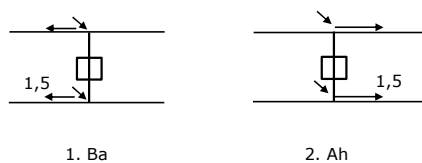
Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

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

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

Belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders van het circuit.

Principe belastingssituaties:



Belastingcombinatie 8. Lijndansen als dynamische belasting

Alleen van toepassing op hoek- en eindmasten

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

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

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

Mastconstructie

Eigenschappen

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

Berekening windbelasting

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

Eigenschappen mastsecties langsrichting (vooraanzicht, yz-vlak)

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

Eigenschappen mastsecties dwarsrichting (zijaanzicht, xz-vlak)

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

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

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

Windoppervlak feeders telecominstallaties

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

Invoer antennes

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

Belastingen mastsectie langsrichting (x-richting) per windrichting

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

Belastingen mastsectie dwarsrichting (y-richting) per windrichting

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

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

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

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

Tussenresultaten geleiderbelastingen

Geleiders back

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

Geleiders ahead

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

Verticale belasting back

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

Verticale belasting ahead

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

Isolatoren

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

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

Windbelasting back

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

Windbelasting ahead

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

NB: belastingen w_v gelden voor bundel

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

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

Geleiderbelastingen

Uitgangspunten
 Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2
 Referentieperiode 50 jaar

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

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

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

Samenvattingstabellen geleiderbelastingen

In de onderstaande vier tabellen is weergegeven:

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

Maximale waarden voor back en ahead span

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

Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

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

Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

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

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

Voor alle geleiders

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

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

Maximale waarden back+ahead span Maximale waarden trekkracht geleider

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

EDS-belastingen geleiders

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

Controle uplift SLS-wind

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

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

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

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

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

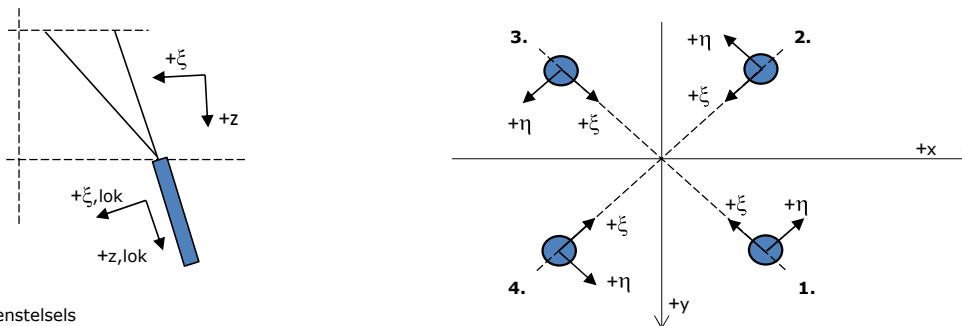
Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90	-15	1682	1239	68884	-652	0
ULS 1a_0,9_0,9_90	-17	1623	816	66349	-726	0
SLS 7	0	563	1014	24633	0	0

Fundatiebelastingen, selectie belastingcombinaties op basis grootste waarde

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

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

Oplegreacties op fundering per randstijl



Assenstelsels

Maximale drukbelasting

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

Maximale trekbelasting

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

Maximale torsiebelasting (positief)

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

Maximale torsiebelasting (negatief)

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

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

Combinatie Ftrek+Fhor

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

Permanente belasting

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

Omhullenden ongeacht stijl

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

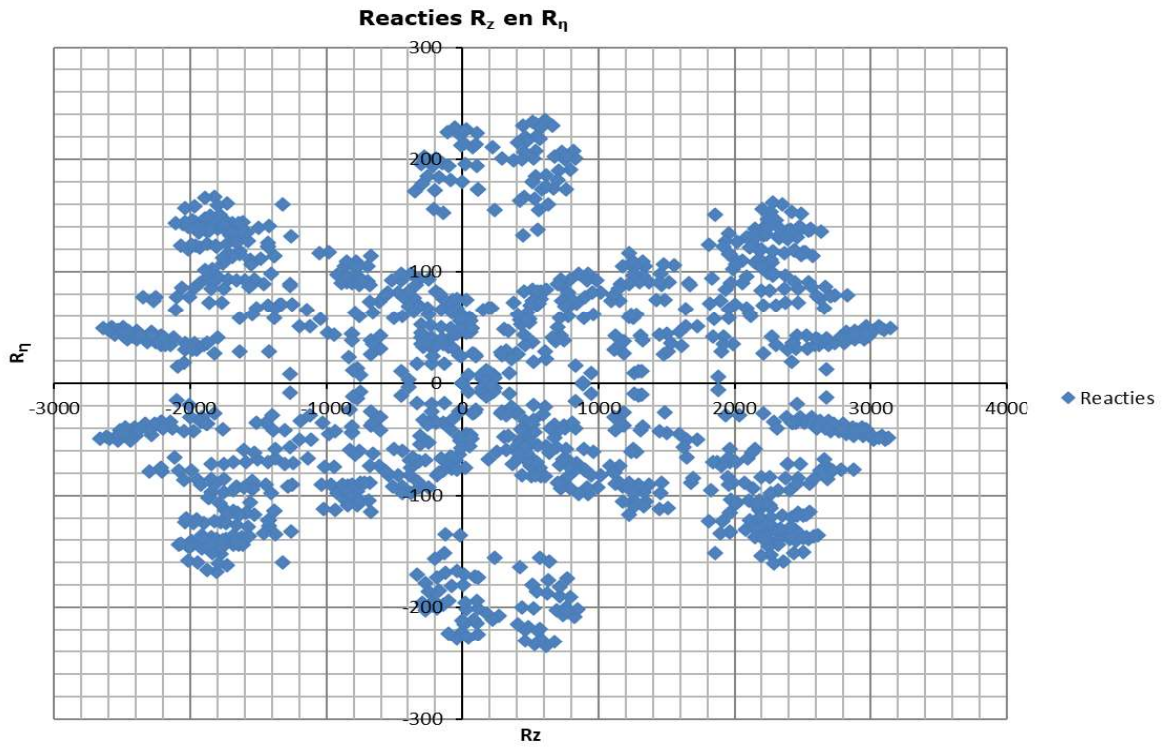
Maximale trekbelasting SLS

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

Maximale drukbelasting SLS

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

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



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

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

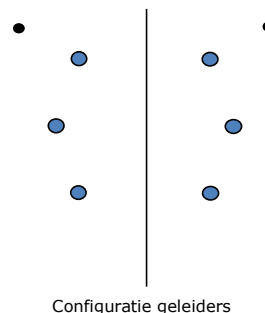
Geleiderbelastingen

Algemeen

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

Uitgangspunten

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



Geleiders Back

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

Geleiders Ahead

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

Isolatoren (1)

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

1. Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset

Ophanghoogte en positie in mast

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

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

Hoogteaanpassing naastgelegen masten (aanpassing wind- en weight span)

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

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

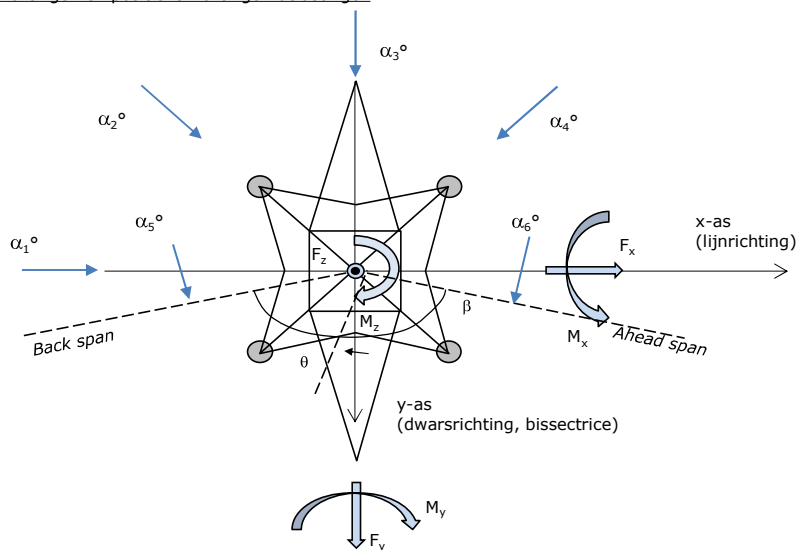
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			Δh back	Δh ahead	Δy back	Δy ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	21	380ct2f2	0,0	0,0 m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

Lijn- en mastgegevens

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

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

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



Beschouwd aantal windrichtingen

1a	6
3	6
4	1
6	1
Overig	1

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

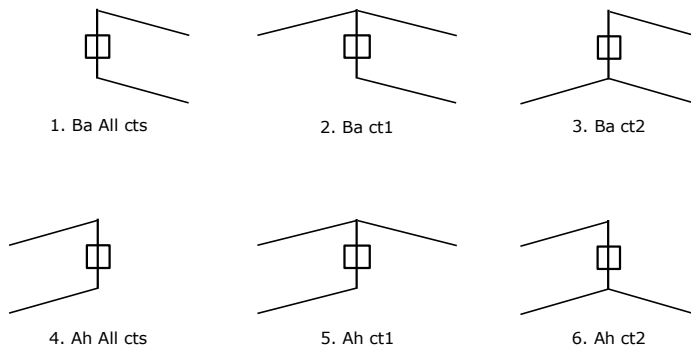
Geleiderafval

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

Belastingsituaties SPLS

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

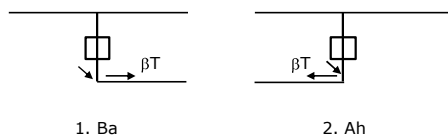
Principe belastingssituaties:



Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



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

Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

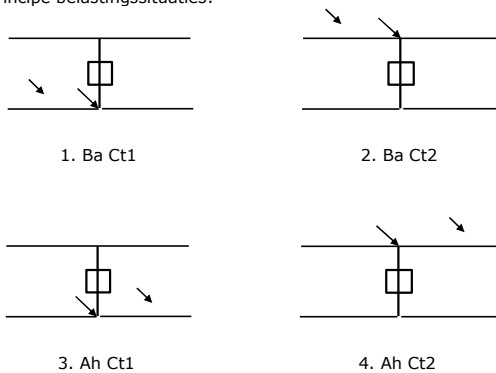
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden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

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

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

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

Principe belastingssituaties:



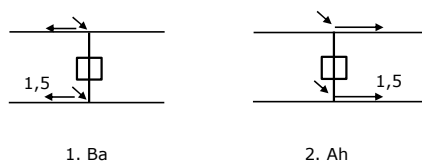
Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

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

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

Belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders van het circuit.

Principe belastingssituaties:



Belastingcombinatie 8. Lijndansen als dynamische belasting

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

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

Mastconstructie

Eigenschappen

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

Berekening windbelasting

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

Eigenschappen mastsecties langsrichting (vooraanzicht, yz-vlak)

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

Eigenschappen mastsecties dwarsrichting (zijaanzicht, xz-vlak)

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

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

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

Windoppervlak feeders telecominstallaties

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

Invoer antennes

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

Belastingen mastsectie langsrichting (x-richting) per windrichting

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

Belastingen mastsectie dwarsrichting (y-richting) per windrichting

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

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

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

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

Tussenresultaten geleiderbelastingen

Geleiders back

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

Geleiders ahead

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

Verticale belasting back

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

Verticale belasting ahead

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

Isolatoren

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

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

Windbelasting back

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

Windbelasting ahead

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

NB: belastingen w_v gelden voor bundel

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

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

Geleiderbelastingen

Uitgangspunten

Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2
 Referentieperiode 50 jaar

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

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

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

Samenvattingstabellen geleiderbelastingen

In de onderstaande vier tabellen is weergegeven:

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

Maximale waarden voor back en ahead span

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

Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

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

Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

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

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

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

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

Maximale waarden back+ahead span Maximale waarden trekkracht geleider

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

EDS-belastingen geleiders

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

Controle uplift SLS-wind

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

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

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

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

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

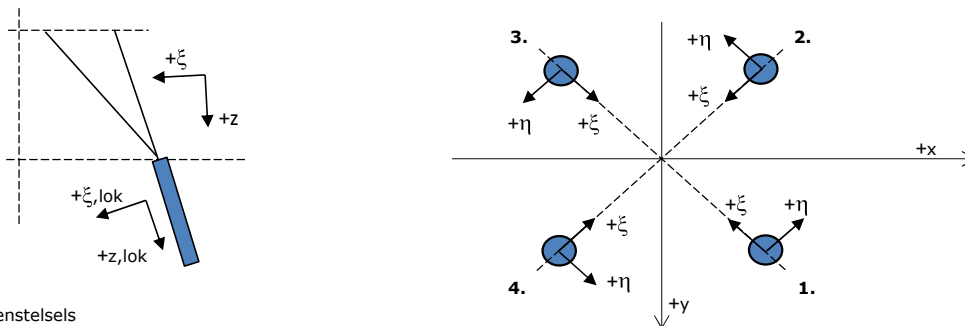
Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90	-18	1253	1242	49935	-786	0
ULS 1a_0,9_0,9_90	-20	1226	813	48758	-861	0
SLS 7	0	286	1014	12508	0	0

Fundatiebelastingen, selectie belastingcombinaties op basis grootste waarde

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

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

Oplegreacties op fundering per randstijl



Assenstelsels

Maximale drukbelasting

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

Maximale trekbelasting

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

Maximale torsiebelasting (positief)

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

Maximale torsiebelasting (negatief)

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

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

Combinatie Ftrek+Fhor

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

Permanente belasting

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

Omhullenden ongeacht stijl

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

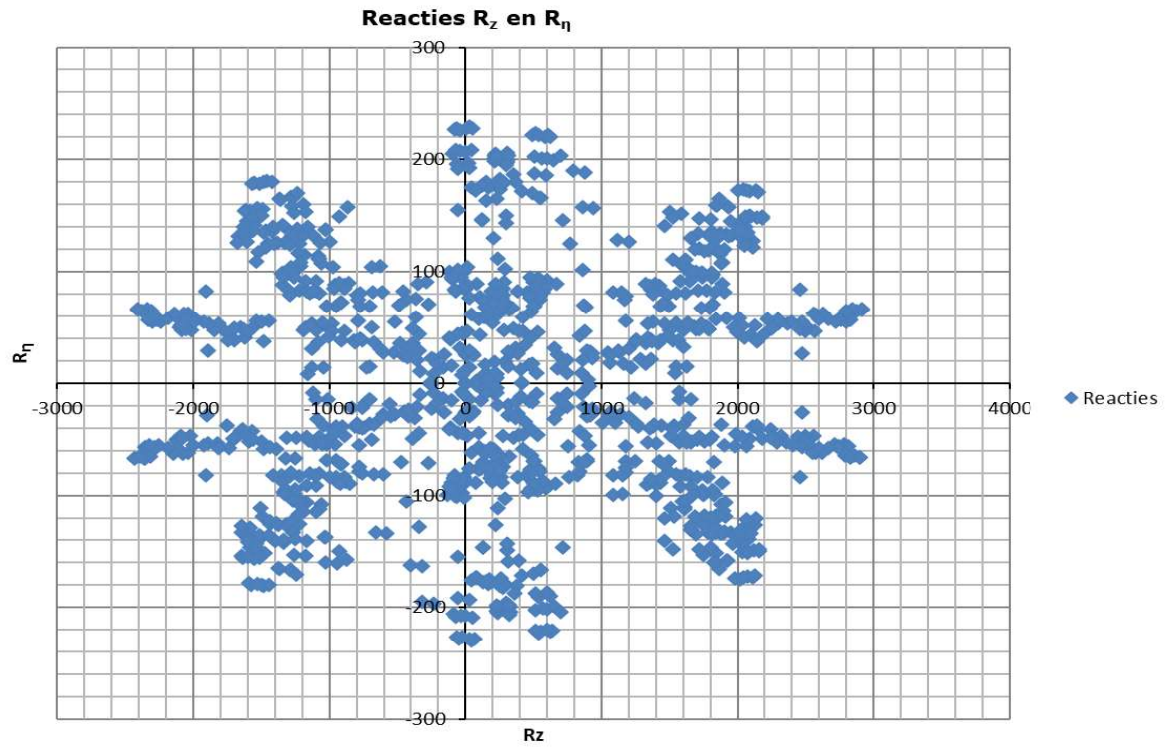
Maximale trekbelasting SLS

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

Maximale drukbelasting SLS

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

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



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

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

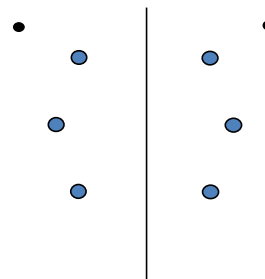
Geleiderbelastingen

Algemeen

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

Uitgangspunten

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



Configuratie geleiders

Geleiders Back

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

Geleiders Ahead

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

Isolatoren (1)

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

1. Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset

Ophanghoogte en positie in mast

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

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

Hoogteaanpassing naastgelegen masten (aanpassing wind- en weight span)

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

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

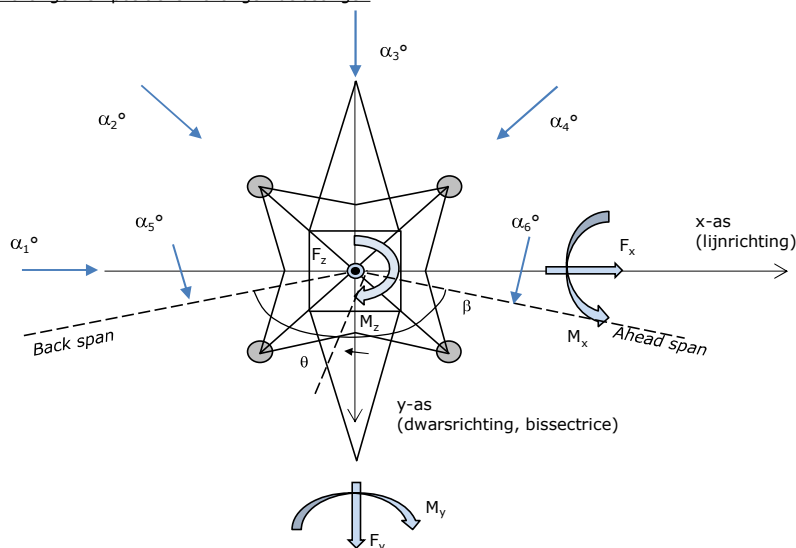
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			Δh back	Δh ahead	Δy back	Δy ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	21	380ct2f2	0,0	0,0 m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

Lijn- en mastgegevens

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

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

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



Beschouwd aantal windrichtingen

1a	6
3	6
4	1
6	1
Overig	1

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

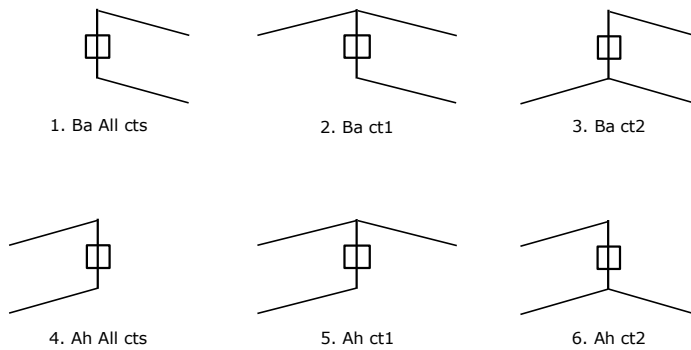
Geleiderafval

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

Belastingsituaties SPLS

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

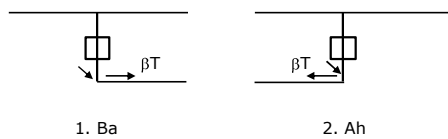
Principe belastingssituaties:



Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



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

Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

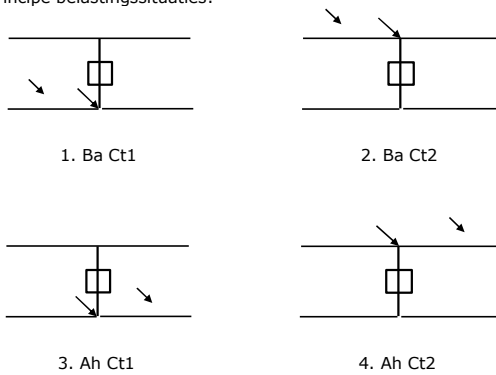
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden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

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

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

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

Principe belastingssituaties:



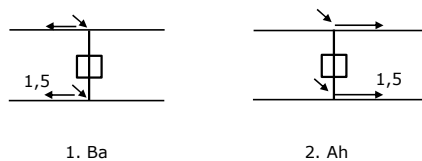
Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

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

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

Belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders van het circuit.

Principe belastingssituaties:



Belastingcombinatie 8. Lijndansen als dynamische belasting

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

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

Mastconstructie

Eigenschappen

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

Berekening windbelasting

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

Eigenschappen mastsecties langsrichting (vooraanzicht, yz-vlak)

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

Eigenschappen mastsecties dwarsrichting (zijaanzicht, xz-vlak)

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

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

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

Windoppervlak feeders telecominstallaties

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

Invoer antennes

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

Belastingen mastsectie langsrichting (x-richting) per windrichting

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

Belastingen mastsectie dwarsrichting (y-richting) per windrichting

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

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

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

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

Tussenresultaten geleiderbelastingen

Geleiders back

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

Geleiders ahead

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

Verticale belasting back

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

Verticale belasting ahead

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

Isolatoren

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

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

Windbelasting back

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

Windbelasting ahead

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

NB: belastingen w_v gelden voor bundel

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

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

Geleiderbelastingen

Uitgangspunten
 Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2
 Referentieperiode 50 jaar

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

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

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

Samenvattingstabellen geleiderbelastingen

In de onderstaande vier tabellen is weergegeven:

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

Maximale waarden voor back en ahead span

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

Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

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

Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

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

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

Voor alle geleiders

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

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

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

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

EDS-belastingen geleiders

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

Controle uplift SLS-wind

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

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

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

Combinatie	Combination	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90		10	1376	390	78779	583	0
ULS 1a_0,9_0		32	662	266	37639	1785	0
ULS 1a_0,9_0,9_90		11	1321	194	75676	642	0
ULS 3_0		14	1088	573	62337	781	0
SLS 7		0	563	293	31946	0	0

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

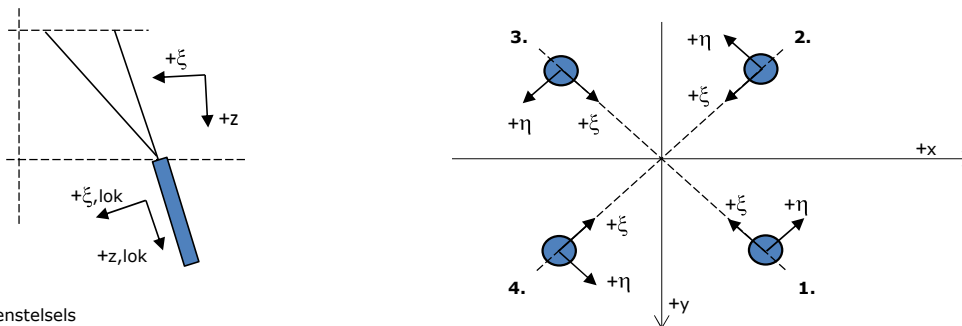
Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90	10	1895	1476	96363	583	0
ULS 1a_0,9_0,9_90	11	1840	1008	93260	642	0
SLS 7	0	563	1198	31946	0	0

Fundatiebelastingen, selectie belastingcombinaties op basis grootste waarde

Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90	10	1895	1476	96363	583	0
SPLS 3_110 Ba All Cts	1202	637	1308	33487	69783	7
SPLS 3_110 Ah Ct1	-560	827	1414	43496	-30717	-5999
ULS 1a_110	136	1827	1466	92213	12413	1

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

Oplegreacties op fundering per randstijl



Assenstelsels

Maximale drukbelasting

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_110	582	584	3636	-1	-824	-36	3721
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts	264	-307	1729	31	-404	-29	1770
3	ULS 8 Ba	-217	-295	1625	-55	-362	-10	1662
4	ULS 1a_70	-577	578	3601	1	-817	-36	3685

Maximale trekbelasting

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 8 Ba	-110	-188	-992	55	211	-4	-1015
2	ULS 1a_0,9_70	-469	471	-2963	-1	664	22	-3032
3	ULS 1a_0,9_110	475	477	-3002	2	673	22	-3071
4	SPLS 1a_0,9_0 Ba All Cts	169	-212	-1166	-31	270	17	-1194

Maximale torsiebelasting (positief)

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_90 Ah Ct2	246	1	738	173	-175	-15	756
2	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct1	-133	-105	-67	168	20	6	-69
3	SPLS 3_90 Ba Ct1	240	429	-2148	133	473	8	-2197
4	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	-349	530	2791	128	-622	-17	2856

Maximale torsiebelasting (negatief)

Index	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct2	352	532	2807	-128	-625	-16	2872
2	SPLS 3_90 Ah Ct1	-238	426	-2134	-133	470	7	-2183
3	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct1	135	-103	-78	-169	22	5	-80
4	SPLS 3_90 Ba Ct2	-244	-1	729	-174	-172	-14	745

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

Combinatie Ftrek+Fhor

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	ULS 8 Ba	-110	-188	-992	55	211	-4	-1015
2	SPLS 3_0,9_70 Ah All Cts	-432	483	-2962	-36	647	5	-3031
3	SPLS 3_0,9_110 Ba All Cts	435	486	-2981	36	651	5	-3050
4	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	149	-213	-1151	-46	256	6	-1178

Permanente belasting

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SLS 7	219	191	1298	20	-290	-9	1328
2	SLS 7	-118	90	-699	20	147	-4	-715
3	SLS 7	118	90	-699	-20	147	-4	-715
4	SLS 7	-219	191	1298	-20	-290	-9	1328

Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
Max. druk	ULS 1a_110	582	584	3636	-1	-824	-36	3721
Max. trek	ULS 1a_0,9_110	475	477	-3002	2	673	22	-3071
Max. pos. torsie	SPLS 3_90 Ah Ct2	246	1	738	173	-175	-15	756
Max. neg. torsie	SPLS 3_90 Ba Ct2	-244	-1	729	-174	-172	-14	745
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0,9_110 Ba All Cts	435	486	-2981	36	651	5	-3050

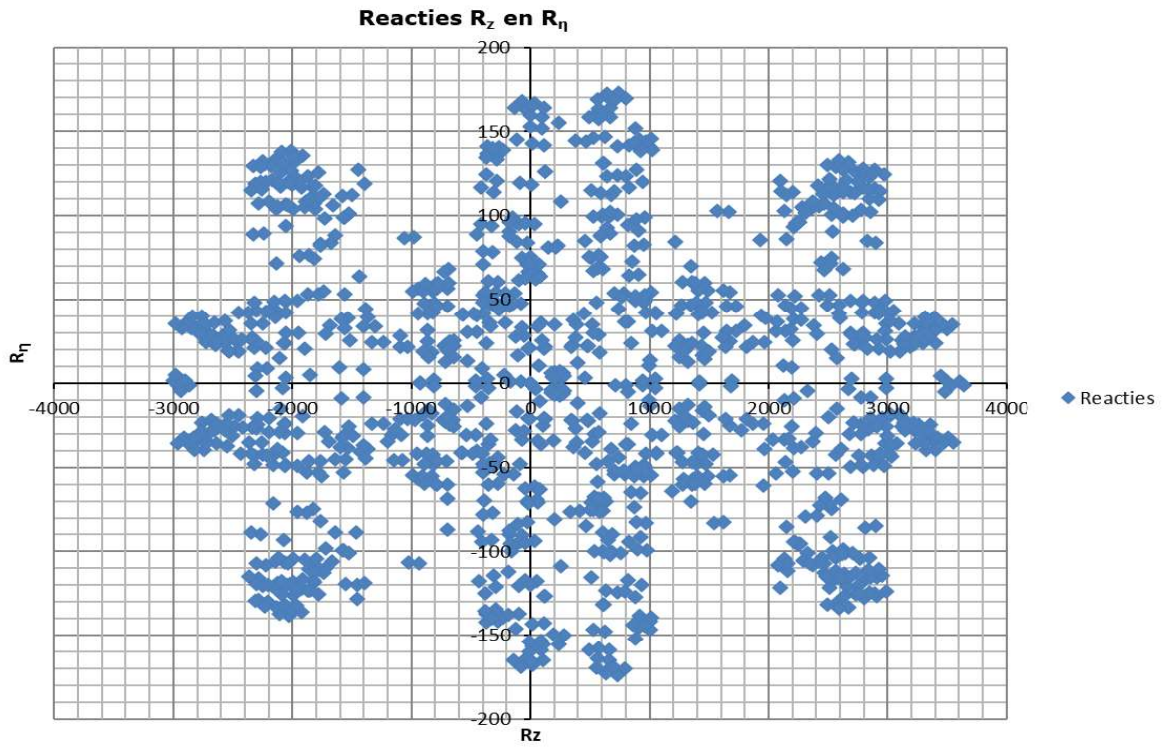
Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 3_0,9_110 Ah All Cts	-96	-164	-890	48	184	-9	-910
2	ULS 1a_0,9_70	-469	471	-2963	-1	664	22	-3032
3	ULS 1a_0,9_110	475	477	-3002	2	673	22	-3071
4	SPLS 3_0,9_70 Ba All Cts	97	-165	-895	-48	185	-9	-916

Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	ULS 1a_110	582	584	3636	-1	-824	-36	3721
2	SPLS 3_70 Ba All Cts	193	-261	1468	48	-322	-3	1502
3	SPLS 3_110 Ah All Cts	-194	-262	1474	-48	-323	-3	1508
4	ULS 1a_70	-577	578	3601	1	-817	-36	3685

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



Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (160 gr)
 Number: 1151

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

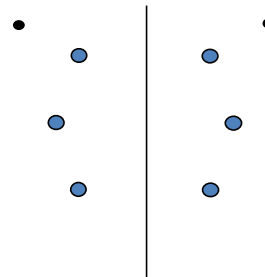
Geleiderbelastingen

Algemeen

Benaming HB+19_s (160 gr)
 Masttype Hoekmast
 Aantal circuits 2
 Configuratie 2-circuit-verticaal
 Aantal bliksemgeleiders 2

Uitgangspunten

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



Configuratie geleiders

Geleiders Back

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

Geleiders Ahead

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

Isolatoren (1)

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

1. Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset

Ophanghoogte en positie in mast

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

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (160 gr)
 Number: 1151

Hoogteaanpassing naastgelegen masten (aanpassing wind- en weight span)

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

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

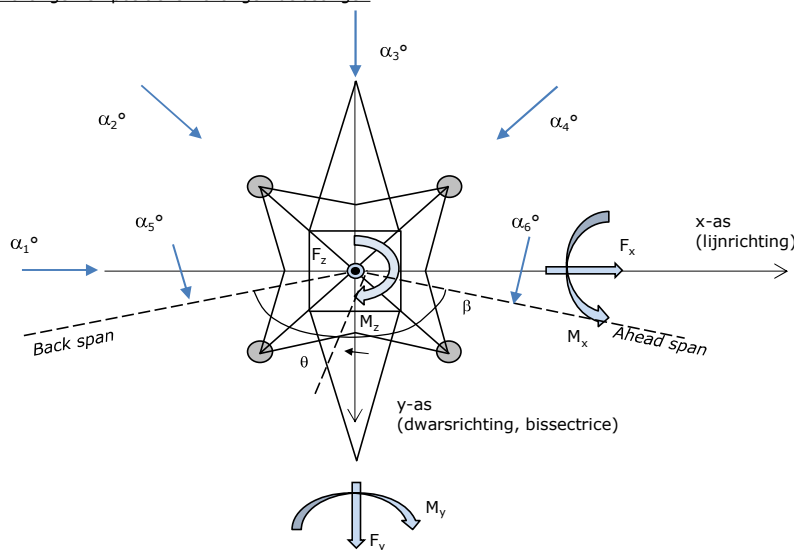
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			Δh back	Δh ahead	Δy back	Δy ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	21	380ct2f2	0,0	0,0 m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

Lijn- en mastgegevens

	Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3)/\Sigma L}$	400,0	400,0 m
Lijnhoek β	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 °
		100 °

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

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



Beschouwd aantal windrichtingen

1a	6
3	6
4	1
6	1
Overig	1

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (160 gr)
 Number: 1151

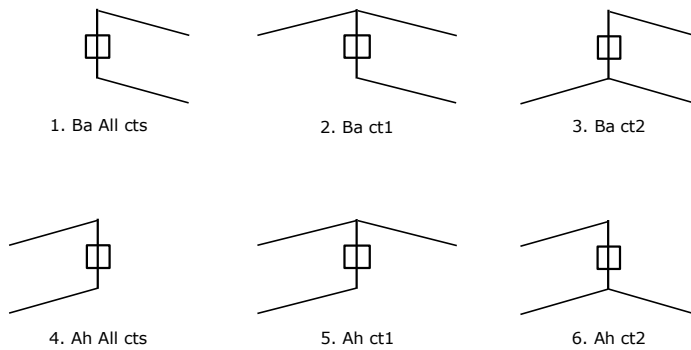
Geleiderafval

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

Belastingssituaties SPLS

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

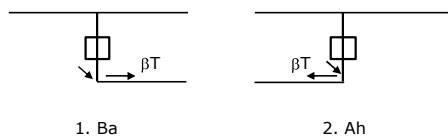
Principe belastingssituaties:



Belastingssituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (160 gr)
 Number: 1151

Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

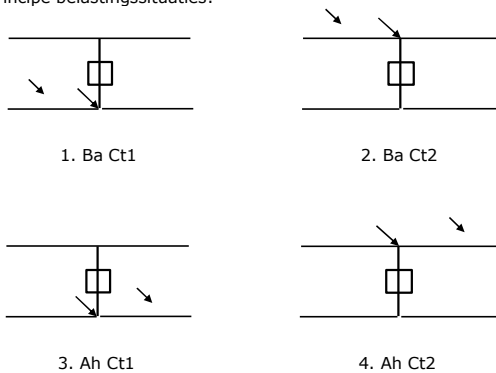
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden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

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

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

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

Principe belastingssituaties:



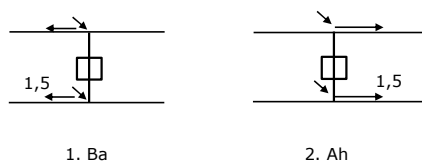
Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

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

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

Belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders van het circuit.

Principe belastingssituaties:



Belastingcombinatie 8. Lijndansen als dynamische belasting

Alleen van toepassing op hoek- en eindmasten

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

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

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (160 gr)
 Number: 1151

Mastconstructie

Eigenschappen

Masttype	Hoekmast	
Mastbenaming	HB+19_s (160 gr)	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	71,1 m	
Gewicht mast	905,3 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>		
	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	16,00	16,00 m
Helling van de randstijl	0,153	0,153 -
Factor spatkracht	1,1	1,1 -

Berekening windbelasting

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

Eigenschappen mastsecties langsrichting (vooraanzicht, yz-vlak)

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

Eigenschappen mastsecties dwarsrichting (zijaanzicht, xz-vlak)

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

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

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (160 gr)
 Number: 1151

Windoppervlak feeders telecominstallaties

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

Invoer antennes

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

Belastingen mastsectie langsrichting (x-richting) per windrichting

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

Belastingen mastsectie dwarsrichting (y-richting) per windrichting

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

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

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

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (160 gr)
 Number: 1151

Tussenresultaten geleiderbelastingen

Geleiders back

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

Geleiders ahead

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

Verticale belasting back

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

Verticale belasting ahead

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

Isolatoren

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

Project: RLL-TLB380
 Tower: HB+19_s (160 gr)
 Number: 1151

Windbelasting back

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

Windbelasting ahead

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

NB: belastingen w_v gelden voor bundel

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+19_s (160 gr)
 Mast: 1151

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

Geleiderbelastingen

Uitgangspunten

Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2
 Referentieperiode 50 jaar

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

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

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+19_s (160 gr)
 Mast: 1151

Samenvattingstabellen geleiderbelastingen

In de onderstaande vier tabellen is weergegeven:

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

Maximale waarden voor back en ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-66,6	66,8	17,2	17,3	12,9	11,2
380ct1f1	-260,7	261,6	70,0	70,9	46,4	39,7
380ct1f2	-264,2	265,1	73,2	73,9	46,6	39,8
380ct1f3	-267,6	268,4	76,0	76,6	46,7	39,9
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
380ct2f1	-260,7	261,6	70,0	70,9	46,4	39,7
380ct2f2	-264,2	265,1	73,2	73,9	46,6	39,8
380ct2f3	-267,6	268,4	76,0	76,6	46,7	39,9
bl2	-65,7	65,8	17,0	17,1	12,8	11,1
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	526,3	553,7	526,0
380ct1f1	526,1	549,7	526,0
380ct1f2	526,1	550,2	526,0
380ct1f3	526,1	550,5	526,0
Post-isolator 1			
Post-isolator 2			
Post-isolator 3			
380ct2f1	526,1	549,7	526,0
380ct2f2	526,1	550,2	526,0
380ct2f3	526,1	550,5	526,0
bl2	526,3	554,2	526,0
Post-isolator 4			
Post-isolator 5			
Post-isolator 6			

Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	684,8	501,3
380ct1f1	595,7	523,9
380ct1f2	602,6	525,6
380ct1f3	608,6	527,2
Post-isolator 1		
Post-isolator 2		
Post-isolator 3		
380ct2f1	595,7	523,9
380ct2f2	602,6	525,6
380ct2f3	608,6	527,2
bl2	689,0	500,6
Post-isolator 4		
Post-isolator 5		
Post-isolator 6		

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

Voor alle geleiders	Wind / Weight span verhouding
Max. weight span	689,0 m 1,723 -
Min. weight span	330,6 m 0,826 -

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+19_s (160 gr)
 Mast: 1151

Maximale waarden back+ahead span Maximale waarden trekkracht geleider

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	40,5	34,0	12,9	-68,6	68,8
380ct1f1	202,7	137,8	46,4	-267,3	268,4
380ct1f2	206,3	143,9	46,6	-271,2	272,1
380ct1f3	209,8	149,2	46,7	-274,8	275,7
Post-isolato	4,0	4,0	5,4	0,0	
Post-isolato	2,1	2,1	2,7	0,0	
Post-isolato	2,2	2,2	2,7	0,0	
380ct2f1	202,7	137,8	46,4	-267,3	268,4
380ct2f2	206,3	143,9	46,6	-271,2	272,1
380ct2f3	209,8	149,2	46,7	-274,8	275,7
bl2	40,0	33,7	12,8	-67,6	67,8
Post-isolato	4,0	4,0	5,4	0,0	
Post-isolato	2,1	2,1	2,7	0,0	
Post-isolato	2,2	2,2	2,7	0,0	

EDS-belastingen geleiders

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	17,1	3,0	3,0	-17,4	17,4
380ct1f1	129,3	22,8	23,8	-131,3	131,3
380ct1f2	129,3	22,8	23,8	-131,3	131,3
380ct1f3	129,3	22,8	23,8	-131,3	131,3
Post-isolato	0,0	0,0	4,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	2,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	2,0	0,0	
380ct2f1	129,3	22,8	23,8	-131,3	131,3
380ct2f2	129,3	22,8	23,8	-131,3	131,3
380ct2f3	129,3	22,8	23,8	-131,3	131,3
bl2	16,7	2,9	2,9	-16,9	16,9
Post-isolato	0,0	0,0	4,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	2,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	2,0	0,0	

Controle uplift SLS-wind

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

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+19_s (160 gr)
 Mast: 1151

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

Combinatie	Combination	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90		13	935	395	53566	700	0
ULS 1a_0,9_0		19	331	266	18812	1013	0
ULS 1a_0,9_0,9_90		14	910	193	52131	760	0
ULS 3_0		6	551	573	31603	336	0
SLS 7		0	286	293	16220	0	0

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

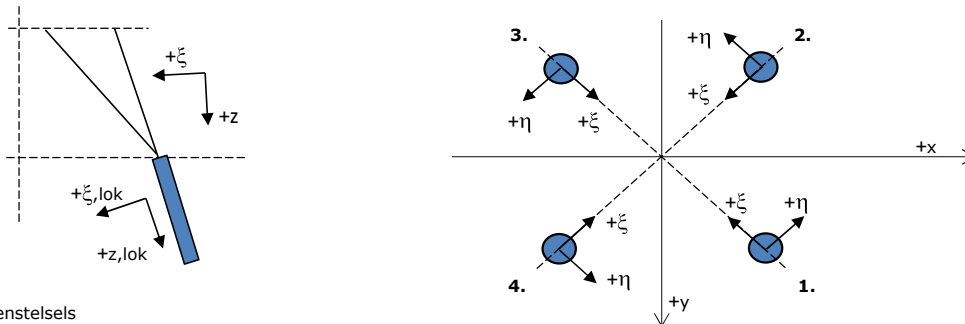
Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90	13	1454	1482	71150	700	0
ULS 1a_0,9_0,9_90	14	1429	1007	69715	760	0
SLS 7	0	286	1198	16220	0	0

Fundatiebelastingen, selectie belastingcombinaties op basis grootste waarde

Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90	13	1454	1482	71150	700	0
SPLS 3_90 Ba All Cts	1308	407	1307	20365	74782	8
SPLS 3_100 Ah Ct1	-639	536	1418	26946	-35976	-6328
SPLS 3_100 Ba All Cts	1295	411	1308	20589	74579	8

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

Oplegreacties op fundering per randstijl



Assenstelsels

Maximale drukbelasting

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_100 Ba All Cts	488	551	3301	-45	-734	-19	3378
2	SPLS 3_0 Ba All Cts	314	-372	2145	41	-484	-19	2194
3	ULS 8 Ba	-293	-364	2092	-50	-464	-11	2141
4	SPLS 3_80 Ah All Cts	-487	550	3295	45	-733	-19	3372

Maximale trekbelasting

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 8 Ba	-186	-256	-1459	50	313	-3	-1493
2	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-388	451	-2710	-45	594	6	-2773
3	SPLS 3_0,9_100 Ba All Cts	391	454	-2728	45	598	6	-2791
4	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	217	-275	-1572	-41	348	7	-1609

Maximale torsiebelasting (positief)

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_90 Ah Ct2	148	-98	98	174	-35	-14	100
2	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct1	-34	-204	577	169	-120	5	591
3	SPLS 3_90 Ba Ct1	151	372	-1673	156	370	7	-1712
4	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	-259	473	2315	151	-518	-16	2369

Maximale torsiebelasting (negatief)

Index	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_{η} [kN]	R_{ξ} [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct2	262	475	2332	-151	-521	-16	2387
2	SPLS 3_90 Ah Ct1	-148	369	-1657	-156	366	6	-1695
3	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct1	37	-203	562	-169	-117	4	576
4	SPLS 3_90 Ba Ct2	-145	-101	84	-174	-32	-13	86

Project: RLL-TLB380
 Masttype: HB+19_s (160 gr)
 Mast: 1151

Combinatie Ftrek+Fhor

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	Uls 8 Ba	-186	-256	-1459	50	313	-3	-1493
2	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-388	451	-2710	-45	594	6	-2773
3	SPLS 3_0,9_100 Ba All Cts	391	454	-2728	45	598	6	-2791
4	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	217	-275	-1572	-41	348	7	-1609

Permanente belasting

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SLS 7	136	122	806	10	-182	-8	825
2	SLS 7	-35	21	-207	10	39	-5	-212
3	SLS 7	35	21	-207	-10	39	-5	-212
4	SLS 7	-136	122	806	-10	-182	-8	825

Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
Max. druk	SPLS 3_100 Ba All Cts	488	551	3301	-45	-734	-19	3378
Max. trek	SPLS 3_0,9_100 Ba All Cts	391	454	-2728	45	598	6	-2791
Max. pos. torsie	SPLS 3_90 Ah Ct2	148	-98	98	174	-35	-14	100
Max. neg. torsie	SPLS 3_90 Ba Ct2	-145	-101	84	-174	-32	-13	86
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0,9_100 Ba All Cts	391	454	-2728	45	598	6	-2791

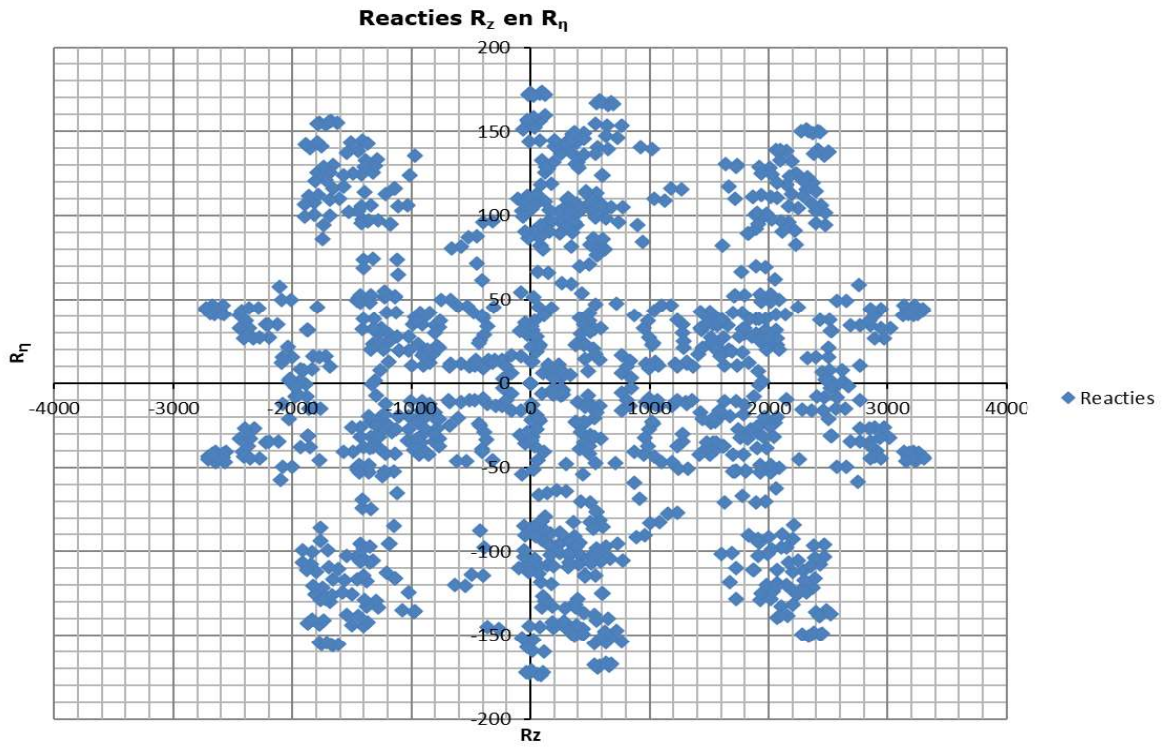
Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 3_0,9_100 Ah All Cts	-178	-246	-1432	48	300	-10	-1465
2	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-388	451	-2710	-45	594	6	-2773
3	SPLS 1a_0,9_100 Ba Ct2	373	232	-1916	-99	428	12	-1961
4	SPLS 3_0,9_100 Ba Ct2	-126	-117	-33	-172	-7	-14	-34

Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 1a_100 Ba Ct2	307	501	2522	-137	-571	-24	2581
2	SPLS 3_100 Ba Ct2	166	-29	636	-97	-138	0	651
3	SPLS 3_100 Ah All Cts	-276	-345	2017	-49	-439	-2	2063
4	SPLS 3_80 Ah All Cts	-487	550	3295	45	-733	-19	3372

Project: RLL-TLB380
Masttype: HB+19_s (160 gr)
Mast: 1151



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

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

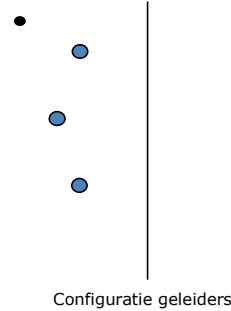
Geleiderbelastingen

Algemeen

Benaming HB+19_s (bouw)
 Masttype Hoekmast
 Aantal circuits 1
 Configuratie 2-circuit-verticaal
 Aantal bliksemgeleiders 1

Uitgangspunten

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



Geleiders Back

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

Geleiders Ahead

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

Isolatoren (1)

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

1. Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset

Ophanghoogte en positie in mast

Circuits	Aanduiding	Nummer	Ophanghoogte	Aangrijppunt	Positie in mast Horizontale afstand
Circuit 1	10	380ct1f1	46,5 m	46,5 m	7,9 m
Circuit 1	11	380ct1f2	56,0 m	56,0 m	11,6 m
Circuit 1	12	380ct1f3	66,0 m	66,0 m	8,4 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	71,1 m	71,1 m	14,1 m

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

Hoogteaanpassing naastgelegen masten (aanpassing wind- en weight span)

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

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

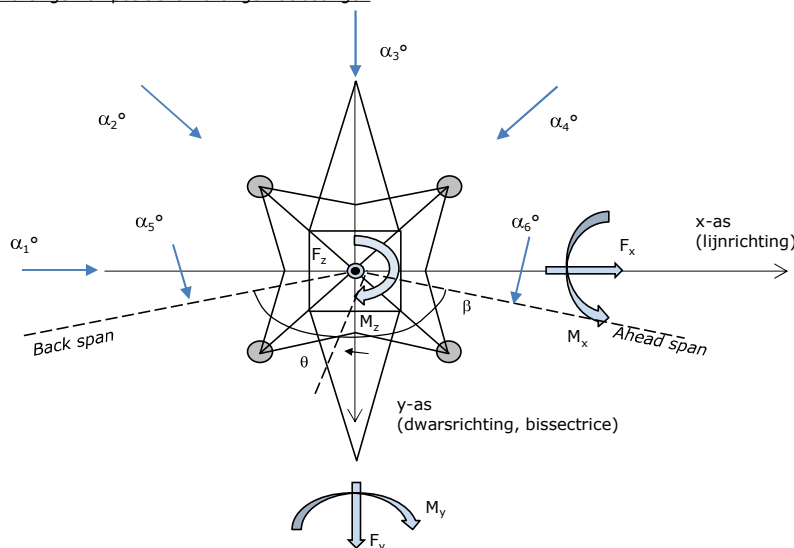
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			Δh back	Δh ahead	Δy back	Δy ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m

Lijn- en mastgegevens

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

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

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



Beschouwd aantal windrichtingen

1a	6
3	6
4	1
6	1
Overig	1

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

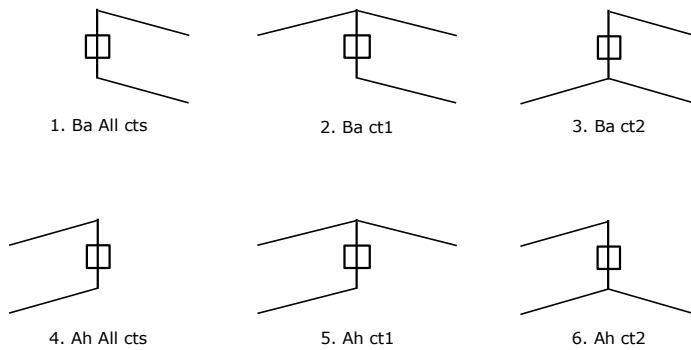
Geleiderafval

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

Belastingsituaties SPLS

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

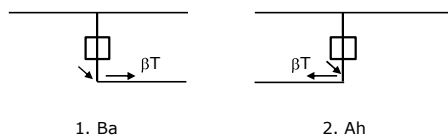
Principe belastingssituaties:



Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



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

Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

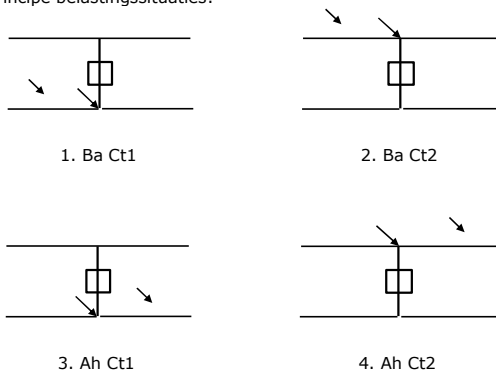
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden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

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

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

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

Principe belastingssituaties:



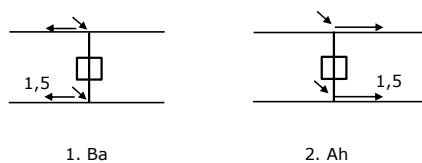
Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

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

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

Belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders van het circuit.

Principe belastingssituaties:



Belastingcombinatie 8. Lijndansen als dynamische belasting

Alleen van toepassing op hoek- en eindmasten

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

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

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

Mastconstructie

Eigenschappen

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

Berekening windbelasting

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

Eigenschappen mastsecties langsrichting (vooraanzicht, yz-vlak)

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

Eigenschappen mastsecties dwarsrichting (zijaanzicht, xz-vlak)

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

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

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

Windoppervlak feeders telecominstallaties

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

Invoer antennes

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

Belastingen mastsectie langsrichting (x-richting) per windrichting

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

Belastingen mastsectie dwarsrichting (y-richting) per windrichting

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

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

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

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

Tussenresultaten geleiderbelastingen

Geleiders back

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

Geleiders ahead

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

Verticale belasting back

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

Verticale belasting ahead

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

Isolatoren

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

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

Windbelasting back

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

Windbelasting ahead

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

NB: belastingen w_v gelden voor bundel

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

Auteur: TBR
 Versie: v12.0

Geleiderbelastingen

Uitgangspunten
 Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2
 Referentieperiode 15 jaar

ULS (bezwijksterkte)		NEN-EN50341-2-15:2019							
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 54
 Aantal belastingcombinaties SPLS 210
 Aantal belastingcombinaties SLS 15
 Aantal knooplasten 3069

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

Samenvattingstabellen geleiderbelastingen

In de onderstaande vier tabellen is weergegeven:

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

Maximale waarden voor back en ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-54,7	54,9	14,2	14,3	9,8	8,4
380ct1f1	-235,5	236,3	61,7	62,5	41,6	35,5
380ct1f2	-238,5	239,2	64,4	65,0	41,7	35,6
380ct1f3	-241,3	242,0	66,7	67,2	41,9	35,7
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Post-isolato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	526,2	551,3	526,0
380ct1f1	526,1	548,9	526,0
380ct1f2	526,1	549,3	526,0
380ct1f3	526,1	549,6	526,0
Post-isolator 1			
Post-isolator 2			
Post-isolator 3			

Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	653,3	513,8
380ct1f1	578,5	527,1
380ct1f2	584,1	528,7
380ct1f3	589,1	530,3
Post-isolator 1		
Post-isolator 2		
Post-isolator 3		

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

Voor alle geleiders	Wind / Weight span verhouding
Max. weight span	653,3 m 1,633 -
Min. weight span	339,7 m 0,849 -

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

Geleider	Maximale waarden back+ahead span			Maximale waarden trekkracht geleider	
	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	40,5	28,1	9,8	-56,3	56,5
380ct1f1	202,7	121,7	41,6	-241,3	242,2
380ct1f2	206,3	126,7	41,7	-244,6	245,4
380ct1f3	209,8	131,1	41,9	-247,6	248,3
Post-isolato	3,4	3,4	5,4	0,0	
Post-isolato	1,8	1,8	2,7	0,0	
Post-isolato	1,8	1,8	2,7	0,0	

EDS-belastingen geleiders					
Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	17,1	3,0	3,0	-17,4	17,4
380ct1f1	129,3	22,8	23,8	-131,3	131,3
380ct1f2	129,3	22,8	23,8	-131,3	131,3
380ct1f3	129,3	22,8	23,8	-131,3	131,3
Post-isolato	0,0	0,0	4,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	2,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	2,0	0,0	

Controle uplift SLS-wind			
Combinatie: Geleider		Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4	bl1	0,0	0,0
	380ct1f1	0,0	0,0
	380ct1f2	0,0	0,0
	380ct1f3	0,0	0,0
	Post-isolato	0,0	
	Post-isolato	0,0	

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

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

Combinatie	Combination	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90		5	411	193	25369	288	49
ULS 1a_0,9_0		8	166	133	10671	423	75
ULS 1a_0,9_0,9_90		6	396	97	23604	320	55
ULS 3_0		3	249	254	16664	140	25
SLS 7		0	143	147	9507	0	0

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

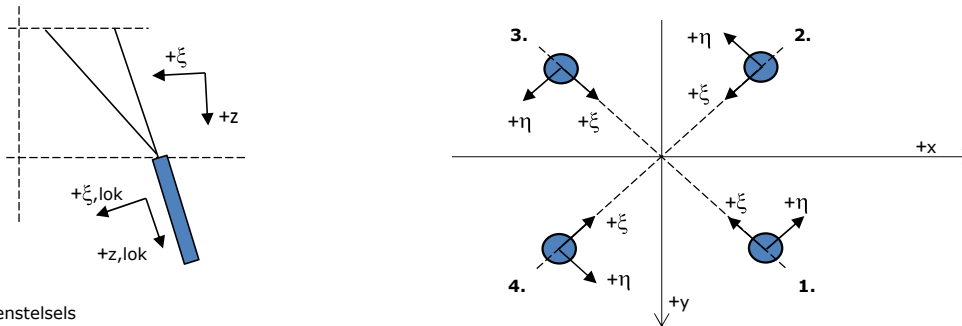
Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90	5	845	1279	40058	288	49
ULS 1a_0,9_0,9_90	6	830	912	38293	320	55
SLS 7	0	143	1052	9507	0	0

Fundatiebelastingen, selectie belastingcombinaties op basis grootste waarde

Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90	5	845	1279	40058	288	49
SPLS 1a_0 Ba All Cts	781	81	1184	5548	38252	4506
SPLS 3_100 Ba All Cts	637	269	1197	13491	36931	6325
SPLS 1a_80 Ba All Cts	615	425	1186	18868	33943	5411

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

Oplegreacties op fundering per randstijl



Assenstelsels

Maximale drukbelasting

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_η [kN]	R_ξ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 1a_80 Ba All Cts	388	250	1947	97	-451	-29	1992
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts	145	-302	1318	110	-316	-30	1349
3	ULS 8 Ba	-66	-291	1106	-159	-253	-13	1132
4	SPLS 1a_100 Ah All Cts	-388	250	1949	-97	-451	-29	1994

Maximale trekbelasting

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_η [kN]	R_ξ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_0,9_135 Ah All Cts	-160	-14	-571	-104	123	-1	-584
2	SPLS 3_100 Ba All Cts	-129	330	-1415	-142	325	18	-1448
3	SPLS 1a_0,9_80 Ba All Cts	130	332	-1421	143	327	19	-1454
4	SPLS 1a_0,9_0 Ba All Cts	200	-73	-804	89	193	19	-823

Maximale torsiebelasting (positief)

Stijl	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_η [kN]	R_ξ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_90 Ba All Cts	382	216	1885	118	-423	-14	1929
2	SPLS 3_100 Ba All Cts	40	-277	1032	168	-224	0	1056
3	SPLS 3_0,9_100 Ba All Cts	92	323	-1343	163	293	2	-1374
4	SPLS 3_0,9_90 Ba All Cts	155	5	-535	113	106	-10	-547

Maximale torsiebelasting (negatief)

Index	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_η [kN]	R_ξ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	-153	6	-526	-112	104	-10	-539
2	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-92	321	-1336	-162	292	2	-1367
3	SPLS 3_80 Ah All Cts	-40	-276	1027	-167	-223	-1	1051
4	SPLS 3_90 Ah All Cts	-383	216	1888	-118	-423	-14	1932

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

Combinatie Ftrek+Fhor

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 3_0,9_135 Ah All Cts	-160	-14	-571	-104	123	-1	-584
2	SPLS 1a_0,9_90 Ah All Cts	-120	330	-1402	-148	318	15	-1434
3	SPLS 1a_0,9_90 Ba All Cts	121	332	-1408	149	320	15	-1441
4	SPLS 1a_0,9_0 Ba All Cts	200	-73	-804	89	193	19	-823

Permanente belasting

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SLS 7	94	80	560	10	-123	-2	573
2	SLS 7	-6	-9	-34	10	-2	-9	-35
3	SLS 7	6	-9	-34	-10	-2	-9	-35
4	SLS 7	-94	80	560	-10	-123	-2	573

Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
Max. druk	SPLS 1a_100 Ah All Cts	-388	250	1949	-97	-451	-29	1994
Max. trek	SPLS 1a_0,9_80 Ba All Cts	130	332	-1421	143	327	19	-1454
Max. pos. torsie	SPLS 3_100 Ba All Cts	40	-277	1032	168	-224	0	1056
Max. neg. torsie	SPLS 3_80 Ah All Cts	-40	-276	1027	-167	-223	-1	1051
Comb. trek+torsie	SPLS 1a_0,9_90 Ba All Cts	121	332	-1408	149	320	15	-1441

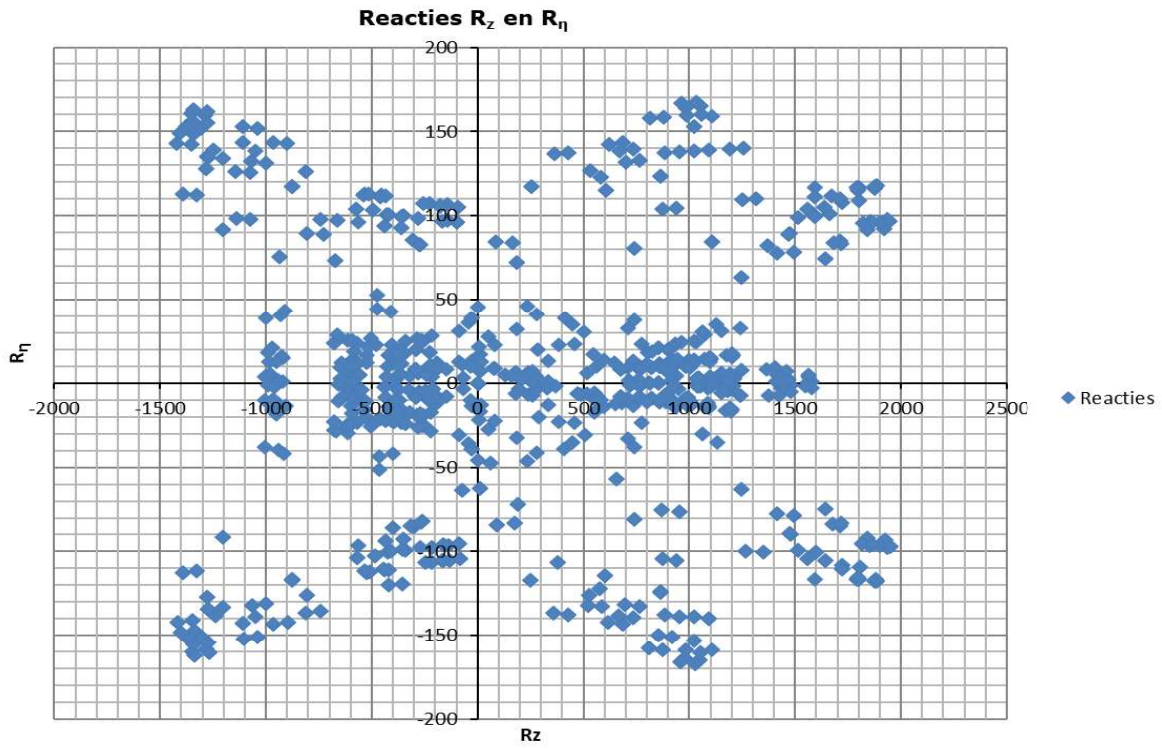
Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 3_0,9_100 Ah All Cts	-154	3	-532	-111	107	-9	-544
2	SPLS 1a_0,9_100 Ah All Cts	-129	330	-1415	-142	325	18	-1448
3	SLS 1a_45	142	102	-666	-28	172	28	-681
4	SLS 1a_0	-7	13	158	4	-14	20	161

Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	R _η [kN]	R _ξ [kN]	R _{ξ,lok} [kN]	R _{z,lok} [kN]
1	SPLS 1a_80 Ba Ct2	206	202	1214	3	-289	-26	1242
2	SLS 1a_0	80	-77	368	-2	-111	-31	377
3	SPLS 3_100 Ah All Cts	-51	-277	1052	-160	-232	-4	1076
4	SPLS 1a_100 Ah All Cts	-388	250	1949	-97	-451	-29	1994

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



Belastinggeval - afspannen

Date: 2021-07-29
Author: TBR
Version: 1.1

RLL-TLB
HB+19/s (afspannen)

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

Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			Dh_back	Dh_ahead	Dy_back	Dy_ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	-19,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	-19,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	-19,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	-46,5	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	21	380ct2f2	-56,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	-66,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0	-19,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	-71,1	0,0 m	0,0	0,0 m

Lijn- en mastgegevens

		Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(SL3/SL)}$		106,7	400,0 m
Lijnhoek	β	180 °	
Rotatie mast t.o.v. bissectrice	θ	-20 °	
Vaklengte		107	400 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld		0,5 m	
Beschouwde windrichtingen	a1	0 °	
Windrichtingen volgens:	a2	45 °	
<i>Geleiderbelastingen</i>	a3	90 °	
	a4	135 °	
	a5	110 °	
	a6	110 °	

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

In onderstaande tabel zijn de optredende belastingen weergegeven, voor deze situatie geldt:

- belasting op geleider1, 10 t/m 12 en 20 t/m 22 zijn permanent aanwezig
- van de belasting op de overige geleiders is er telkens één aanwezig per belastingcombinatie

Uitvoer geleiderbelastingen

Belastingcombi	nummer	Fxtotaal	Fytotaal	Fztotaal	Ftrekahead	Ftrekback
ULS 6b_90	12	147,3	57,8	28,6	158,2	0,0
	11	147,7	58,3	28,6	158,7	0,0
	10	148,0	58,7	28,7	159,2	0,0
	15	-141,9	-50,4	73,9	0,0	-150,6
	14	-142,0	-50,3	87,4	0,0	-150,7
	13	-142,2	-50,3	101,6	0,0	-150,8
	1	20,2	8,3	3,6	21,8	0,0
5	-19,0	-6,6	14,3	0,0	-20,1	



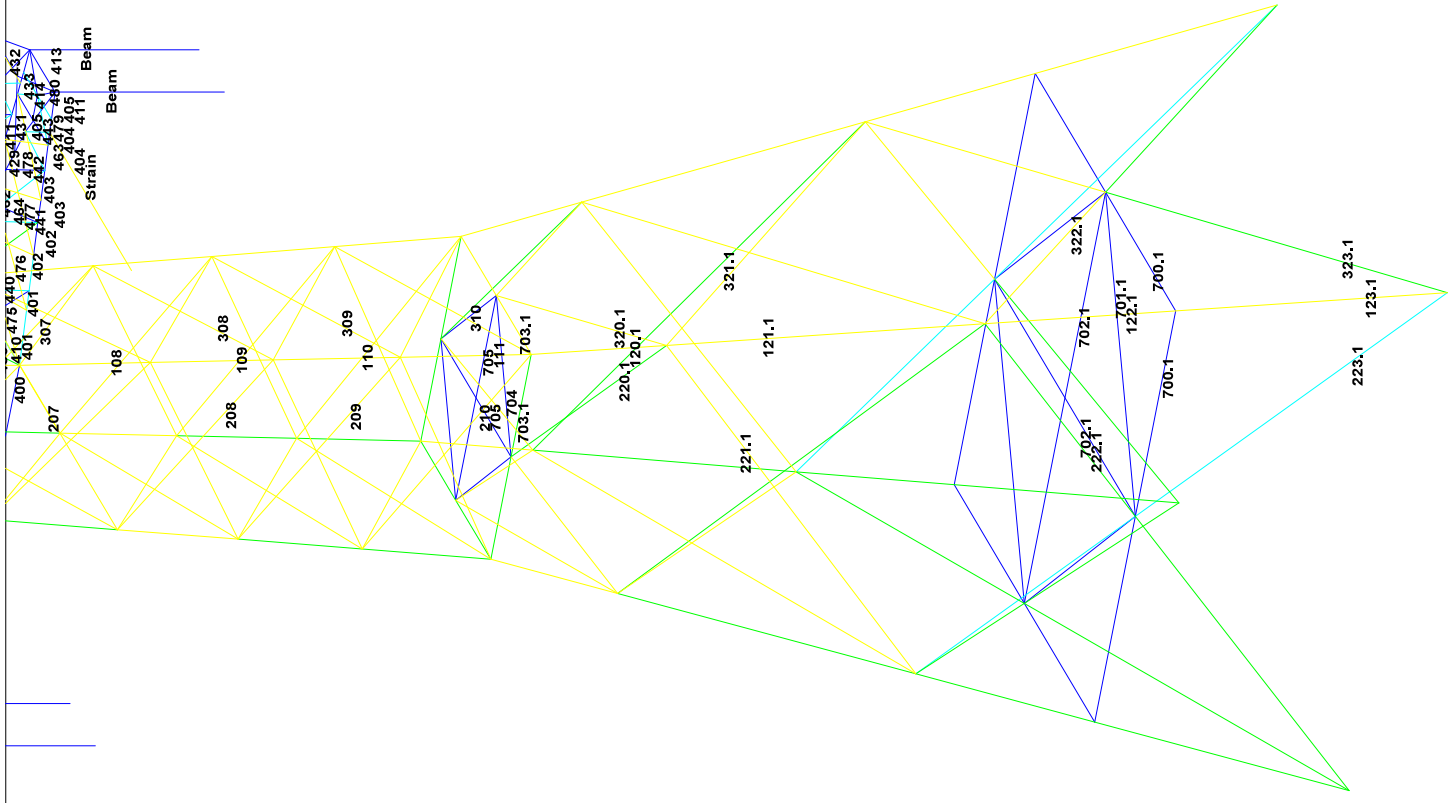
APPENDIX B

Resultaten PLS-TOWER

Deze Appendix bevat de resultaten uit PLS-TOWER voor de verschillende masttypen. De samenstelling van de bovenstukken zijn voor alle masttypen gelijk. De resultaten van het bovenstuk zijn dan ook alleen opgenomen van het maatgevende masttype HB+19/s. De resultaten van het onderstuk zijn voor alle masten opgenomen.

Resultaten opgenomen voor:

- Masttype HB+6/s
- Masttype HB+19/s



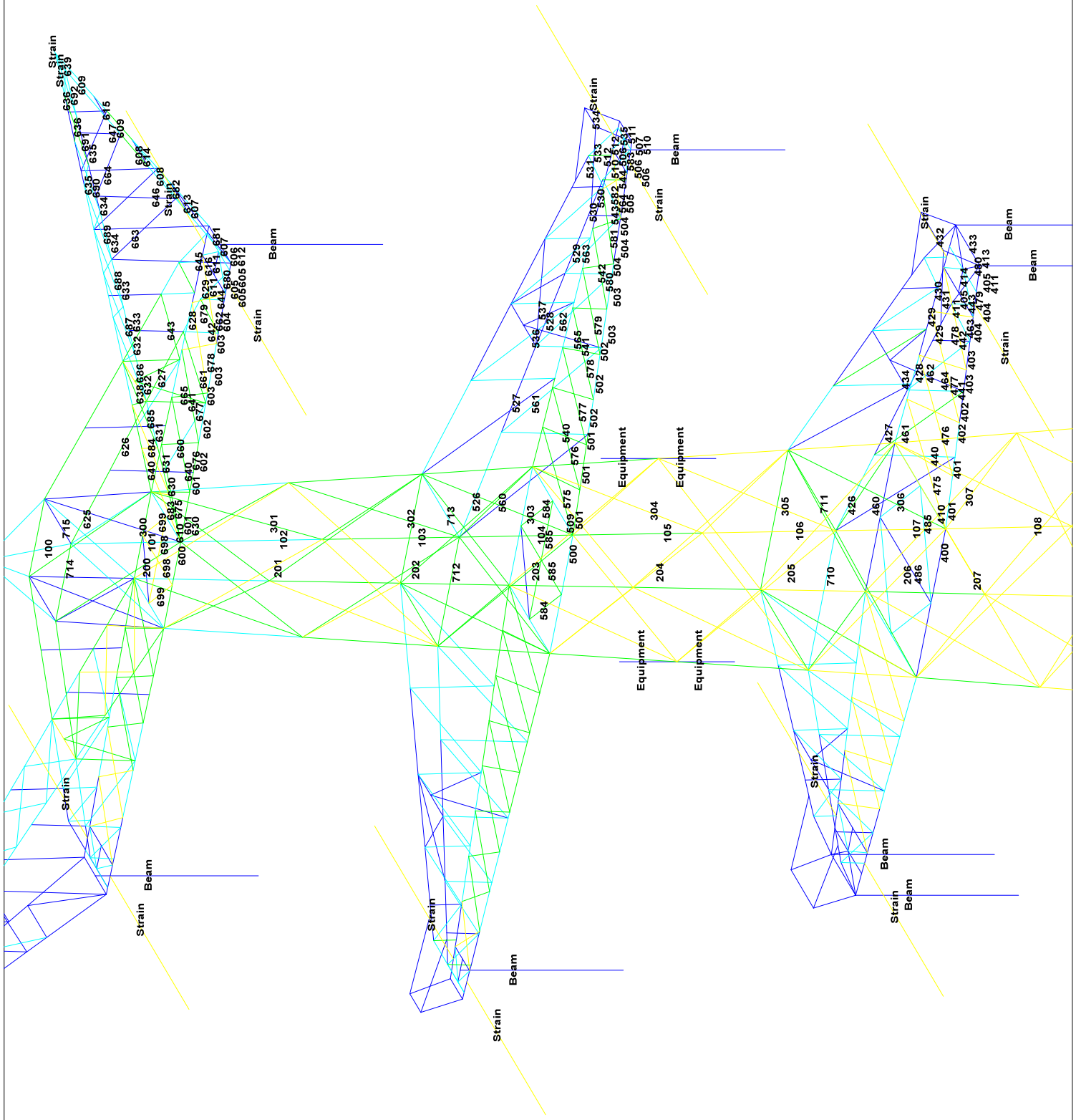


Assessment of angle groups - Lower structure

Date 30-7-2021
 JSN
 Author
 Version 1.0

RLI-TLB
 HB+6_S

Group Label	Description	Type	Profile	Steel Quality	Ref. in	subframes	CI	Q2	Q3	RLX	ELX	ELZ	Stiffness	Compression	Local Face (Compression)	Buckling	Shear (Comp)	Bearing (Comp)	U.L. (Comp)	Exceedance (Comp)	Function	Local Case (Function)	Net Section	Shear (Tens)	Bearing (Tens)	U.L. (Tens)	Exceedance (Tens)
120.1	Main leg	HEA	200x200x20	S355	240x24-RR	2	S5	S5	70	0.50	0.50	1.31	56	-3979.2	S5/S 2_70 AN AL C1_145Gr	4151.9	6449.9	8467.2	0.84	3568.8	S5/S 2_70 AN AL C1_145Gr	4633.3	6489.9	7393.2	0.74		
121.1	Main leg	HEA	200x200x20	S355	240x24-RR	2	S5	S5	70	0.50	0.50	0.57	56	-3931.4	S5/S 2_70 AN AL C1_145Gr	4152.4	6449.9	8467.2	0.83	3568.8	S5/S 2_70 AN AL C1_145Gr	4633.3	6489.9	7393.2	0.62		
122.1	Main leg	HEA	200x200x20	S355	240x24-RR	2	S5	S5	70	0.33	0.33	0.66	56	-3942.8	S5/S 2_70 AN AL C1_145Gr	4153.0	6449.9	8467.2	0.80	3568.8	S5/S 2_70 AN AL C1_145Gr	4633.3	6489.9	7393.2	0.62		
123.1	Main leg	HEA	200x200x20	S355	240x24-RR	2	S5	S5	70	0.33	0.33	0.66	56	-3942.8	S5/S 2_70 AN AL C1_145Gr	4153.0	6449.9	8467.2	0.80	3568.8	S5/S 2_70 AN AL C1_145Gr	4633.3	6489.9	7393.2	0.62		
221.1	Disp front face	EA	150x150x14	S355	40x24-RR	1	S5	S5	40	0.50	0.50	0.50	142	-356.4	S5/S 2_70 BS C1_145Gr	335.6	542.2	987.8	0.96	362.0	S5/S 2_70 BS C1_145Gr	737.4	542.2	834.2	0.67		
222.1	Disp front face	EA	150x150x14	S355	40x24-RR	1	S5	S5	40	0.50	0.50	0.50	142	-356.4	S5/S 2_70 BS C1_145Gr	433.6	542.2	1124.9	0.65	357.4	S5/S 2_70 BS C1_145Gr	1035.9	542.2	834.2	0.44		
320.1	Disp side face	EA	150x150x14	S355	50x24-RR	1	S5	S5	40	1.00	0.50	0.50	101	-513.2	S5/S 2_70 BS C1_145Gr	393.8	677.8	1328.9	0.87	494.9	S5/S 2_70 BS C1_145Gr	737.4	677.8	1035.2	0.73		
321.1	Disp side face	EA	150x150x14	S355	50x24-RR	1	S5	S5	40	1.00	0.50	0.50	142	-513.2	S5/S 2_70 BS C1_145Gr	344.0	677.8	1228.9	0.78	494.9	S5/S 2_70 BS C1_145Gr	737.4	677.8	1035.2	0.73		
322.1	Disp side face	EA	150x150x14	S355	40x24-RR	1	S5	S5	40	1.00	0.33	0.33	101	-266.8	S5/S 2_70 BS C1_145Gr	344.0	542.2	846.7	0.78	230.5	S5/S 2_70 BS C1_145Gr	640.0	542.2	715.7	0.46		
323.1	Disp side face	EA	150x150x14	S355	40x24-RR	1	S5	S5	40	1.00	0.33	0.33	142	-266.8	S5/S 2_70 BS C1_145Gr	333.8	542.2	846.7	0.53	230.5	S5/S 2_70 BS C1_145Gr	640.0	542.2	715.7	0.46		
701.1	Hot plan bearing top structure	EA	110x110x10	S355	26x24-RR	1	45	40	70	1.00	0.50	0.50	235	-46.0	U.L. 1_1_40 AN C1_145Gr	100.9	189.2	258.9	0.60	65.5	U.L. 1_1_40 AN C1_145Gr	357.4	189.2	257.9	0.31		
702.1	Hot plan bearing top structure	EA	110x110x10	S355	26x24-RR	1	45	40	70	1.00	0.50	0.50	235	-46.0	U.L. 1_1_40 AN C1_145Gr	100.9	189.2	258.9	0.60	65.5	U.L. 1_1_40 AN C1_145Gr	357.4	189.2	257.9	0.31		
703.1	Hot plan bearing top structure	EA	150x150x14	S355	50x24-RR	1	S5	S5	40	1.00	0.50	0.50	95	-529.4	S5/S 2_70 AN C1_145Gr	657.4	677.8	1228.9	0.84	470.8	S5/S 2_70 AN C1_145Gr	781.4	677.8	1101.1	0.69		
704.1	Hot plan bearing top structure	EA	150x150x14	S355	50x24-RR	1	S5	S5	40	1.00	0.50	0.50	95	-529.4	S5/S 2_70 AN C1_145Gr	657.4	677.8	1228.9	0.84	470.8	S5/S 2_70 AN C1_145Gr	781.4	677.8	1101.1	0.69		
705.1	Hot plan bearing top structure	EA	150x150x14	S355	50x24-RR	1	S5	S5	40	0.50	0.50	0.50	171	-41.9	S5/S 2_70 AN C1_145Gr	152.6	189.2	111.2	0.51	0.0	S5/S 2_70 AN C1_145Gr	191.1	189.2	110.1	0.04		



APPENDIX C

Knikverkorters

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

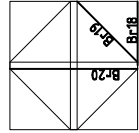
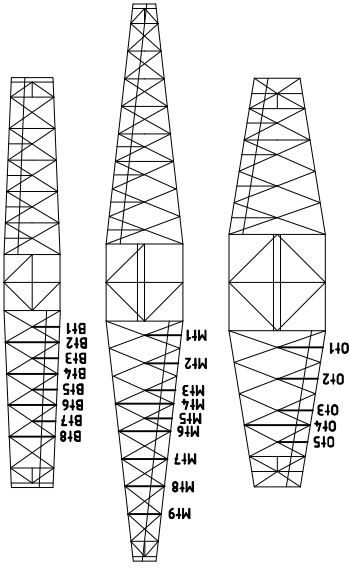
- voldoende trek- of druksterkte als steungevend profiel voor randstijl, 1% van de knikcapaciteit van de randstijl;
- slankheid;
- klimbelasting

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

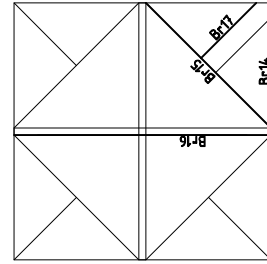
De knikverkorters van het bovenstuk zijn voor alle masttypen in de groep van solo-steunmasten gelijk. Om deze reden worden alléén voor masttype HB+6/s de knikverkorters van het bovenstuk en het onderstuk getoetst. Voor de overige masttypen worden alleen de knikverkorters van het onderstuk getoetst.

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

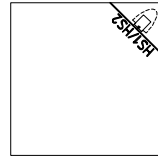
Overzicht knikverkorters – HB+6/s



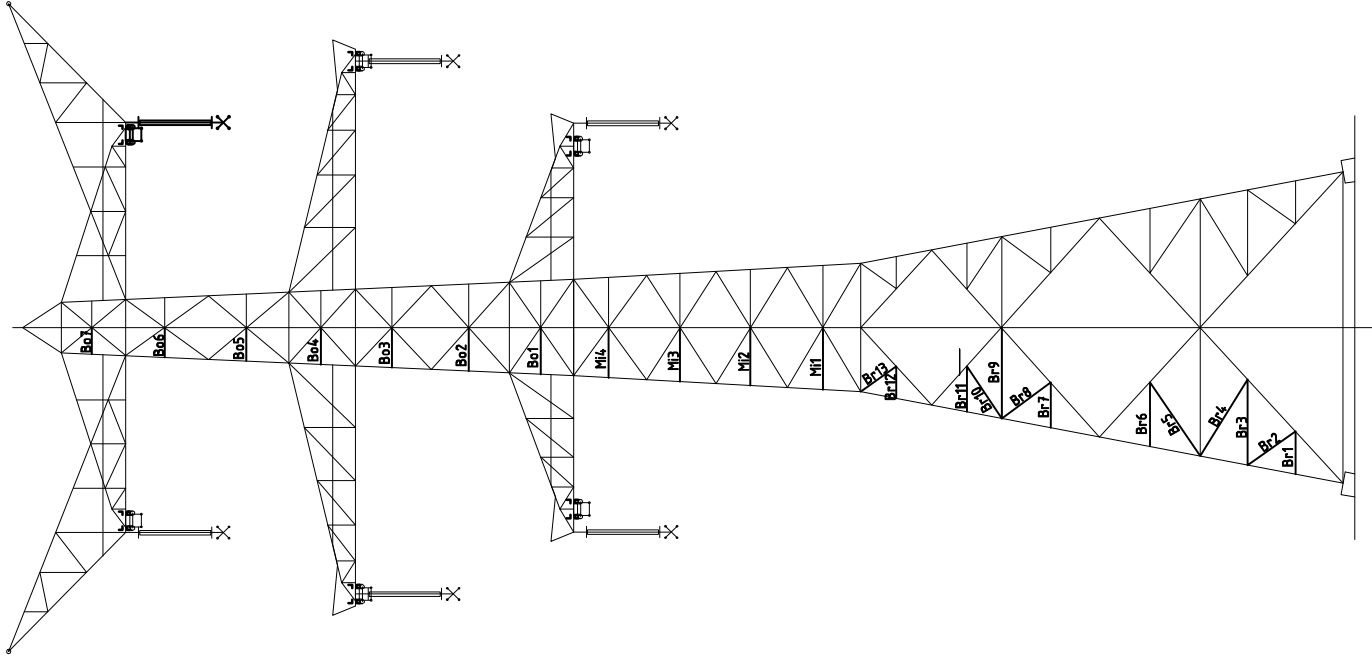
Tussenschot +21,5m



Tussenschot +6,72m



Standaard frame





Redundant members

Date: 2021-05-25
 Author: JSN
 Version: 1.9

RLL-TLB
 HB+6_S

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Boft	Quality	Length (m)	Angle (°)	Slender ness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Max. usage	Notes
B-1	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	1.87	0	160	41.6	0.70	48.8	60.3	52.3	98.8	1.40	0.85	Buckling	
B-2	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2.55	54	186	41.6	0.00	46.2	60.3	52.3	122.3	1.99	0.90	Buckling	
B-3	Broekstuk	Enkele staaf	L80x8	S355J0	M16	8.8	3.74	0	240	41.6	1.40	47.1	60.3	69.7	194.4	3.33	0.88	Buckling	
B-4	Broekstuk	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M16	8.8	3.93	31	223	41.6	0.00	59.7	60.3	69.7	225.8	4.34	0.70	Buckling	
B-5	Broekstuk	Enkele staaf	L80x8	S355J0	M16	8.8	3.89	34	249	41.6	0.00	44.3	60.3	69.7	194.4	3.33	0.94	Buckling	
B-6	Broekstuk	Enkele staaf	L70x7	S355J0	M16	8.8	2.80	0	205	41.6	1.05	46.1	60.3	61.0	142.7	2.23	0.90	Buckling	
B-7	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	1.97	0	169	41.6	0.74	45.1	60.3	52.3	98.8	1.40	0.92	Buckling	
B-8	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2.65	53	193	41.6	0.00	43.6	60.3	52.3	122.3	1.99	0.95	Buckling	
B-9	Broekstuk	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M16	8.8	3.95	0	224	41.6	1.48	59.1	60.3	69.7	225.8	4.34	0.90	Buckling	
B-10	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2.72	33	198	41.6	0.00	41.8	60.3	52.3	122.3	1.99	0.99	Buckling	
B-11	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	1.98	0	169	41.6	0.74	45.0	60.3	52.3	98.8	1.40	0.93	Buckling	
B-12	Broekstuk	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	1.39	0	130	41.6	0.52	58.6	60.3	51.5	75.3	1.15	0.81	Bearing	
B-13	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	1.90	54	163	41.6	0.00	47.6	60.3	52.3	98.8	1.40	0.87	Buckling	
B-14	Tussenschot +6,72m	Enkele staaf	L120x10	S355J0	M16	8.8	5.60	0	235	0.0	2.10	91.6	60.3	87.1	399.8	9.77	0.22	Bending	1
B-15	Tussenschot +6,72m	Kniksteun op 0,5L	L110x10	S355J0	M16	8.8	7.70	0	229	0.0	2.89	73.8	60.3	87.1	360.6	10.69	0.27	Bending	1
B-16	Tussenschot +6,72m	Kruisende staaf halverwege	L120x10	S355J0	M16	8.8	11.19	0	235	0.0	2.10	91.5	60.3	87.1	399.8	12.83	0.16	Bending	1
B-17	Tussenschot +6,72m	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.85	0	245	0.0	1.44	34.7	60.3	52.3	145.8	2.68	0.57	Bending	
B-18	Tussenschot +21,5m	Kniksteun op 0,5L	L150x14	S355J0	M16	8.8	5.58	0	122	0.0	2.09	319.7	60.3	122.0	724.4	27.80	0.08	Bending	1
B-19	Tussenschot +21,5m	Enkele staaf	L80x8	S355J0	M16	8.8	3.73	0	239	0.0	1.40	47.3	60.3	69.7	194.4	3.33	0.43	Bending	
B-20	Tussenschot +21,5m	Kruisende staaf halverwege	L80x8	S355J0	M16	8.8	5.58	0	179	0.0	1.05	73.9	60.3	69.7	194.4	4.46	0.23	Bending	1
M1	Tussenstuk1	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2.70	0	197	42.2	1.01	42.4	60.3	52.3	122.3	1.99	0.99	Buckling	
M2	Tussenstuk2	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2.52	0	184	38.3	0.88	45.9	60.3	52.3	122.3	1.99	0.90	Buckling	
M3	Tussenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.35	0	203	37.8	0.82	38.9	60.3	69.7	131.7	1.73	0.85	Buckling	
M4	Tussenstuk2	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.18	0	187	37.8	0.82	37.9	60.3	52.3	98.8	1.40	0.97	Buckling	
Bo1	Bovenstuk1	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.04	0	190	25.0	0.76	34.7	60.3	51.5	75.3	1.15	0.72	Buckling	
Bo2	Bovenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.90	0	179	24.0	0.71	25.4	60.3	41.3	61.1	0.81	0.94	Buckling	
Bo3	Bovenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.74	0	179	24.0	0.65	28.8	60.3	41.3	43.1	0.8	0.83	Buckling	
Bo4	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.61	0	165	12.0	0.60	32.4	60.3	41.3	43.1	0.8	0.77	Bending	
Bo5	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.46	0	150	11.0	0.55	37.0	60.3	41.3	43.1	0.8	0.70	Bending	
Bo6	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.31	0	134	7.2	0.49	42.8	60.3	41.3	43.1	0.8	0.63	Bending	
Bo7	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.16	0	119	8.5	0.43	49.9	60.3	41.3	43.1	0.8	0.55	Bending	
Ot1	Ondertraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.98	0	204	0.0	0.74	23.7	60.3	41.3	43.1	0.8	0.95	Bending	
Ot2	Ondertraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.76	0	181	0.0	0.66	28.4	60.3	41.3	43.1	0.8	0.84	Bending	
Ot3	Ondertraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.54	0	158	0.0	0.58	34.4	60.3	41.3	43.1	0.8	0.79	Bending	
Ot4	Ondertraverse	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.87	0	246	0.0	1.08	25.5	60.3	52.3	98.8	1.4	0.74	Bending	
Ot5	Ondertraverse	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	1.32	0	135	0.0	0.49	42.5	60.3	41.3	43.1	0.8	0.63	Bending	
M1	Middentraverse	Enkele staaf	L90x5	S355J0	M16	8.8	1.60	0	165	0.0	0.60	32.5	60.3	41.3	43.1	0.8	0.77	Bending	
M2	Middentraverse	Enkele staaf	L90x5	S355J0	M16	8.8	1.46	0	149	0.0	0.55	37.2	60.3	41.3	43.1	0.8	0.70	Bending	
M3	Middentraverse	Enkele staaf	L80x5	S355J0	M16	8.8	1.52	0	150	0.0	0.58	34.2	60.3	41.3	43.1	0.8	0.63	Bending	
M4	Middentraverse	Enkele staaf	L80x5	S355J0	M16	8.8	1.54	0	150	0.0	0.58	34.2	60.3	41.3	43.1	0.8	0.63	Bending	
M5	Middentraverse	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.20	0	172	0.0	0.85	41.8	60.3	41.3	43.1	0.8	0.83	Bending	
M6	Middentraverse	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.20	0	172	0.0	0.85	41.8	60.3	41.3	43.1	0.8	0.83	Bending	
M7	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.00	0	205	0.0	0.75	25.4	60.3	41.3	43.1	0.8	0.76	Bending	
M8	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.73	0	178	0.0	0.65	29.1	60.3	41.3	43.1	0.8	0.68	Bending	
M9	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.20	0	150	0.0	0.55	37.0	60.3	41.3	43.1	0.8	0.70	Bending	
M10	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.20	0	150	0.0	0.55	37.0	60.3	41.3	43.1	0.8	0.70	Bending	
M11	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.20	0	150	0.0	0.55	37.0	60.3	41.3	43.1	0.8	0.70	Bending	
M12	Middentraverse	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.33	0	217	0.0	0.87	28.2	60.3	51.5	75.3	1.2	0.78	Bending	



Redundant members

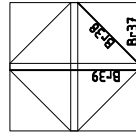
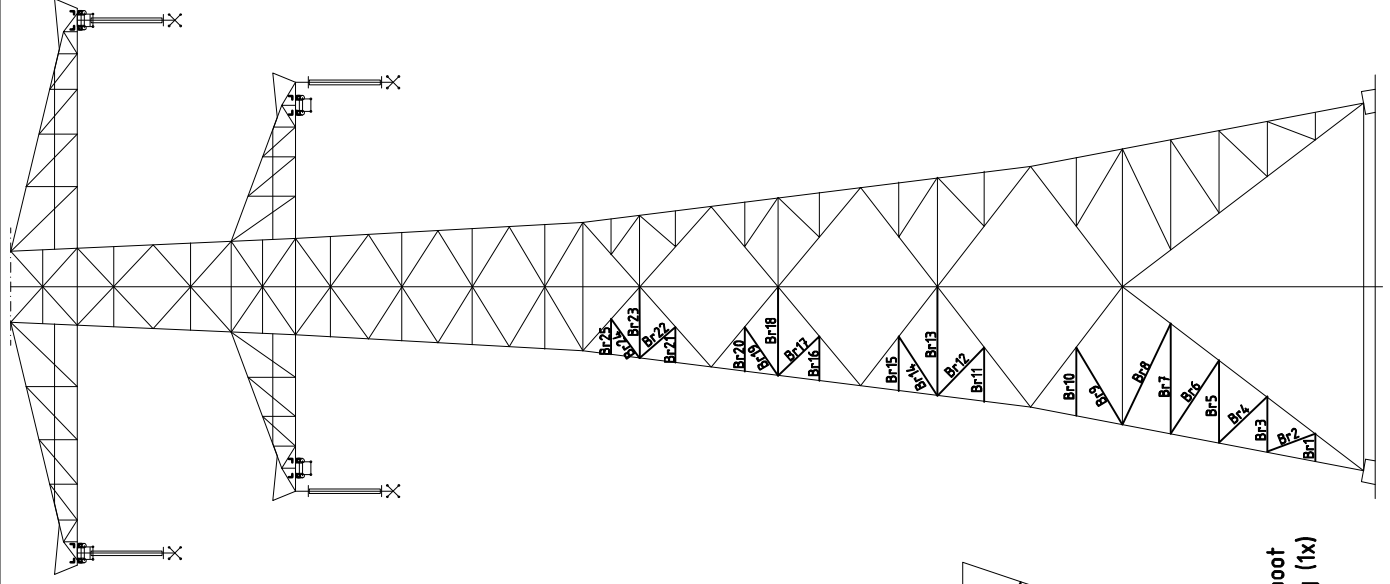
Date: 2021-05-25
 Author: JSN
 Version: 1.9

RLL-TLB
 HB+6_S

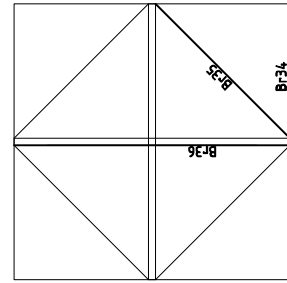
Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Boit Quality	Length (m)	Angle (°)	Slender mess	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Max. usage	Notes
B3	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.14	0	117	0.0	0.43	50.7	60.3	41.3	43.1	0.8	0.54	Bending
B4	Boventraverse	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.22	0	207	0.0	0.83	30.4	60.3	51.5	75.3	1.2	0.75	Bending
B5	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.08	0	111	0.0	0.41	53.8	60.3	41.3	43.1	0.8	0.52	Bending
B6	Boventraverse	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.11	0	197	0.0	0.79	32.9	60.3	51.5	75.3	1.2	0.71	Bending
B7	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.03	0	106	0.0	0.39	57.0	60.3	41.3	43.1	0.8	0.49	Bending
B8	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.00	0	205	0.0	0.75	23.4	60.3	41.3	43.1	0.8	0.96	Bending
HS1	High Step	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.25	0	207	0.0	2.44	45.2	60.3	52.3	145.8	2.7	0.95	Bending
HS2	High Step	Enkele staaf	L70x7	S355J0	M16	8.8	2.80	0	205	0.0	2.10	46.0	60.3	61.0	142.7	2.2	0.97	Bending

1) Also checked in PLS-TOWER

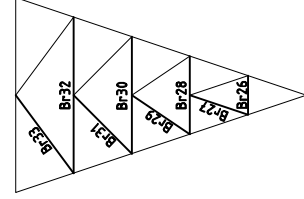
Overzicht knikverkorters – HB+19/s



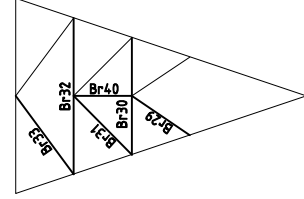
Tussenschot +34,5m



Tussenschot +11m



Knikverkorters
standaard poot (3x)



Knikverkorters poot
bij klimvoorziening (1x)



Redundant members

Date: 2021-07-22
 Author: JSN
 Version: 1.9

RLL-TLB
 HB+19_s

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Boft	Quality	Length (m)	Angle (°)	Slender ness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Max. usage	Notes
Br1	Broekstuk	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	1.21	0	113	41.7	0.45	69.8	60.3	51.5	75.3	1.15	0.81	Bearing	
Br2	Broekstuk	Enkele staaf	L60x8	S355J0	M16	8.8	2.24	69	193	41.7	0.00	48.4	60.3	69.7	131.7	1.73	0.86	Buckling	
Br3	Broekstuk	Enkele staaf	L60x8	S355J0	M16	8.8	2.39	0	206	41.7	0.00	43.9	60.3	69.7	131.7	1.73	0.95	Buckling	
Br4	Broekstuk	Enkele staaf	L70x7	S355J0	M16	8.8	2.90	46	212	41.7	0.00	43.6	60.3	61.0	142.7	2.23	0.96	Buckling	
Br5	Broekstuk	Enkele staaf	L80x8	S355J0	M16	8.8	3.57	0	229	41.7	1.34	50.8	60.3	69.7	194.4	3.33	0.91	Buckling	
Br6	Broekstuk	Enkele staaf	L80x8	S355J0	M16	8.8	3.81	33	244	41.7	0.00	45.8	60.3	69.7	194.4	3.33	0.91	Buckling	
Br7	Broekstuk	Enkele staaf	L100x8	S355J0	M16	8.8	4.78	0	243	41.7	1.79	58.2	60.3	69.7	257.2	5.49	0.74	Buckling	
Br8	Broekstuk	Enkele staaf	L100x8	S355J0	M16	8.8	4.87	25	247	41.7	1.66	56.5	60.3	69.7	257.2	5.49	0.74	Buckling	
Br9	Broekstuk	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M16	8.8	3.92	30	222	41.7	1.27	60.1	60.3	69.7	225.8	4.34	0.69	Buckling	
Br10	Broekstuk	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	2.99	0	190	41.7	1.12	51.5	60.3	52.3	145.8	2.68	0.81	Buckling	
Br11	Broekstuk	Enkele staaf	L60x8	S355J0	M16	8.8	2.38	0	205	41.7	0.89	44.2	60.3	69.7	131.7	1.73	0.94	Buckling	
Br12	Broekstuk	Enkele staaf	L70x7	S355J0	M16	8.8	2.94	43	215	41.7	0.00	42.7	60.3	61.0	142.7	2.23	0.98	Buckling	
Br13	Broekstuk	Enkele staaf	L100x8	S355J0	M16	8.8	4.76	0	242	41.7	1.79	58.6	60.3	69.7	257.2	5.49	0.71	Buckling	
Br14	Broekstuk	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.08	32	196	41.7	0.00	49.0	60.3	52.3	145.8	2.68	0.85	Buckling	
Br15	Broekstuk	Enkele staaf	L60x8	S355J0	M16	8.8	2.38	0	205	41.7	0.89	44.2	60.3	69.7	131.7	1.73	0.94	Buckling	
Br16	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	1.94	0	166	41.7	0.73	46.3	60.3	52.3	98.8	1.40	0.90	Buckling	
Br17	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2.48	46	181	41.7	0.00	48.1	60.3	52.3	122.3	1.99	0.87	Buckling	
Br18	Broekstuk	Enkele staaf	L80x8	S355J0	M16	8.8	3.88	0	249	41.7	1.45	44.5	60.3	69.7	194.4	3.33	0.94	Buckling	
Br19	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2.57	34	188	41.7	0.00	45.5	60.3	52.3	122.3	1.99	0.92	Buckling	
Br20	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	1.94	0	166	41.7	0.73	46.3	60.3	52.3	98.8	1.40	0.90	Buckling	
Br21	Broekstuk	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	1.55	0	145	41.7	0.58	51.0	60.3	51.5	75.3	1.15	0.82	Buckling	
Br22	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.07	49	177	41.7	0.00	42.3	60.3	52.3	98.8	1.40	0.99	Buckling	
Br23	Broekstuk	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.11	35	182	41.7	1.16	48.5	60.3	52.3	145.8	2.68	0.86	Buckling	
Br24	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.11	35	177	41.7	0.00	52.9	60.3	69.7	131.7	1.73	0.79	Buckling	
Br25	Broekstuk	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	1.55	0	145	41.7	0.58	51.0	60.3	51.5	75.3	1.15	0.82	Buckling	
Br26	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.70	0	174	7.0	0.64	29.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81	Bending	
Br27	Broekstuk	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.67	71	249	7.0	0.00	22.7	60.3	51.5	75.3	1.2	0.31	Buckling	
Br28	Broekstuk	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	3.40	0	205	7.0	1.27	25.8	60.3	51.5	75.3	1.6	0.82	Bending	
Br29	Broekstuk	Kniksteun op 0,5L	L70x6	S355J0	M16	8.8	3.05	56	222	7.0	0.00	35.2	60.3	52.3	122.3	2.0	0.20	Buckling	
Br30	Broekstuk	Kniksteun op 0,5L	L70x6	S355J0	M16	8.8	5.10	0	239	7.0	1.91	26.6	60.3	52.3	122.3	2.6	0.74	Bending	
Br31	Broekstuk	Kniksteun op 0,5L	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.59	44	228	7.0	0.00	38.7	60.3	52.3	145.8	2.7	0.18	Buckling	
Br32	Broekstuk	Kniksteun op 0,5L	L90x8	S355J0	M16	8.8	4.79	0	248	7.0	2.55	43.2	60.3	69.7	225.8	5.7	0.45	Bending	
Br33	Broekstuk	Kniksteun op 0,5L	L90x8	S355J0	M16	8.8	4.24	36	240	7.0	0.00	53.0	60.3	69.7	225.8	4.3	0.13	Buckling	
Br34	Tussenschot + 11m	Enkele staaf	L130x12	S355J0	M16	8.8	6.01	0	236	0.0	2.25	118.1	60.3	104.5	620.9	13.4	0.17	Bending	1
Br35	Tussenschot + 11m	Kruisende staaf halverwege	L120x10	S355J0	M16	8.8	6.28	0	225	0.0	3.11	85.1	60.3	87.1	399.8	12.8	0.24	Bending	1
Br36	Tussenschot + 11m	Kruisende staaf halverwege	L130x12	S355J0	M16	8.8	12.01	0	235	0.0	2.25	118.0	60.3	104.5	620.9	17.9	0.13	Bending	1
Br37	Tussenschot + 34,5m	Enkele staaf	L120x10	S355J0	M16	8.8	5.58	0	132	0.0	2.09	142.0	60.3	87.1	399.8	12.8	0.16	Bending	1
Br38	Tussenschot + 34,5m	Enkele staaf	L80x8	S355J0	M16	8.8	3.93	0	239	0.0	1.40	74.3	60.3	69.7	194.4	3.3	0.43	Bending	1
Br39	Tussenschot + 34,5m	Kruisende staaf halverwege	L90x8	S355J0	M16	8.8	5.58	0	179	0.0	1.05	77.8	60.3	69.7	194.4	4.3	0.43	Bending	1
Br40	Broekstuk	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.53	90	238	7.0	0.00	24.8	60.3	51.5	75.3	1.2	0.28	Buckling	1

1) Also checked in PLS-TOWER



APPENDIX D

Blokdeuvels

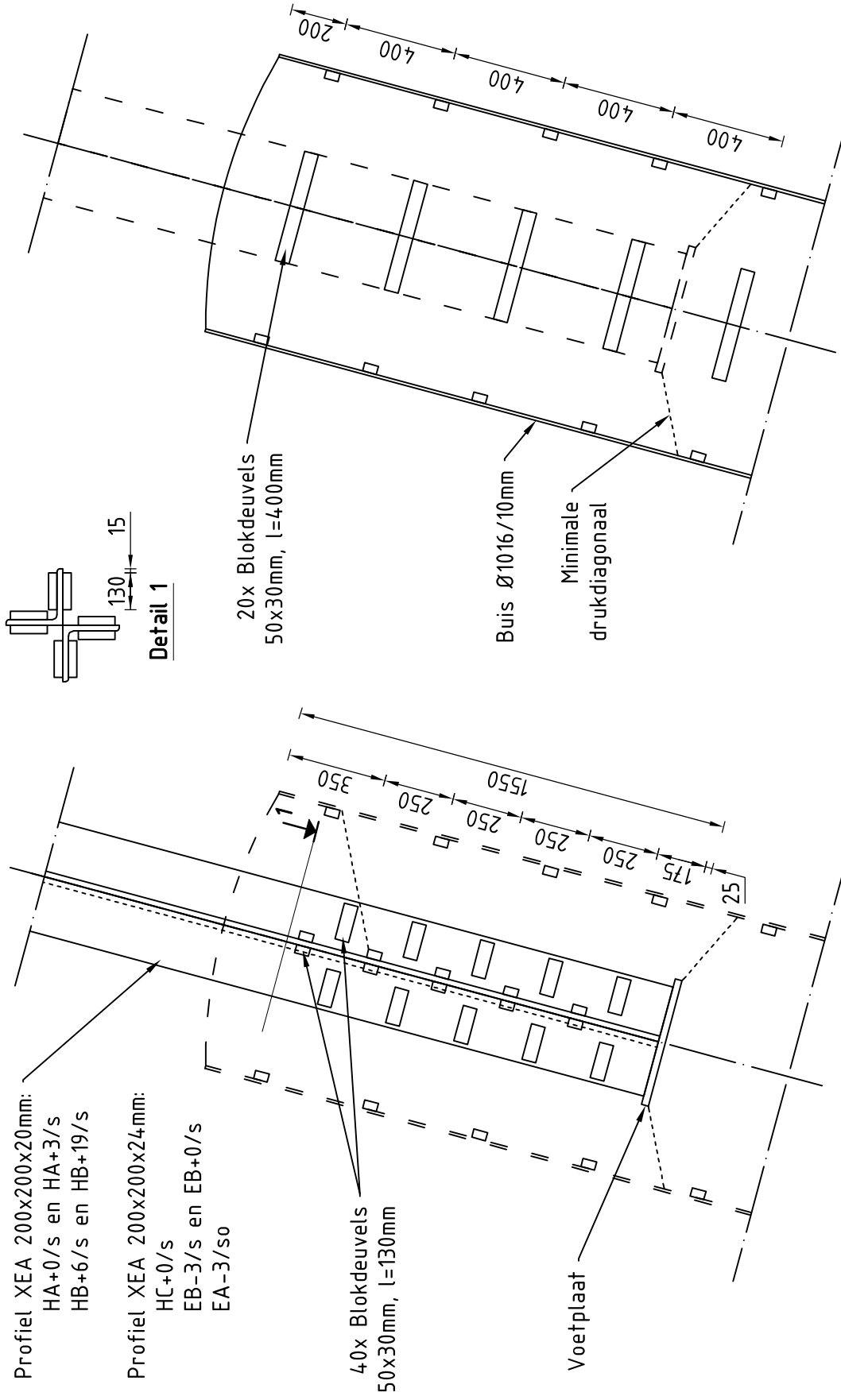
Het uitgangspunt voor de berekening van de ingestorte rand met blokdeuvels zijn de belastingen op de fundatie uit de uitvoer van het geleiderbelastingprogramma van DNV. De belastingen in de richting van de randstijl zijn van toepassing. In de tabellen is dit opgenomen in de laatste kolom $R_{z,lok}$.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

Er wordt voor gekozen om de blokdeuvels universeel uit te werken op basis van het profiel van de randstijl, dit betreft een XEA200x200x20/24-profiel en heeft betrekking op de volgende masttypen:

- Masttype HA+0/s en HA+3/s;
- Masttype HB+6/s en HB+19/s;
- Masttype HC+0/s;
- Masttype EB-3/s en EB+0/s;
- Masttype EA-3/so.

De blokdeuvels worden getoetst op de maatgevende belasting van bovenstaande masttypen. De belasting is opgenomen in Appendix A van het betreffende masttype, masttype EB-3/s is maatgevend. De optredende belastingen van masttype EB-3/s zijn 4044 kN (druk) en 3568 (trek), deze worden ruim naar boven afgerond op **4200 kN** (druk) en **3700 kN** (trek). In de blokdeuvel berekening wordt gerekend met een profieldikte van 20 mm. Met deze belastingen en profieldikte worden alle masttypen geborgd en hebben eventuele kleine aanpassingen geen invloed op deze uitwerking.

Principe blokdeuvels - solo-hoekmasten en solo-eindmasten



Algemene opmerkingen

- Aarding niet aangegeven
- Spiraalwapening niet aangegeven

Project: RLL-TLB
Mast: HA-B-C/s & EB/s & EA/so

Shear blocks

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

Datum: 2021-07-20
Auteur: JSN
Versie: 1.5

Load			Results		
Compression	$F_{Ed,c}$	4200 kN	Compression	U.C.	0.82 < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	3700 kN	Tension	U.C.	0.79 < 1,00 OK

Main leg

Profile	XEA 200x200x20	
Type	Double (XEA)	
Steel material	S355	
Cross section	15270 mm ²	
Axial capacity	N_{pl}	5421 kN
Width	b	400 mm
Thickness	t	20 mm
Length in concrete	1550 mm	

Capacity shear blocks main leg

$A_{f1} = A_{f1,out} + A_{f1,in} =$	7800 mm ²
$A_{f2} = A_{f2,out} + A_{f2,in} =$	25087.5 mm ²
Slope	1 : 5
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}} =$	1.79
$f_{jd} = C_A \times f_{cd} =$	27.0 N/mm ²
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} =$	3366 kN
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} =$	3366 kN

Shear blocks main leg

Sides	2	
Width	b	50 mm
Thickness	h	30 mm
Length - outside	L_{out}	130 mm
Length - inside	L_{in}	130 mm
Eccentricity	e	15 mm
Welds	a	5 mm
c.t.c. separation	s	250 mm
Number for compr.	n_c	16 -
Number for tension	n_t	16 -

Capacity foot plate

$K_d =$	1.73 -
$f_{jd} = C_A \times f_{cd} =$	26.0 N/mm ²
$c = t\sqrt{(f_{yd} / 3f_{jd})} =$	53 mm
$m^* = \min(c, m) =$	30 mm
Type foot plate	Extending
Effective for	Compr. and tension
$A_{p,c} =$	66870 mm ²
$F_{Rd,c} = A_{p,druk} \times f_{jd} =$	1742 kN
$A_{p,t} =$	51600 mm ²
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd} =$	1344 kN

Foot plate

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

Capacities

$F_{Rd,c,plate} =$	1742 kN
$F_{Rd,blocks,c} =$	3366 kN
$F_{Rd,c} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate} =$	5107 kN
U.C. compression	0.82 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)	1961 kN
$F_{Rd,t} = \min. (\text{welds} / \text{foot plate}) =$	1344 kN
$F_{Rd,blocks,t} =$	3366 kN
$F_{Rd,t} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate} =$	4710 kN
U.C. tension	0.79 < 1,00 OK
U.C. welds	0.49 < 1,00 OK

Pile

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

Shear blocks pile

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

Capacity shear blocks pile

$A_{f1} =$	12000 mm ²
$A_{f2} =$	48578 mm ²
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}} =$	2.01 -
$f_{jd} = K_d \times f_{cd} =$	30.3 N/mm ²
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} \times C_{red} =$	5809 kN
U.C. compression	0.72 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} \times C_{red} =$	5809 kN
U.C. tension	0.64 < 1,00 OK
U.C. welds	0.46 < 1,00 OK

Design value concrete strength

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

"Splitting" of pile

Spread of forces	45 °	
Length force flow	1052 mm	
Splitting force	1759 kN/m	
Yield strength wall	$f_{yd} =$	355 N/mm ²
Capacity tubular pile	7100 kN/m	
U.C.	0.25 < 1,00 OK	

Steel tower stub

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

Project: RLL-TLB
 Mast: HA-B-C/s & EB/s & EA/so

Welds of shear blocks of main leg

Out-of-plane loading

Plate

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

Member forces

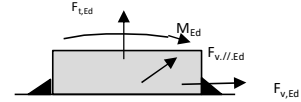
Factor 1.2
 $F_{t,Ed} = 0 \text{ kN}$
 $F_{v,Ed} = F_{Rd,c} / n = 252 \text{ kN}$
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$
 $M_{Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 3.79 \text{ kNm}$

Check

$\sigma_{w,Ed} = 212 \text{ N/mm}^2 \leq$
 $\sigma_1 = 106 \text{ N/mm}^2 \leq$

Welds

a = 5 mm
 l = 260 mm
 $\beta_w = 0.9 -$
 $\gamma_{M2} = 1.25 -$



Stress components

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 4al = 0 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 4al = 69 \text{ N/mm}^2$

 $b^* = b + 2/3av2 = 54.7 \text{ mm}$
 $\sigma_1 = \tau_1 = 0,706M_{Ed} / al b^* = 38 \text{ N/mm}^2$
 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{w,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 212 \text{ N/mm}^2$

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$ U.C. = **0.49 OK**
 $0,9f_u / \gamma_{M2} = 353 \text{ N/mm}^2$ U.C. = **0.30 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

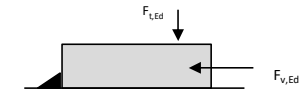
Factor 1.2
 $F_{t,Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 131 \text{ kN}$
 $F_{v,Ed} = 436 \text{ kN}$
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$
 $M_{Ed} = 0.00 \text{ kNm}$

Check

$\sigma_{w,Ed} = 200 \text{ N/mm}^2 \leq$
 $\sigma_1 = 100 \text{ N/mm}^2 \leq$

Welds

a = 5 mm
 l = 400 mm
 $\beta_w = 0.9 -$
 $\gamma_{M2} = 1.25 -$



Stress components

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 2al = 23 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 2al = 77 \text{ N/mm}^2$

 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{w,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 200 \text{ N/mm}^2$

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$ U.C. = **0.46 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 = 1560 mm
 Capacity $F_{Rd} = a \times l \times f_{w,d} / \sqrt{3} = 1961 \text{ kN}$



APPENDIX E

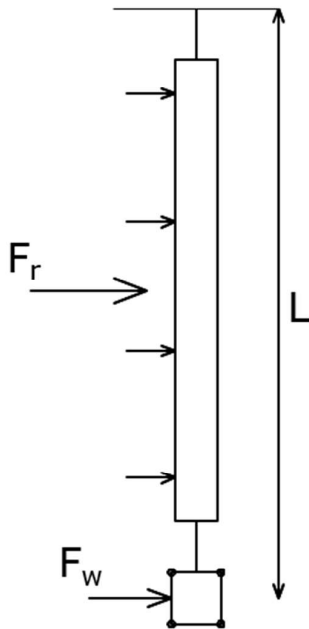
Liggers

1 BEREKENING OPHANGING POSTISOLATOREN

De volgende onderdelen worden berekend:

- De belastingen op de ophanging van de postisolatoren door wind en eigen gewicht;
- De dimensionering van de ophangconstructies.

Onderstaand zijn de optredende belastingen geschematiseerd:



Figuur 1 Belastingenschema

1.1 Uitgangspunten & afmetingen postisolatoren

Voor het berekenen van de liggers voor de ophanging van de postisolatoren in de mastkoppen van de HA-masten wordt één berekening gemaakt met de volgende uitgangspunten:

- Windgebied II;
 - Windhoogte 54 m (gebaseerd op mast HA+0/s, met eventuele 6 m verhoging. Dit is maatgevend ten opzichte van HB+19/s vanwege windgebied II);
 - Onbebouwd;
- Referentieperiode 50 jaar;
- Belastingfactor 1,5.

De volgende factoren worden gehanteerd:

- Krachtcoëfficiënt 1,2 voor isolatoren
- Constructiefactor geleider 1,0;
- Krachtcoëfficiënt geleider 1,0;
- Constructiefactor geleider 1,0.

Conform het uitgangspuntendocument zijn de afmetingen als volgt:

Tabel 1 Gegevens postisolatoren

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m]
Fasegeleider 380 kV	Bretelfixatie	2,0	4,5	1,0

De diameter van de geleiders is 32 mm.

1.2 Belastingen

De extreme stuwdruk $q_{p(z)}$ in windgebied II op een hoogte van 54,5 m is $1,41 \text{ kN/m}^2$.

Er komen drie varianten voor:

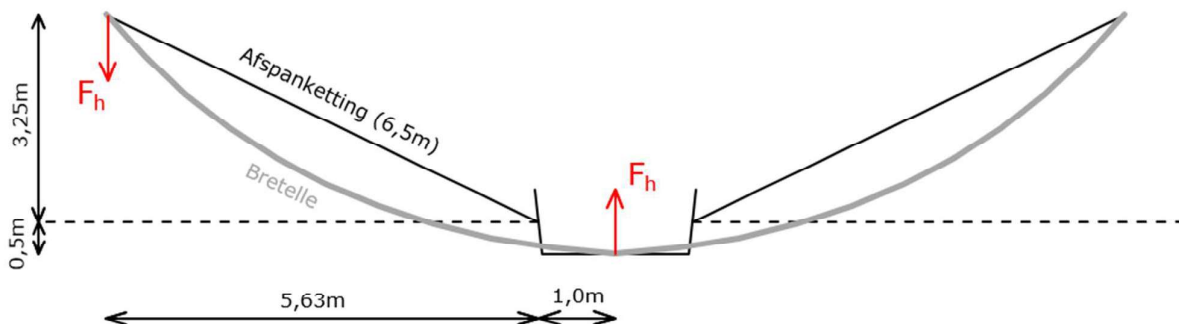
1. 380 kV geleider met één postisolator;
 - Lengte geleider aan postisolator ca. 9 m;
2. 380 kV geleider met twee postisolatoren;
 - Lengte geleider aan postisolator ca. 4,5 m.

In het horizontale vlak bestaat er een afstand tussen het uiteinde van de afspanketting en de postisolator (zie figuur 2). Dit veroorzaakt een extra horizontale kracht vanuit de bretelle op de onderzijde van de postisolator (zie figuur 3). Het gewicht van de bretelle (380kV) is gelijk aan ($4 \times 17,7 \text{ N/m} = 70,8 \text{ N/m}$). De horizontale kracht evenwijdig aan de bretelle is gelijk aan:

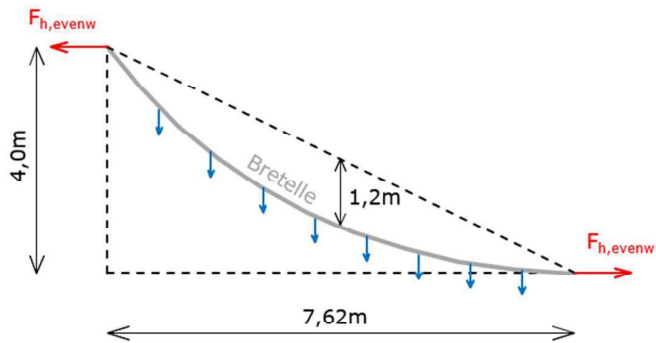
$$\bullet F_{h, \text{evenw}} = \frac{1}{8} \cdot q \cdot L^2 / u = \frac{1}{8} \cdot 0,0708 \text{ kN/m} \cdot (7,62 \text{ m})^2 / 1,2 \text{ m} = 0,4 \text{ kN}.$$

De horizontale kracht loodrecht op de postisolator is gelijk aan:

$$\bullet F_{h, \text{gel}} = 2 \cdot 0,4 \text{ kN} \cdot 3,75 \text{ m} / 7,62 \text{ m} = 0,4 \text{ kN}.$$



Figuur 2 Bovenanzicht bretelle



Figuur 3 Zij-aanzicht bretelle

Belasting bij wind loodrecht op de geleider

Voor elke variant zijn in onderstaande tabellen de optredende reactiekrachten (F_h , $F_{v,tot}$ en M_{tot}) op het ophangpunt van de postisolator berekend.

Tabel 2 Optredende belastingen per variant – wind loodrecht

Var.	$q_p(z)$ [kN/m ²]	G_{post} [kN]	L_{post} [m]	Opp [m ²]	n_{gel} [n]	\emptyset_{gel} [m]	G_{gel} [kN/m]	L_{gel} [m]	$F_{h,gel}$ [kN]
1	1,41	2	4,5	1	4	0,032	0,0177	9	0,4
2	1,41	2	4,5	1	4	0,032	0,0177	4,5	0,4

Var.	$C_{f,r}$ [-]	S_r [-]	$F_{r,k}$ [kN]	$M_{r,k}$ [kNm]	$C_{f,w}$ [-]	S_w [-]	$F_{w,k}$ [kN]	$M_{w,k}$ [kNm]
1	1,2	1	1,69	3,81	1	1	1,62	7,31
2	1,2	1	1,69	3,81	1	1	0,81	3,65

Var.	γ [-]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{h,tot,Ed}$ [kN]	$M_{tot,Ed}$ [kNm]
1	1,5	4,0	5,6	19,4
2	1,5	3,5	4,4	13,9

Belasting bij wind evenwijdig aan de geleider

Waar relevant wordt er ook getoetst aan wind evenwijdig aan de geleider. In onderstaande tabel zijn de optredende krachten weergegeven.

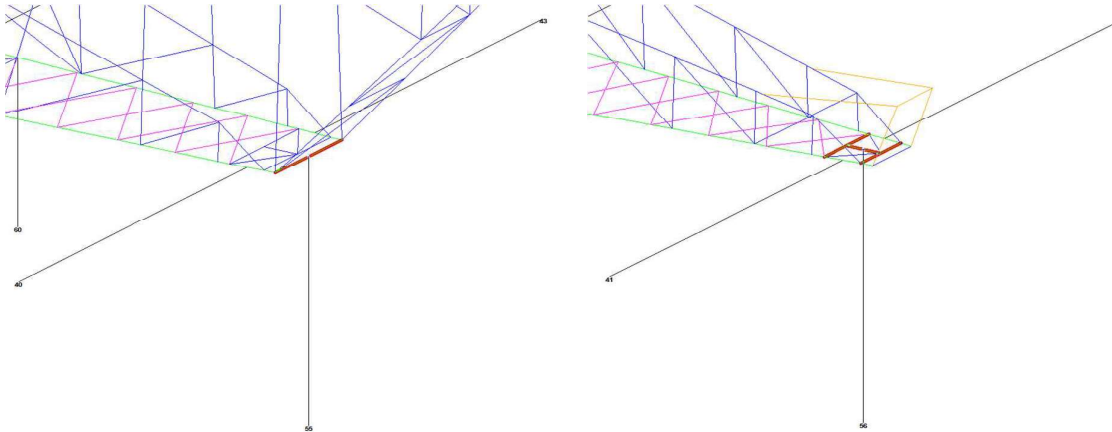
Tabel 3 Optredende belastingen per variant – wind evenwijdig

Var.	L _{post} [m]	F _{h,gel} [kN]	M _{r,-,k} [kNm]	F _{r,k} [kN]	M _{r,/,k} [kNm]	F _{v,Ed} [kN]	F _{h,-,Ed} [kN]	M _{r,-,Ed} [kNm]	F _{h,/,Ed} [kN]	M _{r,/,Ed} [kNm]
1	4,5	0,4	1,8	1,69	3,81	4,0	0,6	2,7	2,5	5,7
2	4,5	0,4	1,8	1,69	3,81	3,5	0,6	2,7	2,5	5,7

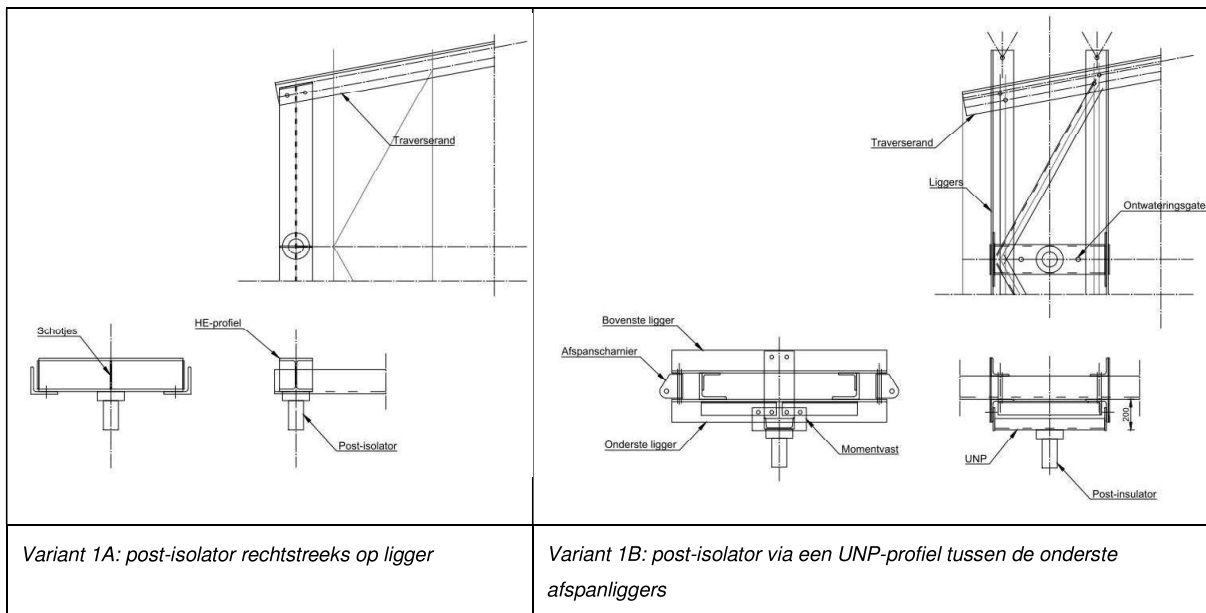
2 VARIANT 1 – 380 KV – 1 POSTISOLATOR

De ophanging van de postisolator bij variant 1 kent twee varianten:

- A. Ophanging aan enkele ligger (onderstaand links, boventraverse);
- B. Ophanging aan frame (onderstaand rechts, middentraverse).



Figuur 4 Principe ophanging variant 1A (links) en 1B (rechts)



Figuur 5 Principedetails voor bevestiging post-insulator variant 1A en 1B

2.1 Variant A

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

- Verticaal F_v 4,0 kN;
- Horizontaal $F_{h,tot}$ 5,6 kN;
- Torsiemoment M_{tot} 19,4 kNm.

De maximale lengte van de ligger is 1,82 m (boventraverse HB/s). Het profiel van de ligger is HEB220 (S355). De ligger wordt getoetst aan de hand van een excel-sheet. Uit berekening blijkt dat de ligger voldoet met een maximale UC van 0,78. Voor berekening, zie na pagina 6.

2.2 Variant B

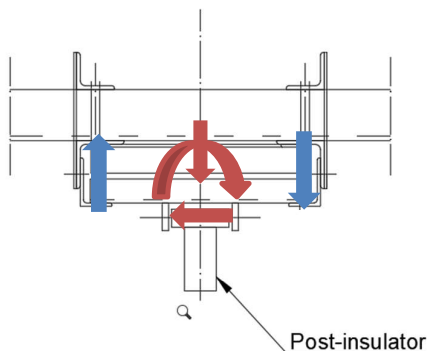
Onderstaand is de situatie schematisch weergegeven. De hoeklijnen hebben een (minimale) doorsnede van 150x150x14mm. De afstand tussen de hoeklijnen is min. 600mm. De bovenste en onderste hoeklijnen worden halverwege de overspanning gekoppeld.

De optredende maximale reactiekracht is gelijk aan $(4,0\text{kN}/2 + 19,4\text{kNm}/0,6\text{m}) = 34,3\text{kN}$. Per ligger is de kracht gelijk aan $(34,3\text{kN} / 2) = 17,2\text{kN}$.

De maximale overspanning is 2,5m (middentraverse HA+0/c → 150kV heeft langste ligger, deze als maatgevend aangehouden). Het totale moment in het hoekstaal wordt dan $(0,25 \cdot (17,2\text{kN} + 5,3\text{kN}/2) \cdot 2,5\text{m}) = 12,4\text{kNm}$.

Het weerstandsmoment is gelijk aan 83500mm^3 . De spanning is gelijk aan $(12,4 \cdot 10^6 \text{ Nmm} / 83500\text{mm}^3) = 158\text{MPa}$. De ligger voldoet met een UC van $(158\text{MPa} / 355\text{MPa}) = 0,45$.

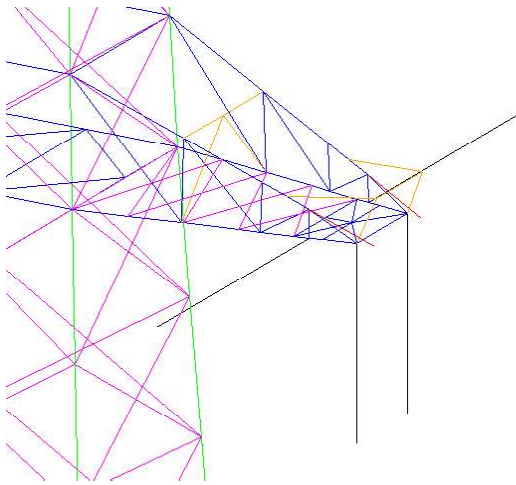
De ligger die hoeklijnen koppelt heeft een doorsnede van UNP220 en wordt om de zwakke as belast. Het optredende moment is gelijk aan $(1/4 \cdot 4,0\text{kN} \cdot 0,6\text{m} + 1/2 \cdot 19,4\text{kNm}) = 10,3\text{kNm}$. De spanning is gelijk aan $(10,3 \cdot 10^6 \text{ Nmm} / 33500\text{mm}^3) = 307\text{MPa}$. De ligger voldoet met een UC van $(307\text{MPa} / 355\text{MPa}) = 0,86$.



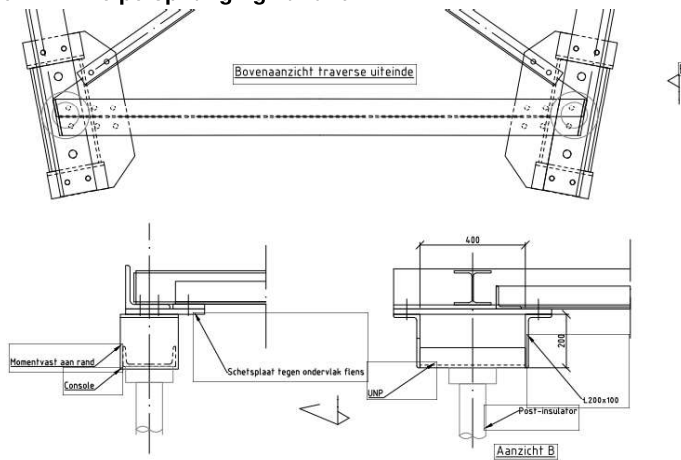
Figuur 6 Schematische weergave ophanging variant 1B

3 VARIANT 2 – 380 KV – 2 POST-ISOLATOR

De postisolator wordt via een verlaagde console ingeklemd in twee richtingen en opgehangen aan de onderrand van de traverse. De torsie op de onderrand wordt opgenomen door een ligger uit HE-profiel (diagonalen worden verwaarloosd), in de richting van de onderrand neemt de rand de momenten op. De optredende belastingen zijn in Tabel 4 opgenomen:



Figuur 7 Principe ophanging variant 2

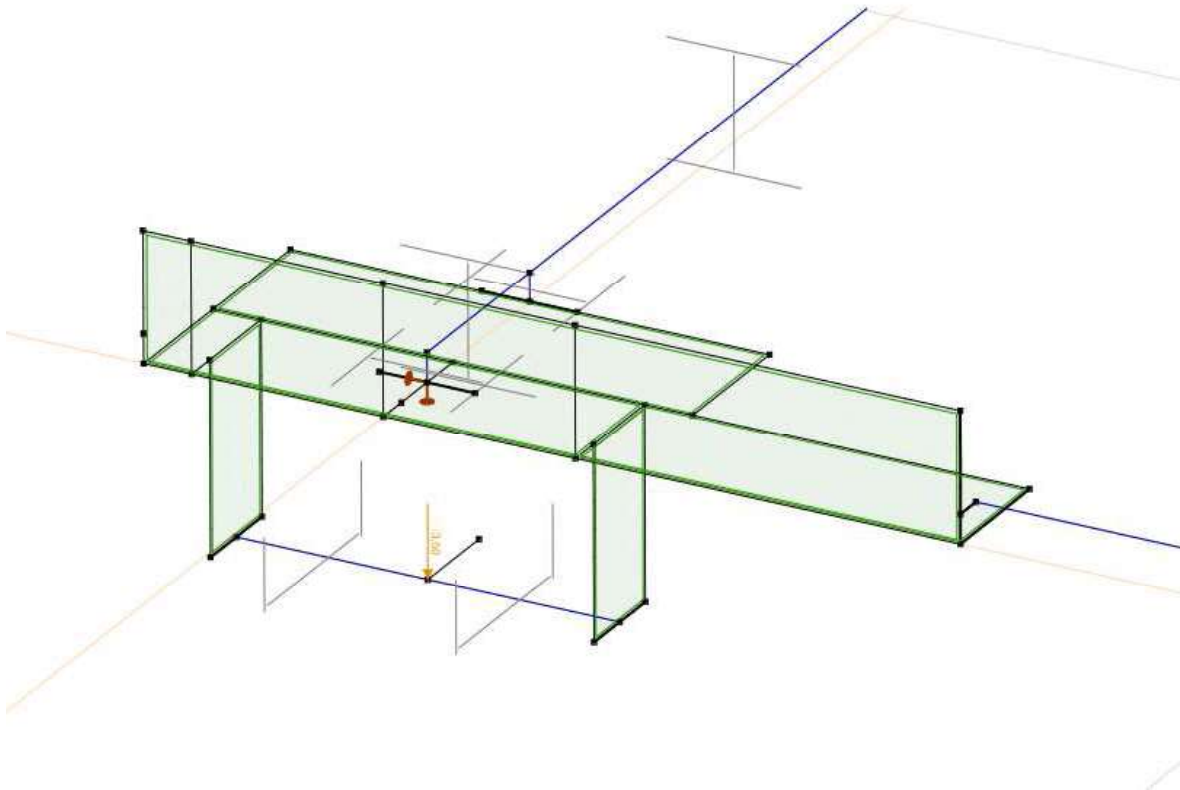


Figuur 8 Principedetail bevestiging post-isolator aan rand

De ligger wordt belast door een kopmoment. Dit moment is volgens Tabel 3 gelijk aan 5,7 kNm. Ligger met praktisch gekozen profiel HE140A volstaat.

Kritisch aspect in de verbinding is de krachtsoverdracht van het buigend moment uit het vlak van de console naar de ligger. De onderrand wordt lokaal (tussen de console en HE-ligger) op torsie belast en de flens van het hoekprofiel wordt ook op buiging belast. Om de krachtsinleiding mogelijk te maken wordt de onderrand verstijfd met een schetsplaat waarmee de HE-ligger en diagonalen worden verbonden.

De controle is uitgevoerd met het programma AxisVM. Zowel buiging in het vlak als buiging uit het vlak is gecontroleerd. Als minimaal profiel van de onderrand is uitgegaan van L140x140x13. Voor de schetsplaatdikte is 20 mm ingevoerd. De maximale drukkracht in de rand is in combinatie met de buiging meegenomen, hoewel deze van kleine grootte is op het einde van de traverse (30 kN).



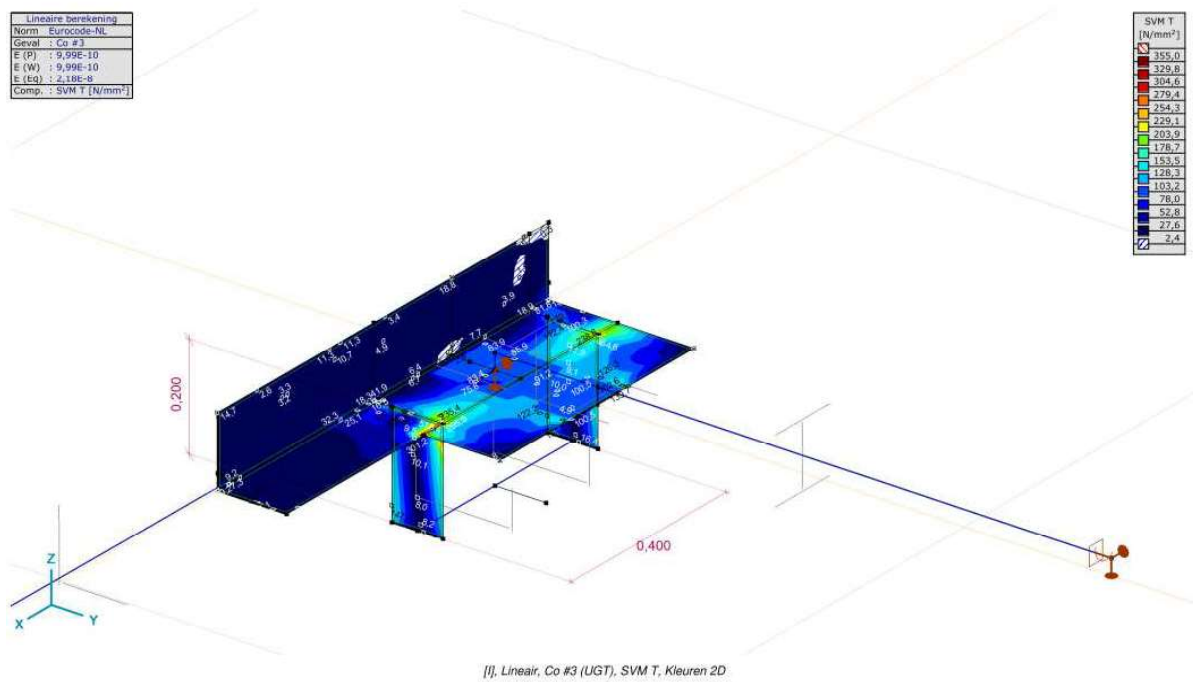
Figuur 9 Rekenmodel krachtsinleiding post-isolator aan onderrand

De belastingen zijn ontleend aan Tabel 2 en Tabel 3 voor de 380 kV post-isolator. De belastingen zijn in AxisVM gecombineerd met het verticale gewicht, en met twee richtingen van M_x en M_y , waarbij belastinggevallen zijn verminderd tot een factor 0,71.

Tabel 4 Belastingen op console

Var.	$F_{z,Ed}$ [kN]	$F_{x,Ed}$ [kN]	$F_{y,Ed}$ [kN]	$M_{x,Ed}$ [kNm]	$M_{y,Ed}$ [kNm]
M_x			2,5	5,7	
M_y		4,4			13,9
F_z	3,5				
N	30				

Uit de berekening blijkt dat de combinatie van spanningen door torsie en buiging toelaatbaar is.



Figuur 10 Spanningen in de maatgevende belastingcombinatie

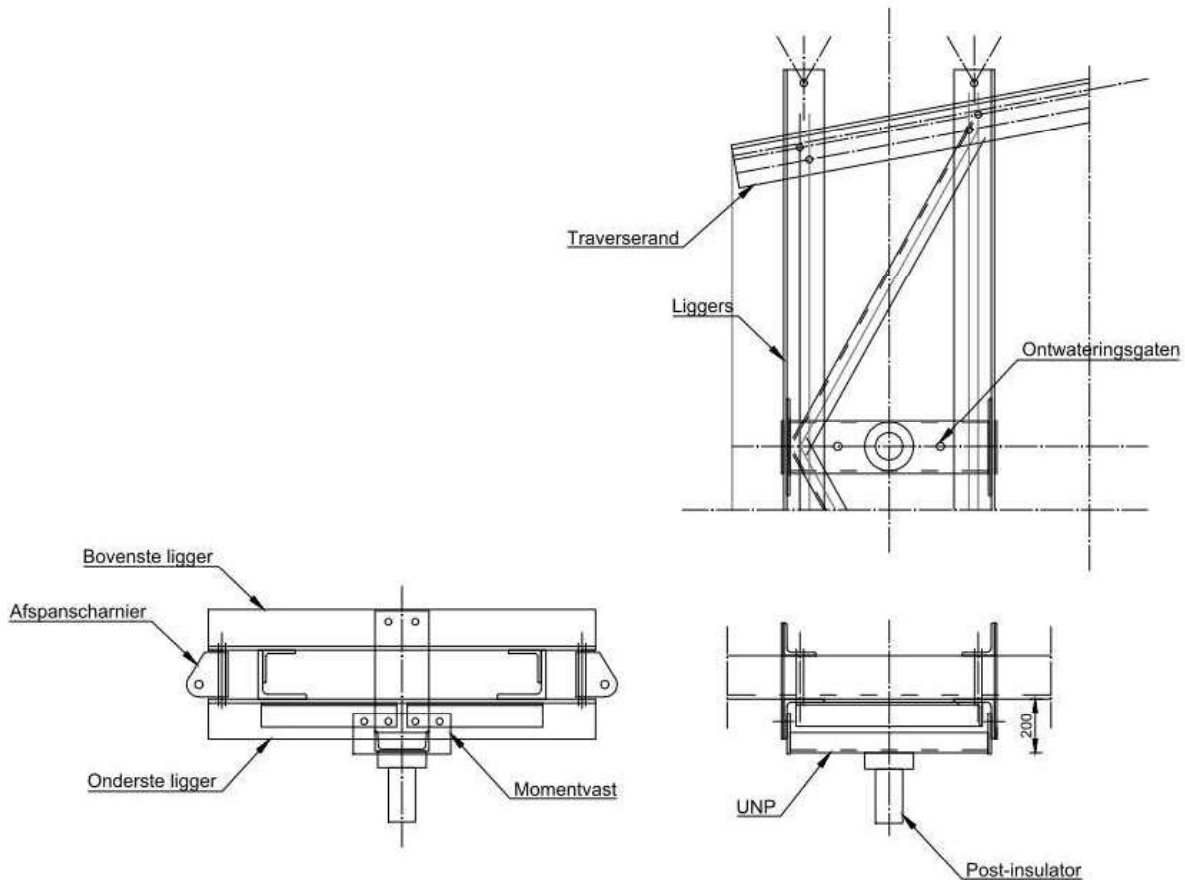
In het model treden elastisch berekend bij hoeken spanningsconcentraties op. Zie Figuur 10. In de uitvoer opgenomen in de bijlage blijkt dat de hoogste spanning 339 N/mm² bedraagt. De toetsing is:

$$U.C. = 339 \text{ N/mm}^2 / 355 \text{ N/mm}^2 = 0,95 \leq 1,00 \text{ OK.}$$

De staalprofielen en schetsplaten voldoen.

4 CONTROLE AFSPANLIGGERS

De afspankettingen van de hoekmast worden bevestigd tussen twee paren van hoekprofielen. De liggers worden belast op buiging in het geval van een lijnhoek. Als gevolg van de belasting van het afspanscharnier wordt het hoekprofiel ook op lokale buiging belast.



Figuur 11 Principe van de afspanliggers. De uitragende ligger wordt in het geval van een lijnhoek op buiging belast door de kracht uit de afspanketting

De profielen worden gecontroleerd op buiging met het programma AxisVM, de profielen worden geschematiseerd met plaalementen.

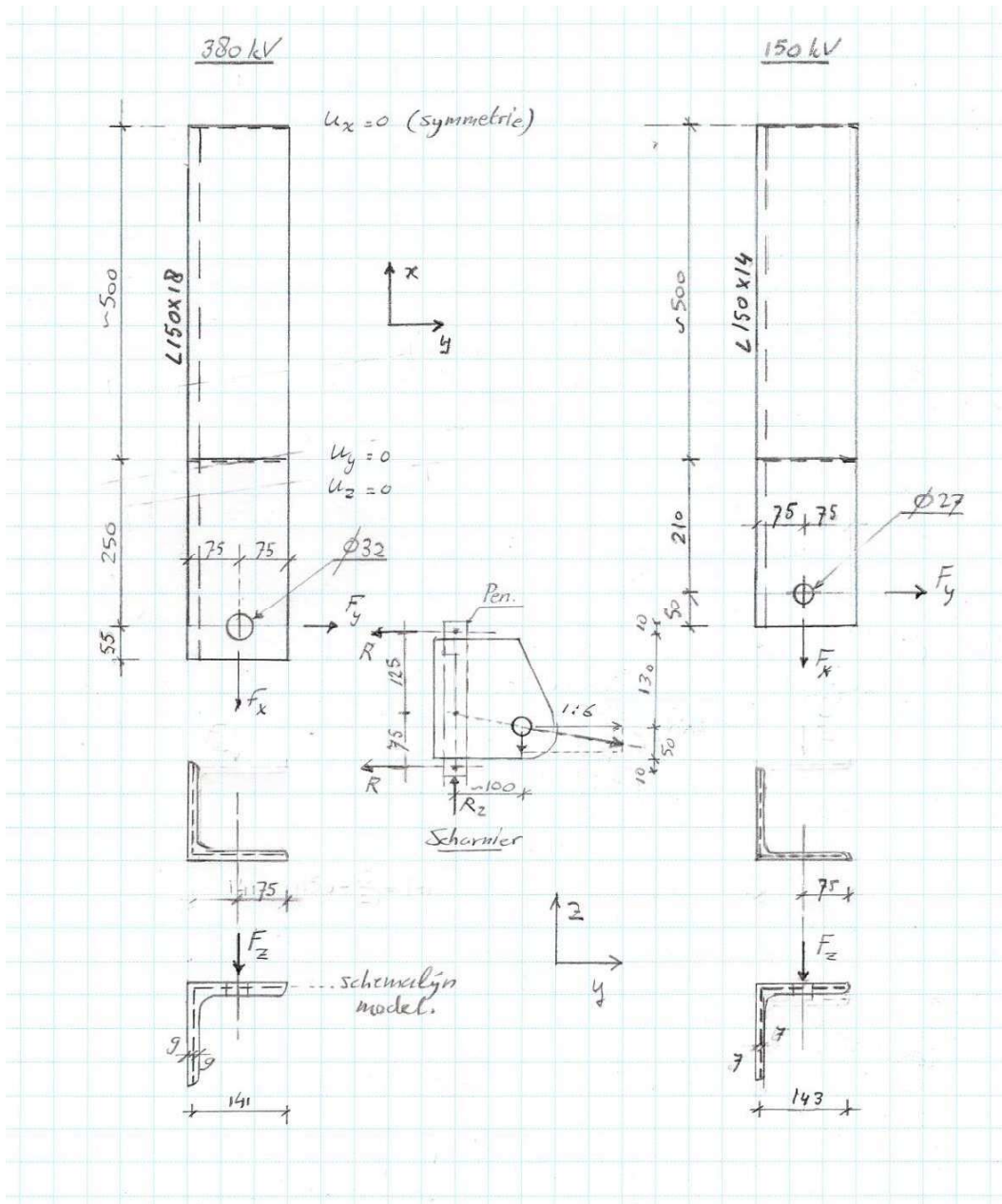
Vanwege uniformiteit over de masttypes in afspanscharnieren wordt de controle uitgevoerd op basis van het masttype met de grootste lijnhoek en de grootste uitkraging. Dit is de HC+0-mast van het solo-type, omdat de ondertraverse de grootste breedteverandering heeft, met bijbehorend grootste uitkraging.

In het UO zal de verbinding verder in detail moeten worden gecontroleerd. Omdat de plaatbuiging bepalend is voor het profiel dat wordt toegepast, wordt nu de controle van de liggers op buiging uitgevoerd.

De profielen zijn uniform over alle solo- en combihoekmasttypes. De controleberekening omvat daarom zowel de profielen voor de 150 kV als 380 kV afspanketting, respectievelijk L150x150x14 en L150x150x18.

Voorlopig worden bovenste en onderste ligger gelijk genomen, in UO-fase kan de bovenste ligger nog geoptimaliseerd worden omdat deze niet door de verticale belasting belast wordt.

Schema



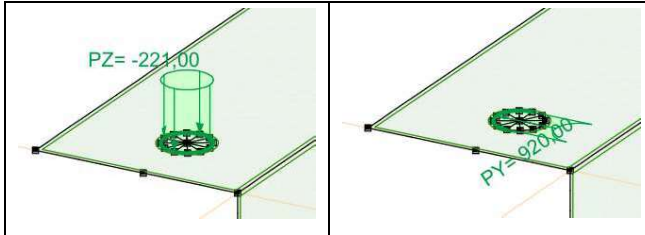
Figuur 12 Schematisering liggers

De helft van de ligger wordt berekend met symmetrie randvoorwaarden. De zwaartelij van de plaatdikte is het uitgangspunt voor de geometrie. De verbinding met de traverserand wordt vereenvoudigd tot een lijnoplegging aan de bovenflens met fixatie van y- en z-richting. De berekening is lineair-elastisch.

Tabel 5 Geleiderbelastingen

Belastingcombinatie	Spanning	Fxtotaal	Fytotaal	Fztotaal	Ftrekhead
ULS_3_120	380 kV	220,0	142,3	44,4	261,6
	150 kV	109,9	71,0	22,2	130,7

De belastingen worden omgezet naar een lijnlast rondom het gat voor de pen. De x- en y-belasting op de helft van de omtrek, de verticale belasting (z-richting) rondom de gehele omtrek.



Figuur 13 Invoer van belastingen als lijnlast rondom boutgat

De belasting van Tabel 5 wordt verdeeld over twee kettingen. Vanwege de geometrie van het afspanscharnier wordt circa 65% van de belasting verdeeld naar de onderste ligger.

Tabel 6 Schematisering belasting

	d (mm)	Omtrek bij Fx (mm)	Omtrek bij Fy (mm)	Omtrek bij Fz (mm)
380 kV	32	50,3	50,3	100,5
150 kV	27	42,4	42,4	84,8
Verhouding afdracht		0,65	0,65	1

De lijnbelasting wordt berekend met:

$$q = 1/2 \cdot k \cdot F / O$$

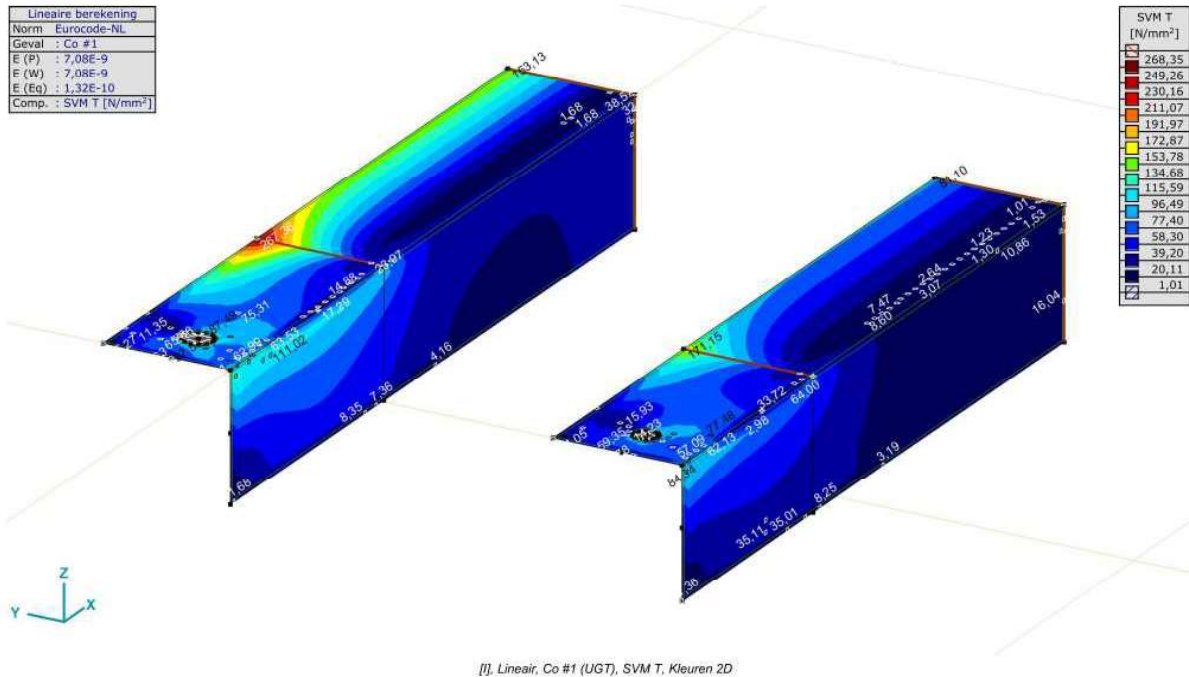
In Tabel 7 zijn de lijnlasten berekend met bovenstaande formule. Deze zijn in AxisVM ingevoerd.

Tabel 7 lijnlast rond gat

	qx (kN/m)	qy (kN/m)	qz (kN/m)
380 kV	1422	920	221
150 kV	842	544	131

Toetsing

Zie de uitvoer van AxisVM. De combinatie van buiging en lokale buiging op het bovenzvlak van het hoekprofiel ter plaatse van de lijnoplegging is maatgevend.



Figuur 14 Maximale spanning in hoekprofiel voor 380 kV en 150 kV

Toetsing:

L150x18: U.C. : $267 / 355 = 0,75 \leq 1,00$ OK

L150x14: U.C. : $171 / 355 = 0,48 \leq 1,00$ OK

De profielen voldoen.

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy




AxisVM X5 R4h - Geregistreerd aan DNV GL - Energy
Post aan onderstrand HA_s,axs

Rapport

Rapport, Inhoudsopgave

Onderdeel		Pagina	Onderdeel		Pagina
Materialen		3	[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), Tx, Lijnen (gevuld)		22
Knoppen en staven		4	[I], Linear, Co #1 (UGT), eR, Lijnen		23
Dikte		5	[I], Linear, Co #2 (UGT), eR, Lijnen		24
Profielen		6	[I], Linear, Co #3 (UGT), eR, Lijnen		25
Domeinen		7	[I], Linear, Co #4 (UGT), eR, Lijnen		26
Knooppieggingen		7	[I], Linear, Co #5 (UGT), eR, Lijnen		27
Mx: Knoopbelastingen		8	[I], Linear, Co #6 (UGT), eR, Lijnen		28
Mx		9	[I], Linear, Co #1 (UGT), SVM T, Kleuren 2D		29
My: Knoopbelastingen		10	[I], Linear, Co #2 (UGT), SVM T, Kleuren 2D		30
My		11	[I], Linear, Co #3 (UGT), SVM T, Kleuren 2D		31
Fz: Knoopbelastingen		12	[I], Linear, Co #4 (UGT), SVM T, Kleuren 2D		32
Fz		13	[I], Linear, Co #5 (UGT), SVM T, Kleuren 2D		33
N: Knoopbelastingen		14	[I], Linear, Co #6 (UGT), SVM T, Kleuren 2D		34
N		15	[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), SVM B, Iso vlakken 3D		35
Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen		16	[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), SVM C, Iso vlakken 3D		36
[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), Nx, Lijnen (gevuld)		17	[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), SVM T, Iso vlakken 3D		37
[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), My, Lijnen (gevuld)		18	Vlakspanningen [Linear, Omhullende (Alle UGT)]		38
[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), Mz, Lijnen (gevuld)		19	[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), S;x:minmax, Lijnen (gevuld)		39
[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), Vz, Lijnen (gevuld)		20	Staatspanningen [Linear, Omhullende (Alle UGT)]		40
[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), Vy, Lijnen (gevuld)		21	Interne krachten knooppiegging [Linear, Omhullende (Alle UGT)]		41

Materialen

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

Naam	f_{t1} [N/mm ²]	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{14}
I S 355	f_{t1} [N/mm ²] = 510,00													
	f_y^c [N/mm ²] = 335,00													
	f_{t1}^c [N/mm ²] = 470,00													

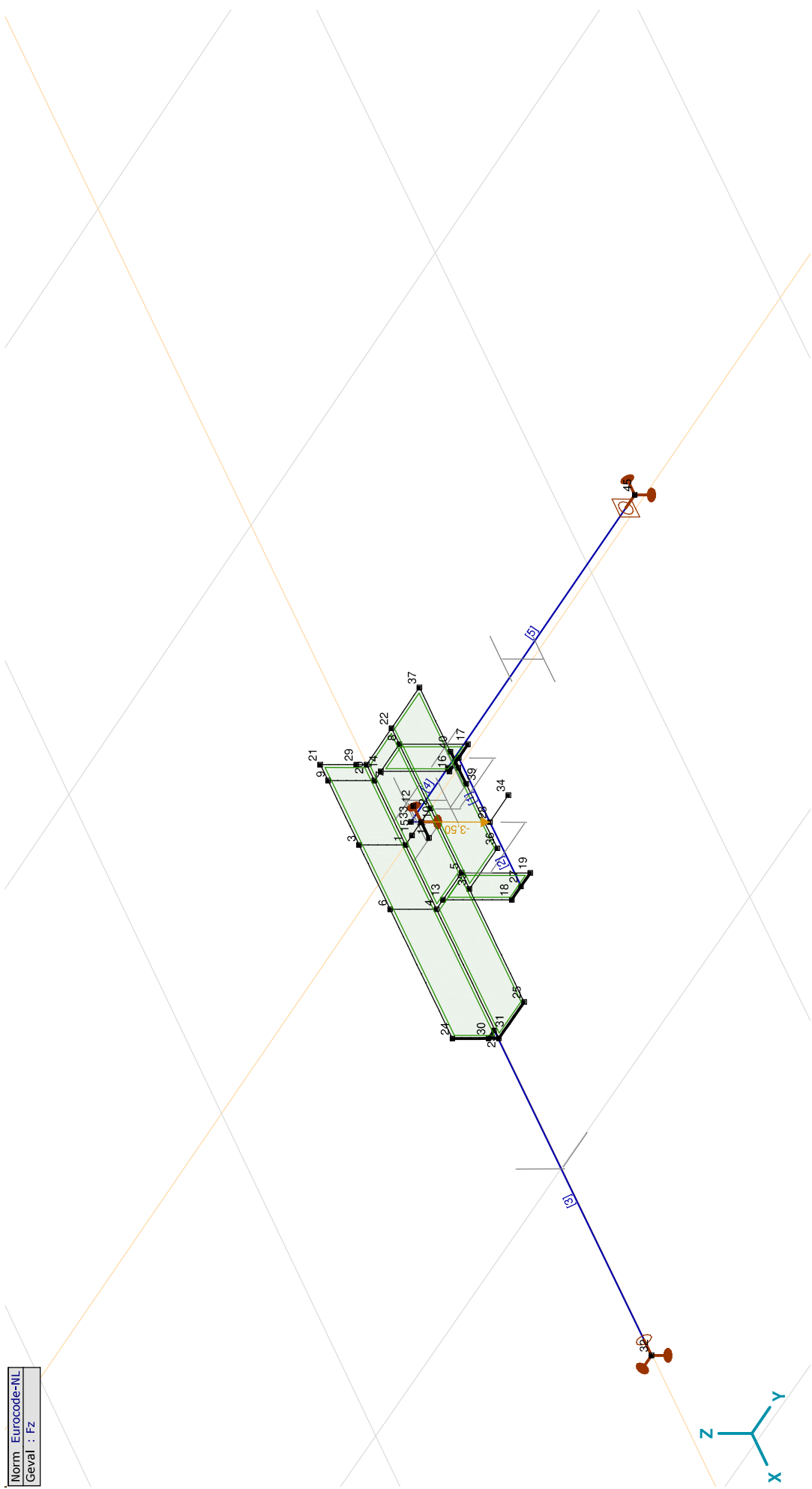
Naam: Materiaalnaam; Type: Type materiaal; Model: Materiaal model; E_x : Elasticiteitsmodulus in lokale x richting; E_y : Elasticiteitsmodulus in lokale y richting; E_z : Elasticiteitsmodulus in lokale z richting; ν : Poisson's verhouding; α_T : Warmteuitzettingscoëfficiënt; ρ : Dichtheid; **Materiaal 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:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Norm Eurocode-NL
Geval : Fz



Knopen en staven

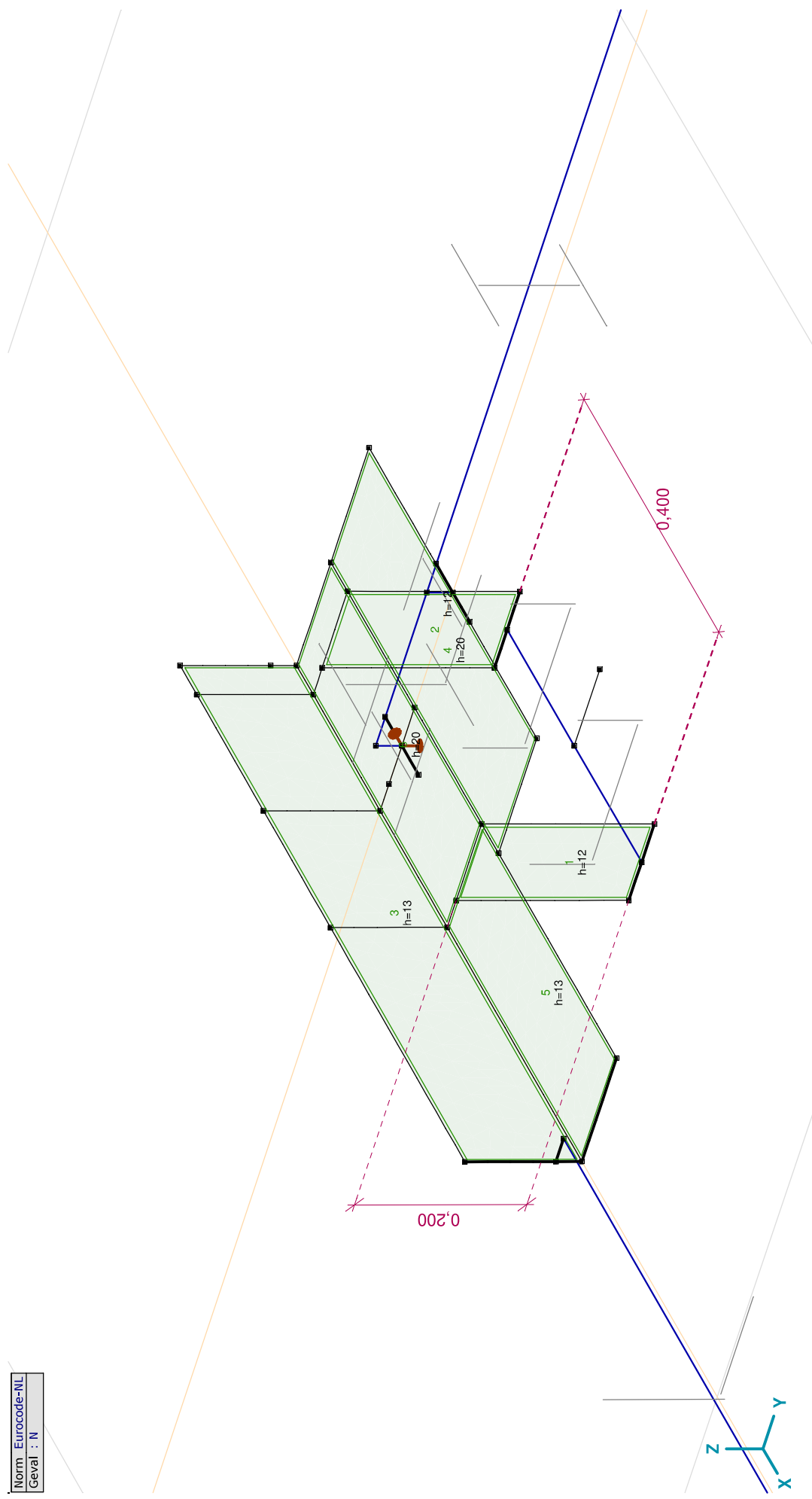
Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

18-5-2021

Norm Eurocode-NL
Geval : N



Project:





Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

18-5-2021

Pag. 6

Profielen

Naam	Tekening	Productie	Vorm	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	r1 [mm]	r2 [mm]	r3 [mm]	Ax [mm ²]	Ay [mm ²]	Az [mm ²]	Ix [mm ⁴]	Iy [mm ⁴]	Iz [mm ⁴]
1 U 200		Gewalst	U	200,0	75,0	8,5	11,5	11,5	6,0	0	3218,52	931,26	1555,63	121078,6	1,9E+07	1477534,0
2 L 150X150X14		Gewalst	L	150,0	150,0	14,0	14,0	16,0	8,0	0	4031,60	1760,18	1776,16	278959,0	8453331,0	8453331,0
3 HE 140 A		Gewalst	I	133,0	140,0	5,5	8,5	12,0	0	0	3142,19	2147,66	704,86	81932,8	1E+07	3893251,0
4 L 140X140X13		Gewalst	L	140,0	140,0	13,0	13,0	15,0	7,5	0	3495,25	1525,43	1539,45	208736,7	6384907,0	6384907,0

Naam	Iyz [mm ⁴]	I1 [mm ⁴]	I2 [mm ⁴]	α [°]	Iω [mm ⁶]	W1,el,t [mm ³]	W1,el,b [mm ³]	W2,el,t [mm ³]	W2,el,b [mm ³]	W1,pl [mm ³]	W2,pl [mm ³]	iy [mm]	iz [mm]	Hy [mm]	Hx [mm]
1 U 200	0	1,9E+07	1477534,0	0	8,9E+09	191091,8	191091,8	26935,4	73344,2	227755,3	51850,6	77,1	21,4	75,0	200,0
2 L 150X150X14	-4971153,0	1,3E+07	3482178,0	45,00	4,2E+08	126567,2	126567,2	65498,4	58536,3	200109,5	102485,0	45,8	45,8	150,0	150,0
3 HE 140 A	0	1E+07	3893251,0	0	1,5E+10	155382,8	155382,8	55617,9	55617,9	173525,9	84852,6	57,3	35,2	140,0	133,0
4 L 140X140X13	-3754641,0	1E+07	2630265,0	45,00	2,7E+08	102424,9	102424,9	53024,7	47412,5	161917,9	82940,4	42,7	42,7	140,0	140,0

Naam	yG [mm]	zG [mm]	ys [mm]	zs [mm]	S.p.
1 U 200	20,1	100,0	-38,7	0	8
2 L 150X150X14	42,1	42,1	-33,9	-33,9	4
3 HE 140 A	70,0	66,5	0	0	9
4 L 140X140X13	39,2	39,2	-31,7	-31,7	4

Naam: Doorsnede naam; **Productie:** Productieproces; **Vorm:** Profiel; **h:** Doorsnede hoogte; **b:** Doorsnede breedte; **tw:** Lijfdikte; **tf:** Flensdikte; **r1, r2, r3:** Afrondingswaarden; **Ax:** Doorsnede-oppervlak; **Ay, Az:** Afschuivingsoppervlak; **Ix:** Torsieaagheidsmoment; **Iy, Iz:** Buigtraagheidsmoment; **Iyz:** Centrifugaal traagheidsmoment; **I1, I2:** Hoofdbuigtraagheidsmoment; **α:** Hoofdrichtingen; **Iω:** Krommingsconstante; **W1,el,t, W2,el,t, W1,pl, W2,pl:** Traagheidsstraal; **W1,el,b, W2,el,b:** Plasticiteit modulus; **iy, iz:** Traagheidsstraal; **Hy, Hx:** Afmeting in lokale Y-richting; **Hx:** Afmeting in lokale Z-richting; **yG:** Y-coördinaat van het zwaartepunt; **zG:** Z-coördinaat van het zwaartepunt; **ys:** Y-coördinaat van het afschuivingsmiddelpunt (torsie); **zs:** Z-coördinaat van het afschuivingsmiddelpunt (torsie); **S.p.:** Spanningspunten;

Domeinen

Element type	Materiaal	Ref _x	Ref _z	Dikte [mm]	k, buiging [l]	k, torsie [l]	k, afschuiving [l]	Oppervlakte [m ²]	Gat	Mesh
1 # Schaal	S 355	Auto	Auto	12				0,020	-	✓
2 # Schaal	S 355	Auto	Auto	12				0,020	-	✓
3 # Schaal	S 355	Auto	Auto	13				0,115	-	✓
4 # Schaal	S 355	Auto	Auto	20				0,075	-	✓
5 # Schaal	S 355	Auto	Auto	13				0,054	-	✓
6 # Schaal	S 355	Auto	Auto	20				0,061	-	✓

Element type: Plaatlement type; **Ref_x:** Referentie voor lokale X-richting; **Ref_z:** Referentie voor lokale Z-richting; **k, buiging:** Buigsterkte coefficient; **k, torsie:** Torsiesterkte coefficient; **k, afschuiving:** Dwarskrachtsterkte coefficient; **Oppervlakte:** Domein oppervlak; **Gat:** Aantal gaten in domein; **Mesh:** Gegeneerde mesh;

Knooppopleggingen

Knoop	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	32	1,600	0,030
2	45	0	1,285
3	10	0	0,085

Knoop	Type	Naam _x	K _x [kN/m]	K _{x,y} [kN/m]	Naam _y	K _y [kN/m]	K _{y,v} [kN/m]	Naam _z	K _z [kN/m]	K _{z,v} [kN/m]	Naam _{xx}	K _{xx} [kNm/rad]	K _{xx,v} [kNm/rad]	Naam _{yy}
1	32	Glob.	—	—	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - rotatie	1E+10	1E+10	—
2	45	Glob.	Vast - translatie	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	—	—	—	Vast - rotatie
3	10	Glob.	Vast - translatie	1E+10	—	—	—	Vast - translatie	1E+10	1E+10	—	—	—	—

Knoop	K _{yy} [kNm/rad]	K _{yy,v} [kNm/rad]	Naam _{zz}	K _{zz} [kNm/rad]	K _{zz,v} [kNm/rad]
1	—	—	—	—	—
2	1E+10	1E+10	—	—	—
3	—	—	—	—	—

Knoop: Ondersteunde knoop; **Type:** Opleggingstype; **Naam_x:** Naam van de veereigenschappen; **K_x:** Initiele stijfheid; **K_{x,v}:** Trillingsstijfheid; **Naam_y:** Naam van de veereigenschappen; **K_y:** Initiele stijfheid; **K_{y,v}:** Trillingsstijfheid; **Naam_z:** Naam van de veereigenschappen; **K_z:** Initiele stijfheid; **K_{z,v}:** Trillingsstijfheid; **Naam_{xx}:** Naam van de veereigenschappen; **K_{xx}:** Initiele stijfheid; **K_{xx,v}:** Trillingsstijfheid; **Naam_{yy}:** Naam van de veereigenschappen; **K_{yy}:** Initiele stijfheid; **K_{yy,v}:** Trillingsstijfheid; **Naam_{zz}:** Naam van de veereigenschappen; **K_{zz}:** Initiele stijfheid; **K_{zz,v}:** Trillingsstijfheid;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Post aan onderrand HA_s.axes**

18-5-2021

Pag. 8

Mx: Knoopbelastingen

	<i>Richting</i>	<i>F_x</i> [kN]	<i>F_y</i> [kN]	<i>F_z</i> [kN]	<i>M_x</i> [kNm]	<i>M_y</i> [kNm]	<i>M_z</i> [kNm]
28	Global	0	2,50	0	5,70	0	0

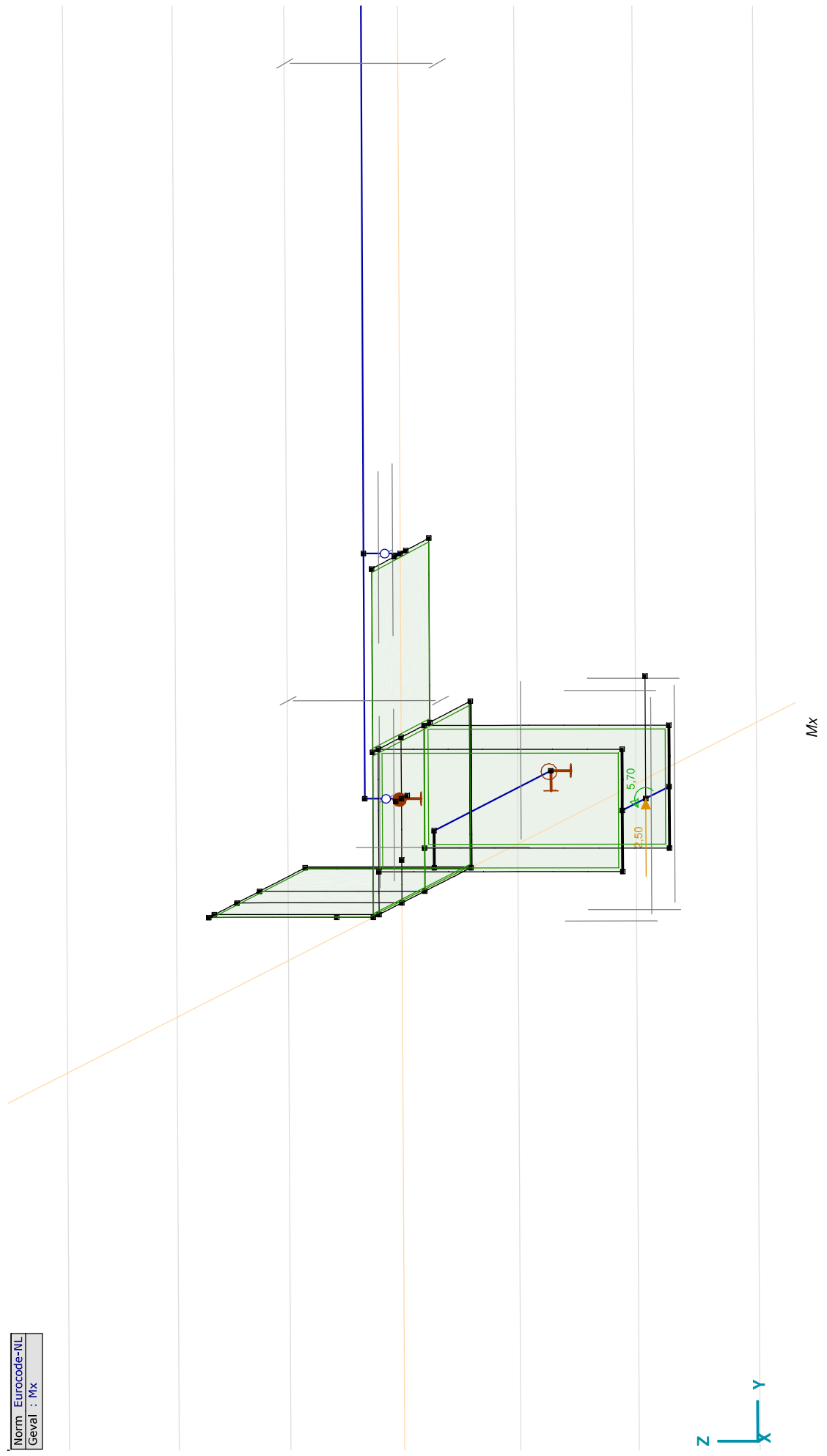
F_x, F_y, F_z: Belastingkracht component; **M_x, M_y, M_z:** Belastingmoment component;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axs

Norm	Eurocode-NL
Geval	Mx



Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Post aan onderrand HA_s.axes**

My: Knoopbelastingen

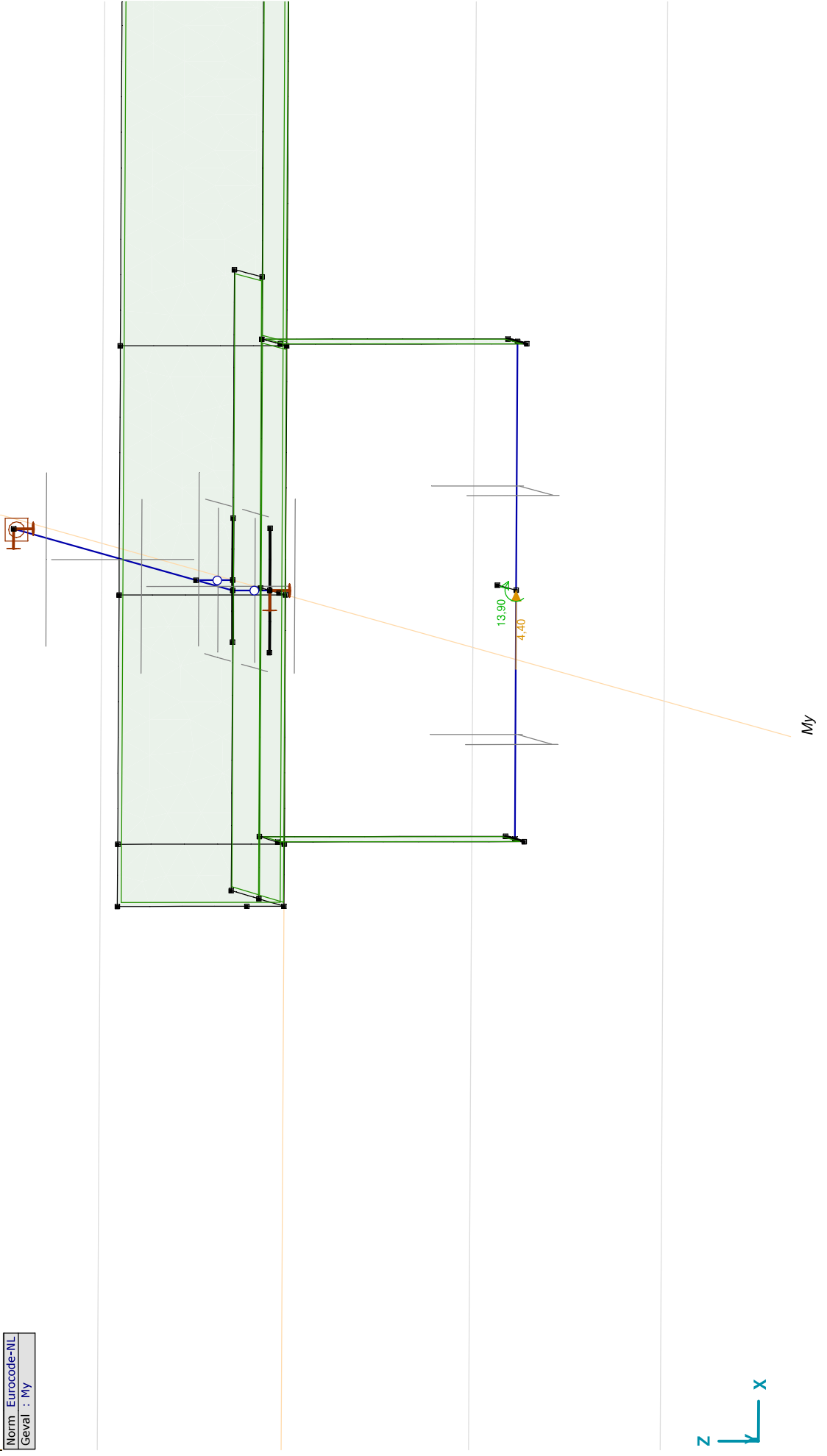
	<i>Richting</i>	<i>F_x</i> [kN]	<i>F_y</i> [kN]	<i>F_z</i> [kN]	<i>M_x</i> [kNm]	<i>M_y</i> [kNm]	<i>M_z</i> [kNm]
28	Global	4,40	0	0	0	13,90	0

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

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy
Model: Post aan onderrand HA_s.axs

Norm: Eurocode-NL
Geval: My



Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Post aan onderrand HA_s.axs****Fz: Knoopbelastingen**

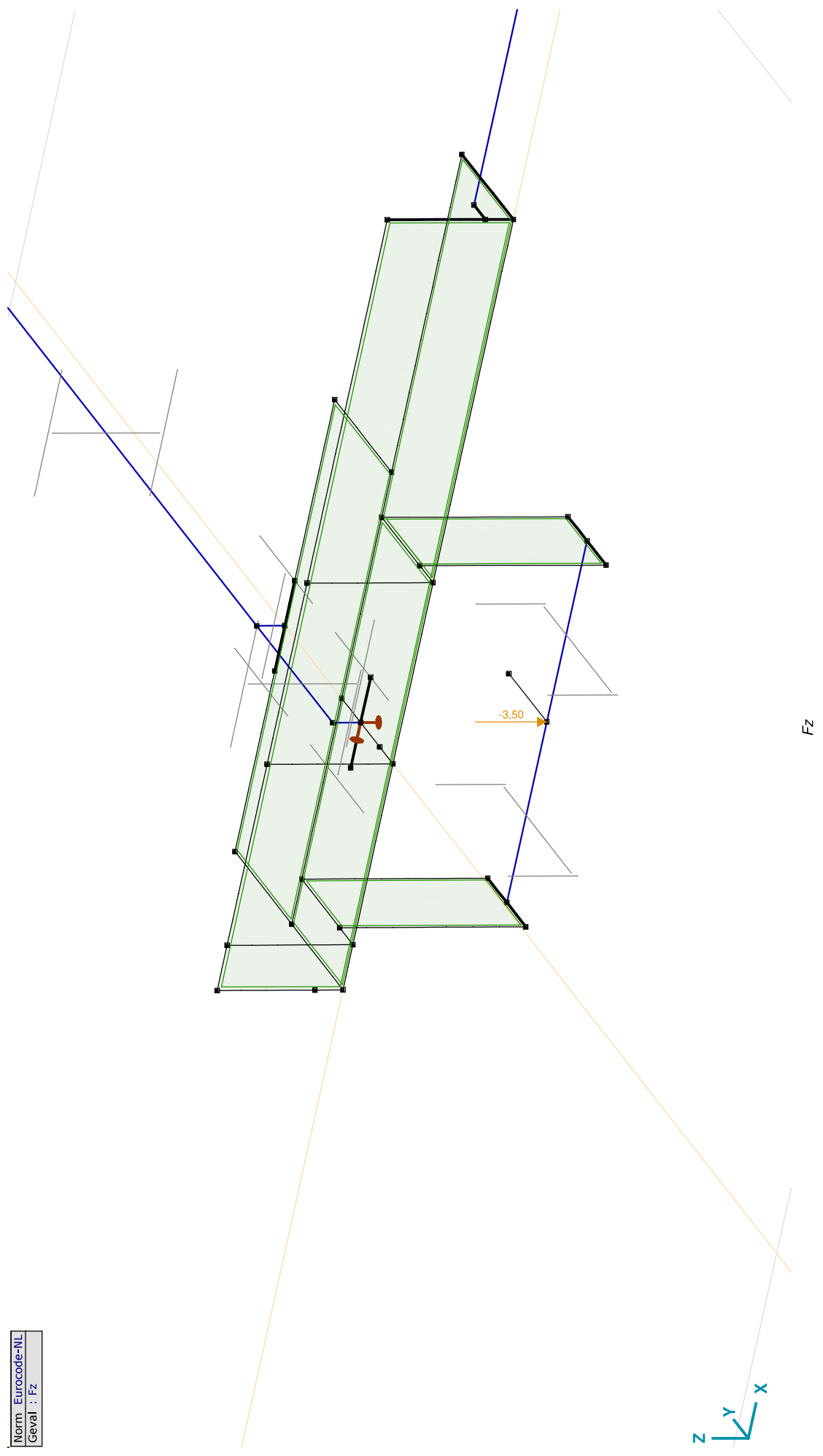
	<i>Richting</i>	<i>F_x</i> [kN]	<i>F_y</i> [kN]	<i>F_z</i> [kN]	<i>M_x</i> [kNm]	<i>M_y</i> [kNm]	<i>M_z</i> [kNm]
28	Global	0	0	-3,50	0	0	0

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

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy
Model: Post aan onderand HA_s.axes

Norm: Eurocode-NL
Geval: Fz



Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Post aan onderrand HA_s.axes**

N: Knoopbelastingen

	<i>Richting</i>	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
32	Globaal	-30,00	0	0	0	0	0

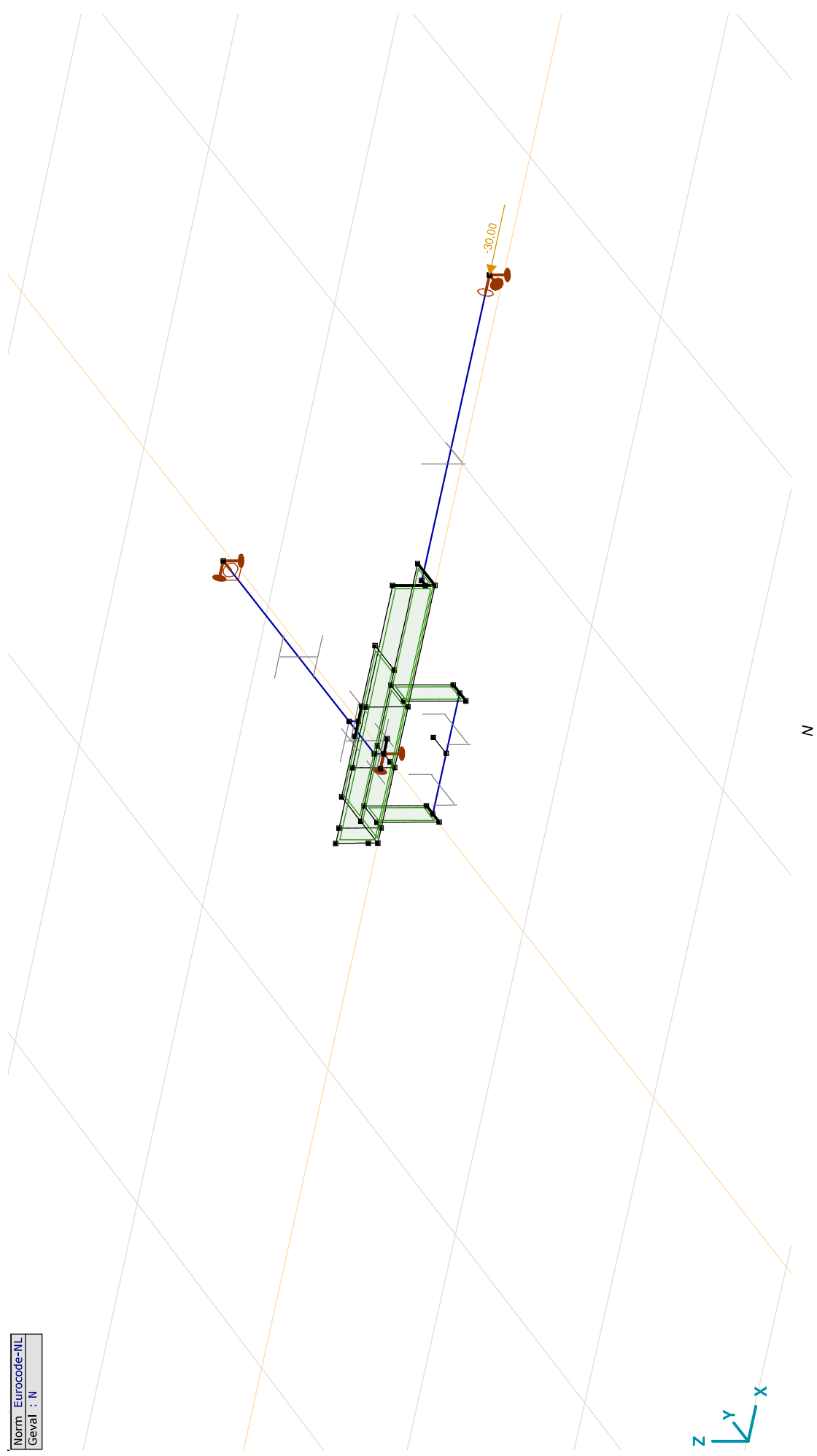
Fx, Fy, Fz: Belastingkracht component; **Mx, My, Mz**: Belastingmoment component;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axs

Norm	Eurocode-NL
Geval	: N



Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen

	<i>Naam</i>	<i>Type</i>	<i>M_x</i>	<i>M_y</i>	<i>F_z</i>	<i>N</i>	<i>Commentaar</i>
1	Co #1	UGT	1,00	0	1,00	1,00	
2	Co #2	UGT	0	1,00	1,00	1,00	
3	Co #3	UGT	-1,00	0	1,00	1,00	
4	Co #4	UGT	0	-1,00	1,00	1,00	
5	Co #5	UGT	0,71	0,71	1,00	1,00	
6	Co #6	UGT	-0,71	-0,71	1,00	1,00	

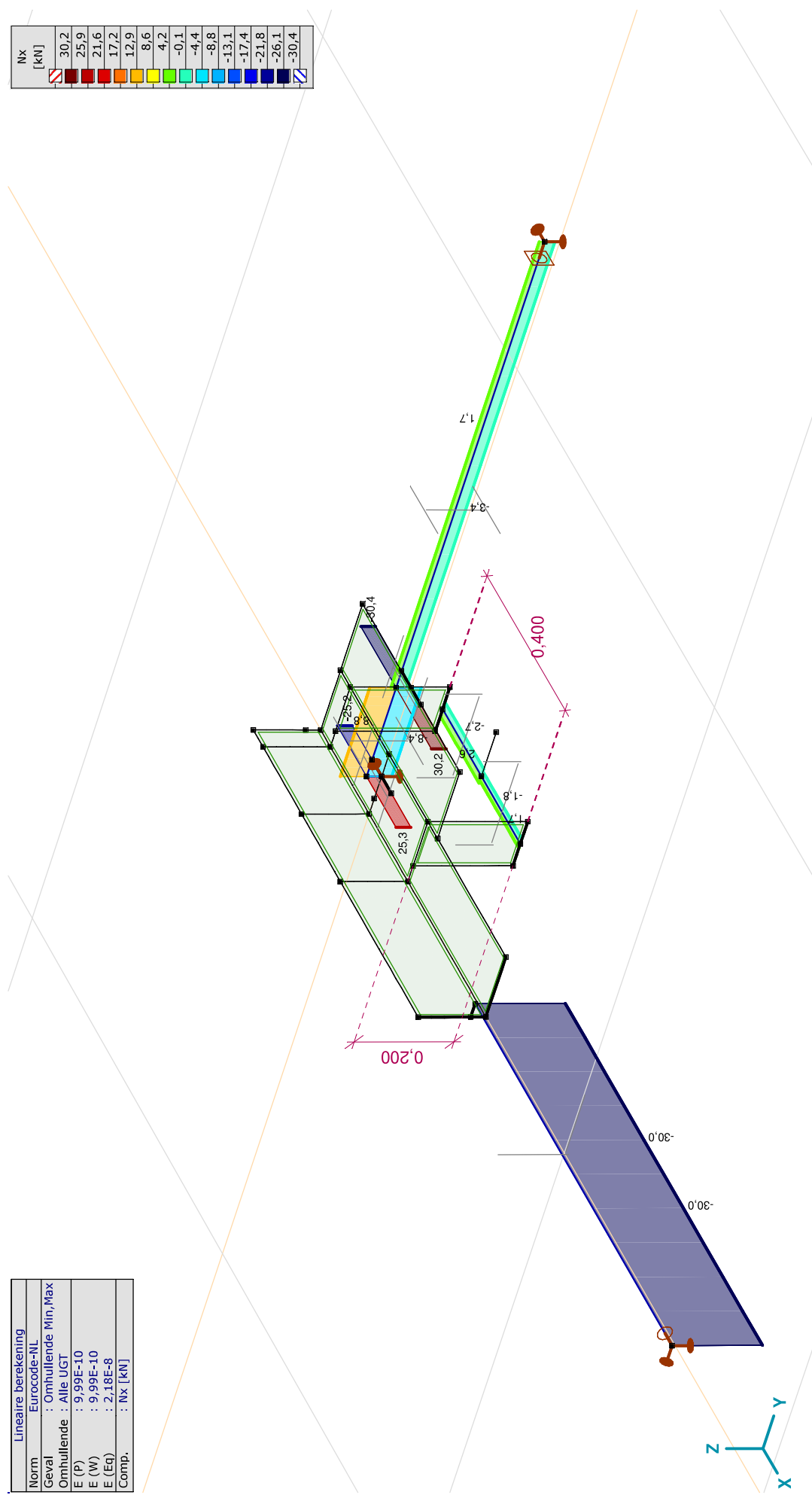
Naam: Naam belastingcombinatie; **Type**: Type belastingcombinatie; **M_x**, **M_y**, **F_z**, **N**: Factor;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy
 Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 9,99E-10
E (W)	: 9,99E-10
E (Eq)	: 2,18E-8
Comp.	: Nx [kN]

	Nx [kN]
	30,2
	25,9
	21,6
	17,2
	12,9
	8,6
	4,2
	-0,1
	-4,4
	-8,8
	-13,1
	-17,4
	-21,8
	-26,1
	-30,4



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

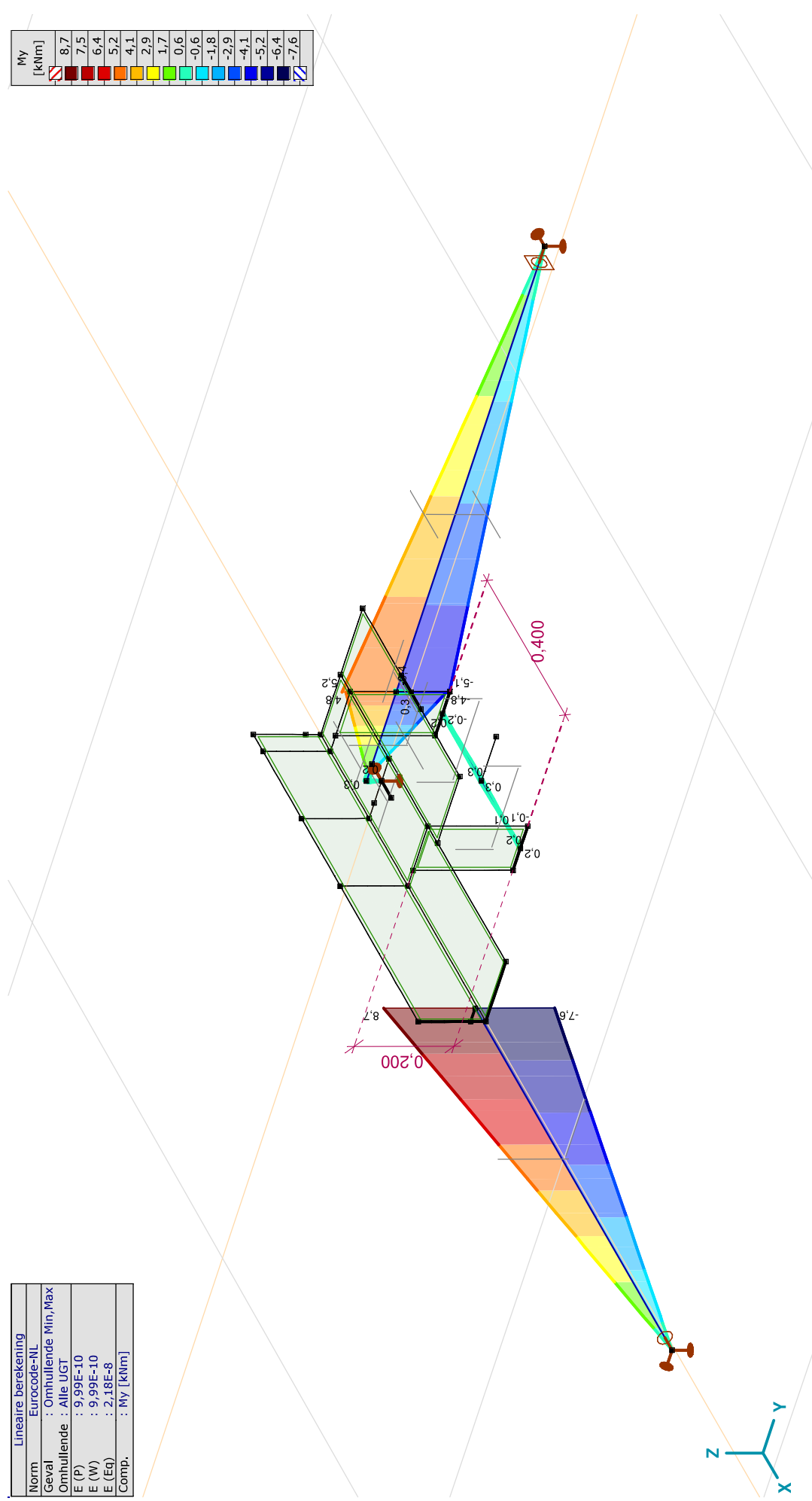
Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Lineaire berekening	
Norm	: Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 9.99E-10
E (W)	: 9.99E-10
E (Eq)	: 2.18E-8
Comp.	: My [kNm]

My [kNm]
8.7
7.5
6.4
5.2
4.1
2.9
1.7
0.6
-0.6
-1.8
-2.9
-4.1
-5.2
-6.4
-7.6



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

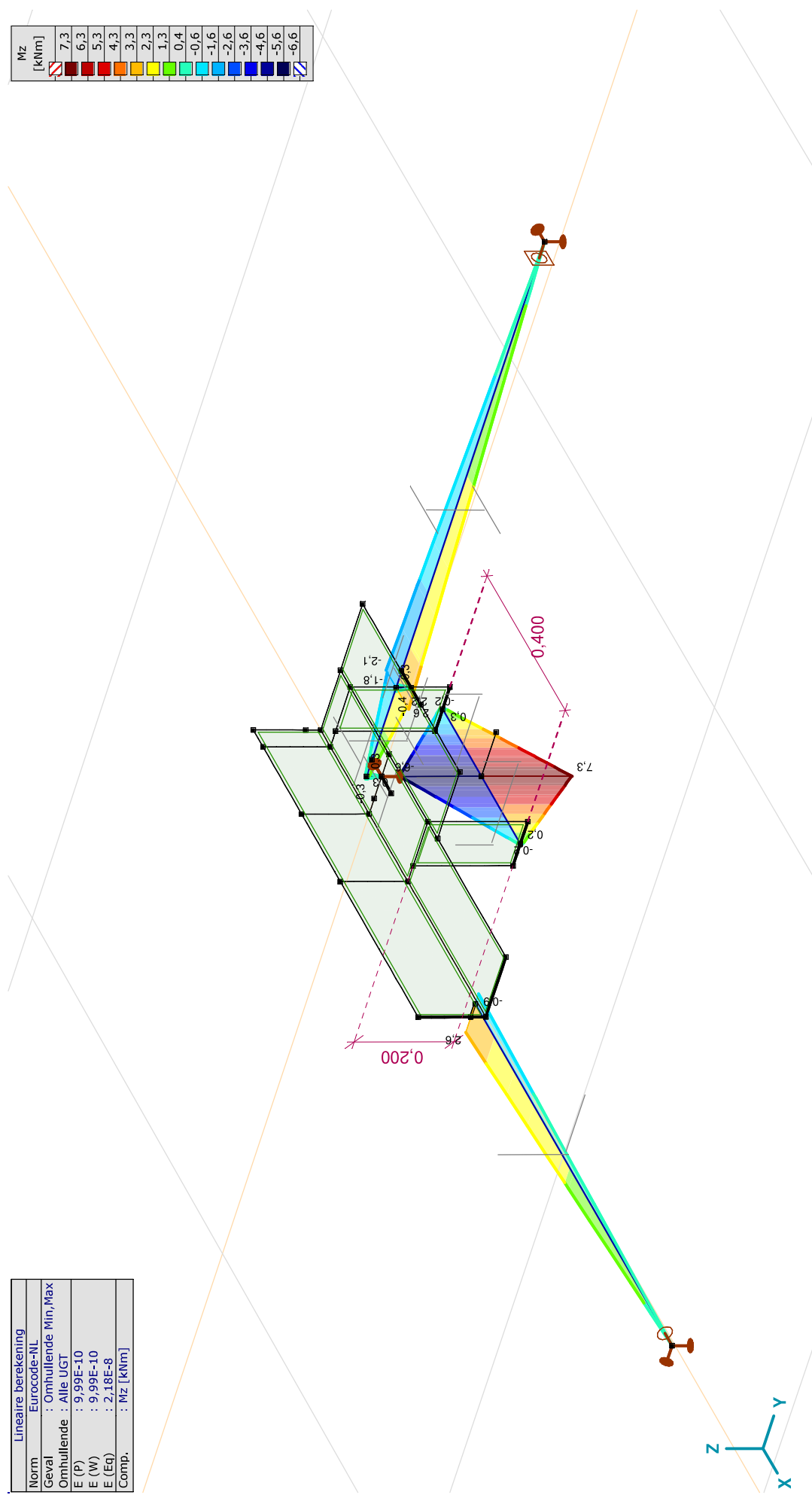
Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 9.99E-10
E (W)	: 9.99E-10
E (Eq)	: 2.18E-8
Comp.	: Mz [kNm]

Mz [kNm]	7.3
	6.3
	5.3
	4.3
	3.3
	2.3
	1.3
	0.4
	-0.6
	-1.6
	-2.6
	-3.6
	-4.6
	-5.6
	-6.6



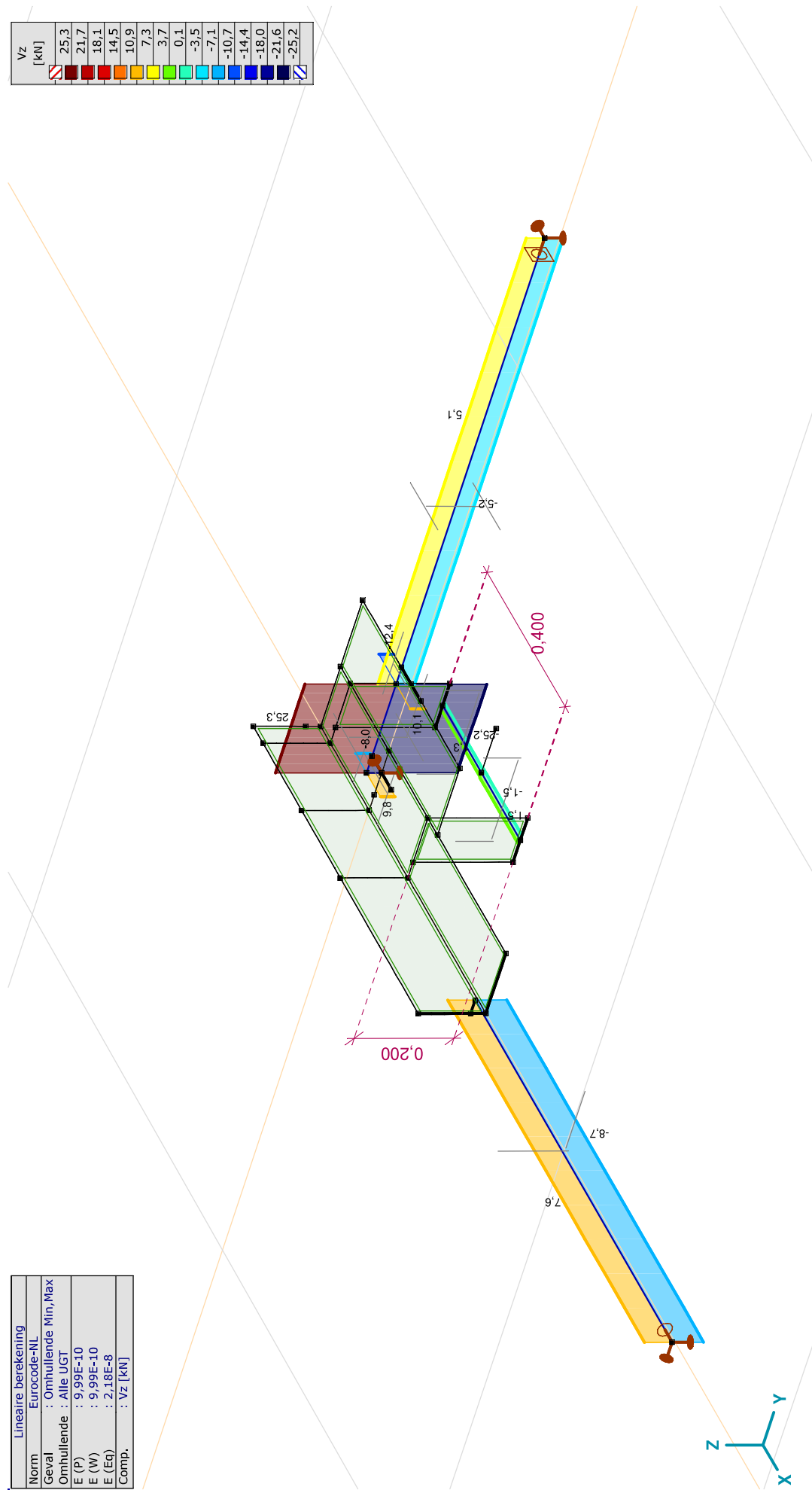
[[], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Mz, Lijnen (gevuld)]

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy
 Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 9,99E-10
E (W)	: 9,99E-10
E (Eq)	: 2,18E-8
Comp.	: Vz [kN]

Vz [kN]
25,3
21,7
18,1
14,5
10,9
7,3
3,7
0,1
-3,5
-7,1
-10,7
-14,4
-18,0
-21,6
-25,2



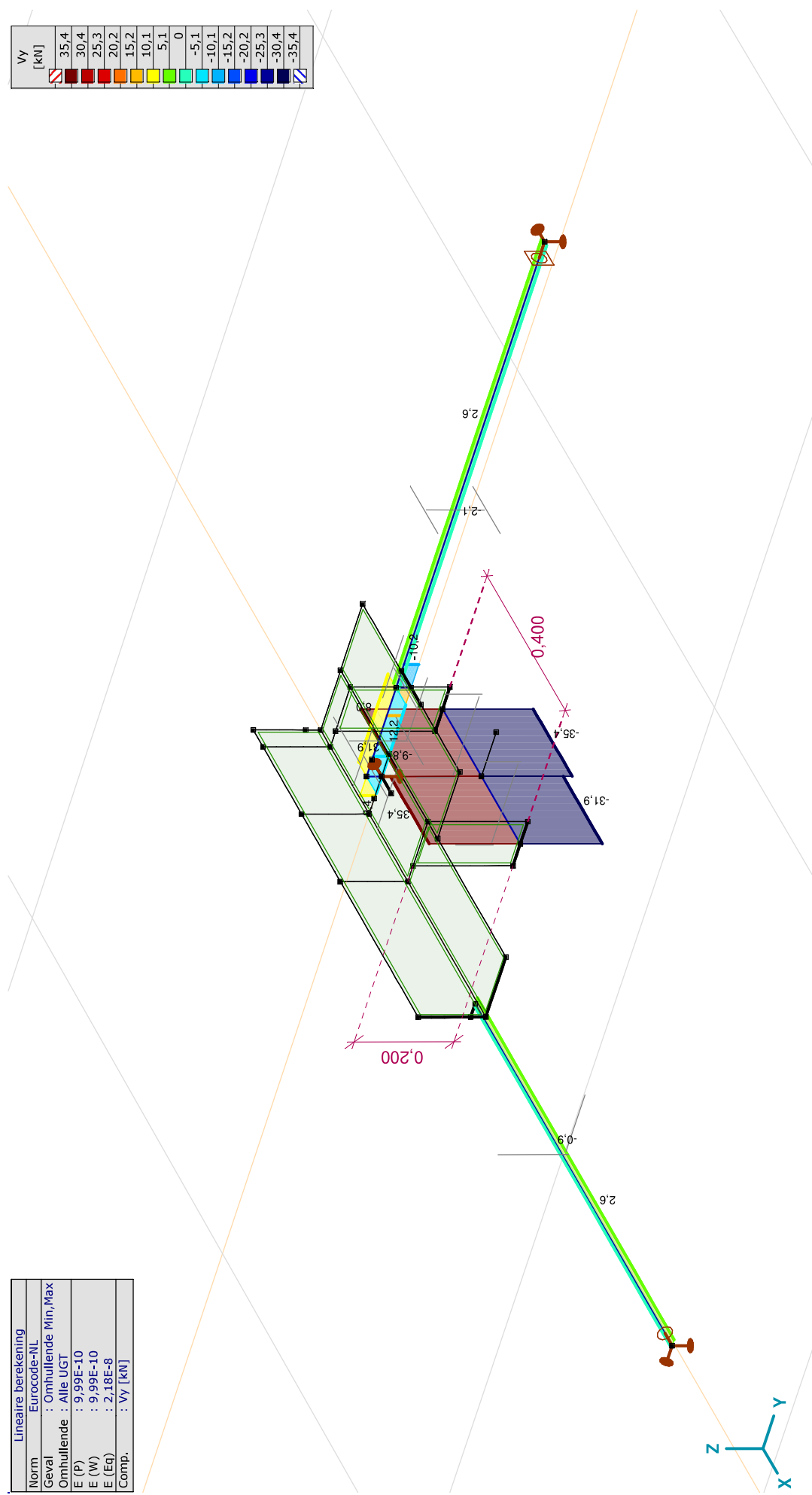
[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Vz, Lijnen (gevuld)

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy
 Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 9.99E-10
E (W)	: 9.99E-10
E (Eq)	: 2.18E-8
Comp.	: Vy [kN]

Vy [kN]	
35,4	
30,4	
25,3	
20,2	
15,2	
10,1	
5,1	
0	
-5,1	
-10,1	
-15,2	
-20,2	
-25,3	
-30,4	
-35,4	



[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Vy, Lijnen (gevuld)

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

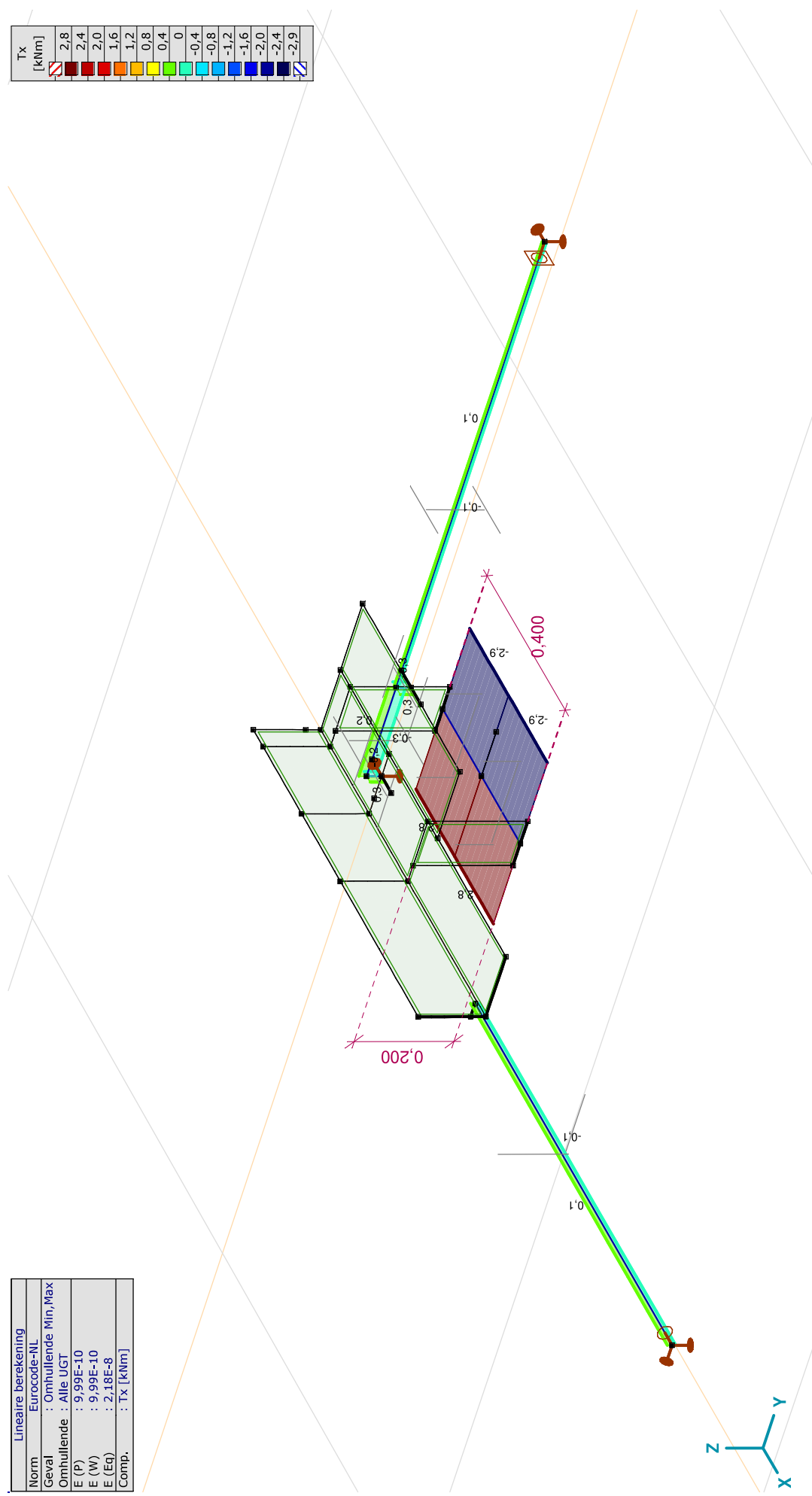
Model: Post aan onderrand HA_s.axes

18-5-2021

Pag. 22

Lineaire berekening	
Norm	: Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 9.99E-10
E (W)	: 9.99E-10
E (Eq)	: 2.18E-8
Comp.	: Tx [kNm]

Tx [kNm]
2.8
2.4
2.0
1.6
1.2
0.8
0.4
0
-0.4
-0.8
-1.2
-1.6
-2.0
-2.4
-2.9



[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Tx, Lijnen (gevuld)

Project:

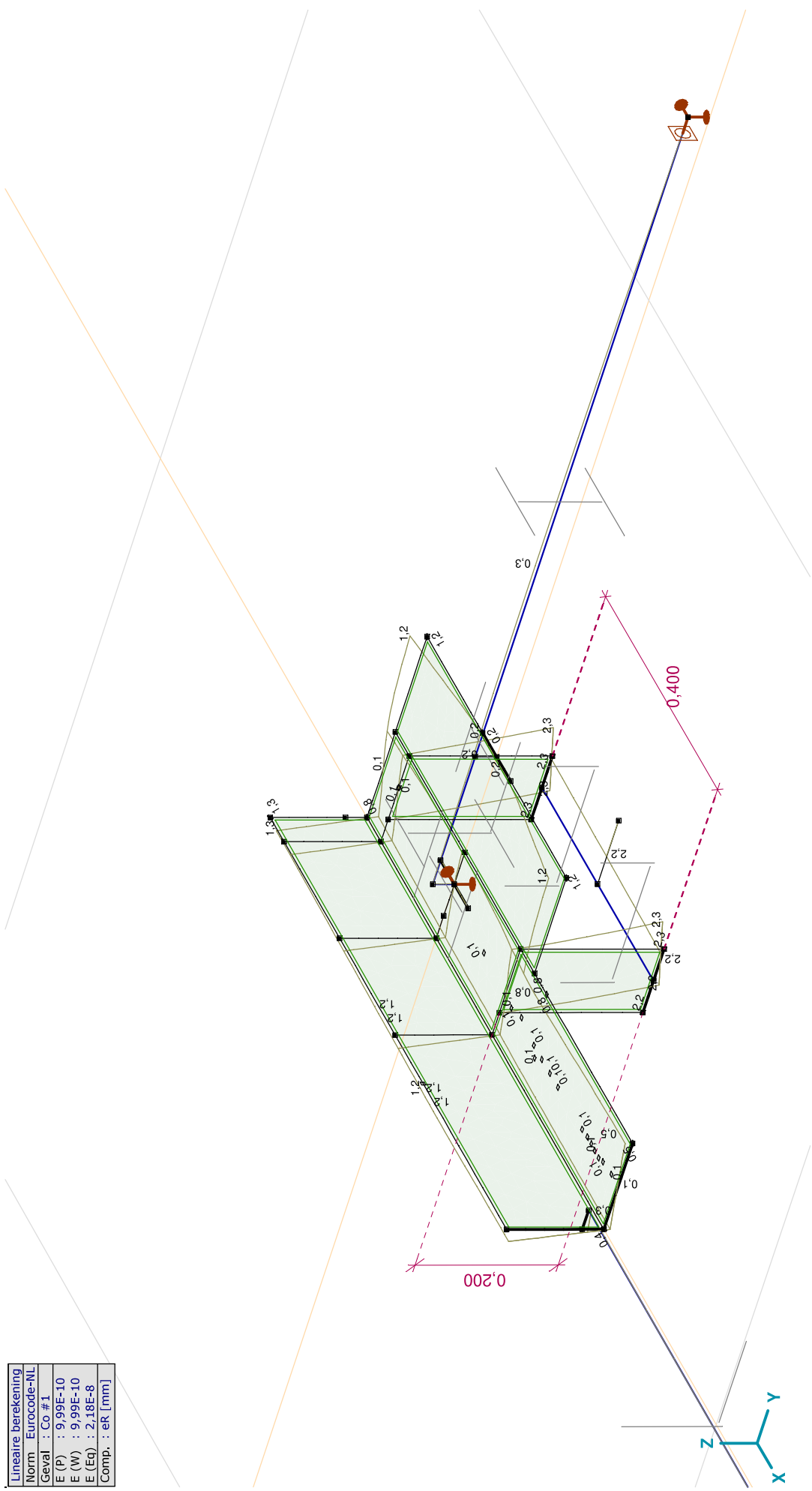
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

18-5-2021

Pag. 23

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #1
E (P)	: 9,99E-10
E (W)	: 9,99E-10
E (Eq)	: 2,18E-8
Comp.	: eR [mm]



[1], Linear, Co #1 (UGT), eR, Lijnen

Project:

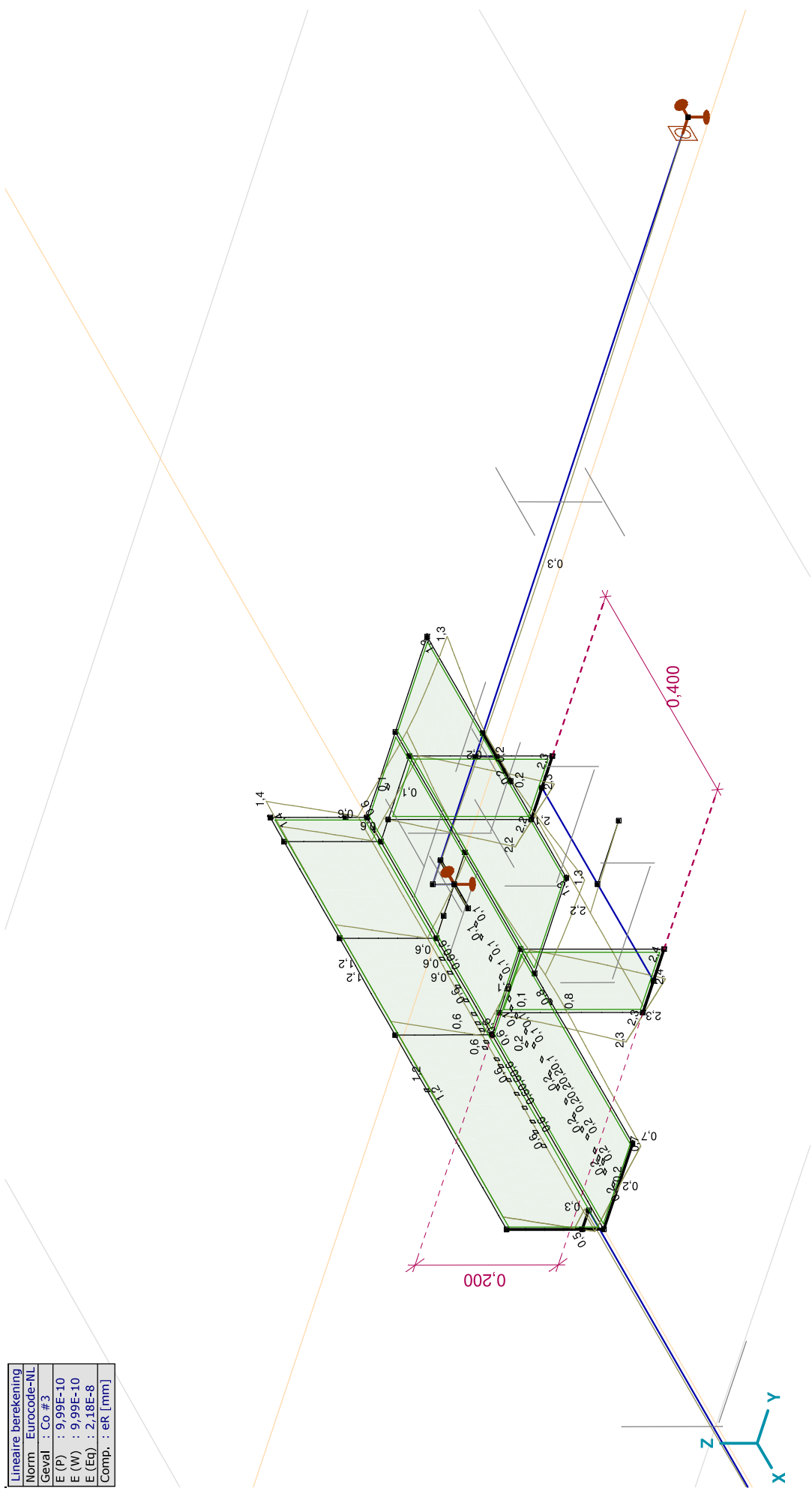
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

18-5-2021

Pag. 25

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #3
E (P)	: 9,99E-10
E (W)	: 9,99E-10
E (Eq)	: 2,18E-8
Comp.	: eR [mm]



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

Project:

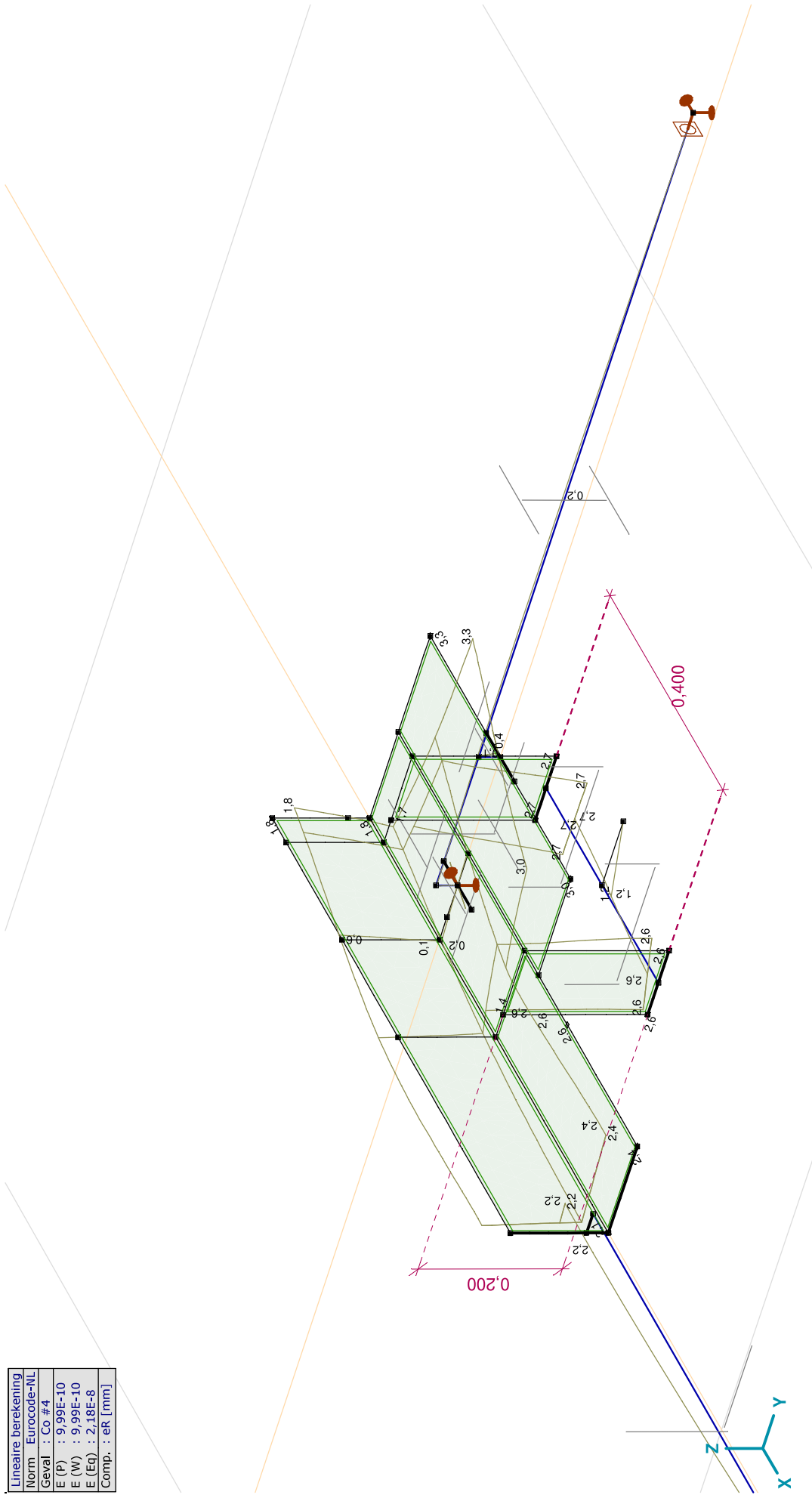
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

18-5-2021

Pag. 26

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #4
E (P) : 9,99E-10
E (W) : 9,99E-10
E (Eq) : 2,18E-8
Comp. : eR [mm]



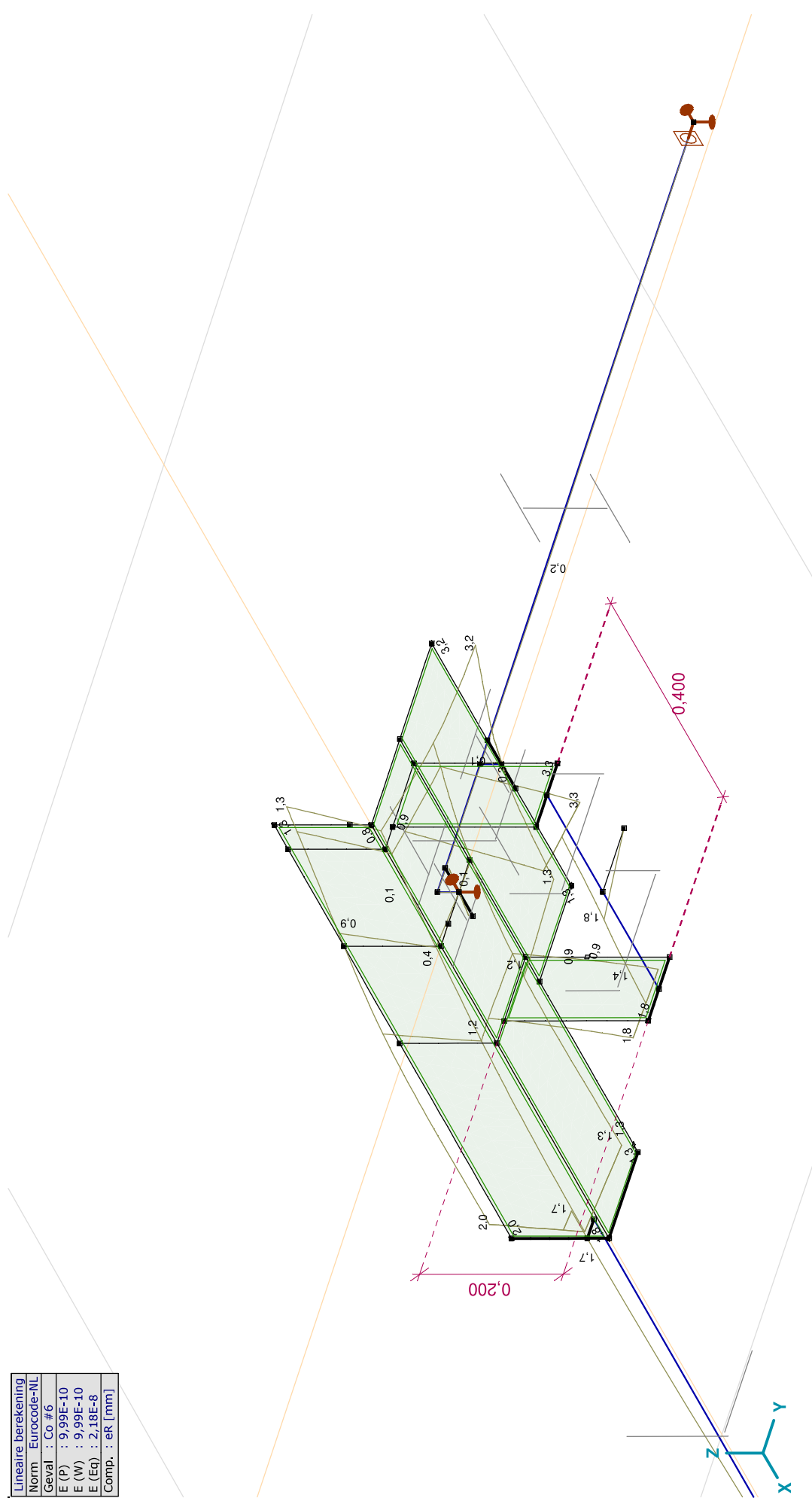
[1], Lineair, Co #4 (UGT), eR, Lijnen

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #6
E (P) : 9,99E-10
E (W) : 9,99E-10
E (Eq) : 2,18E-8
Comp. : eR [mm]



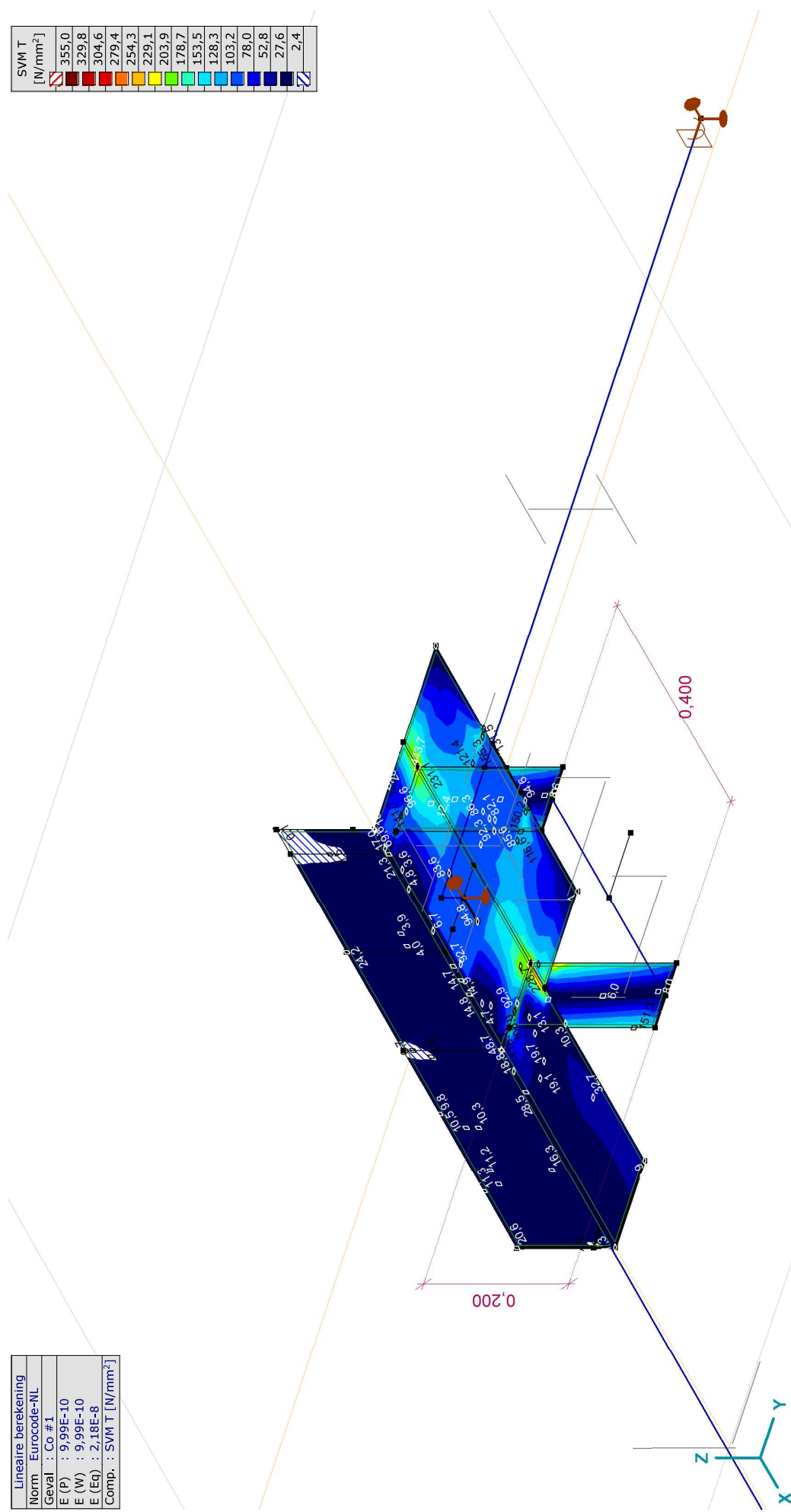
[1], Lineair, Co #6 (UGT), eR, Lijnen

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy
 Model: Post aan onderrand HA_s.axs

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #1
E (P) : 9,99E-10
E (W) : 9,99E-10
E (Eq) : 2,18E-8
Comp. : SVM T [N/mm ²]

SVM T [N/mm ²]
355,0
329,8
304,6
279,4
254,3
229,1
203,9
178,7
153,5
128,3
103,2
78,0
52,8
27,6
2,4



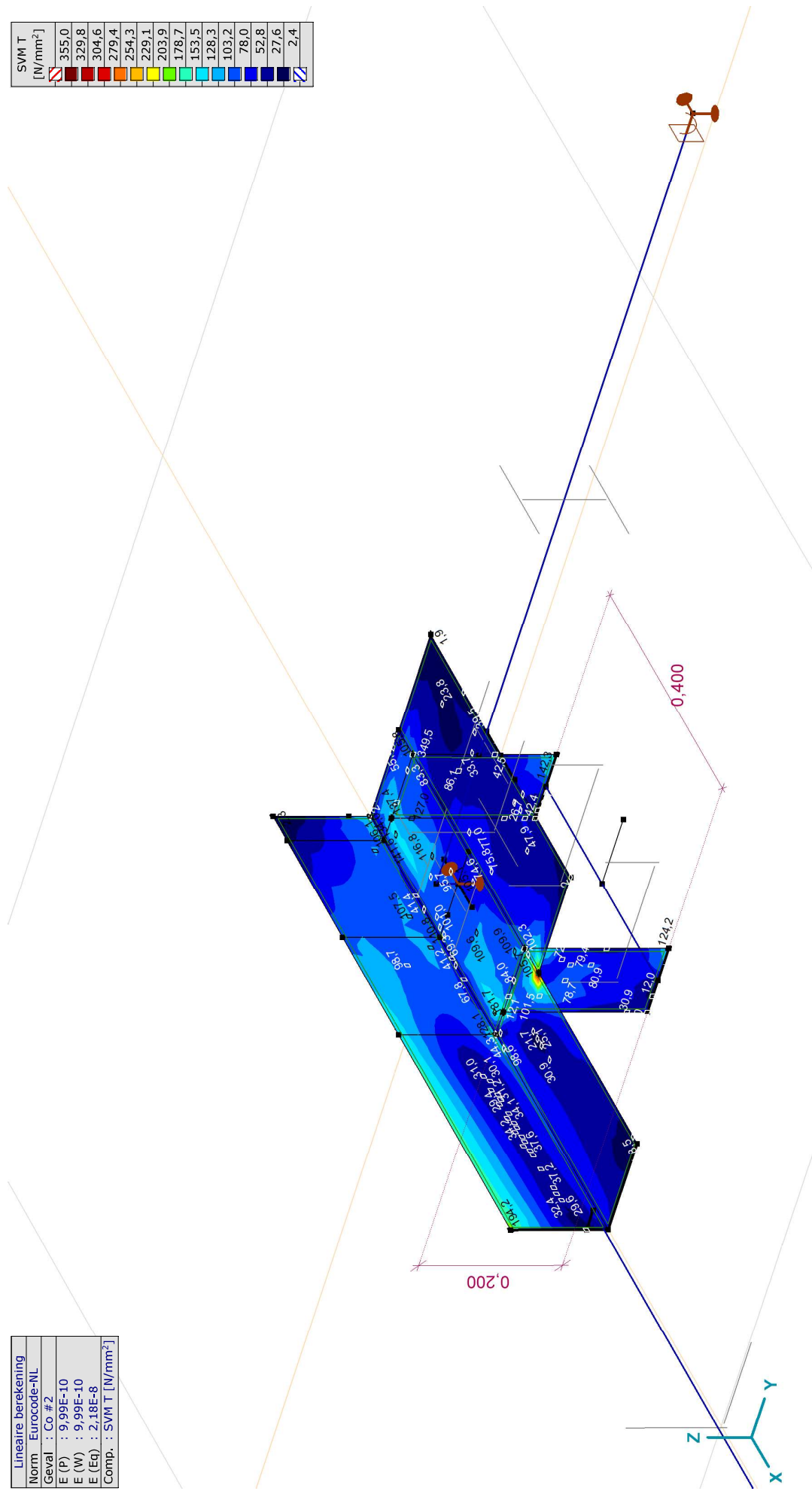
[[J], Lineair, Co #1 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy
 Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #2
E (P) : 9,99E-10
E (W) : 9,99E-10
E (Eq) : 2,18E-8
Comp. : SVM T [N/mm ²]

SVM T [N/mm ²]
355,0
329,8
304,6
279,4
254,3
229,1
203,9
178,7
153,5
128,3
103,2
78,0
52,8
27,6
2,4



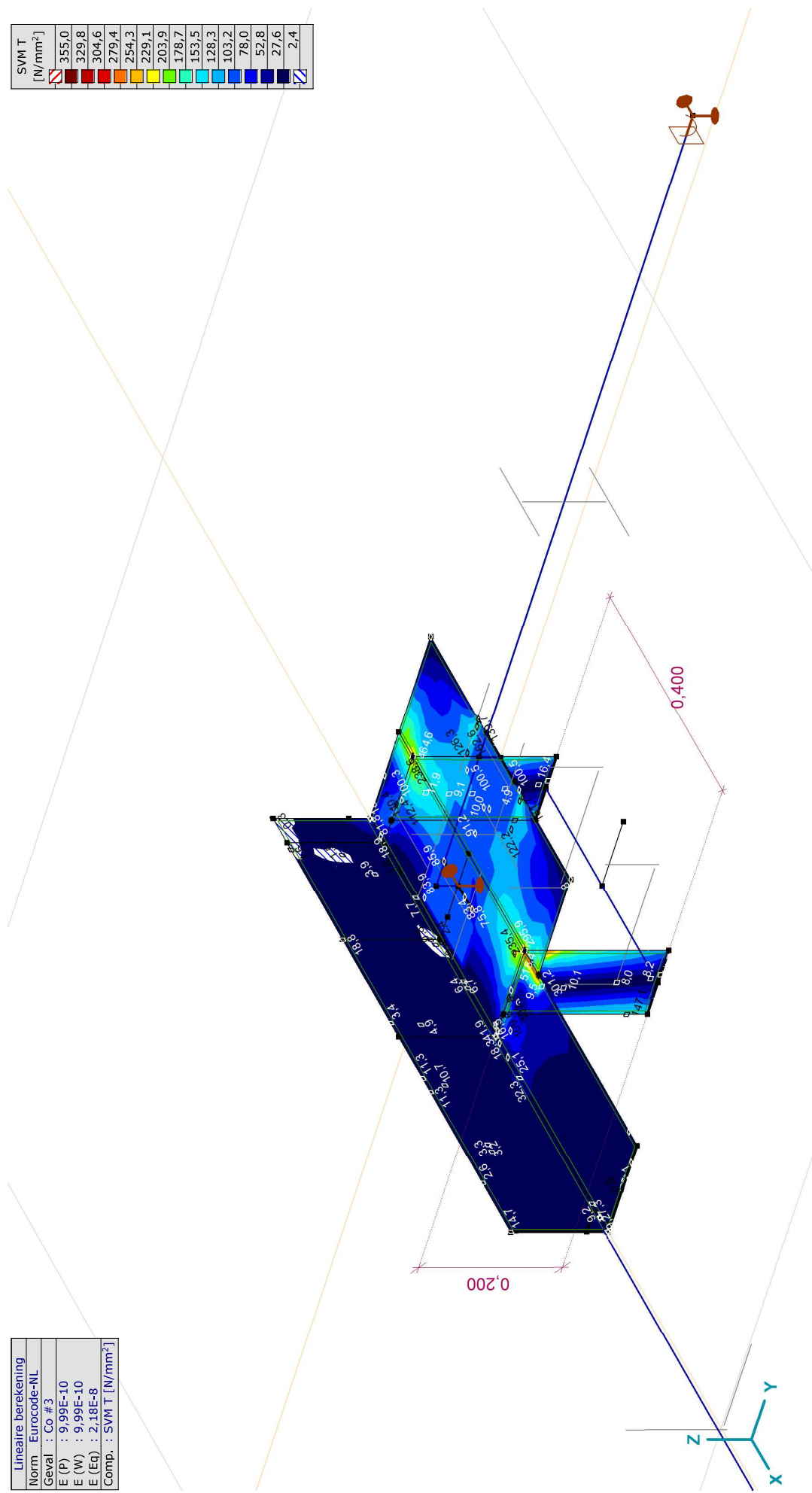
[[J], Lineair, Co #2 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy
 Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #3
E (P) : 9,99E-10
E (W) : 9,99E-10
E (Eq) : 2,18E-8
Comp. : SVM T [N/mm ²]

SVM T [N/mm ²]
355,0
329,8
304,6
279,4
254,3
229,1
203,9
178,7
153,5
128,3
103,2
78,0
52,8
27,6
2,4



[[J], Lineair, Co #3 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

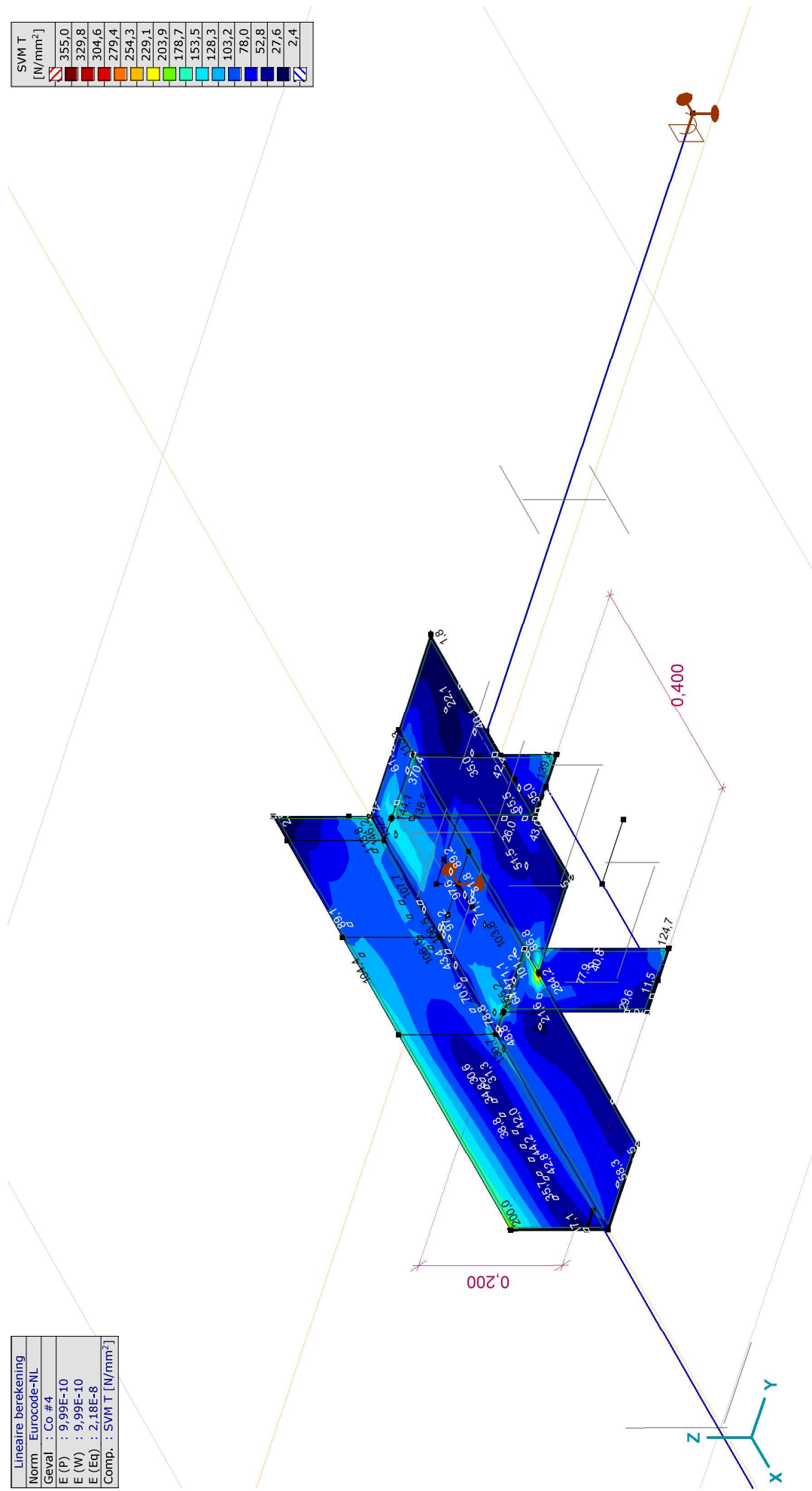
Model: Post aan onderrand HA_s.axs

18-5-2021

Pag. 32

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #4
E (P) : 9,99E-10
E (W) : 9,99E-10
E (Eq.) : 2,18E-8
Comp. : SVM T [N/mm ²]

SVM T [N/mm ²]
355,0
329,8
304,6
279,4
254,3
229,1
203,9
178,7
153,5
128,3
103,2
78,0
52,8
27,6
2,4



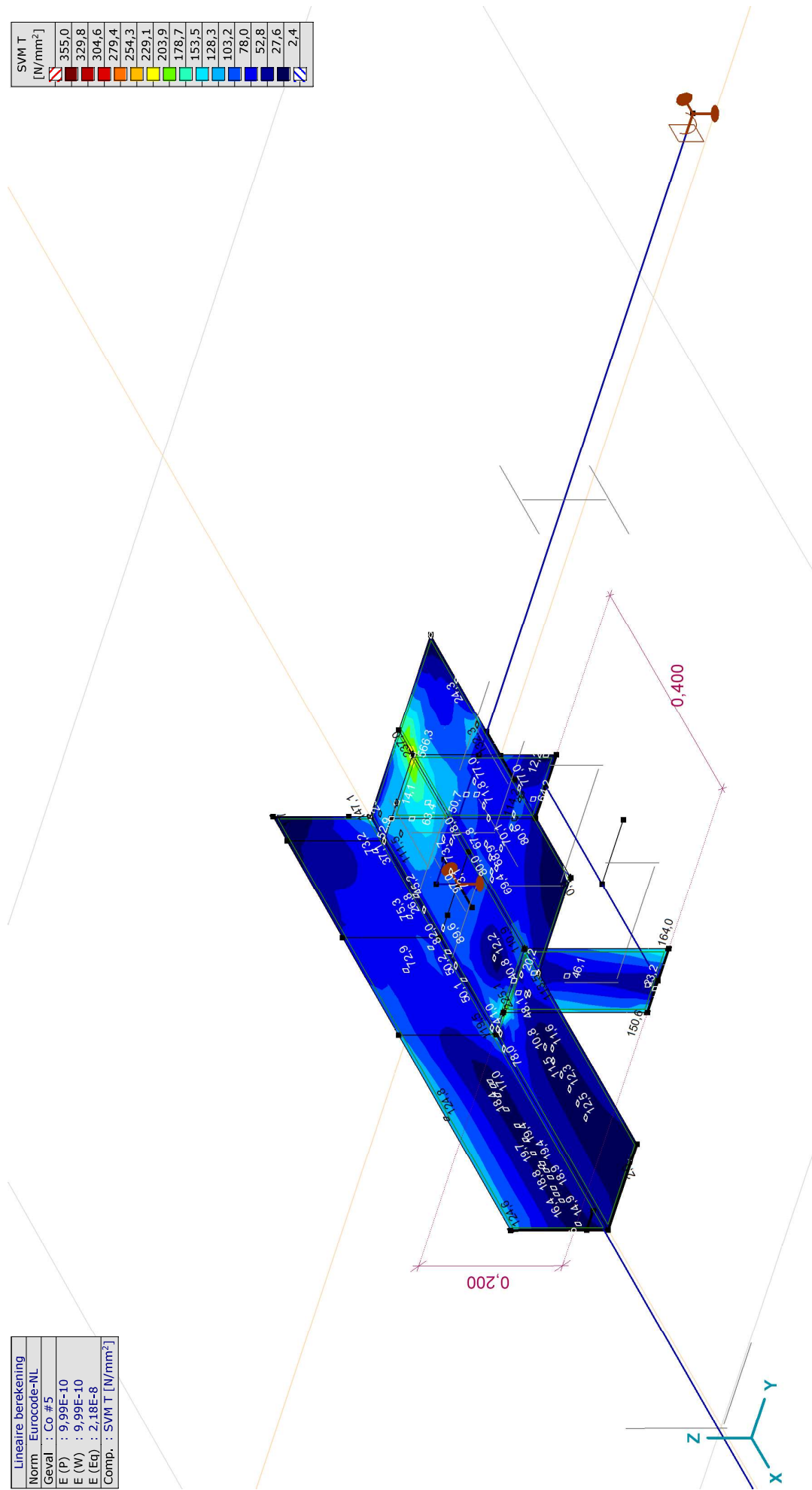
[J], Lineair, Co #4 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy
 Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #5
E (P) : 9,99E-10
E (W) : 9,99E-10
E (Eq) : 2,18E-8
Comp. : SVM T [N/mm ²]

SVM T [N/mm ²]
355,0
329,8
304,6
279,4
254,3
229,1
203,9
178,7
153,5
128,3
103,2
78,0
52,8
27,6
2,4



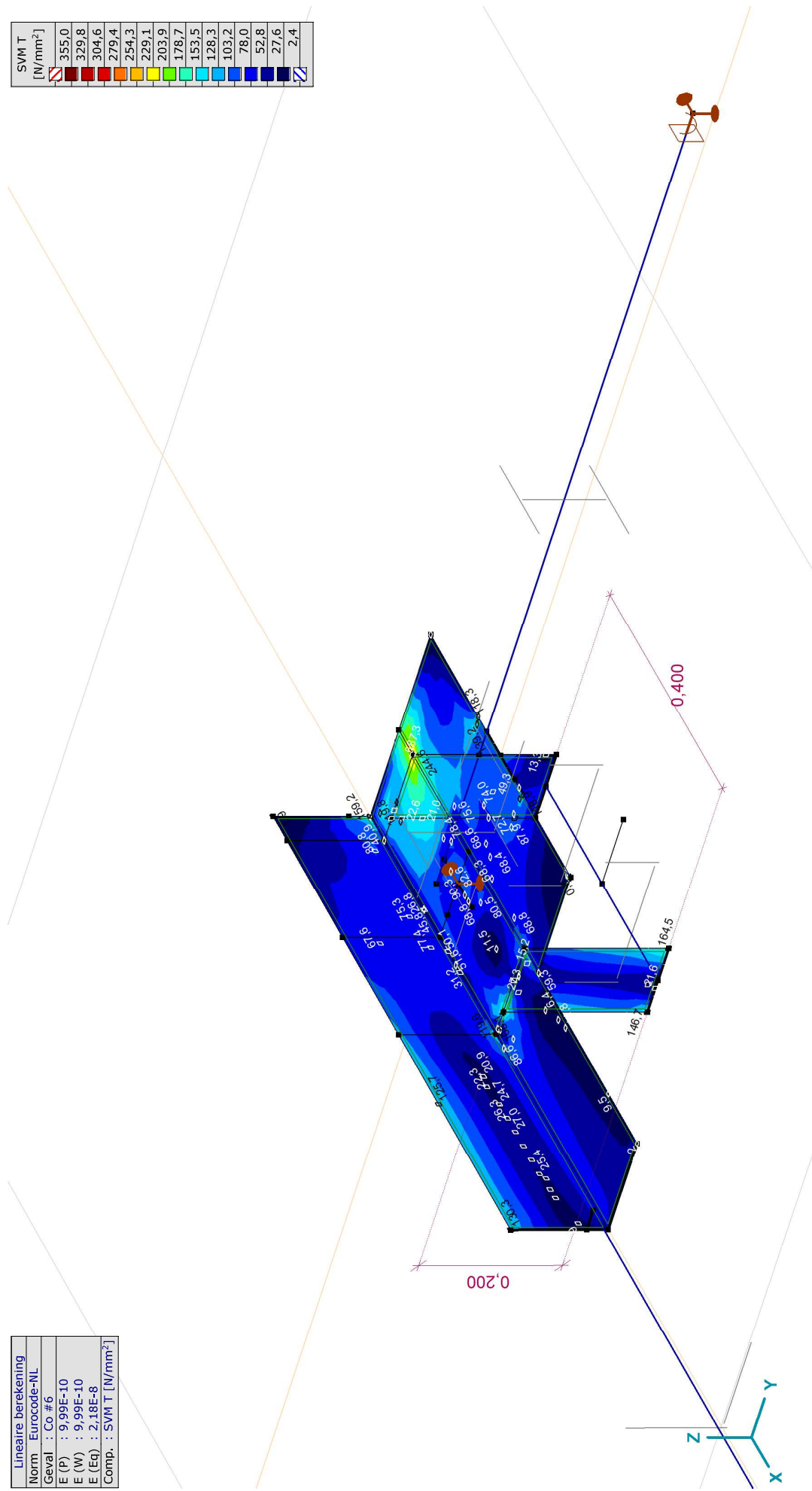
[J], Lineair, Co #5 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy
 Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #6
E (P) : 9,99E-10
E (W) : 9,99E-10
E (Eq) : 2,18E-8
Comp. : SVM T [N/mm ²]

SVM T [N/mm ²]
355,0
329,8
304,6
279,4
254,3
229,1
203,9
178,7
153,5
128,3
103,2
78,0
52,8
27,6
2,4



[J], Lineair, Co #6 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

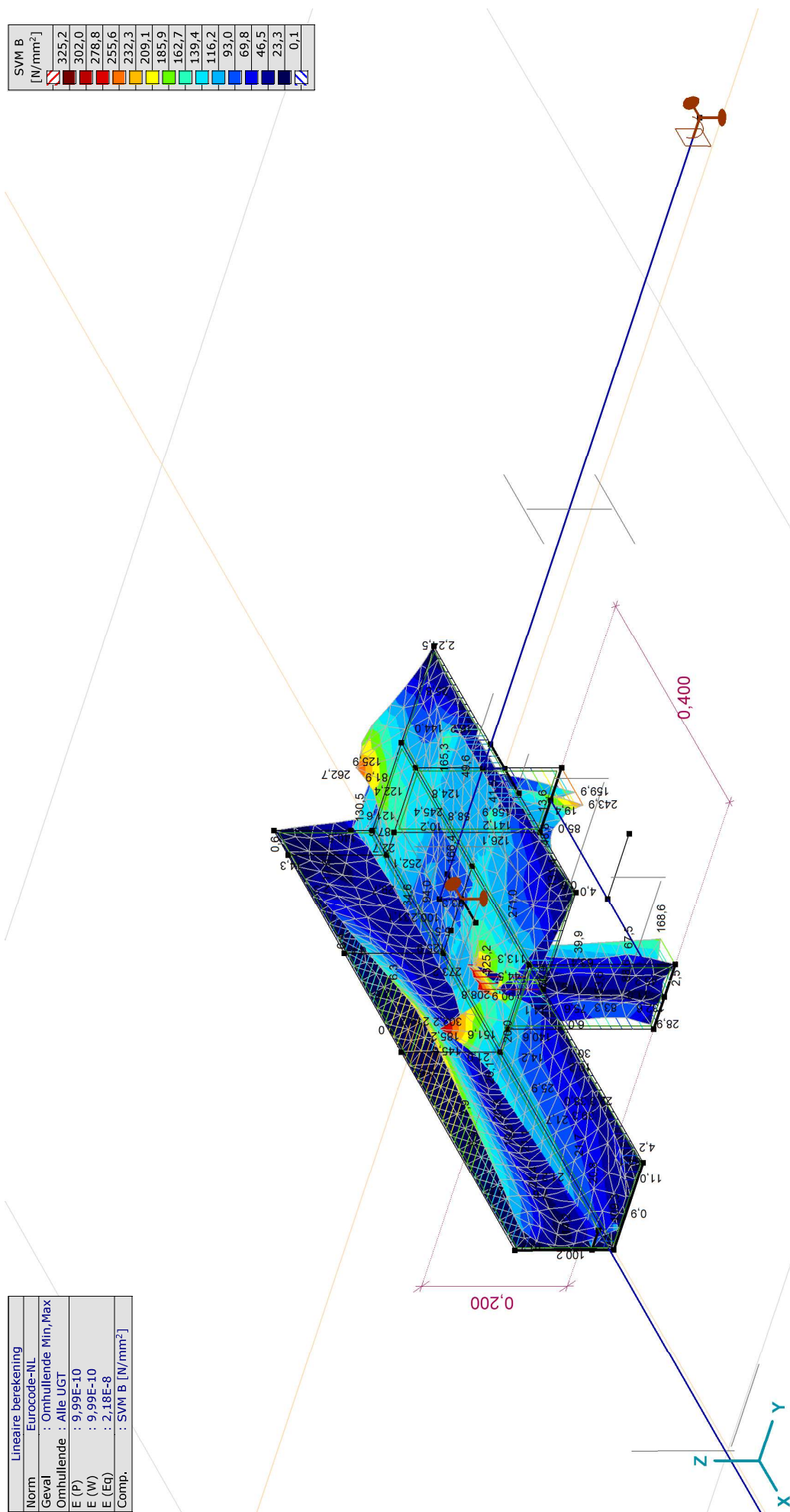
Model: Post aan onderrand HA_s.axes

18-5-2021

Pag. 35

Lineaire berekening	
Norm	: Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 9.99E-10
E (W)	: 9.99E-10
E (Eq)	: 2.18E-8
Comp.	: SVM B [N/mm ²]

SVM B [N/mm ²]
325,2
302,0
278,8
255,6
232,3
209,1
185,9
162,7
139,4
116,2
93,0
69,8
46,5
23,3
0,1



[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), SVM B, Iso vlakken 3D

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

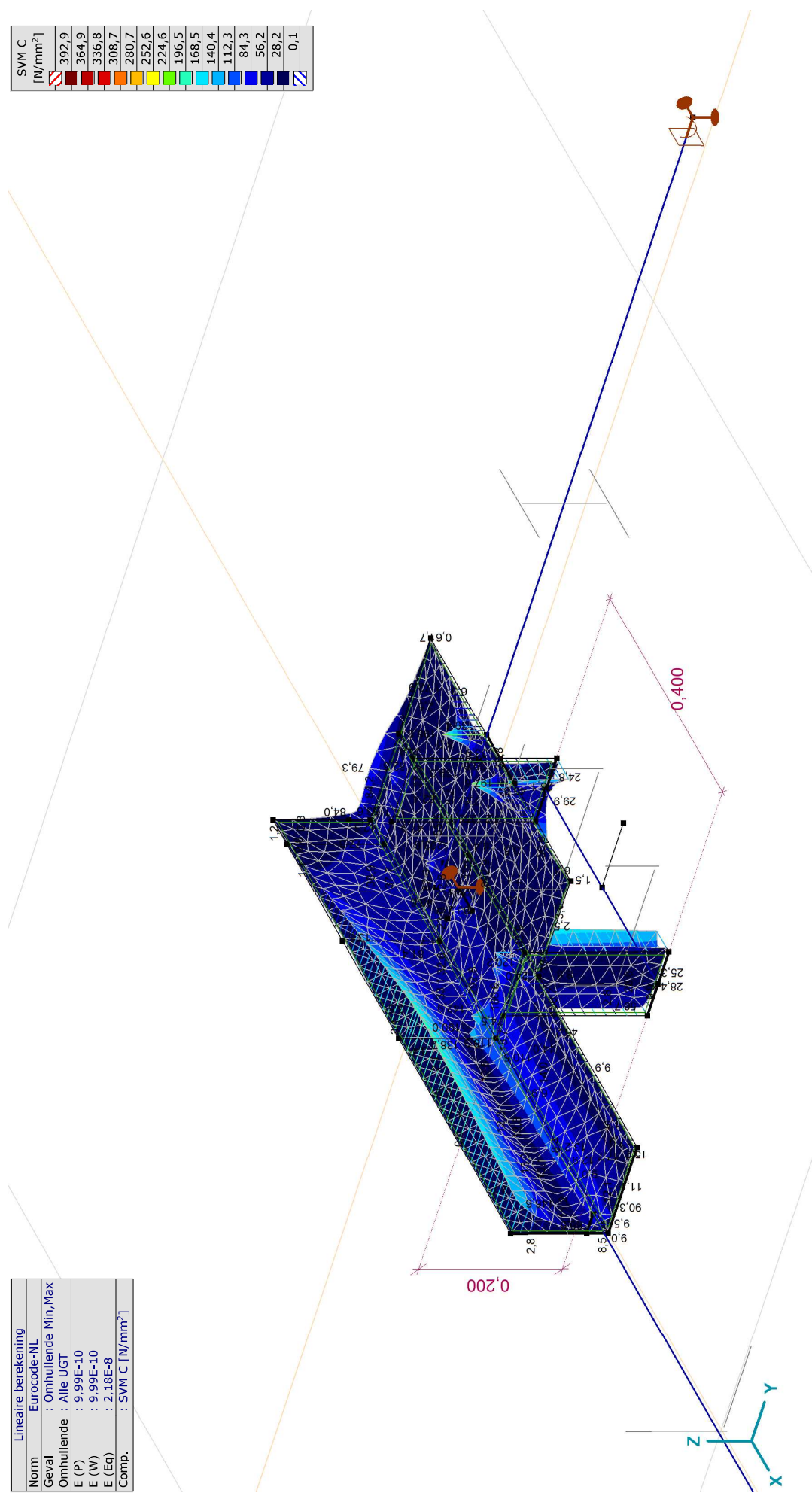
Model: Post aan onderrand HA_s.axes

18-5-2021

Pag. 36

Lineaire berekening	
Norm	: Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 9.99E-10
E (W)	: 9.99E-10
E (Eq)	: 2.18E-8
Comp.	: SVM C [N/mm ²]

SVM C [N/mm ²]	
	392,9
	364,9
	336,8
	308,7
	280,7
	252,6
	224,6
	196,5
	168,5
	140,4
	112,3
	84,3
	56,2
	28,2
	0,1



[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), SVM C, Iso vlakken 3D

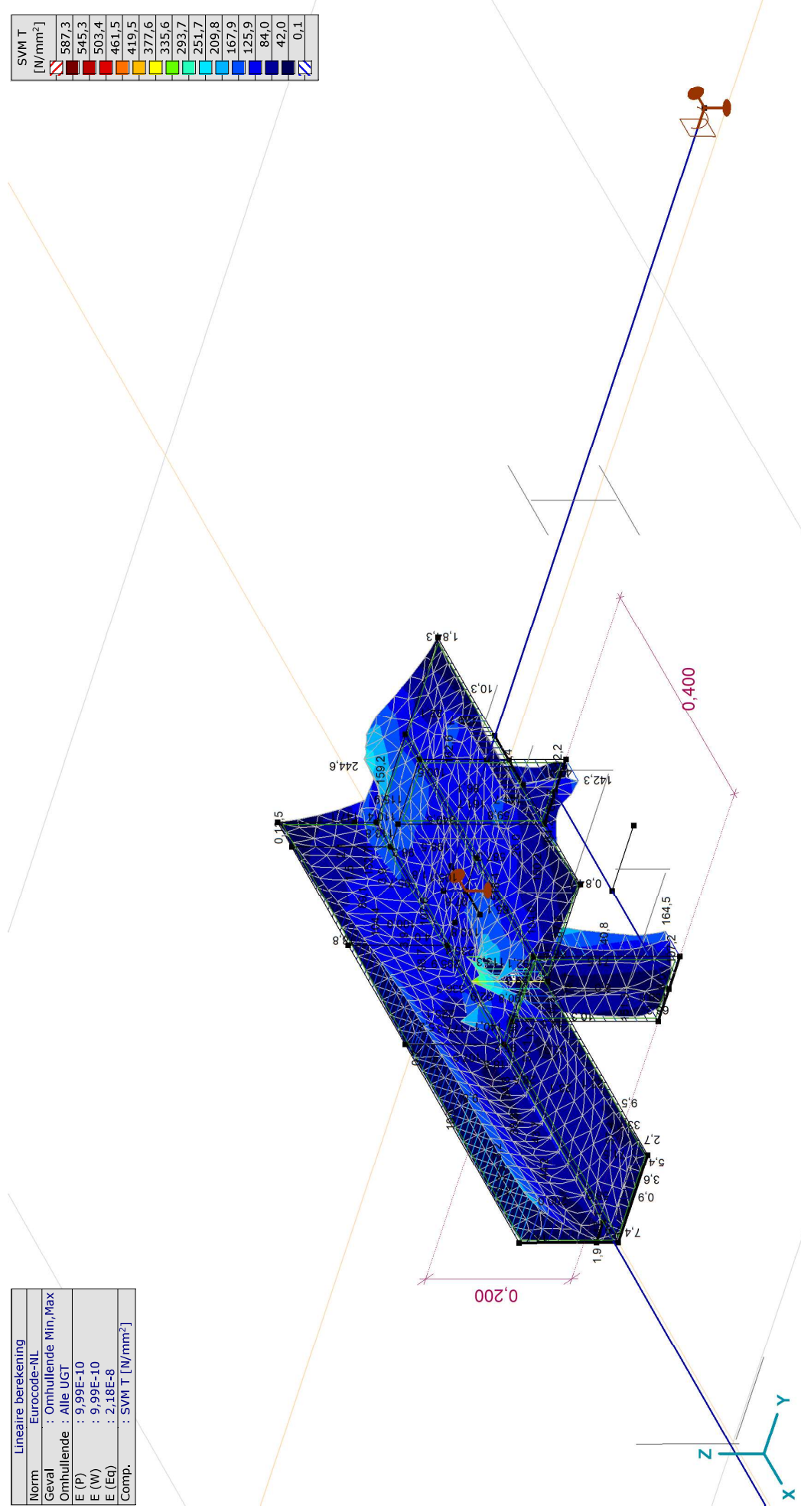
Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Lineaire berekening	
Norm	: Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 9.99E-10
E (W)	: 9.99E-10
E (Eq)	: 2.18E-8
Comp.	: SVM T [N/mm ²]

SVM T	[N/mm ²]
[Color swatch]	587.3
[Color swatch]	545.3
[Color swatch]	503.4
[Color swatch]	461.5
[Color swatch]	419.5
[Color swatch]	377.6
[Color swatch]	335.6
[Color swatch]	293.7
[Color swatch]	251.7
[Color swatch]	209.8
[Color swatch]	167.9
[Color swatch]	125.9
[Color swatch]	84.0
[Color swatch]	42.0
[Color swatch]	0.1



[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), SVM T, Iso vlakken 3D

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy
 Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Vlakspanningen [Lineair, Omhullende (Alle UGT)]

Knoop	C	min. max.	Geval	Oppervlak	Pos.	Sxx [N/mm ²]	Syy [N/mm ²]	Szz [N/mm ²]	Sxy [N/mm ²]	Sxz [N/mm ²]	Syz [N/mm ²]	SVM [N/mm ²]	S1 [N/mm ²]	S2 [N/mm ²]	aS [°]
Ext.															
13	Sxx	min	Co #6	Sch 165	B	-339,3	-198,1	0	37,2	0	0	302,2	-188,9	-348,5	76,10
13		max	Co #5	Sch 165	B	330,1	210,5	0	-47,7	0	0	301,0	346,8	193,8	-19,30
8	Syy	min	Co #5	Sch 65	T	-59,0	-551,7	0	-123,0	0	0	566,3	-30,0	-580,8	-13,27
8		max	Co #6	Sch 65	T	60,8	572,1	0	127,3	0	0	587,3	602,1	30,8	76,76
1	Szz	min	Co #1	Sch 280	T	-7,8	-0,7	0	1,3	0	0	7,8	-0,5	-8,0	80,09
1		max	Co #1	Sch 280	T	-7,8	-0,7	0	1,3	0	0	7,8	-0,5	-8,0	80,09
5	Sxy	min	Co #3	Sch 1	T	53,8	488,3	0	-133,9	0	0	518,4	526,2	15,9	-74,18
35		max	Co #2	Sch 159	T	-263,4	-202,3	0	136,7	0	0	336,3	-92,8	-373,0	51,30
40	Sxz	min	Co #1	Sch 554	C	-0,3	-4,0	0	0	-70,4	-86,0	192,6	-0,3	-4,0	0,59
40		max	Co #3	Sch 554	C	-0,1	3,3	0	0	71,7	89,6	198,8	3,3	-0,1	-89,37
39	Syz	min	Co #1	Sch 550	C	-0,3	-4,0	0	0	68,3	-86,6	191,0	-0,3	-4,0	0,59
39		max	Co #3	Sch 550	C	-0,1	3,3	0	0	-69,9	90,1	197,6	3,3	-0,1	-89,37
21	SVM	min	Co #1	Sch 803	B	0	-0,1	0	0	0	0	0,1	0	-0,1	11,54
8		max	Co #6	Sch 65	T	60,8	572,1	0	127,3	0	0	587,3	602,1	30,8	76,76
1	S1	min	Co #3	Sch 280	T	-2,1	-2,4	0	0,5	0	0	2,4	-1,7	-2,8	37,00
1		max	Co #3	Sch 280	T	-2,1	-2,4	0	0,5	0	0	2,4	-1,7	-2,8	37,00
1	S2	min	Co #4	Sch 280	T	-26,8	-1,4	0	-25,4	0	0	51,3	14,4	-42,6	-58,30
1		max	Co #4	Sch 280	T	-26,8	-1,4	0	-25,4	0	0	51,3	14,4	-42,6	-58,30
1	aS	min	Co #4	Sch 280	T	-26,8	-1,4	0	-25,4	0	0	51,3	14,4	-42,6	-58,30
1		max	Co #4	Sch 280	T	-26,8	-1,4	0	-25,4	0	0	51,3	14,4	-42,6	-58,30

Knoop: Index; C: Extreme component; min. max.: Extreme type; Geval: Belastinggeval van de extreme; Oppervlak: Vlak behorend bij knoop; Pos.: Punt voor spanningsberekening; Sxx: Normaalspanning in lokale x-richting; Syy: Normaalspanning in lokale y-richting; Szz: Normaalspanning in lokale z-richting; Sxy: Torsie-/Schuifspanning; Sxz, Syz: Draal/alschuifspanning; SVM: Von Mises spanning; S1: Primaire spanning 1; S2: Primaire spanning 2; aS: Richting primaire spanning;

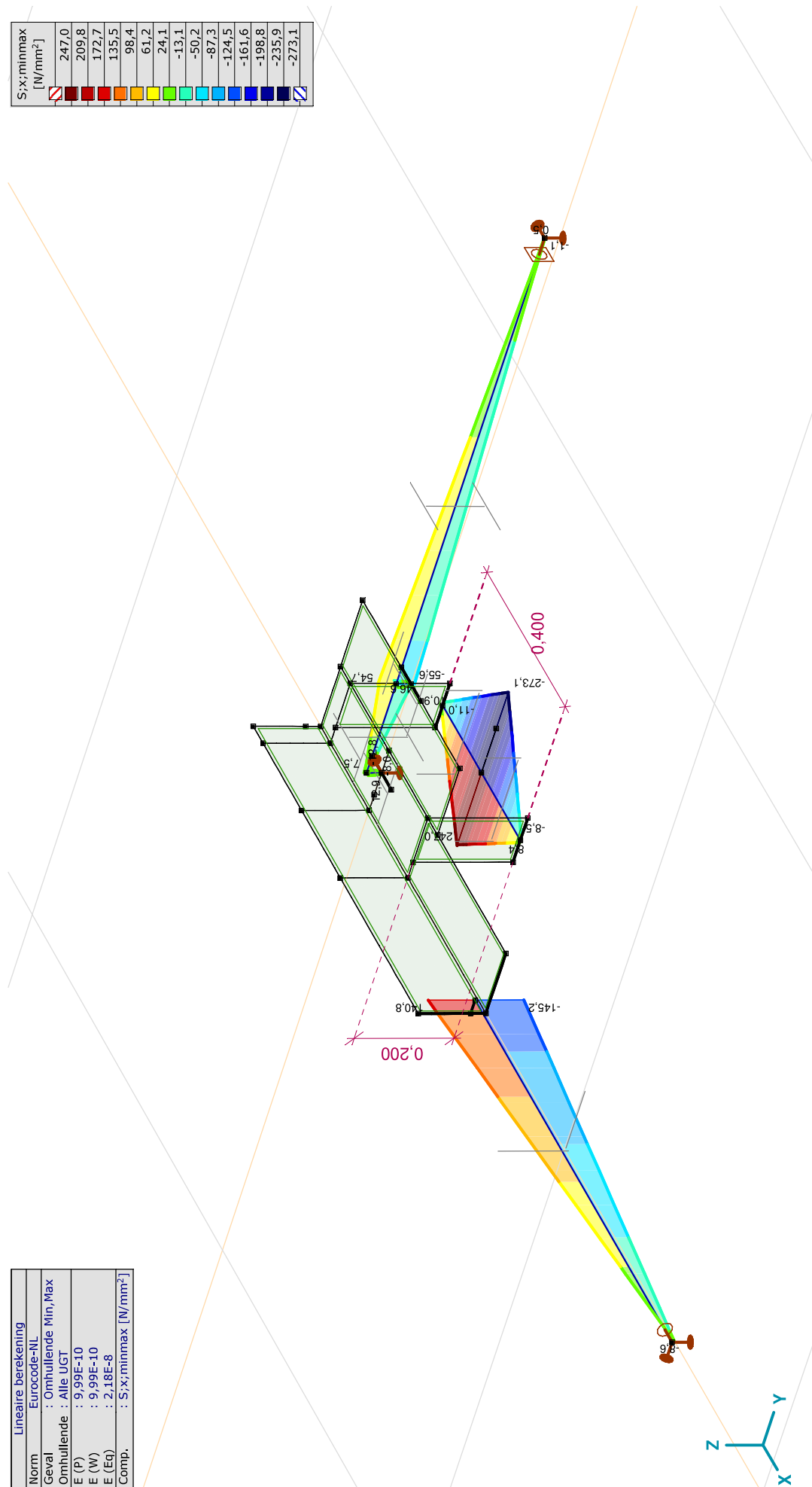
Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min, Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 9,99E-10
E (W)	: 9,99E-10
E (Eq)	: 2,18E-8
Comp.	: S;x;minmax [N/mm ²]

S;x;minmax [N/mm ²]
247,0
209,8
172,7
135,5
98,4
61,2
24,1
-13,1
-50,2
-87,3
-124,5
-161,6
-198,8
-235,9
-273,1



[1], Lineair, Omhullende (Alle UGT), S;x;minmax, Lijnen (gevuld)

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA_s.axes

Staatspanningen [Lineair, Omhullende (Alle UGT)]

Ext.	Prof.	Doorsnede naam	C	min. max.	Geval	Pos. [m]	Knoop	S _x :min [N/mm ²]	S _x :max [N/mm ²]	V _{min} [N/mm ²]	V _{max} [N/mm ²]	S _{min} [N/mm ²]	S _{omax} [N/mm ²]	V _y :gem [N/mm ²]	V _z :gem [N/mm ²]
1	1	U 200	S _x :min	min	Co #4	0,200	(28)	-273,1	99,1	0	54,7	0,8	276,5	-11,0	-0,3
7	3	HE 140 A	max	max	Co #3	0	(38)	9,6	9,6	4,7	11,7	12,6	22,4	-3,2	-0,5
7	3	HE 140 A	S _x :max	min	Co #1	0	(38)	-9,7	-9,7	2,1	9,9	10,4	19,7	3,9	-0,2
1	1	U 200	max	max	Co #2	0,200	(28)	-89,6	247,0	0	52,2	0,8	250,9	9,9	0,3
1	1	U 200	V _{min}	min	Co #1	0	(26)	-0,5	2,0	0	272,2	0,2	471,5	-0,5	-0,4
7	3	HE 140 A	max	max	Co #2	0	(38)	0,5	0,5	34,9	41,0	60,5	71,1	0,4	-3,9
3	4	L 140X140X13	V _{max}	min	Co #5	0	(31)	-103,9	64,1	0	5,0	8,6	104,0	-0,1	1,5
1	1	U 200	max	max	Co #3	0	(26)	-2,2	0,5	0	272,6	0,3	472,2	-0,5	0,4
2	1	U 200	max	max	Co #1	0	(28)	-12,4	5,8	0	272,8	0,2	472,5	0,5	0,4
2	1	U 200	S _{omin}	min	Co #6	0,200	(27)	-1,7	4,3	0	228,8	0,2	396,3	-6,9	-0,5
7	3	HE 140 A	max	max	Co #2	0,030	(44)	-2,5	3,5	34,9	41,0	60,5	71,1	0,4	-3,9
3	4	L 140X140X13	S _{omax}	min	Co #5	1,000	(32)	-8,6	-8,6	0	5,0	8,6	12,2	-0,1	1,5
1	1	U 200	max	max	Co #3	0,200	(28)	-16,5	6,6	0	272,6	0,3	472,2	-0,5	0,4
2	1	U 200	max	max	Co #1	0	(28)	-12,4	5,8	0	272,8	0,2	472,5	0,5	0,4
1	1	U 200	V _y :gem	min	Co #4	0	(26)	-11,0	3,5	0	54,7	0,8	94,8	-11,0	-0,3
2	1	U 200	max	max	Co #2	0	(28)	-270,5	98,6	0	55,1	0,6	274,1	11,0	0,3
4	3	HE 140 A	V _z :gem	min	Co #3	0	(33)	-5,0	-0,4	4,0	40,0	6,9	69,3	-0,4	-8,0
4	3	HE 140 A	max	max	Co #1	0	(33)	0,8	4,8	1,7	38,7	3,0	67,0	-0,2	8,0

Prof.: Profiel; **C:** Extreme component; **min. max.:** Extreme type; **Geval:** Belastinggeval van de extreme; **Pos.:** Lokale X-positie van de doorsnede op de staaf; **S_x:min:** Doorsnede minimum normaalspanning; **S_x:max:** Doorsnede maximum normaalspanning;

V_{min}: Doorsnede minimum afschuifspanning; **V_{max}:** Doorsnede maximum afschuifspanning; **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: Post aan onderrand HA_s.axes

18-5-2021

Pag. 41

Interne krachten knooppoplegging [Lineair, Omhullende (Alle UGT)]

	Knoop	X [m]	Y [m]	Z [m]	Type	C	min. max.	Geval	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Rr [kN]	Rcx [kNm]	Rcy [kNm]	Rrz [kNm]	aR
1	32	1,600	0,030	0,030	Glob.	Ry	min max	Co #4 Co #2		-2,6 0,9	8,7 -7,6	9,1 7,6	0 -0,1		0 0,1	0,299 -0,119
						Rz	min max	Co #2 Co #4		0,9 -2,6	7,6 8,7	7,6 9,1	-0,1 0		0 0	-0,119 0,299
2	45	0	1,285	0,030	Glob.	Rx	min max	Co #4 Co #2	-2,1 2,6	2,6 -0,9	0,4 -0,3	3,4 2,8		0,1 -0,1	0,1 0,1	9,132 -9,372
						Ry	min max	Co #3 Co #1	0,3 0,1	-1,7 3,4	-5,1 5,2	5,4 6,2	0 0	0 0	0 0	-0,346 0,664
						Rz	min max	Co #3 Co #1	0,3 0,1	-1,7 3,4	-5,1 5,2	5,4 6,2	0 0	0 0	0 0	-0,346 0,664
3	10	0	0,085	0	Glob.	Rx	min max	Co #4 Co #2	-32,3 -28,2		-12,6 4,4	34,7 28,5				-2,571 6,453
						Rz	min max	Co #4 Co #2	-32,3 -28,2		-12,6 4,4	34,7 28,5				-2,571 6,453
Ext.																
3	10	0	0,085	0	Glob.	Rx	min max	Co #4 Co #2	-32,3 2,6		-12,6 -0,3	34,7 2,8				-2,571 -9,372
2	45	0	1,285	0,030	Glob.	Ry	min max	Co #4 Co #1	-2,6 0,1	-0,9 3,4	8,7 5,2	9,1 6,2	0	-0,1	0	0,299 0,664
3	10	0	0,085	0	Glob.	Rz	min max	Co #4 Co #4	-32,3 -2,6	-2,6 -2,6	-12,6 8,7	34,7 9,1	0	0	0	-2,571 0,299

Knoop: Ondersteunde knoop; **Type:** Opleggingstype; **C:** Extreme component; **min, max.:** Extreme type; **Geval:** Belastinggeval van de extreme; **Rx:** X-component opleggingreactiekracht; **Ry:** Y-component opleggingreactiekracht; **Rz:** Z-component opleggingreactiekracht; **Rr:** Resulterende opleggingreactiekracht; **Rcx:** X-component opleggingreactiemoment; **Rcy:** Y-component opleggingreactiemoment; **Rrz:** Resulterende opleggingreactiemoment; **Rrr:** Resulterende opleggingreactiemoment; **aR:** Verhouding verticale opleggingkracht / horizontale opleggingkracht;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

AxisVM X5 R4h · Geregistreerd aan DNV GL - Energy
Model 1.axs

Rapport

Rapport, Inhoudsopgave

<i>Onderdeel</i>	<i>Pagina</i>	<i>Onderdeel</i>	<i>Pagina</i>
Tekening	3	Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen	14
Tekening2	4	[I], Linear, Co #1 (UGT), SVM T, Kleuren 2D	15
Materialen	5	[I], Linear, Co #2 (UGT), SVM T, Kleuren 2D	16
Domeinen	5	[I], Linear, Co #1 (UGT), SVM C, Kleuren 2D	17
Lijnopleggingen	6	[I], Linear, Co #2 (UGT), SVM C, Kleuren 2D	18
Fx	7	[I], Linear, Co #1 (UGT), eY, Lijnen	19
Fx: Oppervlak lijnlast	8	[I], Linear, Co #2 (UGT), eY, Lijnen	20
Fy1	9	[I], Linear, Co #1 (UGT), eZ, Lijnen	21
Fy1: Oppervlak lijnlast	10	[I], Linear, Co #2 (UGT), eZ, Lijnen	22
Fy2	11	[I], Linear, Co #1 (UGT), Ry (lijnoppl.), Doorsnedelij	23
Fy2: Oppervlak lijnlast	12	[I], Linear, Co #2 (UGT), Ry (lijnoppl.), Doorsnedelij	24
Fz	13	[I], Linear, Co #1 (UGT), Rz (lijnoppl.), Doorsnedelij	25
Fz: Oppervlak lijnlast	14	[I], Linear, Co #2 (UGT), Rz (lijnoppl.), Doorsnedelij	26

Project:

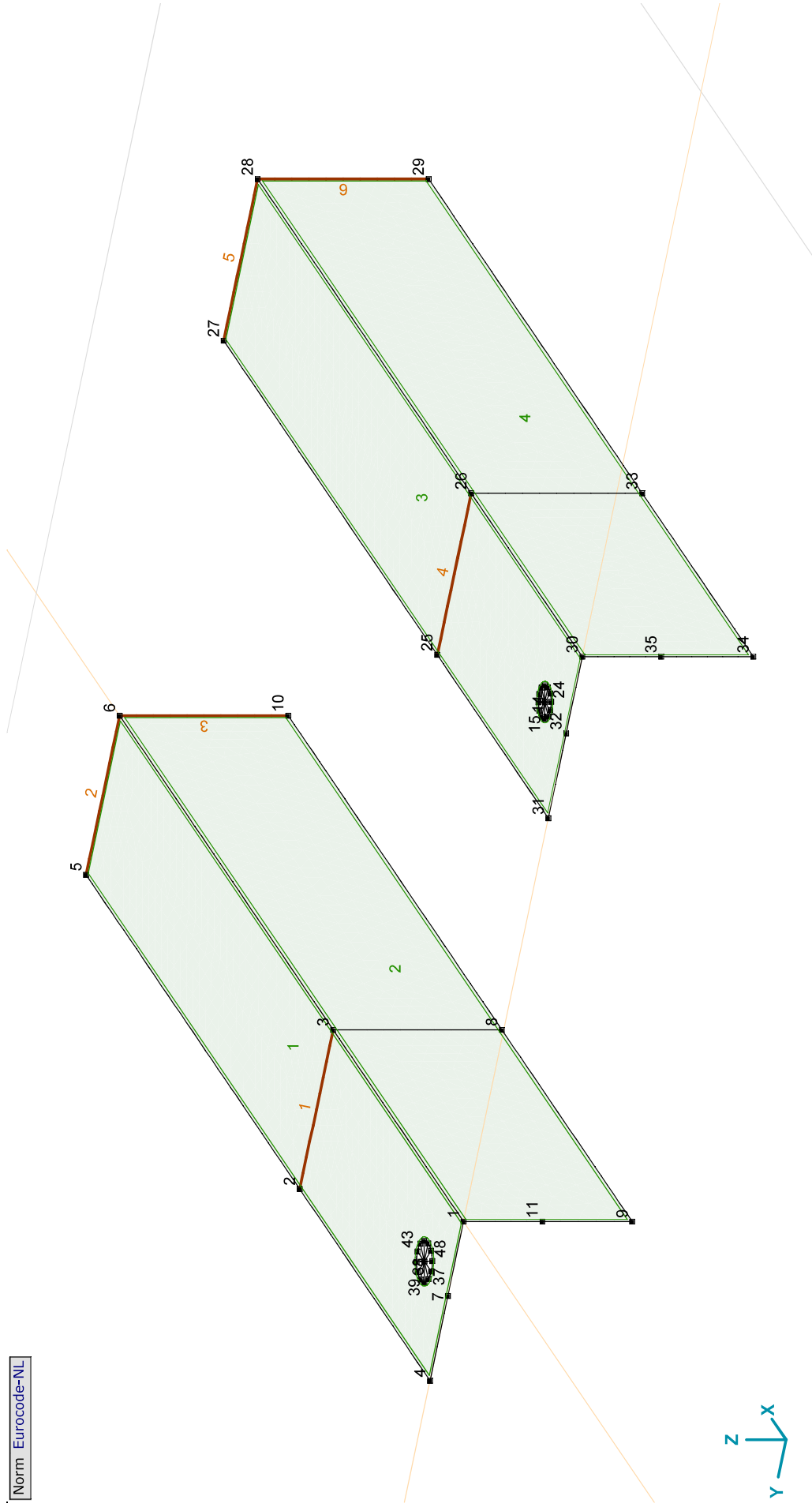
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 3

Norm Eurocode-NL



Tekening

Project:

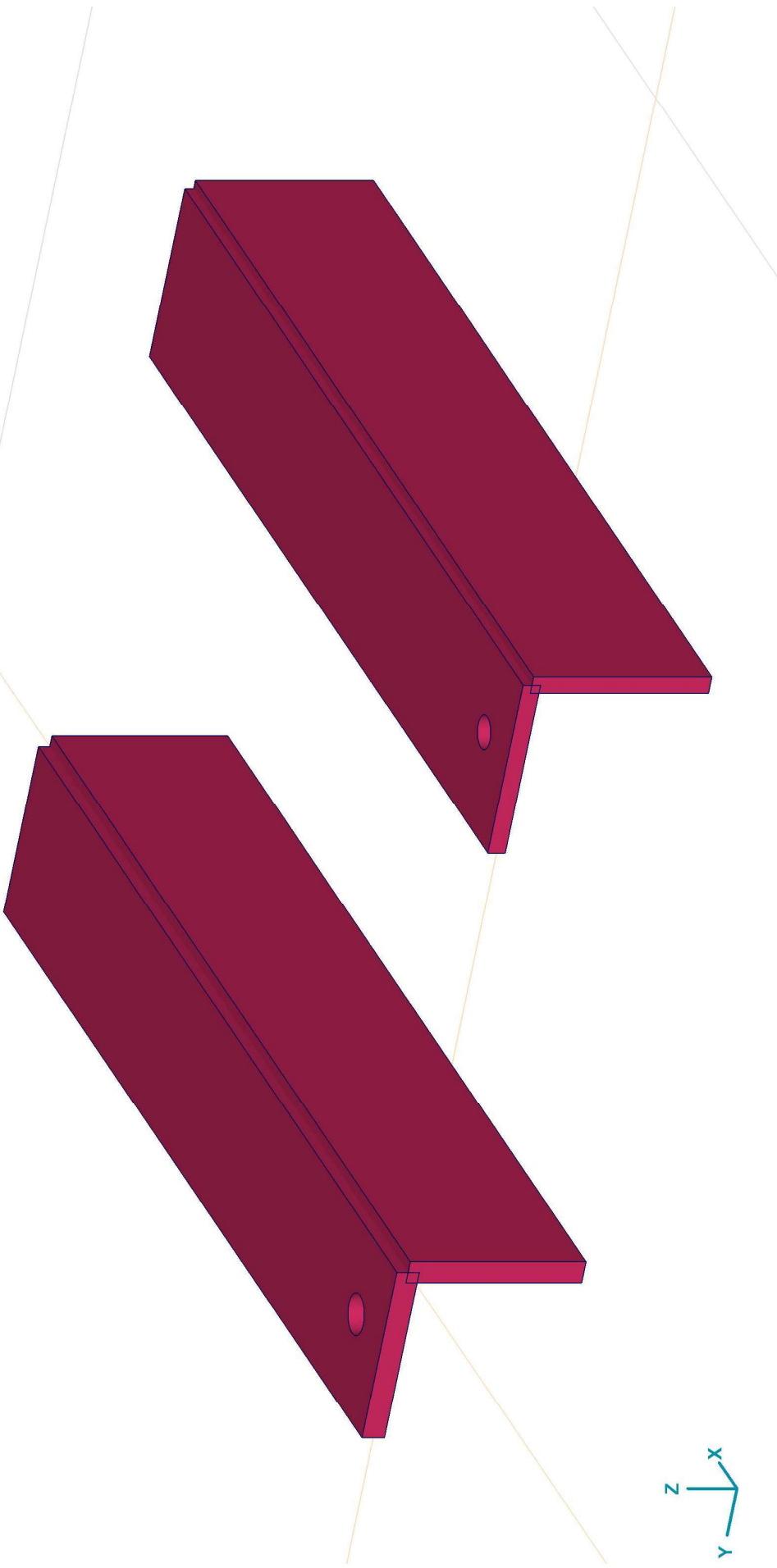
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 4

Norm Eurocode-NL



Tekening2

Project:




Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 5

Materialen

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

Naam	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{14}
1	S 355	f_y [N/mm ²] = 355,00	f_u [N/mm ²] = 510,00	f_y^* [N/mm ²] = 335,00	f_u^* [N/mm ²] = 470,00									

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

Domeinen

Element type	Materiaal	Ref _x	Ref _z	Dikte [mm]	k, buiging	k, torsie	k, afschuiving	Oppervlakte [m ²]	Gat	Mesh
1	# Schaal S 355	Auto	Auto	18				0,113	1	✓
2	# Schaal S 355	Auto	Auto	18				0,114	-	✓
3	# Schaal S 355	Auto	Auto	14				0,108	1	✓
4	# Schaal S 355	Auto	Auto	14				0,109	-	✓

Element type: Plaalement type; **Ref_x**: Referentie voor lokale X-richting; **Ref_z**: Referentie voor lokale Z-richting; **k, buiging**: Buigsterkte coefficient; **k, torsie**: Torsiesterkte coefficient; **k, afschuiving**: Dwarskrachtsterkte coefficient; **Oppervlakte**: Domein oppervlakte; **Gat**: Aantal gaten in domein; **Mesh**: Gegeneerde mesh;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 6

Lijnopleggingen

Lijn	Type	Ref. elem.	Rx [kN/m/m]	Ry [kN/m/m]	Rz [kN/m/m]	Rxx [kNm/rad/m]	Ryy [kNm/rad/m]	Rzz [kNm/rad/m]	NL(x)	NL(y)	NL(z)
1	Rand (2034)	Domein 1	0	1E+7	1E+7	0	0	0		Symmetrisch	Symmetrisch
2	Rand (1959)	Domein 1	1E+10	0	0	0	0	0	Symmetrisch		
3	Rand (104)	Domein 2	1E+10	0	0	0	0	0	Symmetrisch		
4	Rand (3938)	Domein 3	0	1E+7	1E+7	0	0	0		Symmetrisch	Symmetrisch
5	Rand (3866)	Domein 3	1E+10	0	0	0	0	0	Symmetrisch		
6	Rand (5718)	Domein 4	1E+10	0	0	0	0	0	Symmetrisch		

Lijn	NL(XX)	NL(YY)	NL(ZZ)	F(x) [kN/m]	F(y) [kN/m]	F(z) [kN/m]	M(x) [kNm/m]	M(y) [kNm/m]	M(z) [kNm/m]
1	Rand (2034)								
2	Rand (1959)								
3	Rand (104)								
4	Rand (3938)								
5	Rand (3866)								
6	Rand (5718)								

Lijn: Ondersteund lijnelement; **Type:** Opleggingstype; **Ref. elem.:** Referentie-element; **Rx, Ry, Rz:** Verplaatsingslijfheid; **Rxx, Ryy, Rzz:** Rotatieslijfheid; **NL(x), NL(y), NL(z), NL(xx), NL(yy), NL(zz):** Niet-lineaire parameters; **F(x):** Weerstand in X-richting; **F(y):** Weerstand in Y-richting; **F(z):** Weerstand in Z-richting; **M(x):** Weerstandsmoment in X-richting; **M(y):** Weerstandsmoment in Y-richting; **M(z):** Weerstandsmoment in Z-richting.

Project:

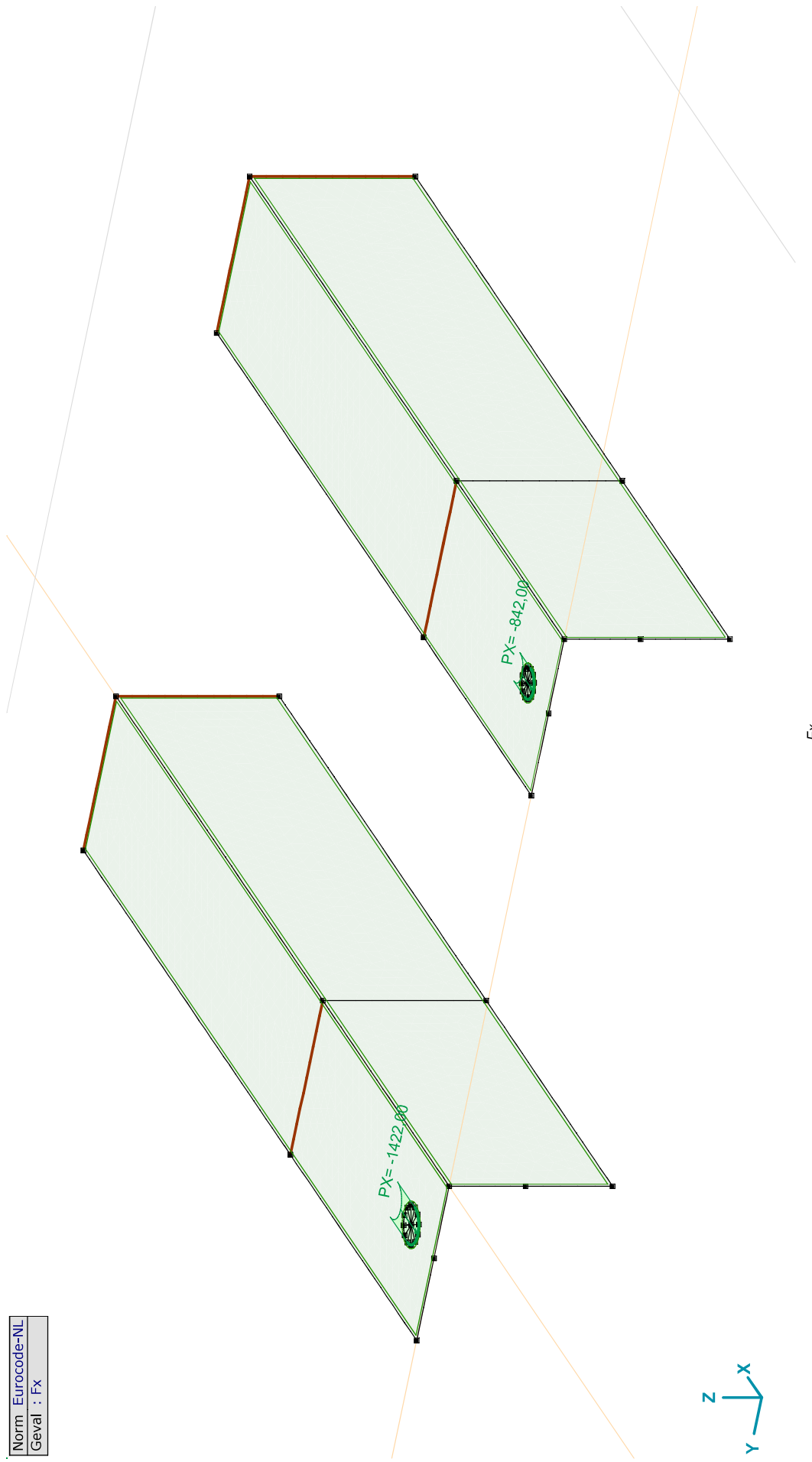
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 7

Norm: Eurocode-NL
Geval: Fx



Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axis**

21-2-2021

Pag. 8

Fx: Oppervlak lijnlast

	<i>Richting</i>	p_x [kN/m]	p_y [kN/m]	p_z [kN/m]	p_m [kNm/m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	<i>Richting</i>	dL [m]
1	Global	-1422,00	0	0	0	0,055	0,082	0	(0,055; 0,066; 0,000)	0
		-1422,00	0	0	0	0,055	0,050	0	-	0,050
4	Global	-842,00	0	0	0	0,050	-0,419	0	(0,050; -0,432; 0,000)	0
		-842,00	0	0	0	0,050	-0,445	0	-	0,041

p_x , p_y , p_z : Belastingkracht component; **p_m :** Belastingmoment component; **X :** Belasting in X-richting; **Y :** Belasting in Y-richting; **Z :** Belasting in Z-richting;

Project:

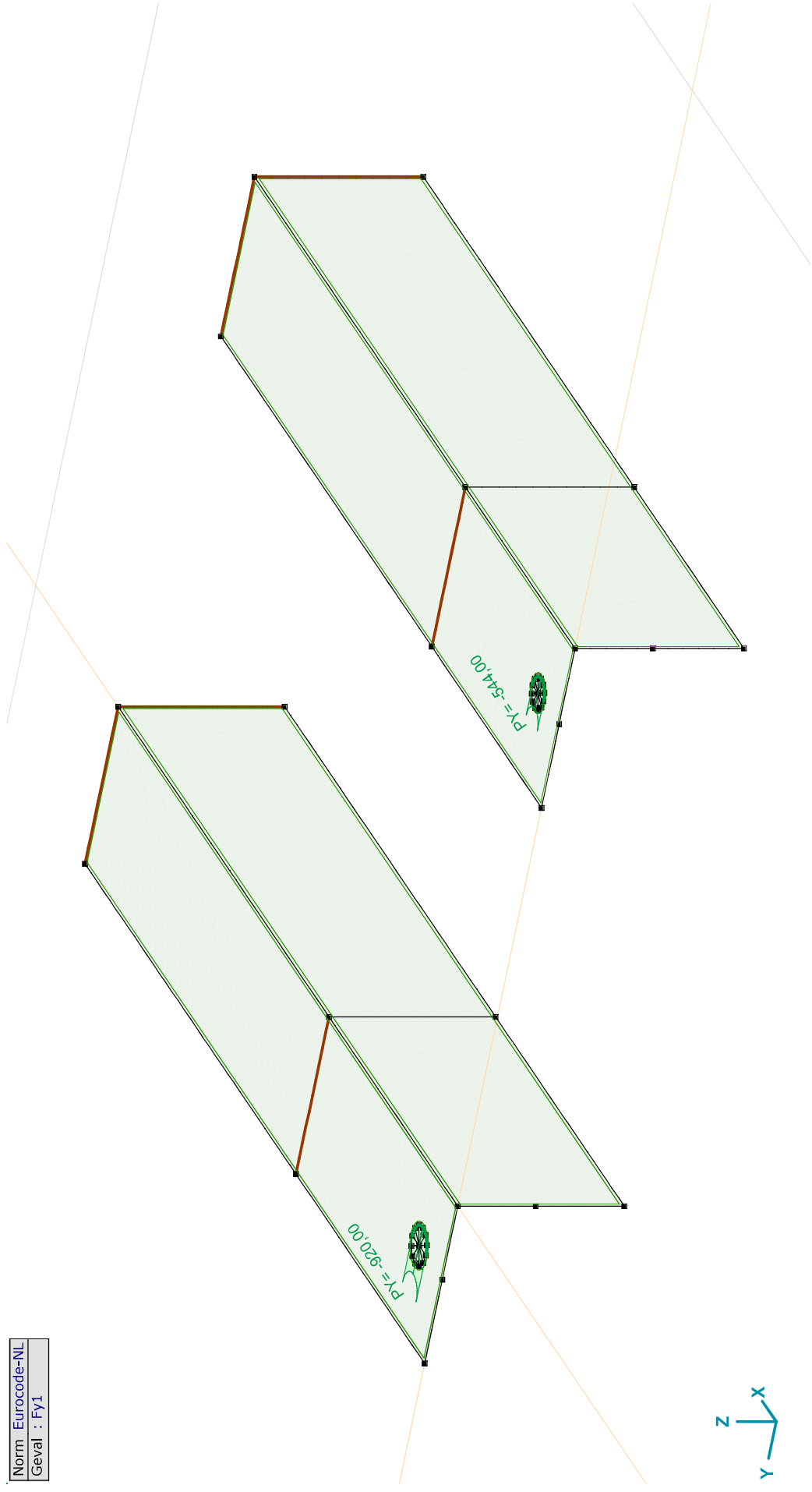
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 9

Norm: Eurocode-NL
Geval: FY1



FY1

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 10

Fy1: Oppervlak lijnlast

	Richting	p_x [kN/m]	p_y [kN/m]	p_z [kN/m]	p_m [kNm/m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	Richting	dL [m]
5	Global	0	-920,00	0	0	0,071	0,066	0	(0,055; 0,066; 0,000)	0
		0	-920,00	0	0	0,039	0,066	0	-	0,050
7	Global	0	-544,00	0	0	0,037	-0,432	0	(0,050; -0,432; 0,000)	0
		0	-544,00	0	0	0,063	-0,432	0	-	0,041

p_x , p_y , p_z : Belastingkracht component; **p_m :** Belastingmoment component; **X:** Belasting in X-richting; **Y:** Belasting in Y-richting; **Z:** Belasting in Z-richting;

Project:

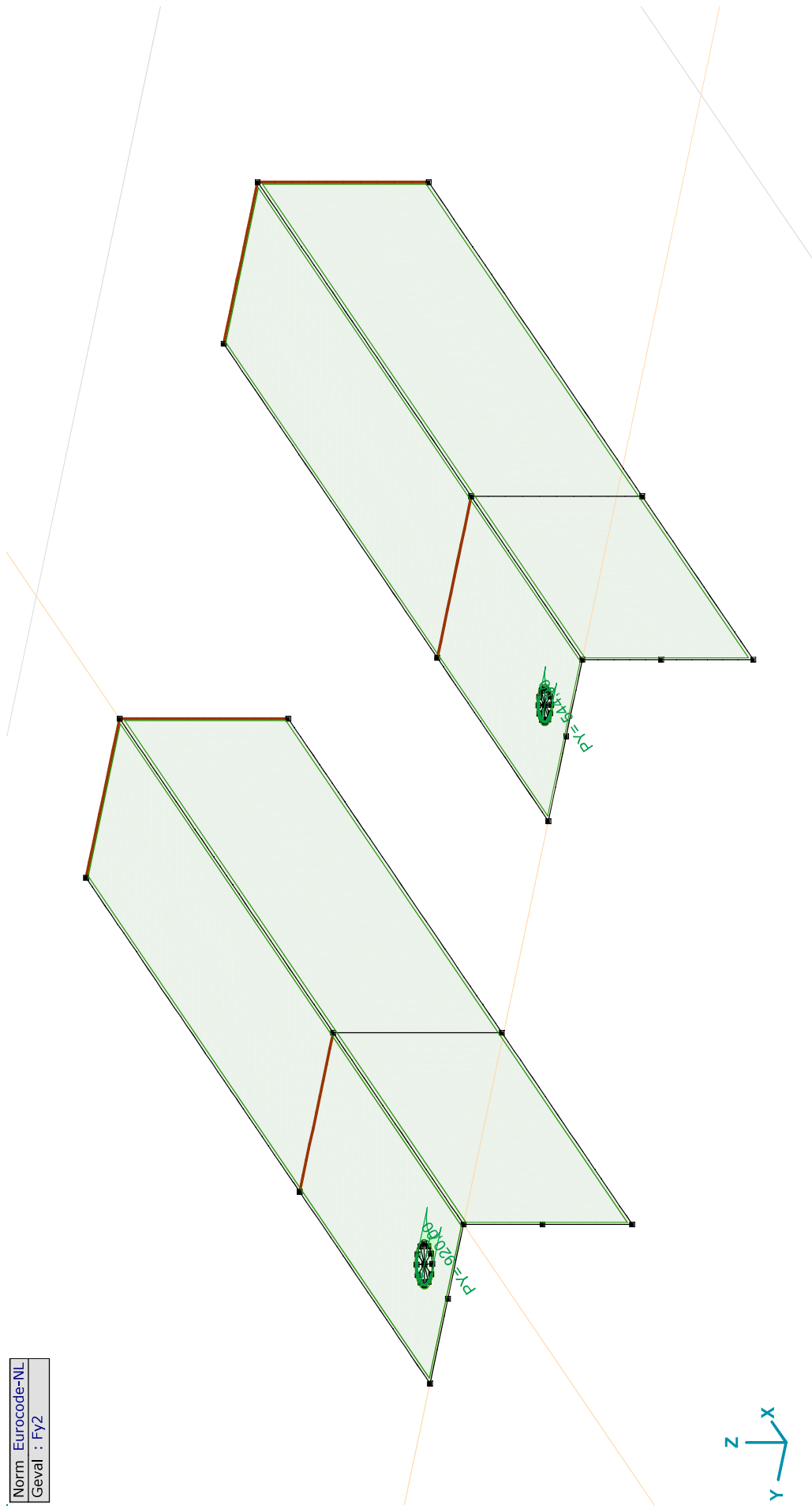
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 11

Norm: Eurocode-NL
Geval: FY2



FY2

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 12

Fy2: Oppervlak lijnlast

	<i>Richting</i>	px [kN/m]	py [kN/m]	pz [kN/m]	pm [kNm/m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	<i>Richting</i>	dL [m]
6	Global	0	920,00	0	0	0,071	0,066	0	(0,055; 0,066; 0,000)	0
		0	920,00	0	0	0,039	0,066	0	-	0,050
8	Global	0	544,00	0	0	0,063	-0,432	0	(0,050; -0,432; 0,000)	0
		0	544,00	0	0	0,037	-0,432	0	-	0,041

px, py, pz: Belastingkracht component; **pm:** Belastingmoment component; **X:** Belasting in X-richting; **Y:** Belasting in Y-richting; **Z:** Belasting in Z-richting;

Project:

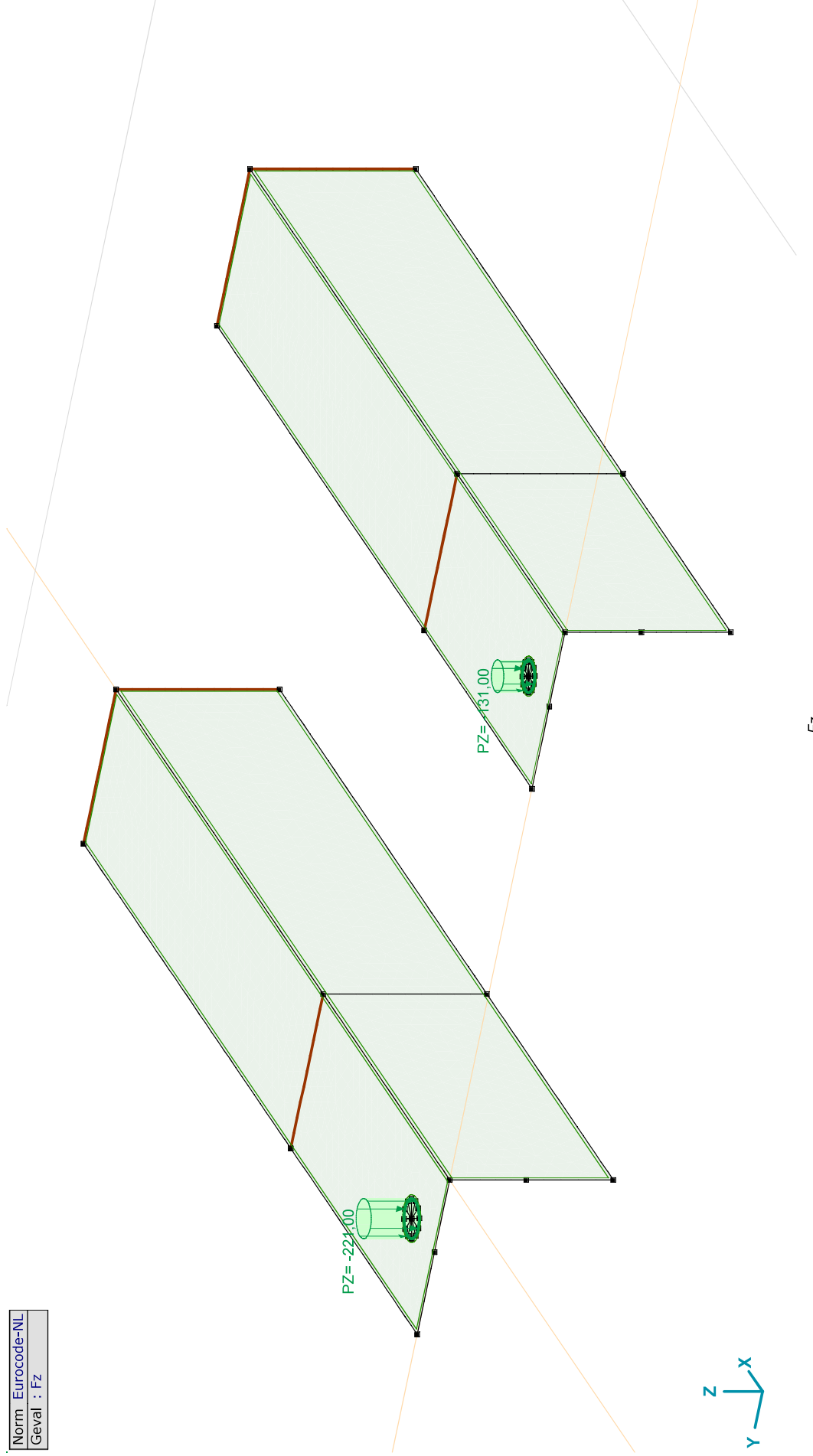
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 13

Norm : Eurocode-NL
Geval : Fz



Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 14

Fz: Oppervlak lijnlast

	Richting	p_x [kN/m]	p_y [kN/m]	p_z [kN/m]	p_m [kNm/m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	Richting	dL [m]
2	Global	0	0	-221,00	0	0,071	0,066	0	(0,055; 0,066; 0,000)	0
		0	0	-221,00	0	0,071	0,066	0	-	0,101
3	Global	0	0	-131,00	0	0,063	-0,432	0	(0,050; -0,432; 0,000)	0
		0	0	-131,00	0	0,063	-0,432	0	-	0,082

p_x , p_y , p_z : Belastingkracht component; **p_m :** Belastingmoment component; **X:** Belasting in X-richting; **Y:** Belasting in Y-richting; **Z:** Belasting in Z-richting;

Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen

	Naam	Type	F_x	F_{y1}	F_{y2}	F_z	Commentaar
1	Co #1	UGT	1,00	1,00	0	1,00	
2	Co #2	UGT	1,00	0	1,00	1,00	

Naam: Naam belastingcombinatie; **Type:** Type belastingcombinatie; **F_x , F_{y1} , F_{y2} , F_z :** Factor;

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

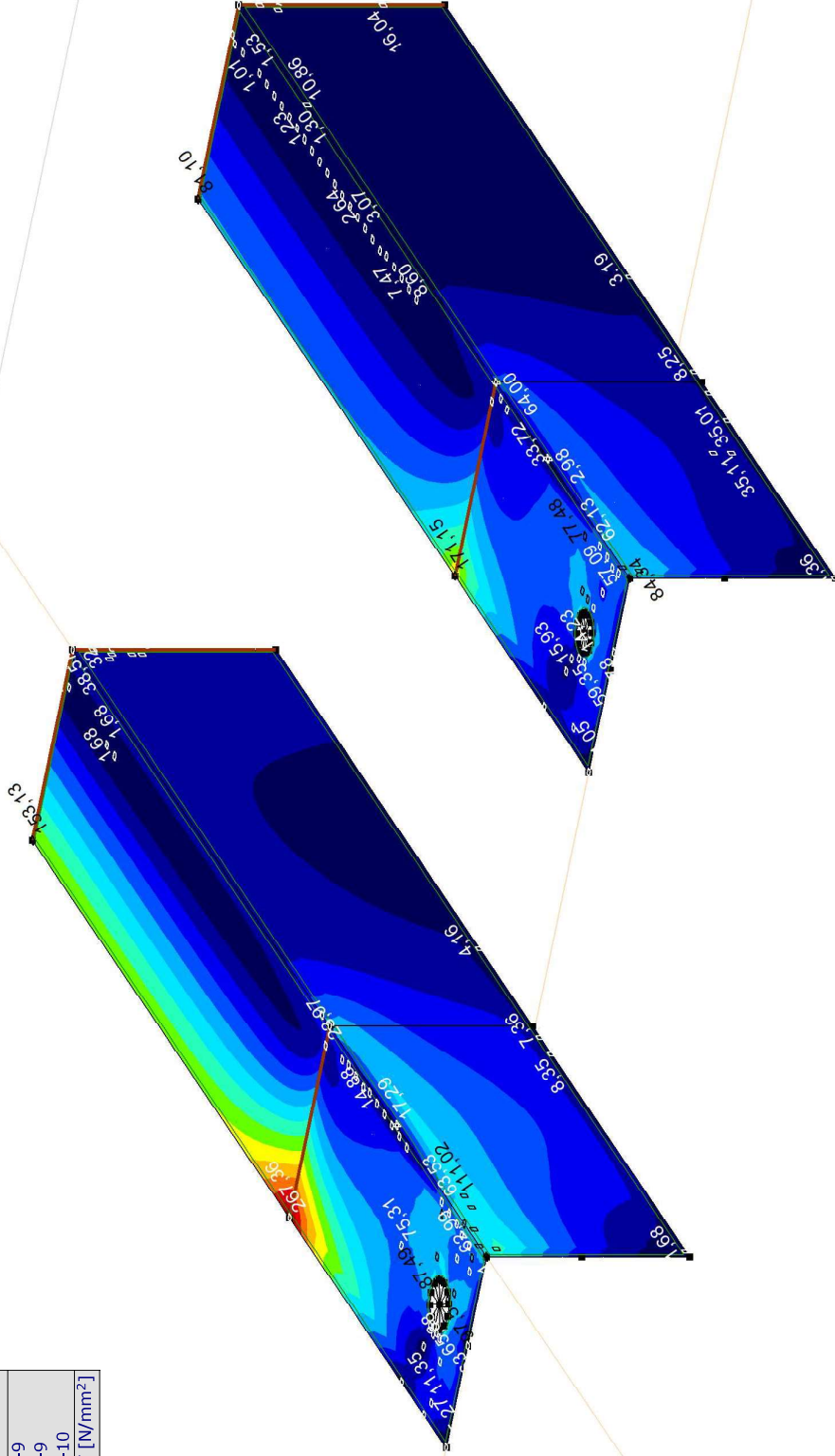
Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 15

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #1
E (P) : 7,08E-9
E (W) : 7,08E-9
E (Eq) : 1,32E-10
Comp. : SVM T [N/mm ²]

SVM T [N/mm ²]
268,35
249,26
230,16
211,07
191,97
172,87
153,78
134,68
115,59
96,49
77,40
58,30
39,20
20,11
1,01



[I]. Lineair, Co #1 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

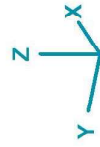
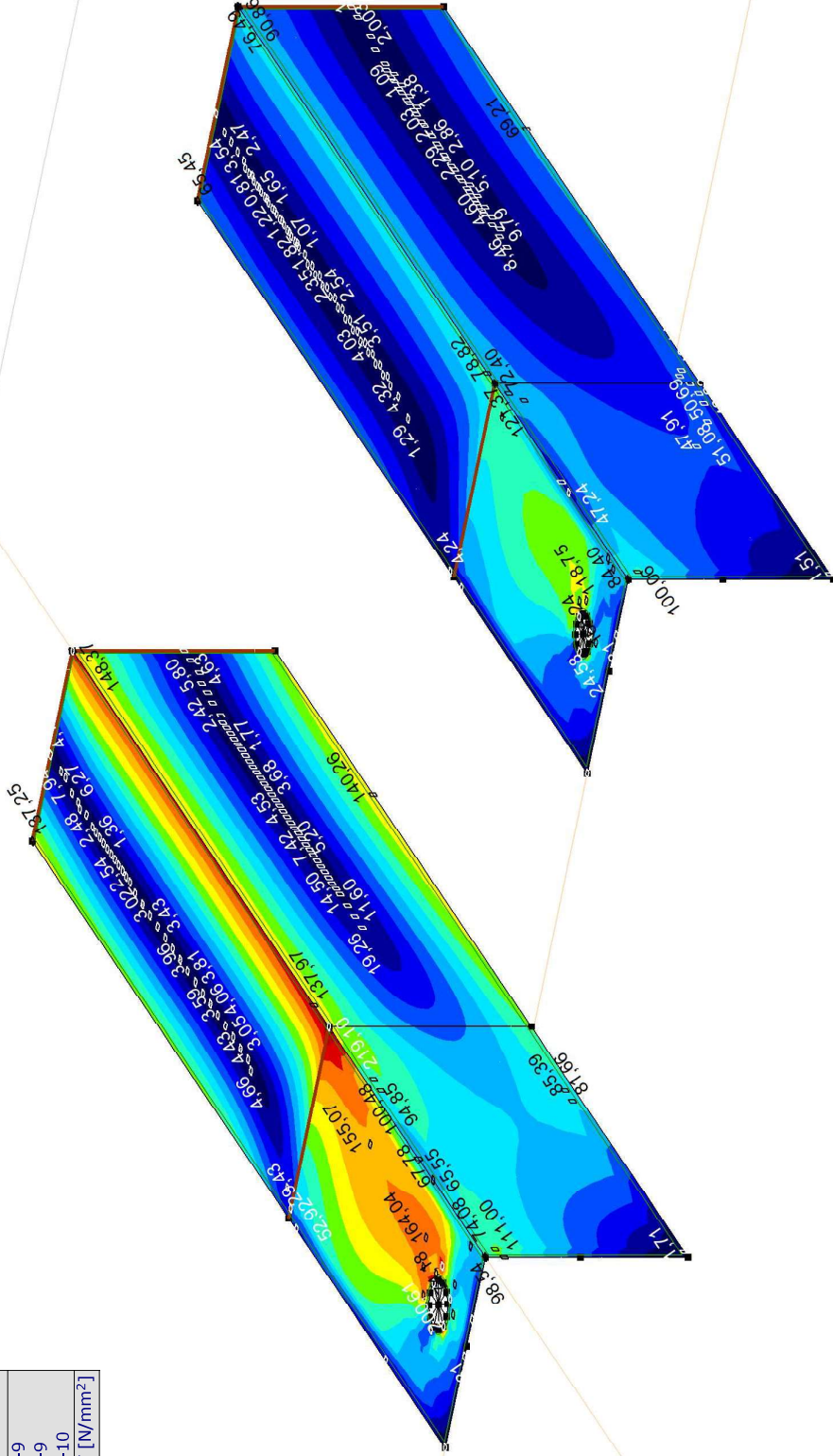
Model: Model 1.axis

21-2-2021

Pag. 16

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #2
E (P) : 7,08E-9
E (W) : 7,08E-9
E (Eq) : 1,32E-10
Comp. : SVM T [N/mm ²]

SVM T [N/mm ²]
219,10
203,50
187,90
172,30
156,70
141,10
125,50
109,90
94,30
78,70
63,10
47,49
31,89
16,29
0,69

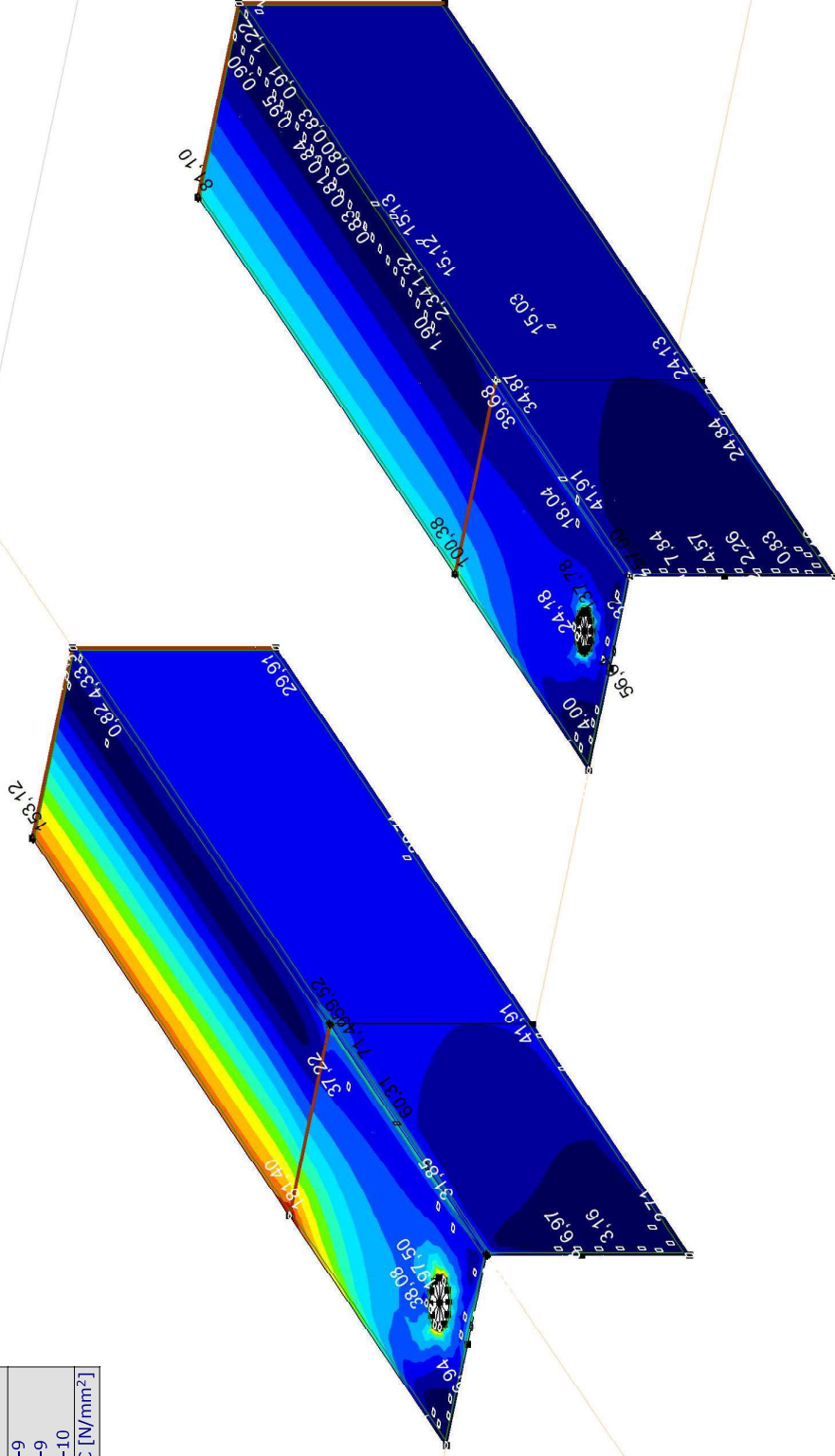


[1]. Lineair, Co #2 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

Project:
 Constructeur: DNV GL - Energy
 Model: **Model 1.axs**

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #1
E (P) : 7,08E-9
E (W) : 7,08E-9
E (Eq) : 1,32E-10
Comp. : SVM C [N/mm ²]

SVM C [N/mm ²]
197,50
183,41
169,32
155,23
141,15
127,06
112,97
98,88
84,79
70,71
56,62
42,53
28,44
14,36
0,27



III. Lineair, Co #1 (UGT), SVM C, Kleuren 2D

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

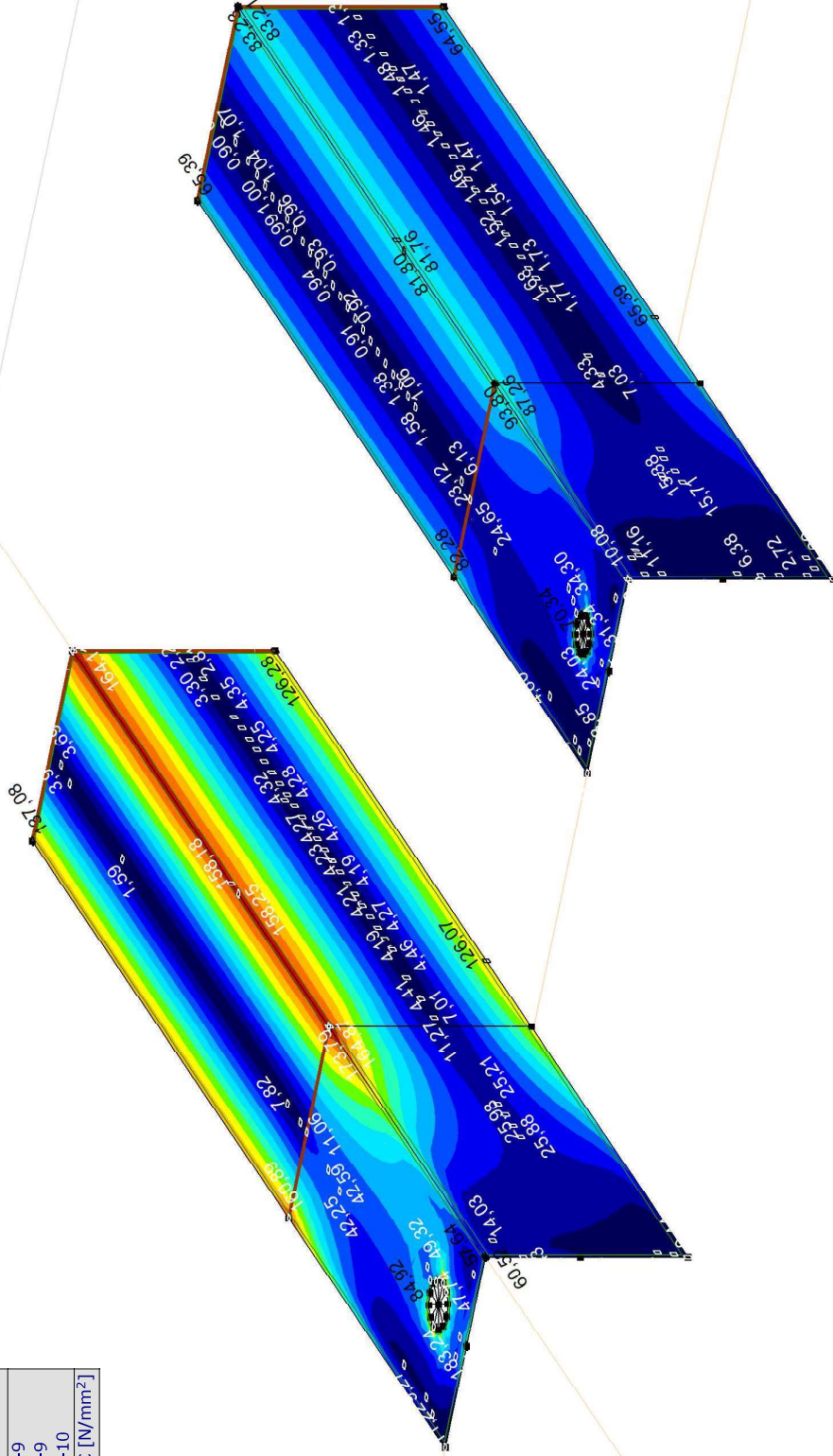
Model: Model 1.axs

21-2-2021

Pag. 18

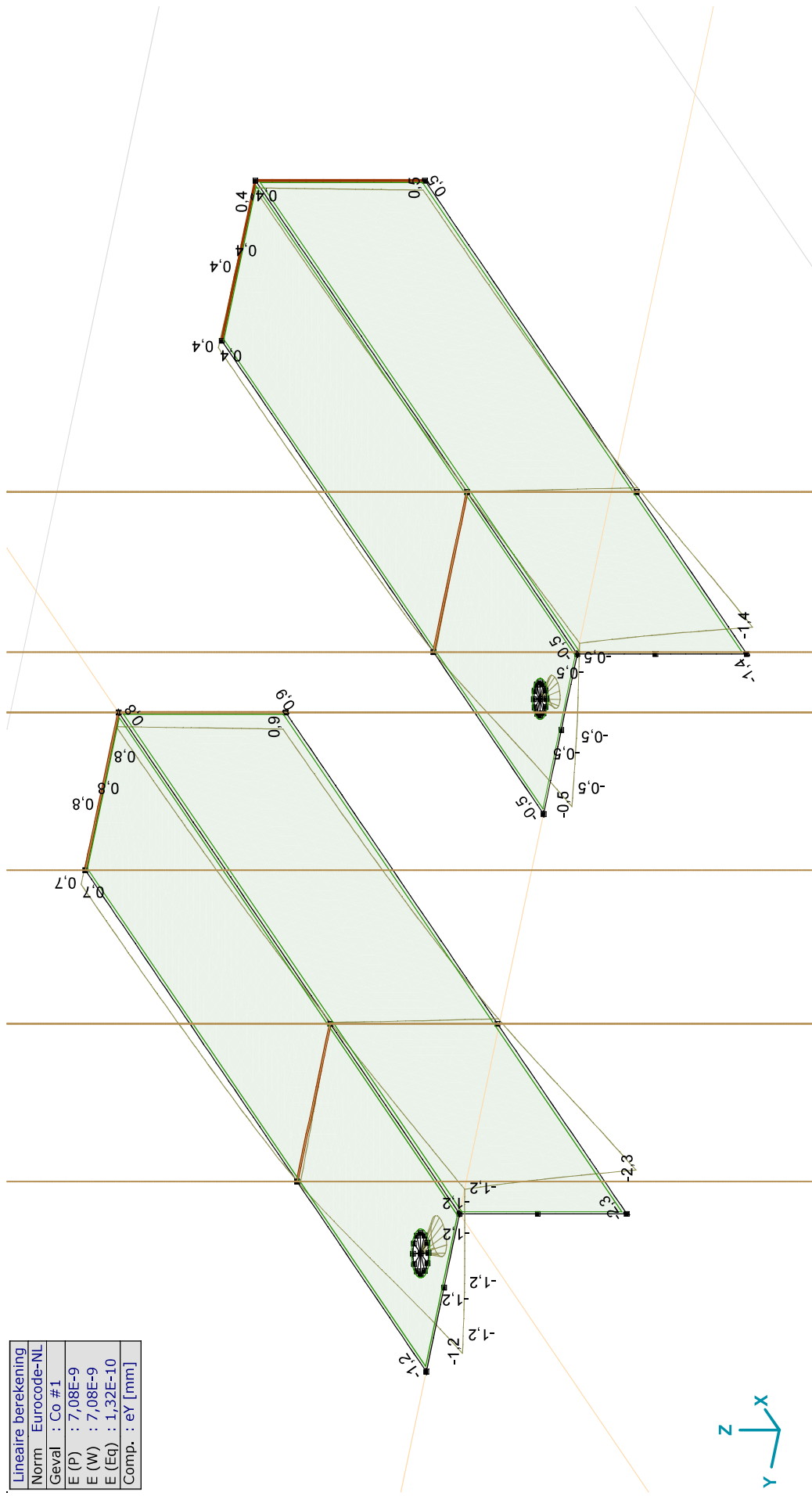
Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #2
E (P) : 7,08E-9
E (W) : 7,08E-9
E (Eq) : 1,32E-10
Comp. : SVM C [N/mm ²]

SVM C [N/mm ²]
192,93
179,17
165,42
151,66
137,90
124,14
110,38
96,62
82,86
69,10
55,35
41,59
27,83
14,07
0,31



III. Lineair, Co #2 (UGT), SVM C, Kleuren 2D

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #1
E (P)	: 7,08E-9
E (W)	: 7,08E-9
E (Eq)	: 1,32E-10
Comp.	: eY [mm]



[]]. Lineair, Co #1 (UGT), eY, Lijnen

Project:

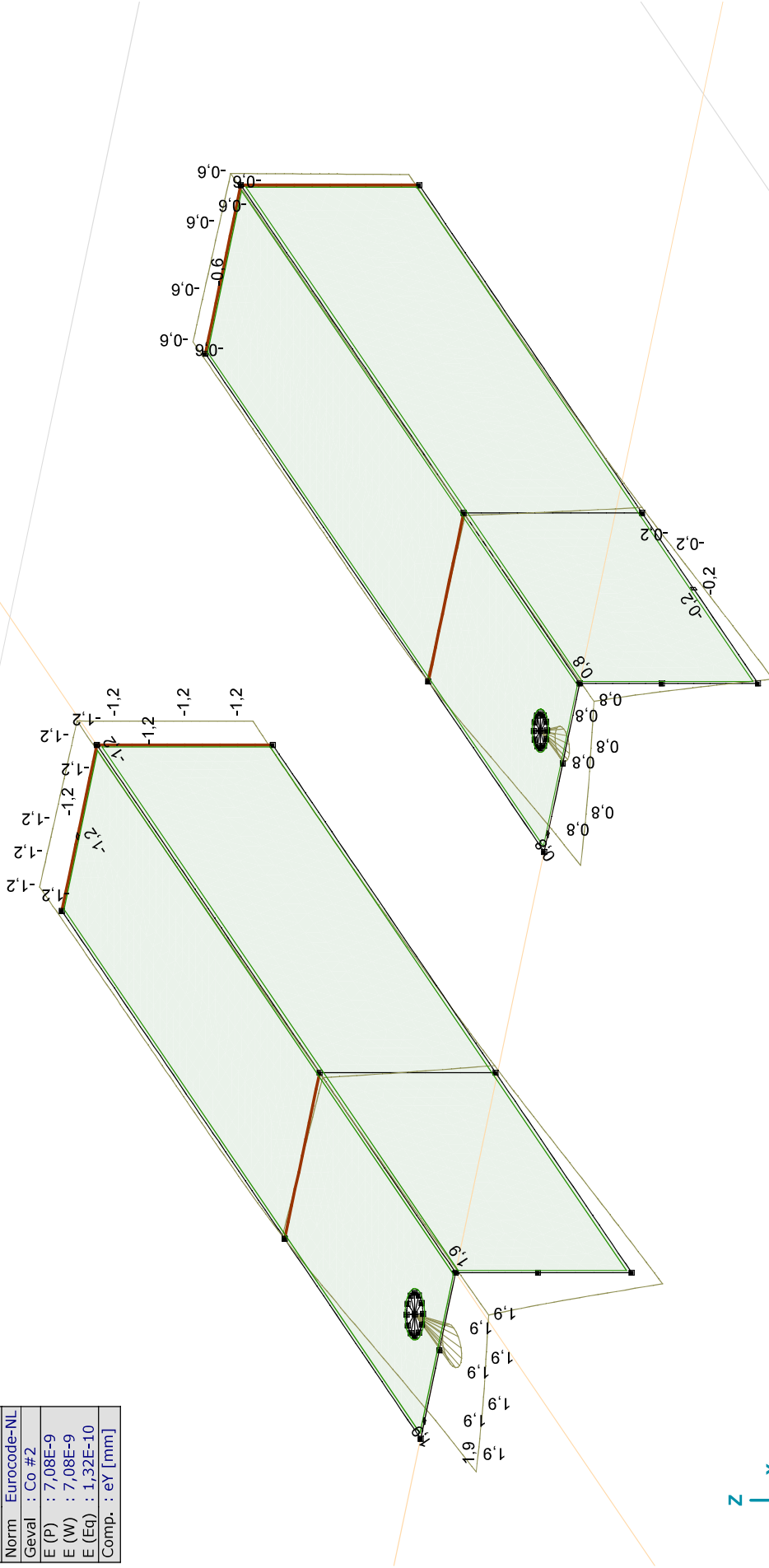
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Model 1.axis

21-2-2021

Pag. 20

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #2
E (P)	: 7,08E-9
E (W)	: 7,08E-9
E (Eq)	: 1,32E-10
Comp.	: eY [mm]



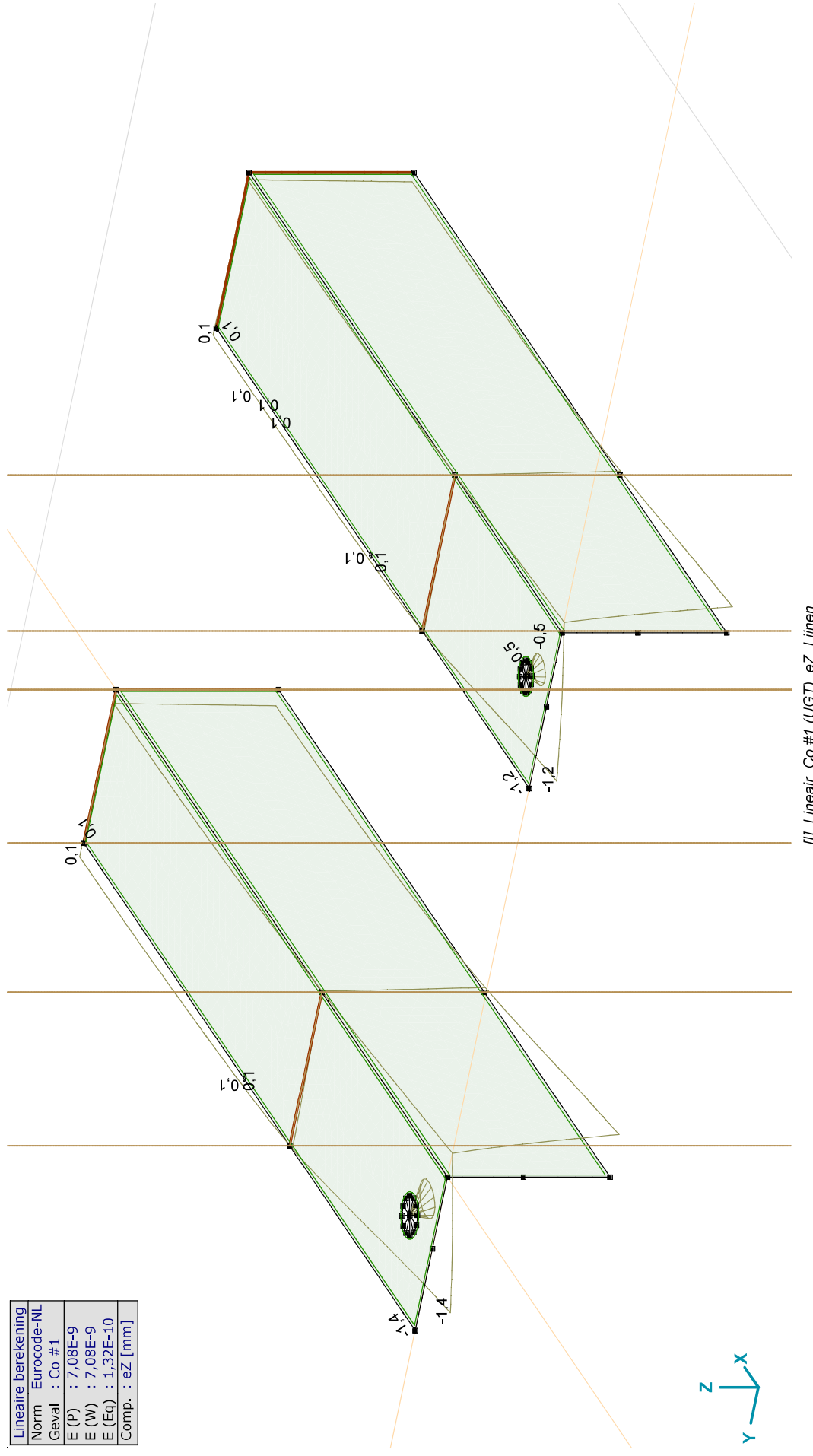
[[1]. Lineair, Co #2 (UGT), eY, Lijnen

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Model 1.axs

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #1
E (P)	: 7,08E-9
E (W)	: 7,08E-9
E (Eq)	: 1,32E-10
Comp.	: eZ [mm]



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

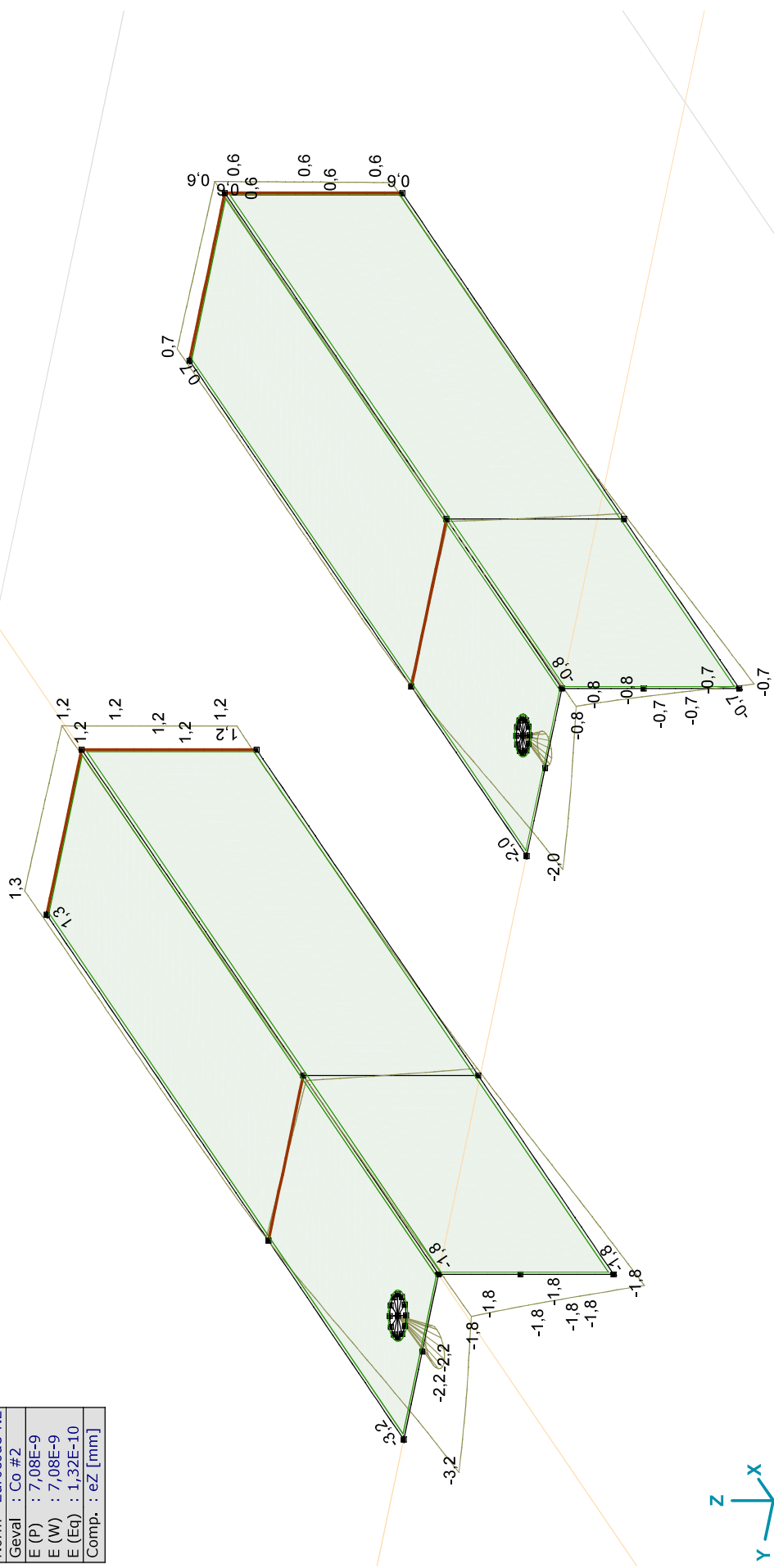
Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #2
E (P)	: 7,08E-9
E (W)	: 7,08E-9
E (Eq)	: 1,32E-10
Comp.	: eZ [mm]



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

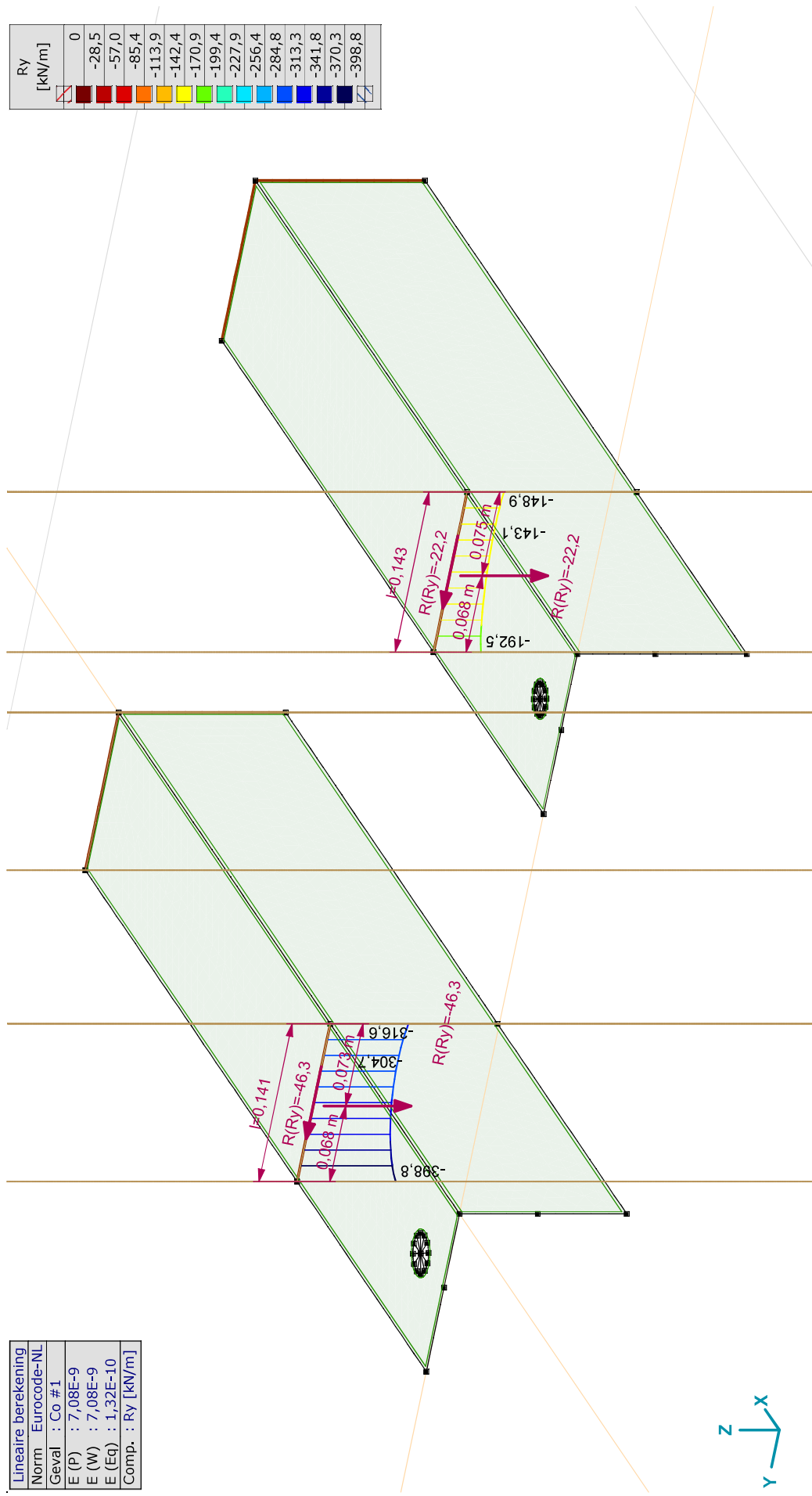
Project:
 Constructeur: DNV GL - Energy
 Model: Model 1.axs

21-2-2021

Pag. 23

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #1
E (P) : 7,08E-9
E (W) : 7,08E-9
E (Eq) : 1,32E-10
Comp. : Ry [kN/m]

Ry [kN/m]	0
	-28,5
	-57,0
	-85,4
	-113,9
	-142,4
	-170,9
	-199,4
	-227,9
	-256,4
	-284,8
	-313,3
	-341,8
	-370,3
	-398,8



III. Lineair, Co #1 (UGT), Ry (lijnopp.), Doorsnedelij

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

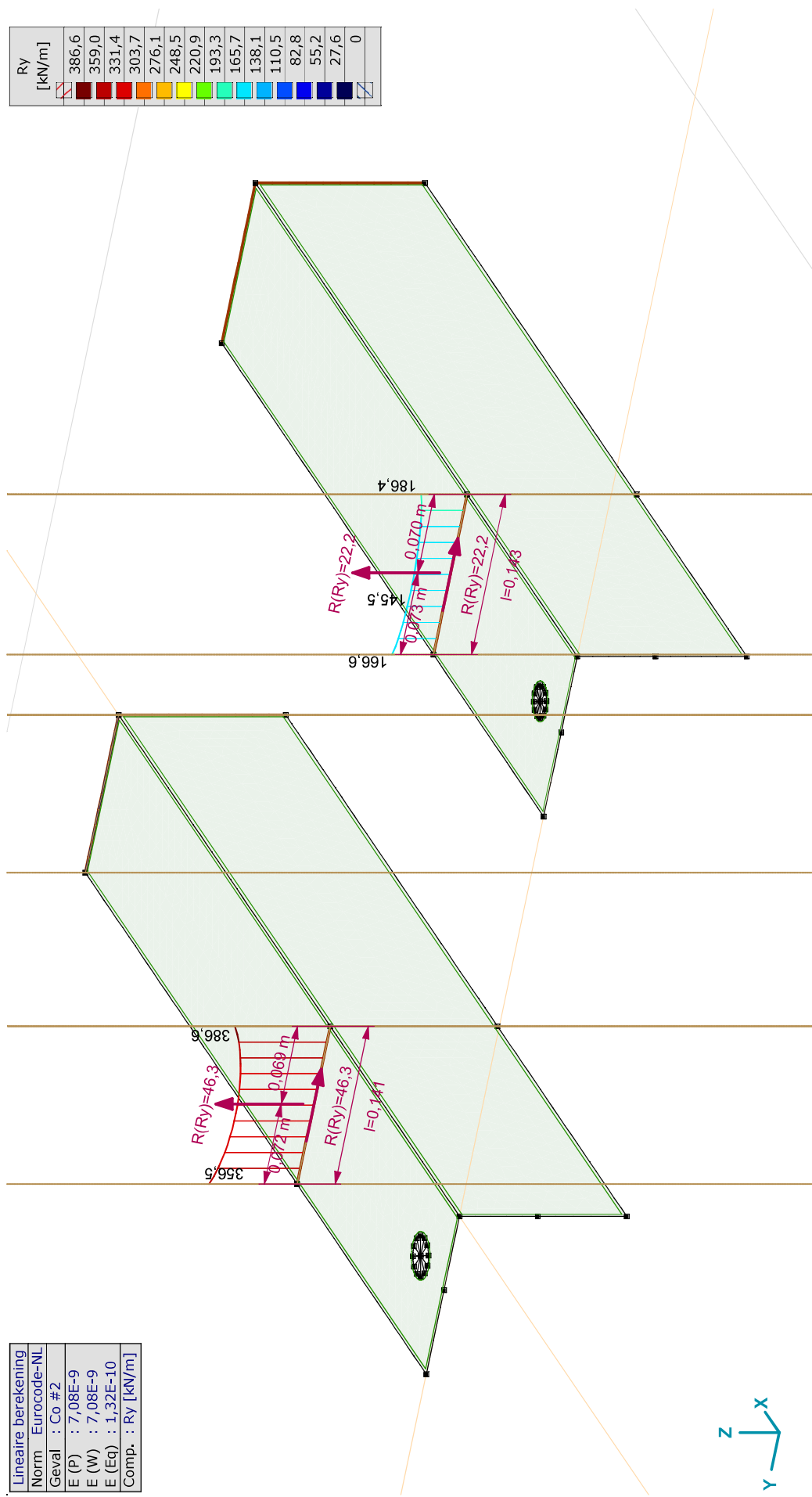
Model: **Model 1.axis**

21-2-2021

Pag. 24

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co. #2
E (P)	: 7,08E-9
E (W)	: 7,08E-9
E (Eq)	: 1,32E-10
Comp.	: Ry [kN/m]

Ry [kN/m]	
386,6	
359,0	
331,4	
303,7	
276,1	
248,5	
220,9	
193,3	
165,7	
138,1	
110,5	
82,8	
55,2	
27,6	
0	



III. Lineair, Co #2 (UGT), Ry (lijnopp.), Doorsnedelijn

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

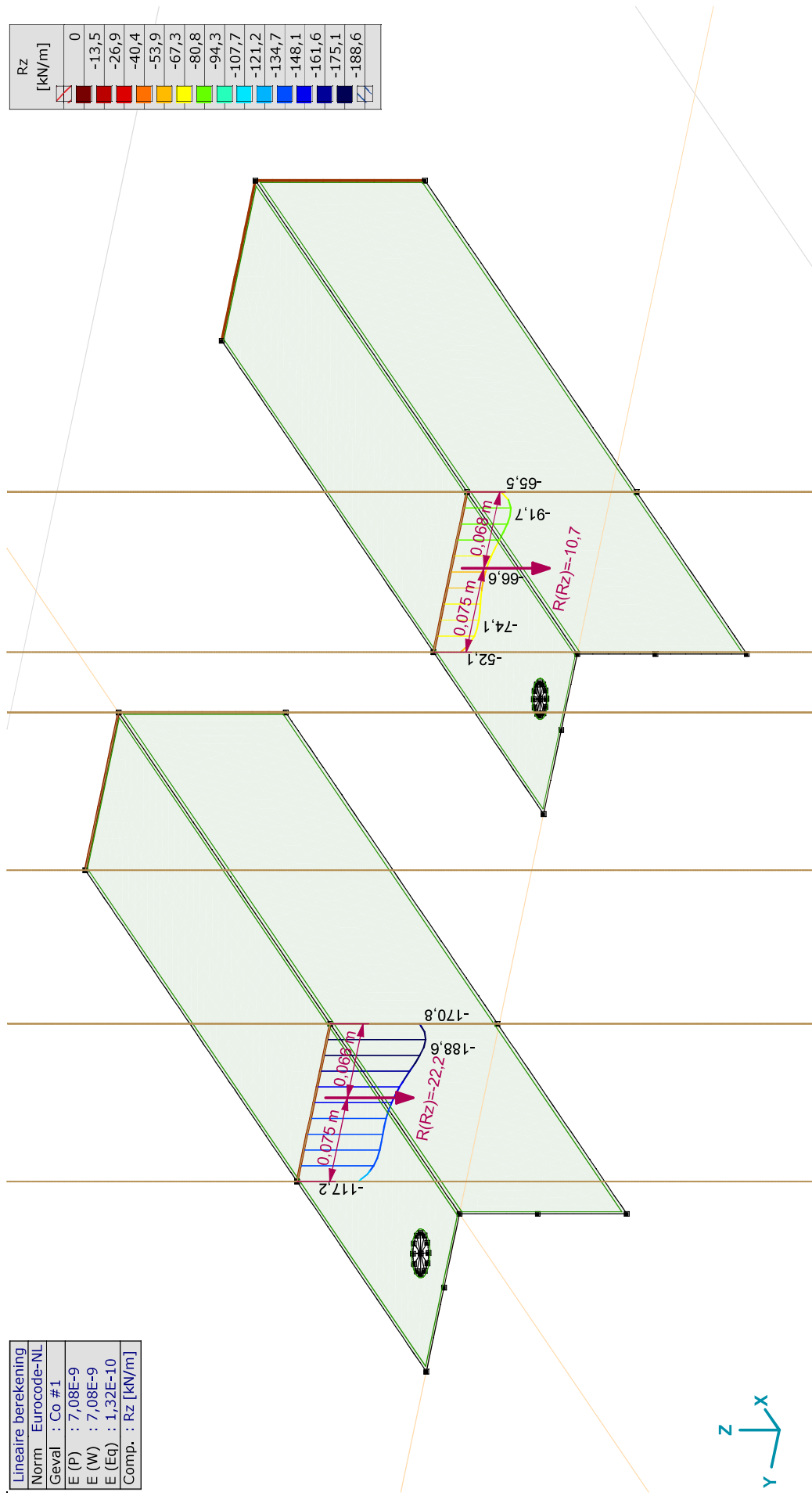
Model: **Model 1.axis**

21-2-2021

Pag. 25

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #1
E (P) : 7,08E-9
E (W) : 7,08E-9
E (Eq) : 1,32E-10
Comp. : Rz [kN/m]

Rz [kN/m]	0
	-13,5
	-26,9
	-40,4
	-53,9
	-67,3
	-80,8
	-94,3
	-107,7
	-121,2
	-134,7
	-148,1
	-161,6
	-175,1
	-188,6



III. Lineair, Co #1 (UGT), Rz (lijnopp.), Doorsnedelij

Project:

Constructeur: DNV GL - Energy

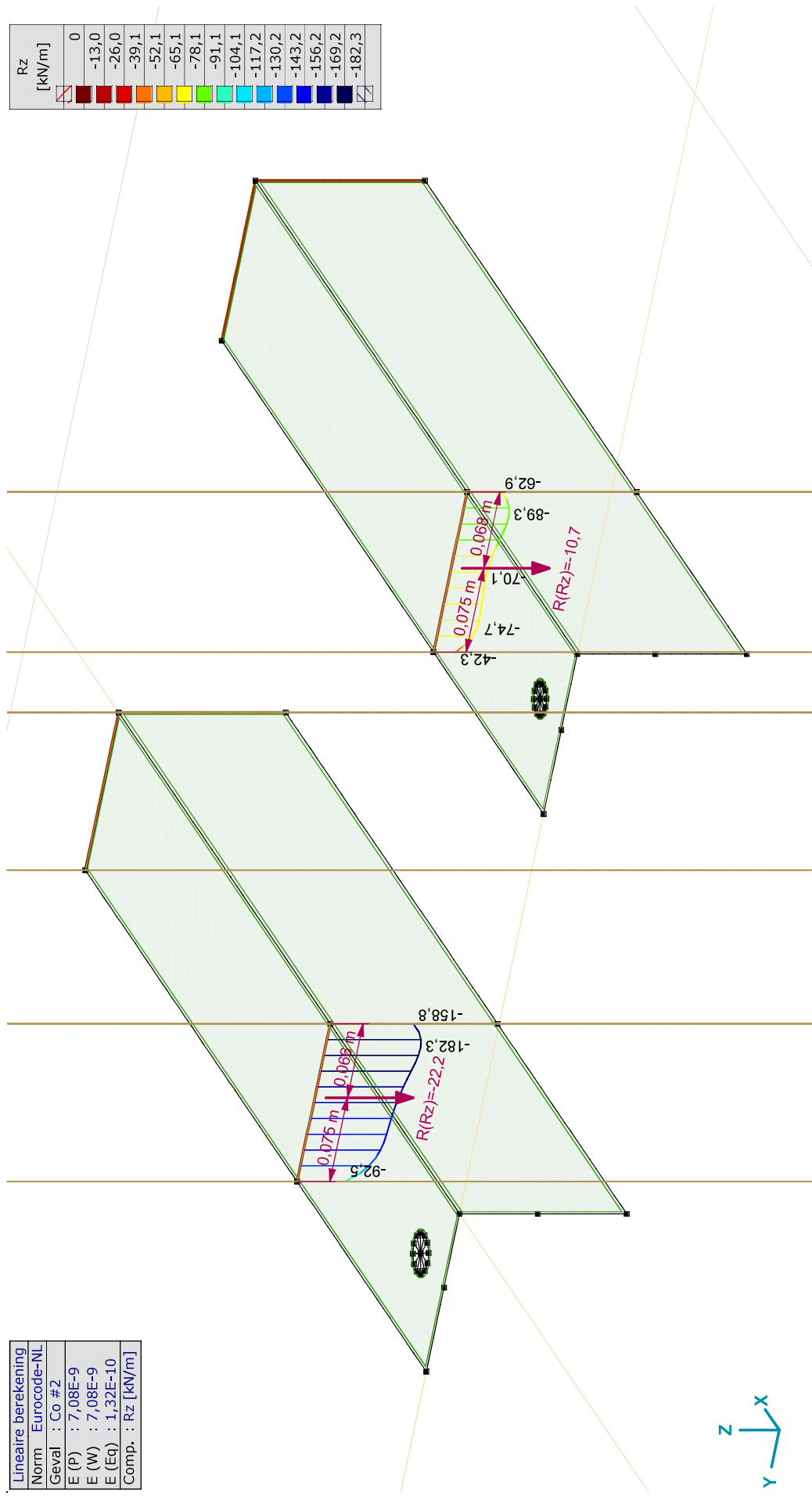
Model: Model 1.axs

21-2-2021

Pag. 26

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #2
E (P) : 7,08E-9
E (W) : 7,08E-9
E (Eq) : 1,32E-10
Comp. : Rz [kN/m]

Rz [kN/m]	0
	-13,0
	-26,0
	-39,1
	-52,1
	-65,1
	-78,1
	-91,1
	-104,1
	-117,2
	-130,2
	-143,2
	-156,2
	-169,2
	-182,3



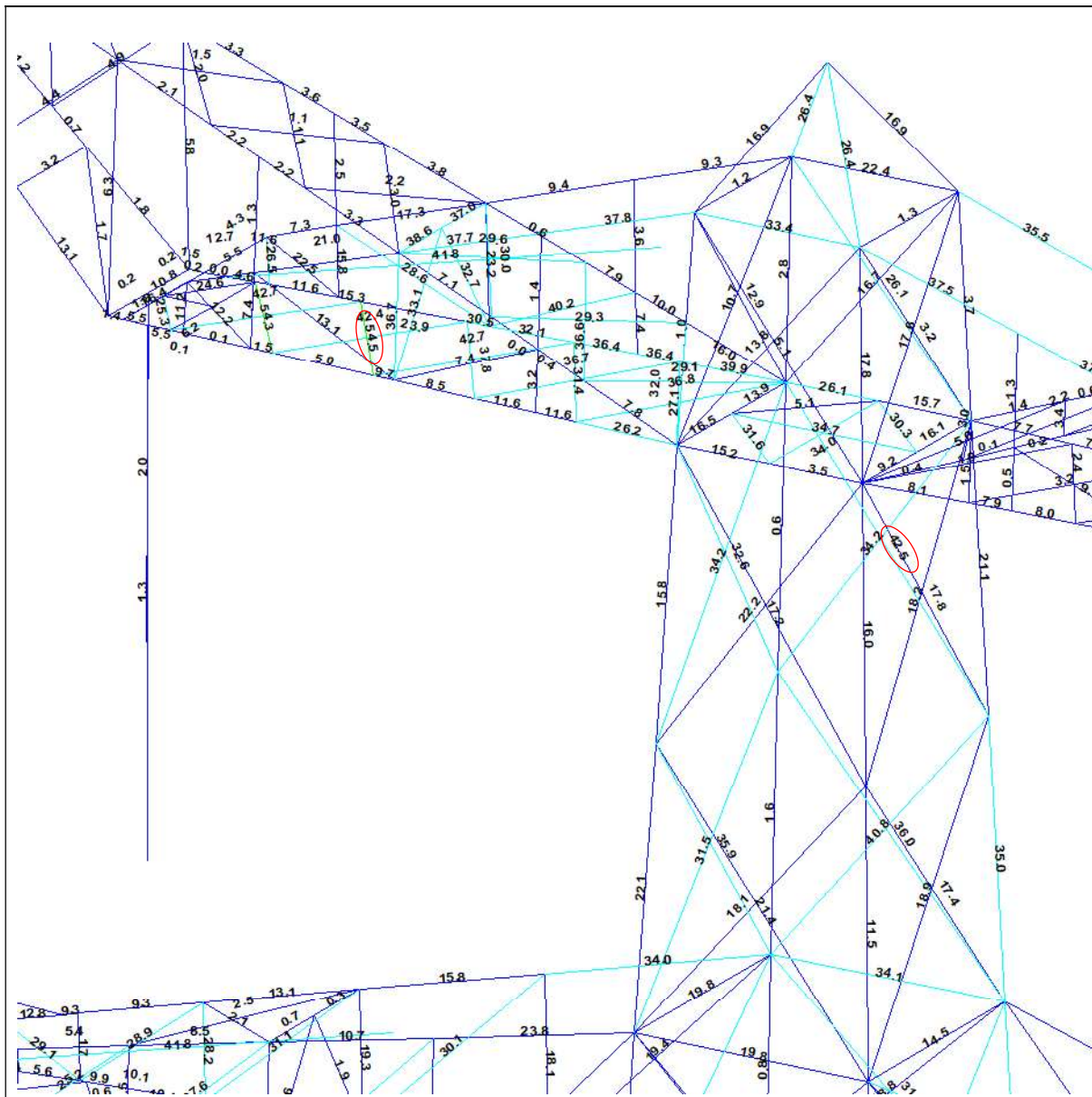
III. Lineair, Co #2 (UGT), Rz (lijnopp.), Doorsnedelij

APPENDIX F

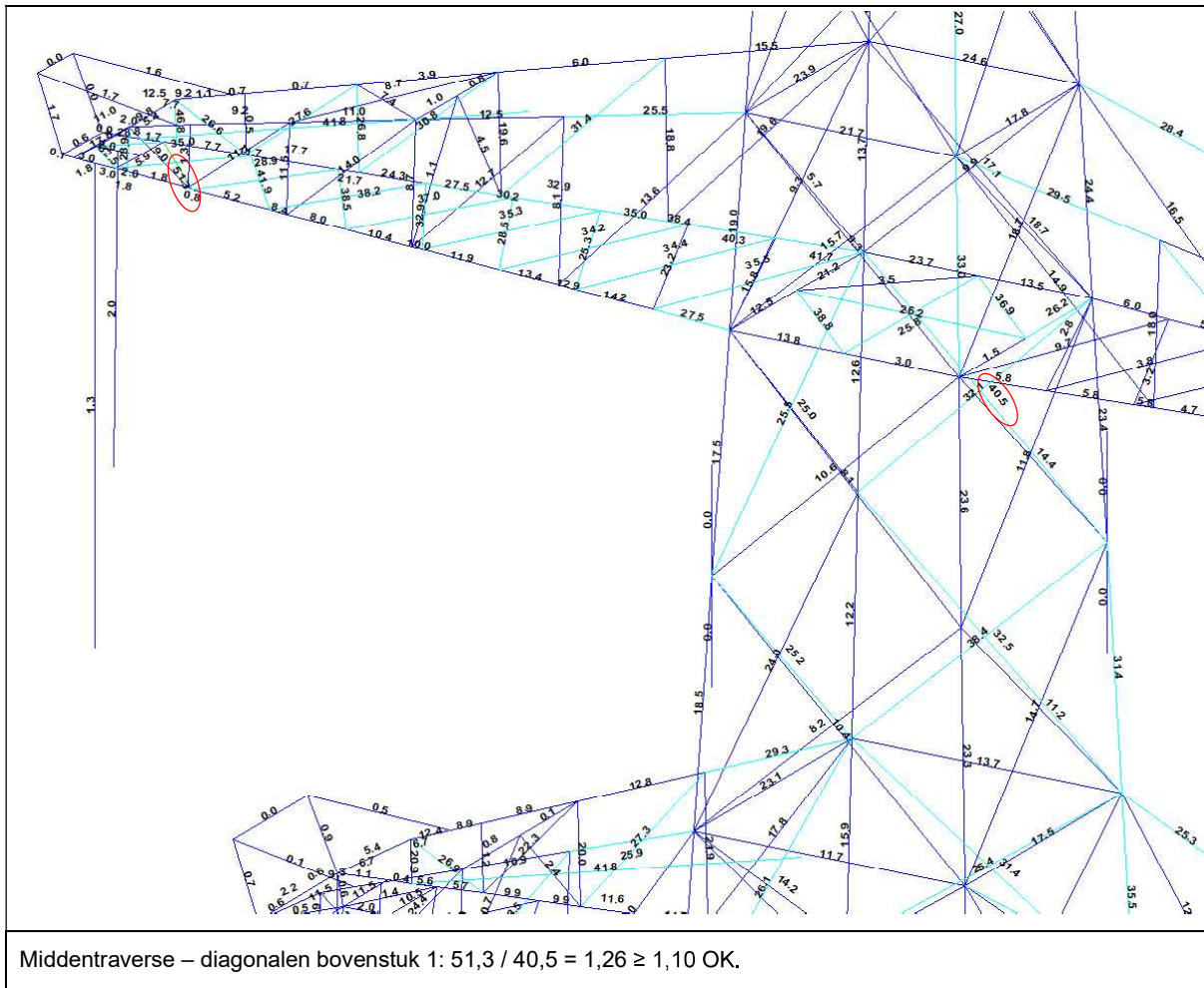
Sterkte-coördinatie

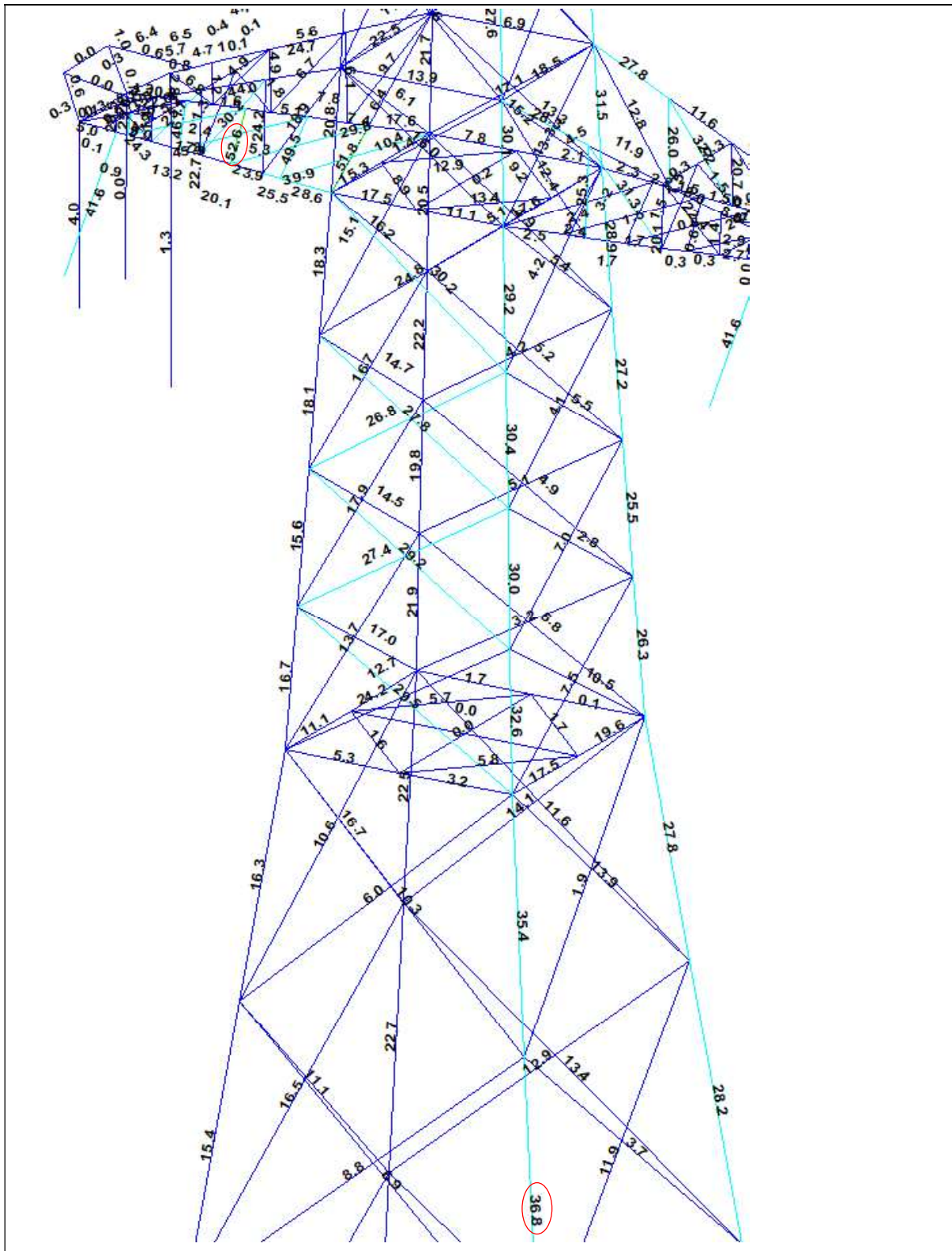
In 5.5.1 van het uitgangspuntenrapport is beschreven dat aan sterkte-coördinatie wordt voldaan als de U.C. van de staven in de traverse 10 procentpunt groter is dan de U.C. van de staven in het mastlichaam. Uitgangspunt is belastingcombinatie 5a, geleiderbreuk. In deze Appendix wordt getoetst of de U.C.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

Aangezien alle masttypen in de groep van solo-masten dezelfde mastkop delen, wordt enkel masttype HB+19/s getoetst. Mogelijk dat andere typen een hoger of lager worden belast, maar dat levert geen verschil op in de verhouding van uitnutting tussen de verschillende onderdelen.



Boventraverse – diagonalen bovenstuk 2: $54,5 / 42,5 = 1,28 \geq 1,10$ OK.





Ondertraverse - leg: $52,6 / 36,8 = 1,43 \geq 1,10$ OK.

APPENDIX G

Galloping

Uitgangspunten

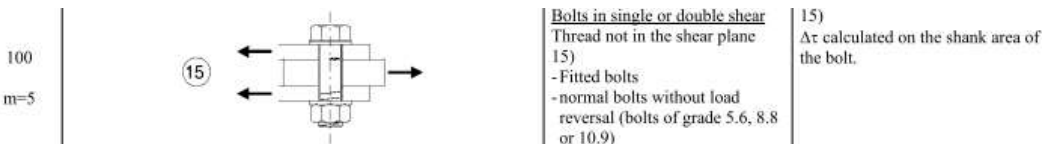
In het uitgangspuntendocument is beschreven dat wordt uitgegaan van een materiaalfactor voor vermoeiing $\gamma_{mf} = 1,15$. Dit komt overeen met de “Safe-life methode” met “Low consequence” van tabel 3.1 van NEN-EN 1993-1-9 of met “Damage tolerant” en “High consequence”.

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

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



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



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

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

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

Aanpak

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

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

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

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

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

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

Resultaten

In de tabellen zijn de resultaten van mast HB+19/s gegeven. Vanwege de exponentiële invloed van het spanningsniveau heeft de verdeling van de U.C.'s een grote variatie. Het meest zwaar belast zijn de diagonalen in het ondervlak van de traverse in de nabijheid van de afspanpunten en de randen van de traverse. De conclusie is dat de staven en bouten voldoen.



Check galloping - 140qr

Datum: 29-7-2021
 Auteur: JSN
 Versie: 1.0

RLI-TLB
 HB+19/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					$\Delta F;0$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	DC;0 [Mpa]	$\Delta\sigma;c;0$ [Mpa]	UC opp.	$\Delta F;1b$ [kN]	Bout [mm2]	$\Delta\sigma;1b$ [Mpa]	DC;1b [Mpa]	$\Delta\sigma;c;1b$ [Mpa]	UC bout			
100	Main leg	80x80x8	2	M20	17.1	1230	1054	16.3	50	43	0.37	23.9	314	38.1	100	87	0.44			
101	Main leg	130x130x12	4	M24	23.6	3000	2688	8.8	50	43	0.20	34.4	452	19.0	100	87	0.22			
102	Main leg	130x130x12	8	M24	48.8	3000	2688	18.2	50	43	0.42	71.4	452	19.7	100	87	0.23			
103	Main leg	150x150x14	8	M24	93.6	4014	3650	25.6	50	43	0.59	130.3	452	36.0	100	87	0.41			
104	Main leg	150x150x14	8	M24	113.6	4014	3650	31.1	50	43	0.72	157.2	452	43.5	100	87	0.50			
105	Main leg	200x200x20	8	M24	163.6	7640	7120	23.0	50	43	0.53	225.9	452	62.5	100	87	0.72			
106	Main leg	200x200x20	0		194.9	7640	7640	25.5	50	43	0.59	266.9	0	0.0	100	87	0.00			
107	Main leg	200x200x20	12	M24	210.8	7640	7120	29.6	50	43	0.68	285.5	452	52.6	100	87	0.61			
108	Main leg	250x250x24	12	M24	243.3	11492	10868	22.4	50	43	0.51	325.4	452	60.0	100	87	0.69			
109	Main leg	250x250x24	14	M24	265.1	11492	10868	24.4	50	43	0.56	350.2	452	55.3	100	87	0.64			
110	Main leg	200x200x20	28	M24	284.3	7640	7120	39.9	50	43	0.92	371.1	452	29.3	100	87	0.34			
111	Main leg	200x200x20	24	M24	298.1	7640	7120	41.9	50	43	0.96	384.9	452	35.5	100	87	0.41			
119.2	Main leg	200x200x20	24	M24	303.0	7640	7120	42.6	50	43	0.98	386.1	452	35.6	100	87	0.41			
120.2	Main leg	200x200x20	24	M24	301.1	7640	7120	42.3	50	43	0.97	378.5	452	34.9	100	87	0.40			
121.2	Main leg	200x200x20	24	M24	291.6	7640	7120	41.0	50	43	0.94	362.1	452	33.4	100	87	0.38			
122.2	Main leg	200x200x20	24	M24	269.3	7640	7120	37.8	50	43	0.87	331.6	452	30.6	100	87	0.35			
123.2	Main leg	200x200x20	24	M24	269.0	7640	7120	37.8	50	43	0.87	331.3	452	30.5	100	87	0.35			
200	Diag front face	90x90x8	2	M24	17.2	1390	1182	14.5	50	43	0.77	150.9	452	28.0	100	87	0.32			
201	Diag front face	140x140x13	5	M24	106.7	3521	3183	33.5	50	43	0.77	150.9	452	66.8	100	87	0.77			
202	Diag front face	130x130x12	5	M24	86.9	3000	2688	32.3	50	43	0.74	122.8	452	54.3	100	87	0.62			
203	Diag front face	130x130x12	4	M24	67.5	3000	2688	25.1	50	43	0.58	101.1	452	55.9	100	87	0.64			
204	Diag front face	150x150x14	5	M24	98.3	4014	3650	26.9	50	43	0.62	132.3	452	58.5	100	87	0.67			
205	Diag front face	150x150x12	5	M24	88.5	3480	3168	27.9	50	43	0.64	118.9	452	52.6	100	87	0.60			
206	Diag front face	150x150x12	5	M24	75.1	3480	3168	23.7	50	43	0.55	101.3	452	44.8	100	87	0.52			
207	Diag front face	150x150x14	5	M24	71.4	4014	3650	19.6	50	43	0.45	89.5	452	39.6	100	87	0.46			
208	Diag front face	150x150x12	5	M24	62.8	3480	3168	19.8	50	43	0.46	78.3	452	34.6	100	87	0.40			
209	Diag front face	150x150x12	4	M24	57.4	3480	3168	18.1	50	43	0.42	71.9	452	39.8	100	87	0.46			
210	Diag front face	150x150x12	4	M24	54.1	3480	3168	17.1	50	43	0.39	68.2	452	37.7	100	87	0.43			
219.2	Diag front face	150x150x12	4	M24	54.1	3480	3168	17.1	50	43	0.39	67.4	452	37.3	100	87	0.43			
220.2	Diag front face	150x150x12	3	M24	42.2	3480	3168	13.3	50	43	0.31	52.3	452	38.6	100	87	0.44			
221.2	Diag front face	150x150x12	3	M24	33.3	3480	3168	10.5	50	43	0.24	41.2	452	30.4	100	87	0.35			
222.2	Diag front face	160x160x15	4	M24	36.6	4671	4281	8.5	50	43	0.20	49.0	452	27.1	100	87	0.31			
223.2	Diag front face	150x150x14	4	M24	41.9	4014	3650	11.5	50	43	0.26	55.5	452	30.7	100	87	0.35			
300	Diag side face	90x90x8	2	M24	14.2	1390	1182	12.0	50	43	0.28	20.2	452	22.3	100	87	0.26			
301	Diag side face	140x140x13	5	M24	103.1	3521	3183	32.4	50	43	0.74	152.0	452	67.3	100	87	0.77			



Check galloping - 140gr

Datum: 29-7-2021
 Auteur: JSN
 Versie: 1.0

RLI-TLB
 HB+19/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					$\Delta F;0$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	DC;0 [Mpa]	$\Delta\sigma;c;0$ [Mpa]	UC opp. [kN]	$\Delta F;1$ [kN]	Bout [mm2]	$\Delta\sigma;1$ [Mpa]	DC;1 [Mpa]	$\Delta\sigma;c;1$ [Mpa]	UC bout			
302	Diag side face	130x130x12	5	M24	83.9	3000	2688	31.2	50	43	0.72	123.7	452	54.7	100	87	0.63			
303	Diag side face	130x130x12	4	M24	66.7	3000	2688	24.8	50	43	0.57	98.7	452	54.6	100	87	0.63			
304	Diag side face	150x150x14	5	M24	92.1	4014	3650	25.2	50	43	0.58	125.3	452	55.4	100	87	0.64			
305	Diag side face	150x150x12	5	M24	82.8	3480	3168	26.1	50	43	0.60	112.6	452	49.8	100	87	0.57			
306	Diag side face	150x150x12	5	M24	70.2	3480	3168	22.1	50	43	0.51	95.3	452	42.2	100	87	0.48			
307	Diag side face	150x150x14	5	M24	77.0	4014	3650	21.1	50	43	0.49	100.3	452	44.4	100	87	0.51			
308	Diag side face	150x150x12	5	M24	68.3	3480	3168	21.6	50	43	0.50	89.0	452	39.4	100	87	0.45			
309	Diag side face	150x150x12	4	M24	63.4	3480	3168	20.0	50	43	0.46	82.7	452	45.8	100	87	0.53			
310	Diag side face	150x150x12	4	M24	58.9	3480	3168	18.6	50	43	0.43	76.9	452	42.5	100	87	0.49			
319.2	Diag side face	150x150x12	4	M24	55.1	3480	3168	17.4	50	43	0.40	68.8	452	38.0	100	87	0.44			
320.2	Diag side face	150x150x12	3	M24	43.0	3480	3168	13.6	50	43	0.31	53.7	452	39.6	100	87	0.46			
321.2	Diag side face	150x150x12	3	M24	33.9	3480	3168	10.7	50	43	0.25	42.4	452	31.2	100	87	0.36			
322.2	Diag side face	160x160x15	4	M24	38.0	4671	4281	8.9	50	43	0.20	51.2	452	28.3	100	87	0.33			
323.2	Diag side face	150x150x14	4	M24	46.6	4014	3650	12.8	50	43	0.29	62.9	452	34.8	100	87	0.40			
400	Horizontal lower ca.	160x160x15	10	M24	55.9	4671	4281	13.1	50	43	0.30	83.5	452	18.5	100	87	0.21			
401	Lower chord lower ca.	150x150x14	10	M24	101.2	3521	3183	31.8	50	43	0.73	154.5	452	34.2	100	87	0.39			
402	Lower chord lower ca.	140x140x13	0		87.7	3521	3521	24.9	50	43	0.57	133.8	0	0.0	100	87	0.00			
403	Lower chord lower ca.	140x140x13	0		68.9	3521	3521	19.6	50	43	0.45	105.2	0	0.0	100	87	0.00			
404	Lower chord lower ca.	140x140x13	0		36.1	3521	3521	10.2	50	43	0.24	55.1	0	0.0	100	87	0.00			
405	Lower chord lower ca.	140x140x13	0		8.8	3521	3521	2.5	50	43	0.06	13.2	0	0.0	100	87	0.00			
410	Horizontal lower ca.	120x120x10	3	M24	15.8	2320	2060	7.7	50	43	0.18	22.0	452	16.2	100	87	0.19			
411	Beam lower ca.	150x150x18 (not coupled)	2	M24	27.2	10200	9732	2.8	50	43	0.06	41.5	452	45.9	100	87	0.53			
413	Beam lower ca.	HEA140	0		1.1	3140	3140	0.3	50	43	0.01	1.6	0	0.0	100	87	0.00			
414	Beam lower ca.	UNP220	0		3.9	3740	3740	1.0	50	43	0.02	6.0	0	0.0	100	87	0.00			
426	Upper chord lower ca.	80x80x8	4	M20	13.5	1230	1054	12.8	50	43	0.29	20.5	314	16.3	100	87	0.19			
427	Upper chord lower ca.	80x80x8	0		10.2	1230	1230	8.3	50	43	0.19	15.5	0	0.0	100	87	0.00			
428	Upper chord lower ca.	80x80x8	0		5.4	1230	1230	4.4	50	43	0.10	7.4	0	0.0	100	87	0.00			
429	Upper chord lower ca.	80x80x8	0		5.4	1230	1230	4.4	50	43	0.10	7.5	0	0.0	100	87	0.00			
430	Upper chord lower ca.	80x80x8	3	M20	5.1	1230	1054	4.9	50	43	0.11	7.0	314	7.4	100	87	0.09			
431	Hand rail	60x60x6	1	M16	0.1	690	582	0.2	50	43	0.00	0.1	201	0.7	100	87	0.01			
432	Hand rail	100x50x6	2	M16	0.0	870	762	0.0	50	43	0.00	0.0	201	0.0	100	87	0.00			
433	Hand rail	60x60x6	1	M16	0.1	690	582	0.1	50	43	0.00	0.1	201	0.4	100	87	0.00			
434	Stability bracing lower ca.	50x50x5	1	M16	0.1	480	390	0.1	50	43	0.00	0.1	201	0.3	100	87	0.00			
440	Vertical side face lower ca.	60x60x6	1	M16	2.7	690	582	4.7	50	43	0.11	4.2	201	20.8	100	87	0.24			
441	Vertical side face lower ca.	60x60x6	1	M16	3.8	690	582	6.6	50	43	0.15	5.8	201	29.0	100	87	0.33			



Check galloping - 140gr

Datum: 29-7-2021
 Auteur: JSN
 Versie: 1.0

RLI-TLB
 HB+19/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					ΔF_i [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta \sigma_i$ [Mpa]	DC _i [Mpa]	$\Delta \sigma_c$ [Mpa]	UC opp.	ΔF_i [kN]	Bout [mm2]	$\Delta \sigma_i$ [Mpa]	DC _i [Mpa]	$\Delta \sigma_c$ [Mpa]	UC			
442	Vertical side face lower ca.	50x50x5	1	M16	0.0	480	390	0.1	50	43	0.00	0.0	201	0.2	100	87	0.00			
443	Vertical side face lower ca.	60x60x6	2	M16	7.6	690	582	13.0	50	43	0.30	11.5	201	28.7	100	87	0.33			
460	Diag side face lower ca.	80x80x6	1	M20	2.9	940	808	3.6	50	43	0.08	4.4	314	14.2	100	87	0.16			
461	Diag side face lower ca.	60x60x6	1	M16	5.1	690	582	8.8	50	43	0.20	7.8	201	38.8	100	87	0.45			
462	Diag side face lower ca.	60x60x6	2	M16	7.7	690	582	13.3	50	43	0.30	11.8	201	29.3	100	87	0.34			
463	Diag side face lower ca.	60x60x6	2	M16	8.2	690	582	14.2	50	43	0.33	12.6	201	31.3	100	87	0.36			
464	Stability bracing lower ca.	50x50x5	1	M16	0.1	480	390	0.2	50	43	0.00	0.1	201	0.4	100	87	0.01			
475	Diag lower plane lower ca.	70x70x6	2	M20	17.2	810	678	25.4	50	43	0.58	26.3	314	41.8	100	87	0.48			
476	Diag lower plane lower ca.	70x70x6	2	M20	20.9	810	678	30.8	50	43	0.71	31.9	314	50.8	100	87	0.58			
477	Diag lower plane lower ca.	70x70x6	2	M20	24.2	810	678	35.7	50	43	0.82	36.9	314	58.8	100	87	0.68			
478	Diag lower plane lower ca.	70x70x7	2	M20	28.7	940	786	36.5	50	43	0.84	43.8	314	69.7	100	87	0.80			
479	Diag lower plane lower ca.	60x60x6	2	M16	11.8	690	582	20.4	50	43	0.47	18.1	201	45.0	100	87	0.52			
480	Diag lower plane lower ca.	60x60x6	2	M16	0.5	690	582	0.8	50	43	0.02	0.7	201	1.8	100	87	0.02			
485	Plan bracing lower ca.	120x120x10	3	M24	19.5	2320	2060	9.5	50	43	0.22	26.9	452	19.8	100	87	0.23			
486	Plan bracing lower ca.	120x120x10	2	M24	0.1	2320	2060	0.0	50	43	0.00	0.1	452	0.1	100	87	0.00			
500	Horizontal mid ca.	180x180x16	10	M24	110.9	5540	5124	21.6	50	43	0.50	166.1	452	36.8	100	87	0.42			
501	Lower chord mid ca.	160x160x15	10	M24	181.2	4671	4281	42.3	50	43	0.97	276.7	452	61.2	100	87	0.70			
502	Lower chord mid ca.	160x160x15	0	0	163.0	4671	4671	34.9	50	43	0.80	248.8	0	0.0	100	87	0.00			
503	Lower chord mid ca.	160x160x15	0	0	134.9	4671	4671	28.9	50	43	0.66	205.9	0	0.0	100	87	0.00			
504	Lower chord mid ca.	160x160x15	0	0	113.6	4671	4671	24.3	50	43	0.56	173.4	0	0.0	100	87	0.00			
505	Lower chord mid ca.	160x160x15	0	0	43.4	4671	4671	9.3	50	43	0.21	66.3	0	0.0	100	87	0.00			
506	Lower chord mid ca.	160x160x15	0	0	43.5	4671	4671	9.3	50	43	0.21	66.3	0	0.0	100	87	0.00			
507	Lower chord mid ca.	160x160x15	0	0	0.5	4671	4671	0.1	50	43	0.00	0.8	0	0.0	100	87	0.00			
509	Horizontal mid ca.	120x120x10	3	M24	38.1	2320	2060	18.5	50	43	0.42	53.0	452	39.1	100	87	0.45			
510	Beam mid ca.	150x150x18 (not coupled)	2	M24	26.4	10200	9732	2.7	50	43	0.06	40.2	452	44.5	100	87	0.51			
511	Beam mid ca.	HEA140	0	0	2.7	3140	3140	0.9	50	43	0.02	4.1	0	0.0	100	87	0.00			
512	Beam mid ca.	UNP220	0	0	7.2	3740	3740	1.9	50	43	0.04	11.0	0	0.0	100	87	0.00			
526	Upper chord mid ca.	100x100x10	4	M24	22.5	1920	1660	13.6	50	43	0.31	33.7	452	18.6	100	87	0.21			
527	Upper chord mid ca.	100x100x10	0	0	22.8	1920	1920	11.9	50	43	0.27	34.2	0	0.0	100	87	0.00			
528	Upper chord mid ca.	100x100x10	0	0	21.5	1920	1920	11.2	50	43	0.26	32.3	0	0.0	100	87	0.00			
529	Upper chord mid ca.	100x100x10	0	0	20.3	1920	1920	10.6	50	43	0.24	30.5	0	0.0	100	87	0.00			
530	Upper chord mid ca.	100x100x10	0	0	20.3	1920	1920	10.6	50	43	0.24	30.5	0	0.0	100	87	0.00			
531	Upper chord mid ca.	100x100x10	3	M24	23.5	1920	1660	14.2	50	43	0.33	35.5	452	26.1	100	87	0.30			
533	Hand rail	60x60x6	1	M16	0.4	690	582	0.6	50	43	0.01	0.5	201	2.7	100	87	0.03			
534	Hand rail	100x50x6	2	M16	0.0	870	762	0.0	50	43	0.00	0.0	201	0.0	100	87	0.00			



Check galloping - 140gr

Datum: 29-7-2021
 Auteur: JSN
 Versie: 1.0

RLI-TLB
 HB+19/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					ΔF_i [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta \sigma_i$ [Mpa]	DC _i [Mpa]	$\Delta \sigma_c$ [Mpa]	UC opp.	ΔF_i [kN]	Bout [mm2]	$\Delta \sigma_i$ [Mpa]	DC _i [Mpa]	$\Delta \sigma_c$ [Mpa]	UC			
535	Hand rail	60x60x6	1	M16	0.2	690	582	0.4	50	43	0.01	0.3	201	1.7	100	87	0.02			
536	Stability bracing mid ca.	50x50x5	1	M16	0.2	480	390	0.5	50	43	0.01	0.3	201	1.6	100	87	0.02			
537	Stability bracing mid ca.	50x50x5	1	M16	1.4	480	390	3.7	50	43	0.08	2.1	201	10.7	100	87	0.12			
540	Vertical side face mid ca.	60x60x6	1	M16	2.2	690	582	3.7	50	43	0.09	3.3	201	16.4	100	87	0.19			
541	Vertical side face mid ca.	60x60x6	1	M16	2.4	690	582	4.1	50	43	0.09	3.7	201	18.2	100	87	0.21			
542	Vertical side face mid ca.	50x50x5	1	M16	3.0	480	390	7.6	50	43	0.17	4.5	201	22.5	100	87	0.26			
543	Vertical side face mid ca.	50x50x5	1	M16	0.2	480	390	0.6	50	43	0.01	0.4	201	1.9	100	87	0.02			
544	Vertical side face mid ca.	60x60x6	1	M16	10.8	690	582	18.6	50	43	0.43	16.4	201	81.7	100	87	0.94			
560	Diag side face mid ca.	80x80x6	1	M20	2.3	940	808	2.8	50	43	0.07	3.5	314	11.1	100	87	0.13			
561	Diag side face mid ca.	60x60x6	1	M16	4.1	690	582	7.1	50	43	0.16	6.3	201	31.5	100	87	0.36			
562	Diag side face mid ca.	50x50x5	2	M16	4.9	480	390	12.5	50	43	0.29	7.4	201	18.5	100	87	0.21			
563	Diag side face mid ca.	60x60x6	2	M16	7.1	690	582	12.2	50	43	0.28	10.8	201	26.9	100	87	0.31			
564	Diag side face mid ca.	60x60x6	2	M16	8.0	690	582	13.7	50	43	0.32	12.2	201	30.3	100	87	0.35			
565	Stability bracing mid ca.	50x50x5	1	M16	0.3	480	390	0.8	50	43	0.02	0.5	201	2.4	100	87	0.03			
575	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	9.3	690	582	16.0	50	43	0.37	14.2	201	35.4	100	87	0.41			
576	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	12.4	690	582	21.3	50	43	0.49	18.9	201	47.1	100	87	0.54			
577	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	13.0	690	582	22.3	50	43	0.51	19.8	201	49.2	100	87	0.57			
578	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	14.8	690	582	25.5	50	43	0.59	22.6	201	56.3	100	87	0.65			
579	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	17.1	690	582	29.4	50	43	0.68	26.1	201	65.0	100	87	0.75			
580	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	20.0	690	582	34.3	50	43	0.79	30.5	201	75.8	100	87	0.87			
581	Diag lower plane mid ca.	70x70x7	2	M20	25.8	940	786	32.8	50	43	0.75	39.4	314	62.7	100	87	0.72			
582	Diag lower plane mid ca.	70x70x7	2	M20	30.7	940	786	39.1	50	43	0.90	46.9	314	74.6	100	87	0.86			
583	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	11.9	690	582	20.4	50	43	0.47	18.1	201	45.1	100	87	0.52			
584	Plan bracing mid ca.	120x120x12	4	M24	92.5	2750	2438	38.0	50	43	0.87	128.8	452	71.3	100	87	0.82			
585	Plan bracing mid ca.	120x120x10	3	M24	58.3	2320	2060	28.3	50	43	0.65	81.3	452	59.9	100	87	0.69			
600	Horizontal top ca.	160x160x15	10	M24	108.8	4671	4281	25.4	50	43	0.58	161.5	452	35.7	100	87	0.41			
601	Lower chord top ca.	140x140x13	10	M24	138.5	3521	3183	43.5	50	43	1.00	211.5	452	46.8	100	87	0.54			
602	Lower chord top ca.	140x140x13	0	0	123.8	3521	3521	35.2	50	43	0.81	189.0	0	0.0	100	87	0.00			
603	Lower chord top ca.	140x140x13	0	0	103.7	3521	3521	29.5	50	43	0.68	158.4	0	0.0	100	87	0.00			
604	Lower chord top ca.	140x140x13	0	0	37.9	3521	3521	10.8	50	43	0.25	57.7	0	0.0	100	87	0.00			
605	Lower chord top ca.	140x140x13	0	0	37.9	3521	3521	10.8	50	43	0.25	57.7	0	0.0	100	87	0.00			
606	Lower chord top ca.	140x140x13	0	0	6.1	3521	3521	1.7	50	43	0.04	8.3	0	0.0	100	87	0.00			
607	Earth peak lower chord	80x80x8	2	M20	8.3	1230	1054	7.9	50	43	0.18	11.3	314	18.0	100	87	0.21			
608	Earth peak lower chord	80x80x8	0	0	7.7	1230	1230	6.2	50	43	0.14	10.6	0	0.0	100	87	0.00			
609	Earth peak lower chord	80x80x8	0	0	7.9	1230	1230	6.4	50	43	0.15	10.9	0	0.0	100	87	0.00			



Check galloping - 140gr

Datum: 29-7-2021
 Auteur: JSN
 Versie: 1.0

RLI-TLB
 HB+19/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede									
					$\Delta F;0$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	DC;0 [Mpa]	$\Delta\sigma;c;0$ [Mpa]	UC opp. [kN]	$\Delta F;b$ [kN]	Bout [mm2]	$\Delta\sigma;i;b$ [Mpa]	DC;b [Mpa]	$\Delta\sigma;j;b$ [Mpa]	UC bout							
610	Horizontal top ca.	120x120x10	3	M24	35.7	2320	2060	17.3	50	43	0.40	49.1	452	36.2	100	87	0.42							
611	Beam top ca.	150x150x18 (not coupled)	2	M24	26.8	10200	9732	2.8	50	43	0.06	40.9	452	45.3	100	87	0.52							
612	Beam top ca.	HEB220	0		2.3	9104	9104	0.2	50	43	0.01	3.4	0	0.0	100	87	0.00							
613	Earth peak horizontal	50x50x5	1	M16	0.7	480	390	1.8	50	43	0.04	1.0	201	5.2	100	87	0.06							
614	Earth peak horizontal	50x50x5	1	M16	0.7	480	390	1.9	50	43	0.04	1.1	201	5.3	100	87	0.06							
615	Earth peak horizontal	50x50x5	1	M16	0.0	480	390	0.0	50	43	0.00	0.0	201	0.1	100	87	0.00							
616	Beam top ca.	UNP220	0		5.0	3740	3740	1.3	50	43	0.03	7.6	0	0.0	100	87	0.00							
625	Upper chord top ca.	100x100x10	4	M24	34.1	1920	1660	20.5	50	43	0.47	52.0	452	28.8	100	87	0.33							
626	Upper chord top ca.	100x100x10	4	M24	34.0	1920	1660	20.5	50	43	0.47	51.8	452	28.7	100	87	0.33							
627	Upper chord top ca.	100x100x10	4	M24	14.2	1920	1660	8.5	50	43	0.20	20.0	452	11.0	100	87	0.13							
628	Upper chord top ca.	100x100x10	4	M24	13.2	1920	1660	7.9	50	43	0.18	19.9	452	11.0	100	87	0.13							
629	Upper chord top ca.	100x100x10	3	M24	13.9	1920	1660	8.4	50	43	0.19	21.1	452	15.6	100	87	0.18							
630	Earth peak upper chord	100x100x10	4	M24	51.0	1920	1660	30.7	50	43	0.71	70.2	452	38.8	100	87	0.45							
631	Earth peak upper chord	100x100x10	0		47.2	1920	1920	24.6	50	43	0.57	66.3	0	0.0	100	87	0.00							
632	Earth peak upper chord	100x100x10	4	M24	43.1	1920	1660	25.9	50	43	0.60	60.5	452	33.4	100	87	0.38							
633	Earth peak upper chord	100x100x10	0		40.1	1920	1920	20.9	50	43	0.48	56.4	0	0.0	100	87	0.00							
634	Earth peak upper chord	100x100x10	0		32.0	1920	1920	16.6	50	43	0.38	44.9	0	0.0	100	87	0.00							
635	Earth peak upper chord	100x100x10	0		25.8	1920	1920	13.4	50	43	0.31	36.2	0	0.0	100	87	0.00							
636	Earth peak upper chord	100x100x10	2	M20	18.1	1920	1700	10.6	50	43	0.24	25.3	314	40.3	100	87	0.46							
638	Stability bracing top ca.	60x60x6	1	M16	10.2	690	582	17.5	50	43	0.40	15.5	201	77.1	100	87	0.89							
639	Earth peak beam	HEB160	2	M20	4.6	5430	5254	0.9	50	43	0.02	6.4	314	10.3	100	87	0.12							
640	Vertical side face top ca.	50x50x5	1	M16	1.4	480	390	3.7	50	43	0.09	2.1	201	10.5	100	87	0.12							
641	Vertical side face top ca.	60x60x6	2	M16	14.0	690	582	24.0	50	43	0.55	21.2	201	52.9	100	87	0.61							
642	Vertical side face top ca.	60x60x6	2	M16	3.8	690	582	6.6	50	43	0.15	5.8	201	14.4	100	87	0.17							
643	Vertical side face top ca.	60x60x6	1	M16	6.2	690	582	0.4	50	43	0.01	0.3	201	1.5	100	87	0.02							
644	Vertical side face top ca.	60x60x6	1	M16	6.3	690	582	10.9	50	43	0.25	9.7	201	48.0	100	87	0.55							
645	Earth peak vertical side face	50x50x5	1	M16	0.1	690	582	0.2	50	43	0.01	0.2	201	1.0	100	87	0.01							
646	Earth peak vertical side face	50x50x5	1	M16	0.2	480	390	0.5	50	43	0.01	0.3	201	1.3	100	87	0.02							
647	Earth peak vertical side face	50x50x5	1	M16	0.4	480	390	1.1	50	43	0.02	0.6	201	2.8	100	87	0.03							
660	Diag side face top ca.	50x50x5	1	M16	3.1	480	390	8.0	50	43	0.18	4.6	201	22.8	100	87	0.26							
661	Diag side face top ca.	80x80x8	1	M20	5.8	1230	1054	5.5	50	43	0.13	8.9	314	28.2	100	87	0.32							
662	Diag side face top ca.	70x70x6	2	M16	6.0	810	702	8.6	50	43	0.20	8.9	201	22.2	100	87	0.26							
663	Earth peak diag side face	50x50x5	1	M16	0.1	480	390	0.2	50	43	0.00	0.1	201	0.6	100	87	0.01							
664	Earth peak diag side face	50x50x5	1	M16	0.5	480	390	1.2	50	43	0.03	0.7	201	3.2	100	87	0.04							
665	Stability bracing top ca.	80x80x8	2	M16	17.5	1230	1086	16.2	50	43	0.37	26.7	201	66.4	100	87	0.76							



Check galloping - 140gr

Datum: 29-7-2021
 Auteur: JSN
 Versie: 1.0

RLI-TLB
 HB+19/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					$\Delta F;0$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	DC;0 [Mpa]	$\Delta\sigma;c;0$ [Mpa]	UC opp.	$\Delta F;b$ [kN]	Opp. Bout [mm2]	$\Delta\sigma;i;b$ [Mpa]	DC;b [Mpa]	$\Delta\sigma;j;b$ [Mpa]	UC bout			
675	Diag lower plane top ca.	60x60x6	2	M16	14.0	690	582	24.1	50	43	0.55	21.4	201	53.3	100	87	0.61			
676	Diag lower plane top ca.	60x60x6	2	M16	16.5	690	582	28.3	50	43	0.65	25.1	201	62.5	100	87	0.72			
677	Diag lower plane top ca.	60x60x6	2	M16	19.2	690	582	33.0	50	43	0.76	29.3	201	72.8	100	87	0.84			
678	Diag lower plane top ca.	70x70x7	2	M20	31.0	940	786	39.4	50	43	0.91	47.3	314	75.3	100	87	0.87			
679	Diag lower plane top ca.	70x70x7	2	M20	31.4	940	786	39.9	50	43	0.92	47.9	314	76.3	100	87	0.88			
680	Diag lower plane top ca.	60x60x6	2	M16	12.0	690	582	20.6	50	43	0.47	18.3	201	45.4	100	87	0.52			
681	Earth peak diag lower plane	60x60x6	1	M16	0.3	690	582	0.6	50	43	0.01	0.5	201	2.5	100	87	0.03			
682	Earth peak diag lower plane	50x50x5	1	M16	2.1	480	390	5.4	50	43	0.12	3.0	201	15.1	100	87	0.17			
683	Earth peak diag upper plane	60x60x6	1	M20	10.0	690	558	18.0	50	43	0.41	15.1	314	48.0	100	87	0.55			
684	Earth peak diag upper plane	60x60x6	1	M20	11.0	690	558	19.7	50	43	0.45	16.5	314	52.6	100	87	0.61			
685	Earth peak diag upper plane	60x60x8	1	M20	12.4	900	724	17.1	50	43	0.39	18.6	314	59.1	100	87	0.68			
686	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	2.4	480	390	6.2	50	43	0.14	3.4	201	16.8	100	87	0.19			
687	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	2.7	480	390	6.9	50	43	0.16	3.8	201	18.8	100	87	0.22			
688	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	3.1	480	390	7.9	50	43	0.18	4.3	201	21.6	100	87	0.25			
689	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	3.7	480	390	9.4	50	43	0.22	5.2	201	25.7	100	87	0.30			
690	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	4.5	480	390	11.4	50	43	0.26	6.3	201	31.2	100	87	0.36			
691	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	5.8	480	390	14.8	50	43	0.34	8.1	201	40.3	100	87	0.46			
692	Earth peak diag upper plane	50x50x5	2	M16	7.4	480	390	19.0	50	43	0.44	10.4	201	25.9	100	87	0.30			
698	Plan bracing top ca.	120x120x10	2	M24	51.1	2320	2060	24.8	50	43	0.94	114.9	452	77.8	100	87	0.89			
699	Plan bracing top ca.	120x120x10	4	M24	83.8	2320	2060	40.7	50	43	0.94	114.9	452	63.5	100	87	0.73			
700.2	Hor. plan bracing hip structure	130x130x12	2	M20	0.9	3000	2736	0.3	50	43	0.01	1.2	314	1.9	100	87	0.02			
701.2	Hor. plan bracing hip structure	120x120x10	2	M20	0.3	2320	2100	0.1	50	43	0.00	0.4	314	0.6	100	87	0.01			
702.2	Hor. plan bracing hip structure	130x130x12 (not coupled)	1	M20	0.0	6000	5736	0.0	50	43	0.00	0.0	314	0.0	100	87	0.00			
703.2	2nd plan bracing	120x120x10	2	M24	7.7	2320	2060	3.7	50	43	0.09	9.8	452	10.8	100	87	0.12			
704	2nd plan bracing	80x80x8	2	M20	2.1	1230	1054	2.0	50	43	0.05	2.7	314	4.3	100	87	0.05			
705	2nd plan bracing	80x80x8 (not coupled)	1	M20	0.0	2460	2284	0.0	50	43	0.00	0.0	314	0.0	100	87	0.00			
710	Horizontal top of lower ca.	120x120x10	4	M24	14.5	2320	2060	7.0	50	43	0.16	18.4	452	10.2	100	87	0.12			
711	Horizontal top of lower ca.	120x120x10	2	M24	4.5	2320	2060	2.2	50	43	0.05	6.1	452	6.8	100	87	0.08			
712	Horizontal top of mid ca.	100x100x10	4	M24	14.5	1920	1660	8.7	50	43	0.20	18.9	452	10.4	100	87	0.12			
713	Horizontal top of mid ca.	100x100x10	4	M24	5.6	1920	1660	3.4	50	43	0.08	8.0	452	8.9	100	87	0.10			
714	Horizontal top of top ca.	100x100x10	4	M24	17.5	1920	1660	10.5	50	43	0.24	24.4	452	13.5	100	87	0.16			
715	Horizontal top of top ca.	100x100x10	2	M24	0.9	1920	1660	0.6	50	43	0.01	1.2	452	1.4	100	87	0.02			



Check galloping - 160qr

Datum: 29-7-2021
 Auteur: JSN
 Versie: 1.0

RLI-TLB
 HB+19/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					ΔF_o [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta\sigma_o$ [Mpa]	DC _o [Mpa]	$\Delta\sigma_c$ [Mpa]	opp. [mm2]	UC ΔF_o [kN]	Bout [mm2]	$\Delta\sigma_i$ [Mpa]	DC _i [Mpa]	$\Delta\sigma_j$ [Mpa]	UC $\Delta\sigma_j$ [Mpa]	Bout	UC	
100	Main leg	80x80x8	2	M20	18.0	1230	1054	17.1	50	43	0.39	25.0	314	39.9	100	87	0.46			
101	Main leg	130x130x12	4	M24	23.9	3000	2688	8.9	50	43	0.20	34.8	452	19.3	100	87	0.22			
102	Main leg	130x130x12	8	M24	46.6	3000	2688	17.4	50	43	0.40	68.3	452	18.9	100	87	0.22			
103	Main leg	150x150x14	8	M24	85.6	4014	3650	23.4	50	43	0.54	119.4	452	33.0	100	87	0.38			
104	Main leg	150x150x14	8	M24	103.0	4014	3650	28.2	50	43	0.65	143.8	452	39.8	100	87	0.46			
105	Main leg	200x200x20	8	M24	148.2	7640	7120	20.8	50	43	0.48	204.5	452	56.6	100	87	0.65			
106	Main leg	200x200x20	0		176.7	7640	7640	23.1	50	43	0.53	241.8	0	0.0	100	87	0.00			
107	Main leg	200x200x20	12	M24	190.8	7640	7120	26.8	50	43	0.62	258.5	452	47.7	100	87	0.55			
108	Main leg	250x250x24	12	M24	220.3	11492	10868	20.3	50	43	0.47	294.6	452	54.3	100	87	0.62			
109	Main leg	250x250x24	14	M24	240.1	11492	10868	22.1	50	43	0.51	317.2	452	50.1	100	87	0.58			
110	Main leg	200x200x20	28	M24	257.3	7640	7120	36.1	50	43	0.83	336.0	452	26.5	100	87	0.31			
111	Main leg	200x200x20	24	M24	269.9	7640	7120	37.9	50	43	0.87	348.5	452	32.1	100	87	0.37			
119.2	Main leg	200x200x20	24	M24	274.2	7640	7120	38.5	50	43	0.89	349.5	452	32.2	100	87	0.37			
120.2	Main leg	200x200x20	24	M24	272.5	7640	7120	38.3	50	43	0.88	342.6	452	31.6	100	87	0.36			
121.2	Main leg	200x200x20	24	M24	264.0	7640	7120	37.1	50	43	0.85	327.8	452	30.2	100	87	0.35			
122.2	Main leg	200x200x20	24	M24	243.8	7640	7120	34.2	50	43	0.79	300.3	452	27.7	100	87	0.32			
123.2	Main leg	200x200x20	24	M24	243.6	7640	7120	34.2	50	43	0.79	300.0	452	27.7	100	87	0.32			
200	Diag front face	90x90x8	2	M24	17.6	1390	1182	14.9	50	43	0.34	25.9	452	28.6	100	87	0.33			
201	Diag front face	140x140x13	5	M24	109.4	3521	3183	34.4	50	43	0.79	152.4	452	67.5	100	87	0.78			
202	Diag front face	130x130x12	5	M24	89.2	3000	2688	33.2	50	43	0.76	124.1	452	54.9	100	87	0.63			
203	Diag front face	130x130x12	4	M24	67.5	3000	2688	25.1	50	43	0.58	100.2	452	55.4	100	87	0.64			
204	Diag front face	150x150x14	5	M24	100.9	4014	3650	27.6	50	43	0.64	133.9	452	59.3	100	87	0.68			
205	Diag front face	150x150x12	5	M24	91.0	3480	3168	28.7	50	43	0.66	120.6	452	53.4	100	87	0.61			
206	Diag front face	150x150x12	5	M24	76.4	3480	3168	24.1	50	43	0.55	101.9	452	45.1	100	87	0.52			
207	Diag front face	150x150x14	5	M24	72.7	4014	3650	19.9	50	43	0.46	90.0	452	39.8	100	87	0.46			
208	Diag front face	150x150x12	5	M24	64.2	3480	3168	20.3	50	43	0.47	79.1	452	35.0	100	87	0.40			
209	Diag front face	150x150x12	4	M24	59.1	3480	3168	18.6	50	43	0.43	72.9	452	40.3	100	87	0.46			
210	Diag front face	150x150x12	4	M24	55.3	3480	3168	17.5	50	43	0.40	68.7	452	38.0	100	87	0.44			
219.2	Diag front face	150x150x12	4	M24	56.4	3480	3168	17.8	50	43	0.41	70.1	452	38.8	100	87	0.45			
220.2	Diag front face	150x150x12	3	M24	43.9	3480	3168	13.9	50	43	0.32	54.4	452	40.1	100	87	0.46			
221.2	Diag front face	150x150x12	3	M24	34.7	3480	3168	10.9	50	43	0.25	42.9	452	31.6	100	87	0.36			
222.2	Diag front face	160x160x15	4	M24	36.2	4671	4281	8.5	50	43	0.19	48.2	452	26.7	100	87	0.31			
223.2	Diag front face	150x150x14	4	M24	41.6	4014	3650	11.4	50	43	0.26	54.5	452	30.2	100	87	0.35			
300	Diag side face	90x90x8	2	M24	14.8	1390	1182	12.5	50	43	0.29	20.8	452	23.1	100	87	0.27			
301	Diag side face	140x140x13	5	M24	106.7	3521	3183	33.5	50	43	0.77	156.6	452	69.3	100	87	0.80			



Check galloping - 160gr

Datum: 29-7-2021
 Auteur: JSN
 Versie: 1.0

RLI-TLB
 HB+19/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede				
					$\Delta F;0$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	DC;0 [Mpa]	$\Delta\sigma;c;0$ [Mpa]	UC opp. [kN]	$\Delta F;1;b$ [mm2]	Bout [mm2]	Opp. Bout [mm2]	$\Delta\sigma;1;b$ [Mpa]	DC;1;b [Mpa]	$\Delta\sigma;c;1;b$ [Mpa]	UC bout	
302	Diag side face	130x130x12	5	M24	86.8	3000	2688	32.3	50	43	0.774	127.4	452	56.4	100	87	0.65		
303	Diag side face	130x130x12	4	M24	68.5	3000	2688	25.5	50	43	0.59	100.9	452	55.8	100	87	0.64		
304	Diag side face	150x150x14	5	M24	95.7	4014	3650	26.2	50	43	0.60	130.0	452	57.5	100	87	0.66		
305	Diag side face	150x150x12	5	M24	86.1	3480	3168	27.2	50	43	0.63	116.8	452	51.7	100	87	0.59		
306	Diag side face	150x150x12	5	M24	72.9	3480	3168	23.0	50	43	0.53	98.9	452	43.8	100	87	0.50		
307	Diag side face	150x150x14	5	M24	79.9	4014	3650	21.9	50	43	0.50	104.0	452	46.0	100	87	0.53		
308	Diag side face	150x150x12	5	M24	71.0	3480	3168	22.4	50	43	0.52	92.4	452	40.9	100	87	0.47		
309	Diag side face	150x150x12	4	M24	65.7	3480	3168	20.7	50	43	0.48	85.6	452	47.3	100	87	0.54		
310	Diag side face	150x150x12	4	M24	60.8	3480	3168	19.2	50	43	0.44	79.2	452	43.8	100	87	0.50		
319.2	Diag side face	150x150x12	4	M24	57.6	3480	3168	18.2	50	43	0.42	71.8	452	39.7	100	87	0.46		
320.2	Diag side face	150x150x12	3	M24	45.0	3480	3168	14.2	50	43	0.33	56.1	452	41.4	100	87	0.48		
321.2	Diag side face	150x150x12	3	M24	35.5	3480	3168	11.2	50	43	0.26	44.3	452	32.7	100	87	0.38		
322.2	Diag side face	160x160x15	4	M24	37.3	4671	4281	8.7	50	43	0.20	50.2	452	27.8	100	87	0.32		
323.2	Diag side face	150x150x14	4	M24	46.8	4014	3650	12.8	50	43	0.30	63.0	452	34.9	100	87	0.40		
400	Horizontal lower ca.	160x160x15	10	M24	54.9	4671	4281	12.8	50	43	0.30	81.1	452	17.9	100	87	0.21		
401	Lower chord lower ca.	150x150x14	10	M24	96.7	3521	3183	30.4	50	43	0.70	147.6	452	32.7	100	87	0.38		
402	Lower chord lower ca.	140x140x13	0		82.2	3521	3521	23.3	50	43	0.54	125.5	0	0.0	100	87	0.00		
403	Lower chord lower ca.	140x140x13	0		62.1	3521	3521	17.6	50	43	0.41	94.9	0	0.0	100	87	0.00		
404	Lower chord lower ca.	140x140x13	0		27.8	3521	3521	7.9	50	43	0.18	42.4	0	0.0	100	87	0.00		
405	Lower chord lower ca.	140x140x13	0		9.0	3521	3521	2.6	50	43	0.06	13.6	0	0.0	100	87	0.00		
410	Horizontal lower ca.	120x120x10	3	M24	15.8	2320	2060	7.7	50	43	0.18	21.6	452	15.9	100	87	0.18		
411	Beam lower ca.	150x150x18 (not coupled)	2	M24	27.7	10200	9732	2.8	50	43	0.07	42.3	452	46.8	100	87	0.54		
413	Beam lower ca.	HEA140	0		1.1	3140	3140	0.3	50	43	0.01	1.6	0	0.0	100	87	0.00		
414	Beam lower ca.	UNP220	0		4.0	3740	3740	1.1	50	43	0.02	6.1	0	0.0	100	87	0.00		
426	Upper chord lower ca.	80x80x8	4	M20	13.3	1230	1054	12.6	50	43	0.29	20.2	314	16.1	100	87	0.18		
427	Upper chord lower ca.	80x80x8	0		10.0	1230	1230	8.1	50	43	0.19	15.1	0	0.0	100	87	0.00		
428	Upper chord lower ca.	80x80x8	0		5.3	1230	1230	4.3	50	43	0.10	7.1	0	0.0	100	87	0.00		
429	Upper chord lower ca.	80x80x8	0		5.3	1230	1230	4.3	50	43	0.10	7.1	0	0.0	100	87	0.00		
430	Upper chord lower ca.	80x80x8	3	M20	5.2	1230	1054	4.9	50	43	0.11	6.9	314	7.4	100	87	0.08		
431	Hand rail	60x60x6	1	M16	0.1	690	582	0.2	50	43	0.00	0.1	201	0.7	100	87	0.01		
432	Hand rail	100x50x6	2	M16	0.0	870	762	0.0	50	43	0.00	0.0	201	0.0	100	87	0.00		
433	Hand rail	60x60x6	1	M16	0.1	690	582	0.1	50	43	0.00	0.1	201	0.4	100	87	0.00		
434	Stability bracing lower ca.	50x50x5	1	M16	0.1	480	390	0.1	50	43	0.00	0.1	201	0.4	100	87	0.00		
440	Vertical side face lower ca.	60x60x6	1	M16	2.7	690	582	4.7	50	43	0.11	4.2	201	20.7	100	87	0.24		
441	Vertical side face lower ca.	60x60x6	1	M16	3.8	690	582	6.5	50	43	0.15	5.8	201	28.9	100	87	0.33		



Check galloping - 160gr

Datum: 29-7-2021
 Auteur: JSN
 Versie: 1.0

RLI-TLB
 HB+19/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					DF;o [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta\sigma$;o [Mpa]	DC;o [Mpa]	$\Delta\sigma$;c;o [Mpa]	UC opp.	ΔF ;b [kN]	Bout [mm2]	$\Delta\sigma$;i;b [Mpa]	DC;b [Mpa]	$\Delta\sigma$;c;b [Mpa]	UC bout			
442	Vertical side face lower ca.	50x50x5	1	M16	0.0	480	390	0.1	50	43	0.00	0.0	201	0.1	100	87	0.00			
443	Vertical side face lower ca.	60x60x6	2	M16	7.4	690	582	12.8	50	43	0.29	11.4	201	28.3	100	87	0.32			
460	Diag side face lower ca.	80x80x6	1	M20	2.9	940	808	3.6	50	43	0.08	4.4	314	14.1	100	87	0.16			
461	Diag side face lower ca.	60x60x6	1	M16	5.1	690	582	8.7	50	43	0.20	7.7	201	38.5	100	87	0.44			
462	Diag side face lower ca.	60x60x6	2	M16	7.7	690	582	13.2	50	43	0.30	11.7	201	29.2	100	87	0.34			
463	Diag side face lower ca.	60x60x6	2	M16	8.1	690	582	14.0	50	43	0.32	12.4	201	30.9	100	87	0.35			
464	Stability bracing lower ca.	50x50x5	0.1	M16	0.1	480	390	0.2	50	43	0.00	0.1	201	0.5	100	87	0.01			
475	Diag lower plane lower ca.	70x70x6	2	M20	17.5	810	678	25.8	50	43	0.59	26.7	314	42.5	100	87	0.49			
476	Diag lower plane lower ca.	70x70x6	2	M20	21.3	810	678	31.4	50	43	0.72	32.5	314	51.7	100	87	0.59			
477	Diag lower plane lower ca.	70x70x6	2	M20	24.6	810	678	36.3	50	43	0.83	37.5	314	59.7	100	87	0.69			
478	Diag lower plane lower ca.	70x70x7	2	M20	29.1	940	786	37.1	50	43	0.85	44.5	314	70.8	100	87	0.81			
479	Diag lower plane lower ca.	60x60x6	2	M16	12.0	690	582	20.7	50	43	0.48	18.4	201	45.7	100	87	0.53			
480	Diag lower plane lower ca.	60x60x6	2	M16	0.4	690	582	0.7	50	43	0.02	0.6	201	1.6	100	87	0.02			
485	Plan bracing lower ca.	120x120x10	3	M24	20.2	2320	2060	9.8	50	43	0.23	27.6	452	20.3	100	87	0.23			
486	Plan bracing lower ca.	120x120x10	2	M24	0.0	2320	2060	0.0	50	43	0.00	0.1	452	0.1	100	87	0.00			
500	Horizontal mid ca.	180x180x16	10	M24	112.8	5540	5124	22.0	50	43	0.51	168.1	452	37.2	100	87	0.43			
501	Lower chord mid ca.	160x160x15	10	M24	181.7	4671	4281	42.4	50	43	0.98	277.3	452	61.4	100	87	0.71			
502	Lower chord mid ca.	160x160x15	0		162.2	4671	4671	34.7	50	43	0.80	247.6	0	0.0	100	87	0.00			
503	Lower chord mid ca.	160x160x15	0		132.4	4671	4671	28.3	50	43	0.65	202.1	0	0.0	100	87	0.00			
504	Lower chord mid ca.	160x160x15	0		109.9	4671	4671	23.5	50	43	0.54	167.7	0	0.0	100	87	0.00			
505	Lower chord mid ca.	160x160x15	0		36.0	4671	4671	7.7	50	43	0.18	54.9	0	0.0	100	87	0.00			
506	Lower chord mid ca.	160x160x15	0		36.1	4671	4671	7.7	50	43	0.18	55.0	0	0.0	100	87	0.00			
507	Lower chord mid ca.	160x160x15	0		0.5	4671	4671	0.1	50	43	0.00	0.8	0	0.0	100	87	0.00			
509	Horizontal mid ca.	120x120x10	3	M24	39.4	2320	2060	19.1	50	43	0.44	54.9	452	40.5	100	87	0.47			
510	Beam mid ca.	150x150x18 (not coupled)	2	M24	27.1	10200	9732	2.8	50	43	0.06	41.4	452	45.8	100	87	0.53			
511	Beam mid ca.	HEA140	0		2.7	3140	3140	0.9	50	43	0.02	4.1	0	0.0	100	87	0.00			
512	Beam mid ca.	UNP220	0		7.5	3740	3740	2.0	50	43	0.05	11.4	0	0.0	100	87	0.00			
526	Upper chord mid ca.	100x100x10	4	M24	22.9	1920	1660	13.8	50	43	0.32	34.3	452	19.0	100	87	0.22			
527	Upper chord mid ca.	100x100x10	0		23.2	1920	1920	12.1	50	43	0.28	34.8	0	0.0	100	87	0.00			
528	Upper chord mid ca.	100x100x10	0		21.9	1920	1920	11.4	50	43	0.26	32.8	0	0.0	100	87	0.00			
529	Upper chord mid ca.	100x100x10	0		20.6	1920	1920	10.7	50	43	0.25	30.9	0	0.0	100	87	0.00			
530	Upper chord mid ca.	100x100x10	0		20.6	1920	1920	10.7	50	43	0.25	30.9	0	0.0	100	87	0.00			
531	Upper chord mid ca.	100x100x10	3	M24	23.9	1920	1660	14.4	50	43	0.33	35.9	452	26.5	100	87	0.30			
533	Hand rail	60x60x6	1	M16	0.4	690	582	0.6	50	43	0.01	0.6	201	2.8	100	87	0.03			
534	Hand rail	100x50x6	2	M16	0.0	870	762	0.0	50	43	0.00	0.0	201	0.0	100	87	0.00			



Check galloping - 160gr

Datum: 29-7-2021
 Auteur: JSN
 Versie: 1.0

RLI-TLB
 HB+19/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					ΔF_i [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta \sigma_i$ [Mpa]	DC _i [Mpa]	$\Delta \sigma_c$ [Mpa]	UC opp.	ΔF_i [kN]	Bout [mm2]	$\Delta \sigma_i$ [Mpa]	DC _i [Mpa]	$\Delta \sigma_c$ [Mpa]	UC			
535	Hand rail	60x60x6	1	M16	0.2	690	582	0.4	50	43	0.01	0.3	201	1.7	100	87	0.02			
536	Stability bracing mid ca.	50x50x5	1	M16	0.2	480	390	0.6	50	43	0.01	0.3	201	1.7	100	87	0.02			
537	Stability bracing mid ca.	50x50x5	1	M16	1.5	480	390	3.8	50	43	0.09	2.2	201	11.0	100	87	0.13			
540	Vertical side face mid ca.	60x60x6	1	M16	2.2	690	582	3.7	50	43	0.09	3.3	201	16.4	100	87	0.19			
541	Vertical side face mid ca.	60x60x6	1	M16	2.4	690	582	4.1	50	43	0.09	3.6	201	18.1	100	87	0.21			
542	Vertical side face mid ca.	50x50x5	1	M16	2.9	480	390	7.6	50	43	0.17	4.5	201	22.4	100	87	0.26			
543	Vertical side face mid ca.	50x50x5	1	M16	0.2	480	390	0.6	50	43	0.01	0.4	201	1.9	100	87	0.02			
544	Vertical side face mid ca.	60x60x6	1	M16	10.7	690	582	18.4	50	43	0.42	16.2	201	80.8	100	87	0.93			
560	Diag side face mid ca.	80x80x6	1	M20	2.3	940	808	2.8	50	43	0.06	3.5	314	11.0	100	87	0.13			
561	Diag side face mid ca.	60x60x6	1	M16	4.1	690	582	7.1	50	43	0.16	6.3	201	31.5	100	87	0.36			
562	Diag side face mid ca.	50x50x5	2	M16	4.8	480	390	12.4	50	43	0.28	7.4	201	18.3	100	87	0.21			
563	Diag side face mid ca.	60x60x6	2	M16	7.0	690	582	12.1	50	43	0.28	10.7	201	26.7	100	87	0.31			
564	Diag side face mid ca.	60x60x6	2	M16	7.8	690	582	13.3	50	43	0.31	11.8	201	29.4	100	87	0.34			
565	Stability bracing mid ca.	50x50x5	1	M16	0.3	480	390	0.8	50	43	0.02	0.5	201	2.5	100	87	0.03			
575	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	10.0	690	582	17.1	50	43	0.39	15.2	201	37.8	100	87	0.43			
576	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	12.8	690	582	21.9	50	43	0.50	19.5	201	48.5	100	87	0.56			
577	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	13.3	690	582	22.9	50	43	0.53	20.3	201	50.6	100	87	0.58			
578	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	15.2	690	582	26.2	50	43	0.60	23.3	201	57.9	100	87	0.67			
579	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	17.6	690	582	30.2	50	43	0.70	26.9	201	66.8	100	87	0.77			
580	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	20.5	690	582	35.2	50	43	0.81	31.3	201	77.9	100	87	0.90			
581	Diag lower plane mid ca.	70x70x7	2	M20	26.4	940	786	33.6	50	43	0.77	40.3	314	64.2	100	87	0.74			
582	Diag lower plane mid ca.	70x70x7	2	M20	31.4	940	786	40.0	50	43	0.92	48.0	314	76.4	100	87	0.88			
583	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	12.3	690	582	21.1	50	43	0.49	18.8	201	46.7	100	87	0.54			
584	Plan bracing mid ca.	120x120x12	4	M24	96.9	2750	2438	39.8	50	43	0.91	134.9	452	74.6	100	87	0.86			
585	Plan bracing mid ca.	120x120x10	3	M24	61.0	2320	2060	29.6	50	43	0.68	85.0	452	62.7	100	87	0.72			
600	Horizontal top ca.	160x160x15	10	M24	109.5	4671	4281	25.6	50	43	0.59	161.1	452	35.7	100	87	0.41			
601	Lower chord top ca.	140x140x13	10	M24	135.9	3521	3183	42.7	50	43	0.98	207.5	452	45.9	100	87	0.53			
602	Lower chord top ca.	140x140x13	0		120.2	3521	3521	34.1	50	43	0.79	183.4	0	0.0	100	87	0.00			
603	Lower chord top ca.	140x140x13	0		99.1	3521	3521	28.1	50	43	0.65	151.2	0	0.0	100	87	0.00			
604	Lower chord top ca.	140x140x13	0		30.0	3521	3521	8.5	50	43	0.20	45.5	0	0.0	100	87	0.00			
605	Lower chord top ca.	140x140x13	0		30.0	3521	3521	8.5	50	43	0.20	45.5	0	0.0	100	87	0.00			
606	Lower chord top ca.	140x140x13	0		5.7	3521	3521	1.6	50	43	0.04	7.5	0	0.0	100	87	0.00			
607	Earth peak lower chord	80x80x8	2	M20	7.6	1230	1054	7.2	50	43	0.17	10.2	314	16.2	100	87	0.19			
608	Earth peak lower chord	80x80x8	0		6.7	1230	1230	5.5	50	43	0.13	9.1	0	0.0	100	87	0.00			
609	Earth peak lower chord	80x80x8	0		7.1	1230	1230	5.8	50	43	0.13	9.6	0	0.0	100	87	0.00			



Check galloping - 160gr

Datum: 29-7-2021
 Auteur: JSN
 Versie: 1.0

RLI-TLB
 HB+19/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede									
					$\Delta F;0$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	DC;0 [Mpa]	$\Delta\sigma;c;0$ [Mpa]	UC opp. [kN]	$\Delta F;0$ [kN]	Bout [mm2]	Opp. Bout [mm2]	$\Delta\sigma;i;b$ [Mpa]	DC;b [Mpa]	$\Delta\sigma;j;b$ [Mpa]	UC bout						
610	Horizontal top ca.	120x120x10	3	M24	37.1	2320	2060	18.0	50	43	0.41	50.8	452	37.4	100	87	0.43							
611	Beam top ca.	150x150x18 (not coupled)	2	M24	28.0	10200	9732	2.9	50	43	0.07	42.7	452	47.2	100	87	0.54							
612	Beam top ca.	HEB220	0		2.3	9104	9104	0.3	50	43	0.01	3.5	0	0.0	100	87	0.00							
613	Earth peak horizontal	50x50x5	1	M16	0.7	480	390	1.8	50	43	0.04	1.0	201	5.1	100	87	0.06							
614	Earth peak horizontal	50x50x5	1	M16	0.7	480	390	1.8	50	43	0.04	1.1	201	5.2	100	87	0.06							
615	Earth peak horizontal	50x50x5	1	M16	0.0	480	390	0.0	50	43	0.00	0.0	201	0.1	100	87	0.00							
616	Beam top ca.	UNP220	0		5.2	3740	3740	1.4	50	43	0.03	8.0	0	0.0	100	87	0.00							
625	Upper chord top ca.	100x100x10	4	M24	34.7	1920	1660	20.9	50	43	0.48	53.0	452	29.3	100	87	0.34							
626	Upper chord top ca.	100x100x10	4	M24	34.6	1920	1660	20.8	50	43	0.48	52.8	452	29.2	100	87	0.34							
627	Upper chord top ca.	100x100x10	4	M24	13.2	1920	1660	7.9	50	43	0.18	19.7	452	10.9	100	87	0.13							
628	Upper chord top ca.	100x100x10	4	M24	13.0	1920	1660	7.8	50	43	0.18	19.6	452	10.9	100	87	0.12							
629	Upper chord top ca.	100x100x10	3	M24	13.7	1920	1660	8.3	50	43	0.19	20.8	452	15.4	100	87	0.18							
630	Earth peak upper chord	100x100x10	4	M24	51.6	1920	1660	31.1	50	43	0.72	71.1	452	39.3	100	87	0.45							
631	Earth peak upper chord	100x100x10	0		47.5	1920	1920	24.7	50	43	0.57	66.7	0	0.0	100	87	0.00							
632	Earth peak upper chord	100x100x10	4	M24	42.8	1920	1660	25.8	50	43	0.59	60.1	452	33.2	100	87	0.38							
633	Earth peak upper chord	100x100x10	0		39.7	1920	1920	20.7	50	43	0.48	55.7	0	0.0	100	87	0.00							
634	Earth peak upper chord	100x100x10	0		31.0	1920	1920	16.1	50	43	0.37	43.5	0	0.0	100	87	0.00							
635	Earth peak upper chord	100x100x10	0		24.5	1920	1920	12.8	50	43	0.29	34.4	0	0.0	100	87	0.00							
636	Earth peak upper chord	100x100x10	2	M20	16.3	1920	1700	9.6	50	43	0.22	22.9	314	36.4	100	87	0.42							
638	Stability bracing top ca.	60x60x6	1	M16	10.6	690	582	18.2	50	43	0.42	16.1	201	80.2	100	87	0.92							
639	Earth peak beam	HEB160	2	M20	4.8	5430	5254	0.9	50	43	0.02	6.7	314	10.7	100	87	0.12							
640	Vertical side face top ca.	50x50x5	1	M16	1.5	480	390	3.8	50	43	0.09	2.2	201	10.9	100	87	0.13							
641	Vertical side face top ca.	60x60x6	2	M16	14.5	690	582	24.9	50	43	0.57	22.0	201	54.8	100	87	0.63							
642	Vertical side face top ca.	60x60x6	2	M16	3.8	690	582	6.5	50	43	0.15	5.7	201	14.2	100	87	0.16							
643	Vertical side face top ca.	60x60x6	1	M16	0.2	690	582	0.3	50	43	0.01	0.3	201	1.4	100	87	0.02							
644	Vertical side face top ca.	60x60x6	1	M16	6.1	690	582	10.5	50	43	0.24	9.4	201	46.6	100	87	0.54							
645	Earth peak vertical side face	60x60x6	1	M16	0.1	690	582	0.2	50	43	0.01	0.2	201	1.0	100	87	0.01							
646	Earth peak vertical side face	50x50x5	1	M16	0.2	480	390	0.5	50	43	0.01	0.3	201	1.3	100	87	0.01							
647	Earth peak vertical side face	50x50x5	1	M16	0.4	480	390	1.0	50	43	0.02	0.5	201	2.6	100	87	0.03							
660	Diag side face top ca.	50x50x5	1	M16	3.2	480	390	8.2	50	43	0.19	4.7	201	23.6	100	87	0.27							
661	Diag side face top ca.	80x80x8	1	M20	5.8	1230	1054	5.5	50	43	0.13	8.7	314	27.8	100	87	0.32							
662	Diag side face top ca.	70x70x6	2	M16	5.9	810	702	8.4	50	43	0.19	8.8	201	21.8	100	87	0.25							
663	Earth peak diag side face	50x50x5	1	M16	0.1	480	390	0.2	50	43	0.00	0.1	201	0.5	100	87	0.01							
664	Earth peak diag side face	50x50x5	1	M16	0.4	480	390	1.2	50	43	0.03	0.6	201	3.0	100	87	0.03							
665	Stability bracing top ca.	80x80x8	2	M16	18.2	1230	1086	16.8	50	43	0.39	27.7	201	69.0	100	87	0.79							



Check galloping - 160gr

Datum: 29-7-2021
 Auteur: JSN
 Versie: 1.0

RLI-TLB
 HB+19/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					ΔF_o [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta\sigma_o$ [Mpa]	DC _o [Mpa]	$\Delta\sigma_c$ [Mpa]	UC opp.	ΔF_i [kN]	Bout [mm2]	$\Delta\sigma_i$ [Mpa]	DC _i [Mpa]	$\Delta\sigma_c$ [Mpa]	UC			
675	Diag lower plane top ca.	60x60x6	2	M16	15.0	690	582	25.8	50	43	0.59	22.9	201	57.0	100	87	0.66			
676	Diag lower plane top ca.	60x60x6	2	M16	17.1	690	582	29.4	50	43	0.68	26.1	201	65.0	100	87	0.75			
677	Diag lower plane top ca.	60x60x6	2	M16	19.9	690	582	34.2	50	43	0.79	30.4	201	75.6	100	87	0.87			
678	Diag lower plane top ca.	70x70x7	2	M20	32.2	940	786	41.0	50	43	0.94	49.2	314	78.3	100	87	0.90			
679	Diag lower plane top ca.	70x70x7	2	M20	32.6	940	786	41.5	50	43	0.95	49.8	314	79.3	100	87	0.91			
680	Diag lower plane top ca.	60x60x6	2	M16	12.5	690	582	21.5	50	43	0.49	19.1	201	47.4	100	87	0.55			
681	Earth peak diag lower plane	60x60x6	1	M16	0.3	690	582	0.6	50	43	0.01	0.5	201	2.5	100	87	0.03			
682	Earth peak diag lower plane	50x50x5	1	M16	2.0	480	390	5.3	50	43	0.12	3.0	201	14.9	100	87	0.17			
683	Earth peak diag upper plane	60x60x6	1	M20	10.4	690	558	18.7	50	43	0.43	15.6	314	49.8	100	87	0.57			
684	Earth peak diag upper plane	60x60x6	1	M20	11.5	690	558	20.5	50	43	0.47	17.2	314	54.7	100	87	0.63			
685	Earth peak diag upper plane	60x60x8	1	M20	12.9	900	724	17.8	50	43	0.41	19.3	314	61.4	100	87	0.71			
686	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	2.5	480	390	6.3	50	43	0.14	3.4	201	17.1	100	87	0.20			
687	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	2.8	480	390	7.1	50	43	0.16	3.9	201	19.4	100	87	0.22			
688	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	3.2	480	390	8.1	50	43	0.19	4.5	201	22.2	100	87	0.26			
689	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	3.8	480	390	9.7	50	43	0.22	5.3	201	26.5	100	87	0.30			
690	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	4.6	480	390	11.8	50	43	0.27	6.4	201	32.1	100	87	0.37			
691	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	5.9	480	390	15.2	50	43	0.35	8.3	201	41.4	100	87	0.48			
692	Earth peak diag upper plane	50x50x5	2	M16	7.6	480	390	19.4	50	43	0.45	10.6	201	26.4	100	87	0.30			
698	Plan bracing top ca.	120x120x10	2	M24	53.3	2320	2060	25.9	50	43	0.60	73.0	452	80.8	100	87	0.93			
699	Plan bracing top ca.	120x120x10	4	M24	87.5	2320	2060	42.5	50	43	0.98	119.6	452	66.2	100	87	0.76			
700.2	Hor. plan bracing hip structure	130x130x12	2	M20	0.9	3000	2736	0.3	50	43	0.01	1.1	314	1.8	100	87	0.02			
701.2	Hor. plan bracing hip structure	120x120x10	2	M20	0.3	2320	2100	0.1	50	43	0.00	0.4	314	0.6	100	87	0.01			
702.2	Hor. plan bracing hip structure	130x130x12 (not coupled)	1	M20	0.0	6000	5736	0.0	50	43	0.00	0.0	314	0.0	100	87	0.00			
703.2	2nd plan bracing	120x120x10	2	M24	8.1	2320	2060	3.9	50	43	0.09	10.2	452	11.3	100	87	0.13			
704	2nd plan bracing	80x80x8	2	M20	2.2	1230	1054	2.1	50	43	0.05	2.8	314	4.5	100	87	0.05			
705	2nd plan bracing	80x80x8 (not coupled)	1	M20	0.0	2460	2284	0.0	50	43	0.00	0.0	314	0.0	100	87	0.00			
710	Horizontal top of lower ca.	120x120x10	4	M24	14.9	2320	2060	7.2	50	43	0.17	18.8	452	10.4	100	87	0.12			
711	Horizontal top of lower ca.	120x120x10	2	M24	2.7	2320	2060	1.3	50	43	0.03	3.7	452	4.0	100	87	0.05			
712	Horizontal top of mid ca.	100x100x10	4	M24	15.0	1920	1660	9.0	50	43	0.21	19.6	452	10.9	100	87	0.12			
713	Horizontal top of mid ca.	100x100x10	4	M24	3.2	1920	1660	2.0	50	43	0.04	4.8	452	5.3	100	87	0.06			
714	Horizontal top of top ca.	100x100x10	4	M24	18.1	1920	1660	10.9	50	43	0.25	25.2	452	14.0	100	87	0.16			
715	Horizontal top of top ca.	100x100x10	2	M24	0.9	1920	1660	0.6	50	43	0.01	1.3	452	1.4	100	87	0.02			



About DNV

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

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

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

B.12 Mastrapportage combi-hoekmast

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

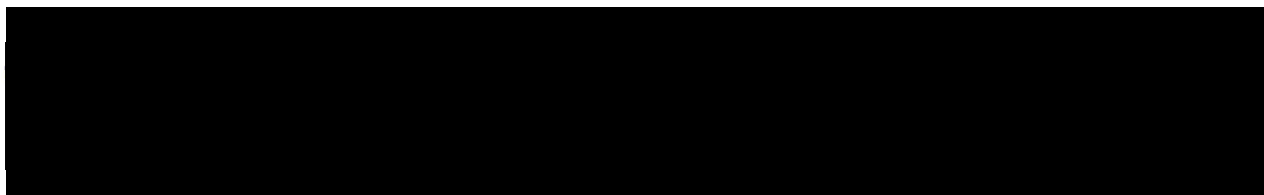




Projectnaam: Zuid-West 380 kV Oost Verbindingen
Rapport titel: Mastrapport combi-hoekmast HA+0/ci (combi-inlus)
Klant: TenneT TSO B.V.,
Contactpersoon klant: XXXXXXXXXX
Datum uitgave: 2021-07-22
Project nr.: 10124719
Organisatie unit: TDT
Meridian doc.nr.: 002.678.00.0928561
Rapport nr.: 21-0824, Rev.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

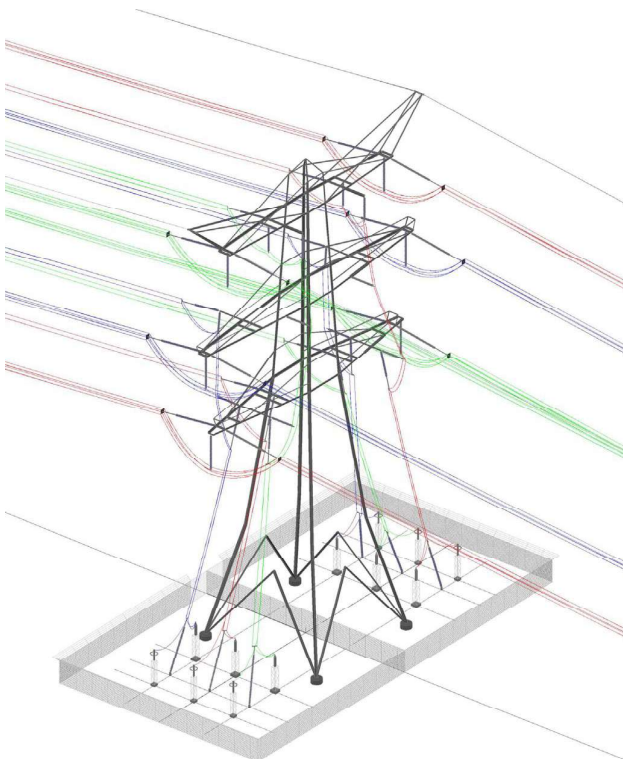
In dit hoofdstuk worden de mastbeelden weergegeven met de belangrijkste maatvoering, voor volledige tekeningen van de masttypen wordt verwezen naar onderstaande tekeningen:

- Mastbeeldentekening 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

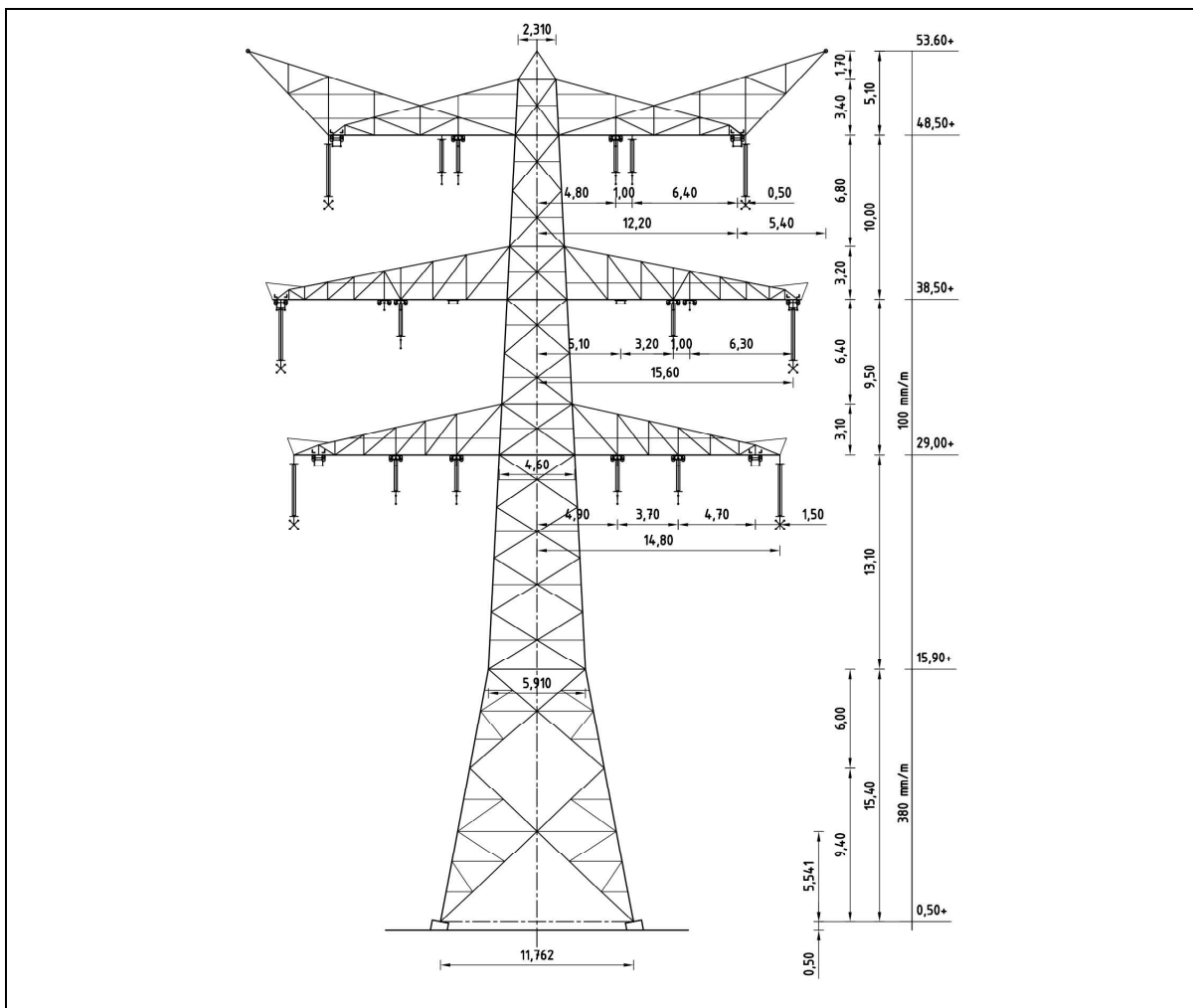
De verticale geleiders dienen met een veerconstructie te worden afgespannen naar de grond. Deze veer is benodigd vanwege verschillen in temperatuursuitzetting van geleider en mast en om vervormingen van de mastconstructie op te vangen. Het uitgangspunt voor de veerconstructie is:

- 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:

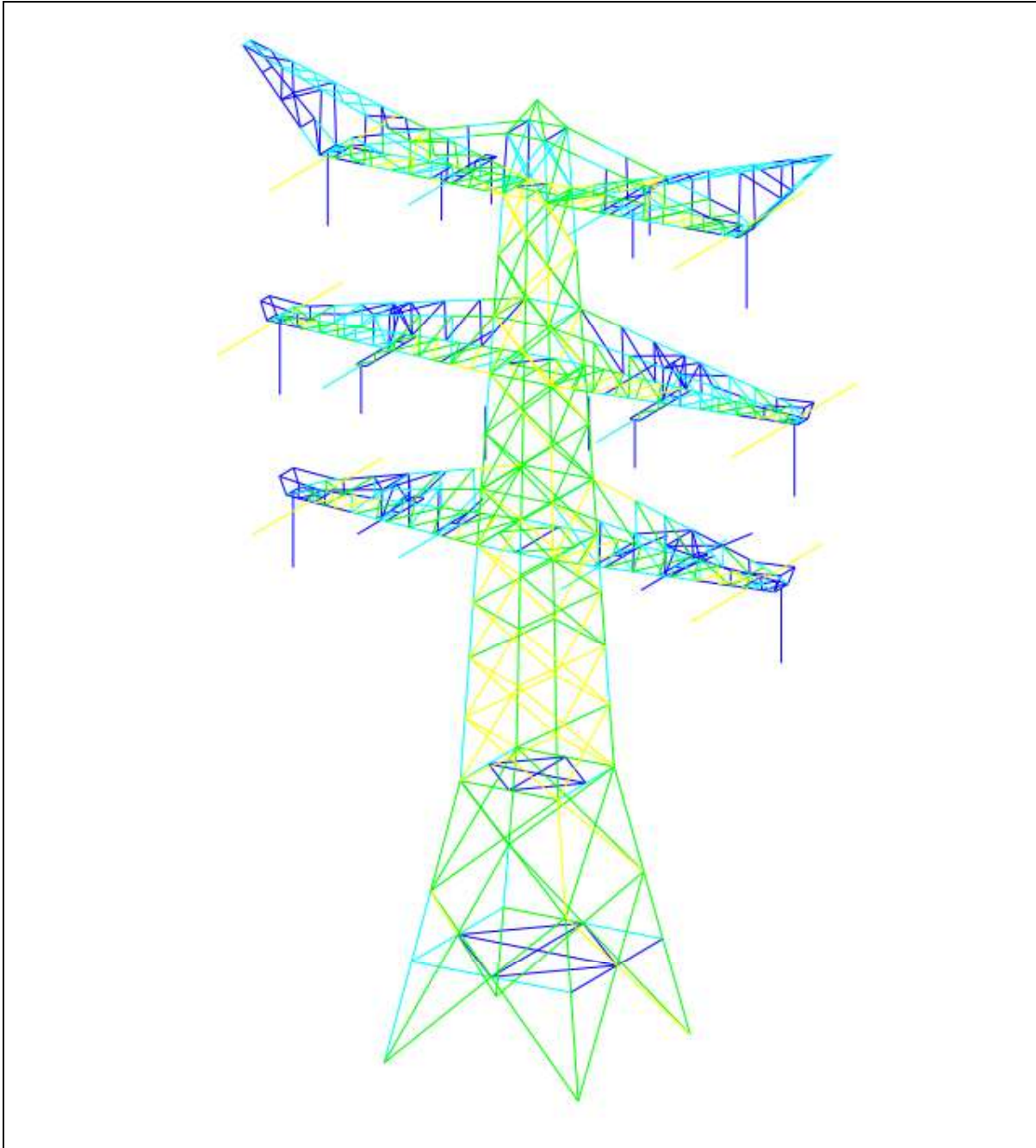
- Masttype HA+0/ci 105,8 ton

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.

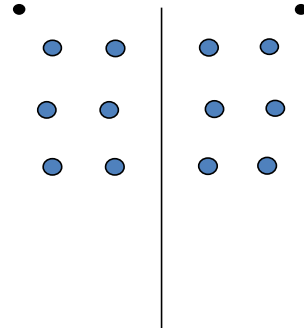
Project: RLL-TLB380
Tower: HA+0_ci
Number: 1099

Auteur: TBR
Versie: v12.0

Geleiderbelastingen

Algemeen

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



Configuratie geleiders

Uitgangspunten

Norm NEN-EN50341-2-15:2019
Gevolgklasse initieel CC2
Betrouwbaarheidsniveau initieel Nieuwbouw
Referentieperiode initieel 50 jaar
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

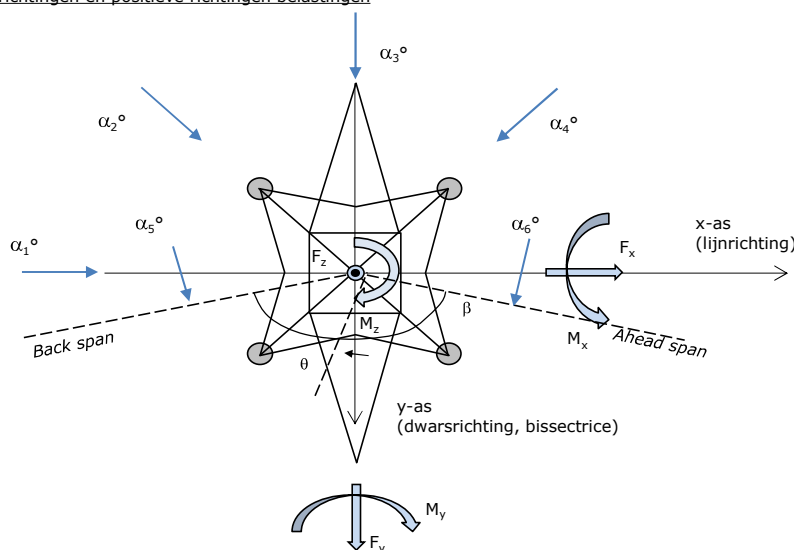
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			Δh back	Δh ahead	Δy back	Δy ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	40	380ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	41	380ct2f2	0,0	0,0 m	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

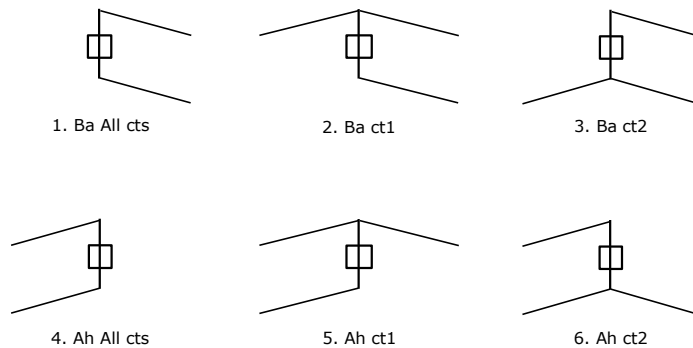
Geleiderafval

		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.

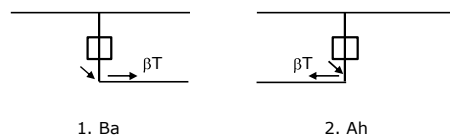
Principe belastingssituaties:



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

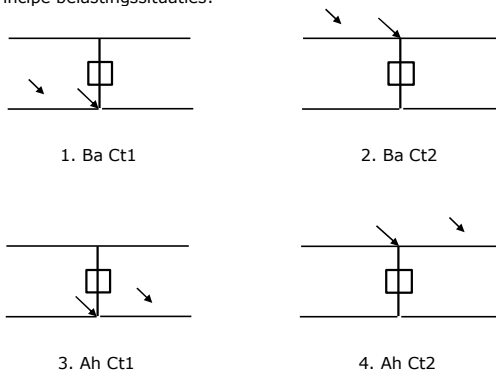
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden 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:



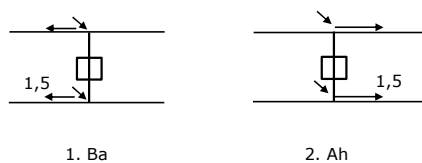
Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

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				
	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

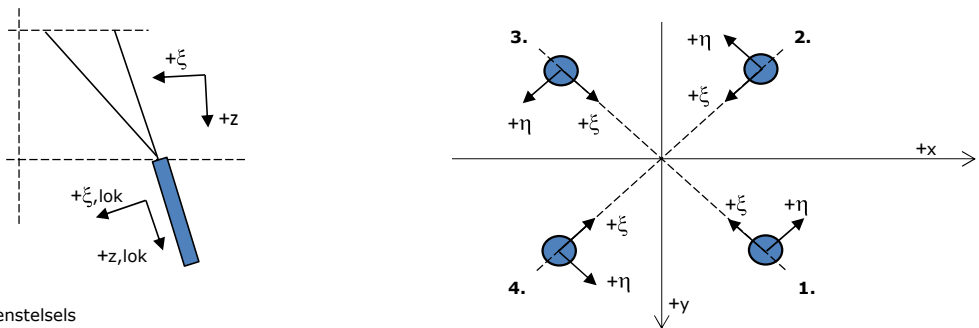
Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90	647	1439	1692	52408	24940	0
ULS 1a_0,9_0,9_90	603	1404	1107	51077	23289	0
SLS 7	388	354	1385	13681	14810	0

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

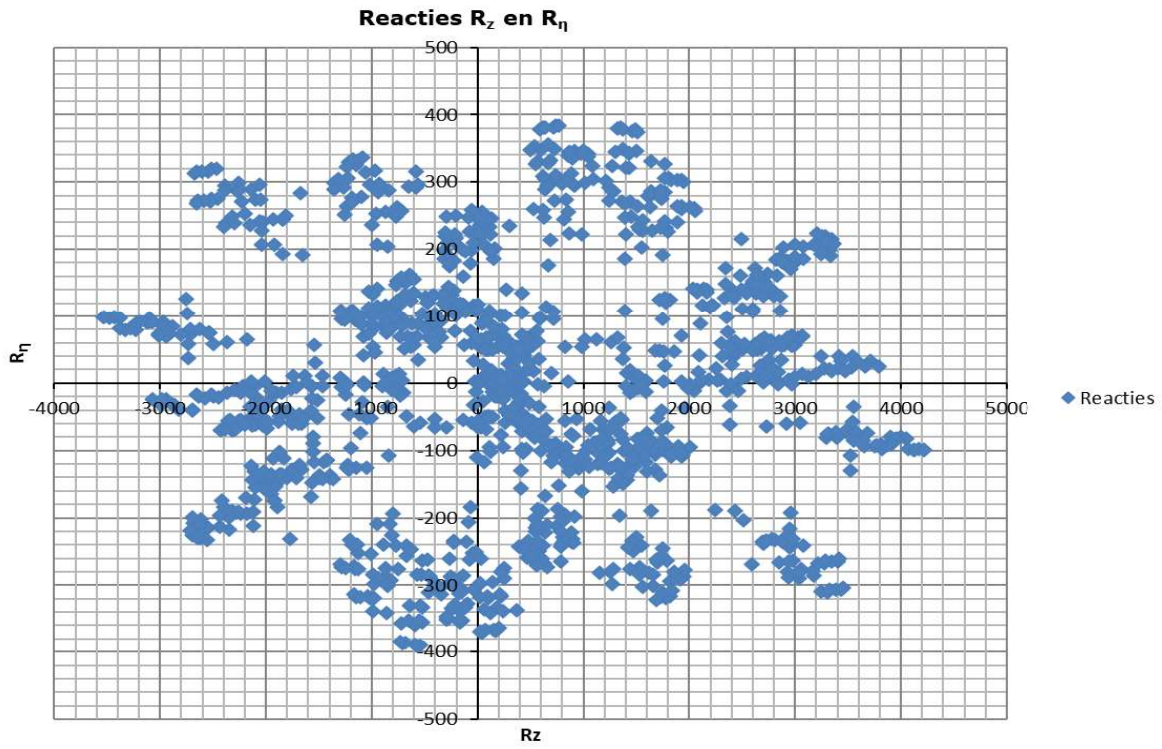
Maximale trekbelasting SLS

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

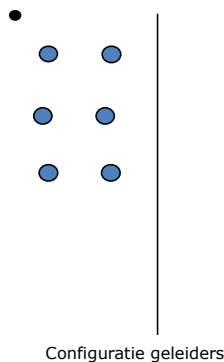
Geleiderbelastingen

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

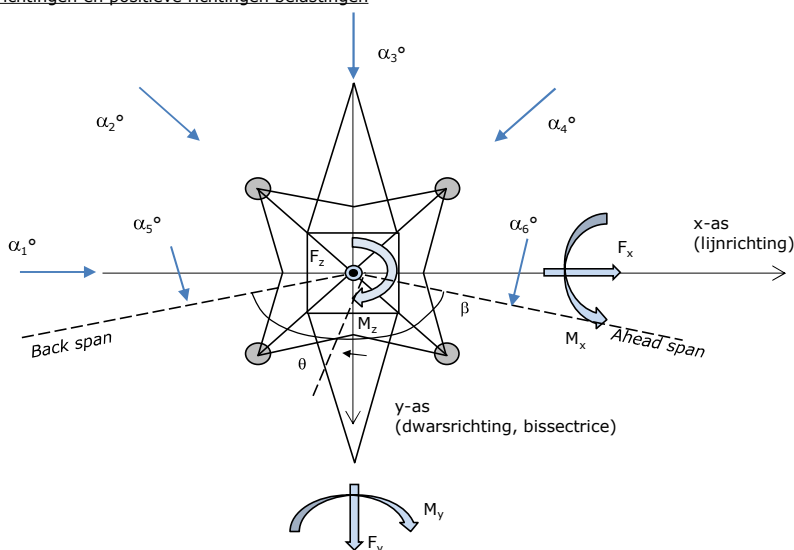
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			Δh back	Δh ahead	Δy back	Δy ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	150ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	21	150ct2f2	0,0	0,0 m	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: Geleiderbelastingen	α_2	45 °
	α_3	90 °
	α_4	135 °
	α_5	80 °
	α_6	100 °
		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

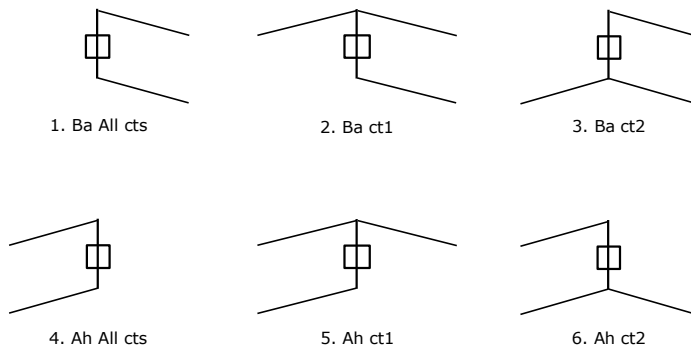
Geleiderafval

		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.

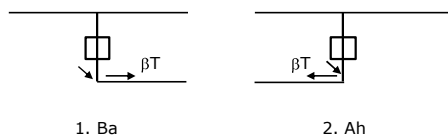
Principe belastingssituaties:



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

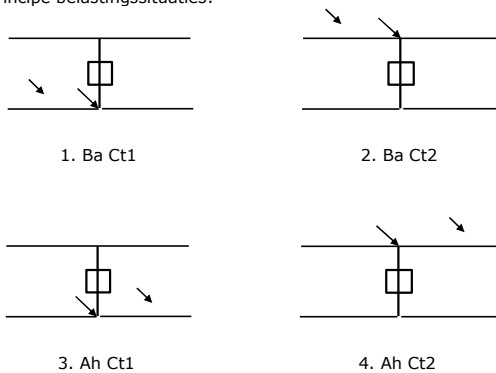
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden 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:



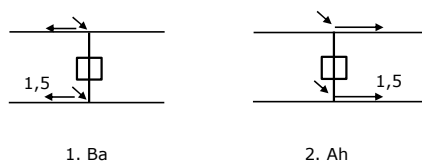
Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

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	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
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	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
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

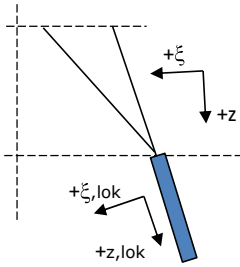
Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_90	299	773	1463	24682	11503	-1664
ULS 1a_0,9_0,9_90	273	752	1024	25392	10540	-1493
SLS 7	194	177	1209	5094	7405	-1164

Fundatiebelastingen, selectie belastingcombinaties op basis grootste waarde

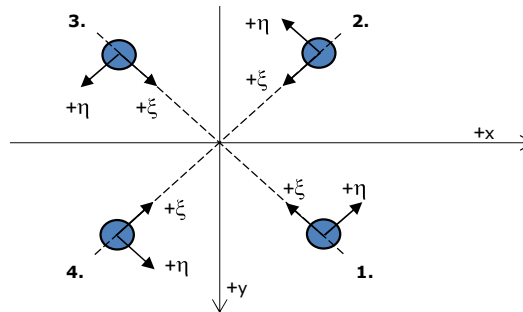
Combinatie	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ULS 1a_0,9_90	299	773	1062	25716	11503	-1664
SPLS 3_90 Ba All Cts	928	282	1404	8640	36113	-10573
SPLS 3_100 Ba All Cts	918	285	1404	8755	35899	-10647
SPLS 3_0,9_90 Ba All Cts	928	282	1053	8980	36113	-10573

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

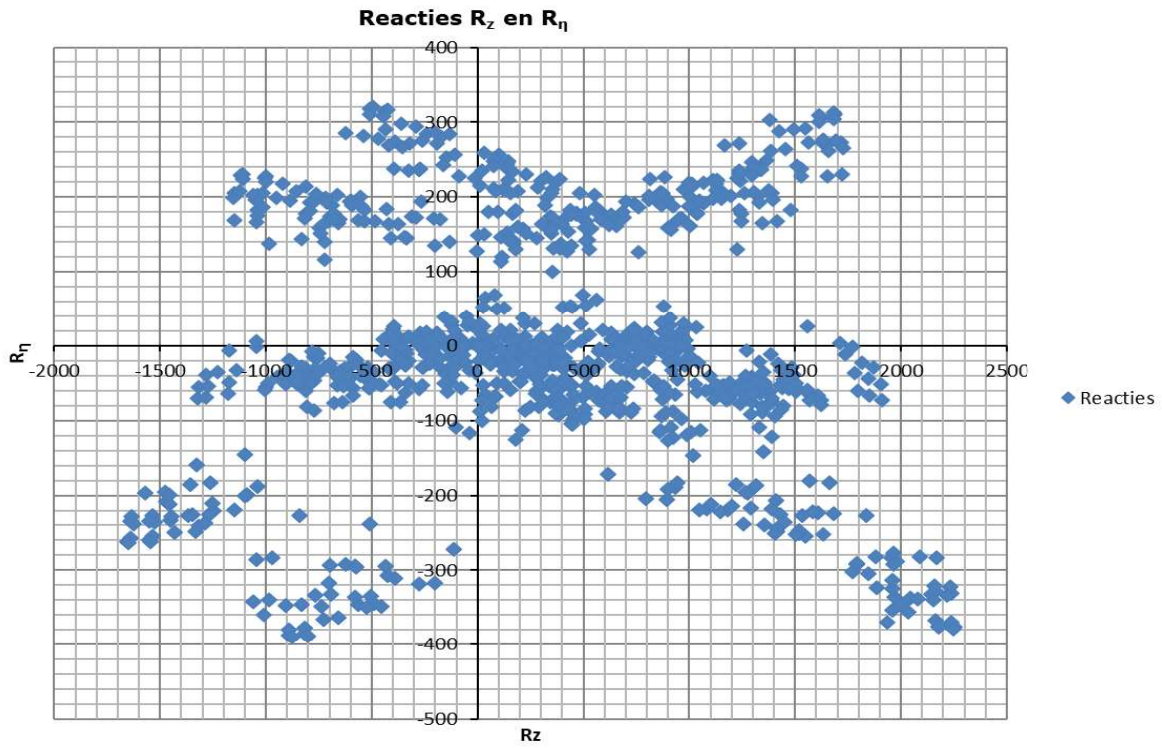
Maximale trekbelasting SLS

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

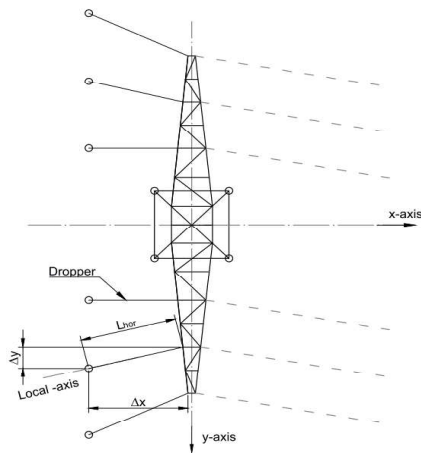
1. *Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset*

Ophanghoogte en positie in mast

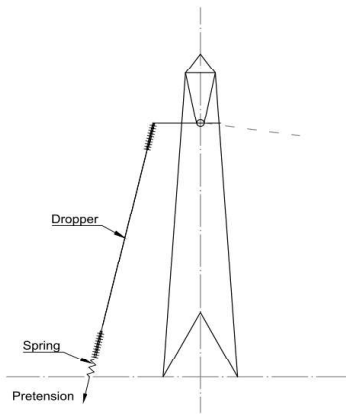
Circuits	Nummer	Aanduiding	Ophanghoogte	Aangrijppunt
Circuit 1	0	380ct1f1	0,0 m	0,0 m
Circuit 1	0	380ct1f2	0,0 m	0,0 m
Circuit 1	0	380ct1f3	0,0 m	0,0 m
Circuit 2	0	380ct2f1	0,0 m	0,0 m
Circuit 2	0	380ct2f2	0,0 m	0,0 m
Circuit 2	0	380ct2f3	0,0 m	0,0 m
Circuit 3	20	150ct3f1	28,5 m	28,5 m
Circuit 3	21	150ct3f2	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

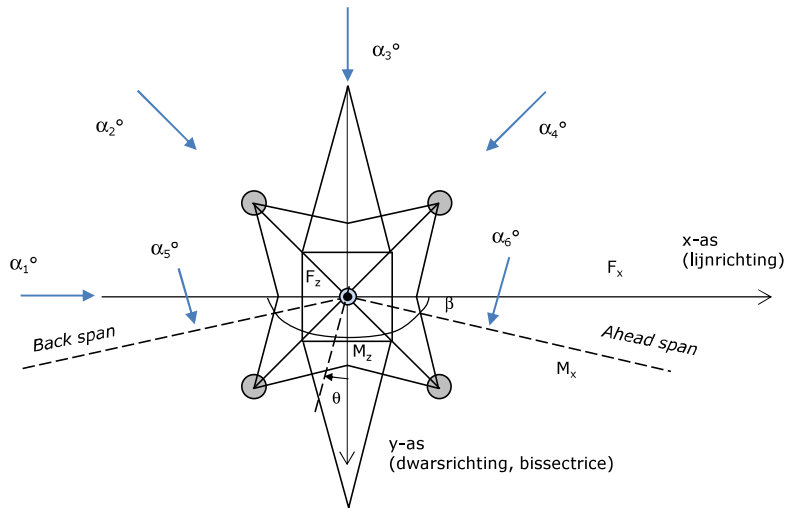
Lijn- en mastgegevens

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

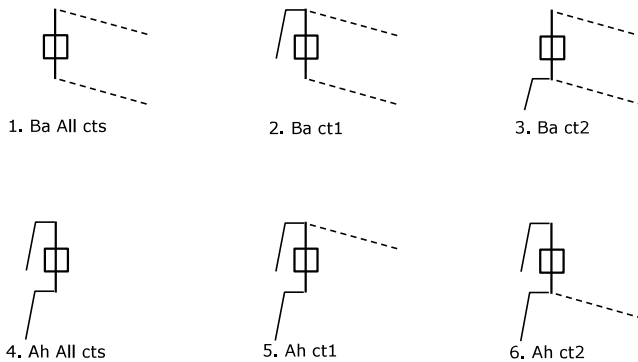
Geleiderafval

		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.

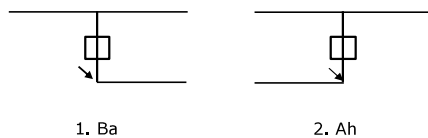
Principe belastingssituaties:



Belastingssituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



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

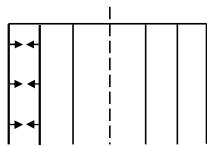
Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

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.

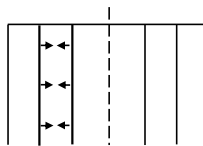
	Fase	Bliksem
Lijnwagen (nvt.)	0,0 kN	0,0 kN
Puntlast op traverse	1,0 kN	1,0 kN

Belastingsituaties 8. Kortsluiting

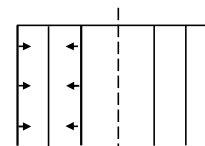
Principe belastingssituaties:



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		

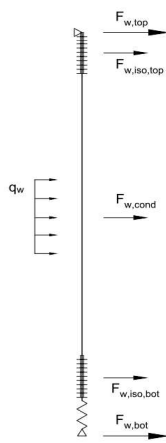
Schema voor berekenen horizontale en verticale belasting

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

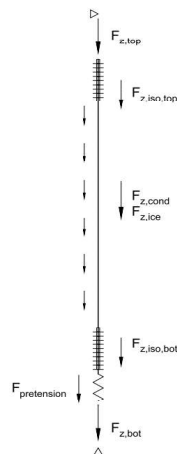
De horizontale component als gevolg van de scheefstand van de afloper wordt per belastingscombinatie apart bepaald

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	

Horizontale belasting

Geleider	wind hoogte		G _c [-]	C _c [-]	d _{toeslag} [mm]	w _y [N/m]	D _{ijs,toeslag} [mm]	W _{y,ijs} [N/m]	F _{w,geleider} [kN]	F _{w,boven} [kN]	F _{w,onder} [kN]
	[m]	Stuwdruk [kN/m 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

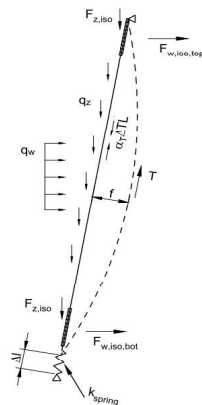
Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2
 Referentieperiode 50 jaar

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		γ_Q			γ_A
			G_k	G_k	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_k			A_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

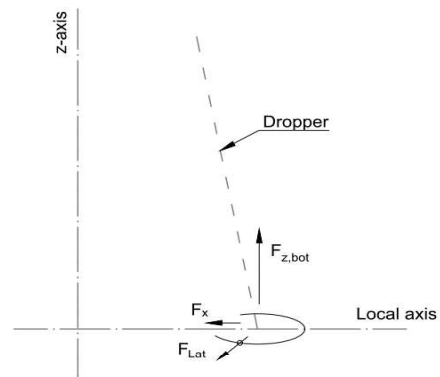
Belastingen in lokale richting geleider

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.

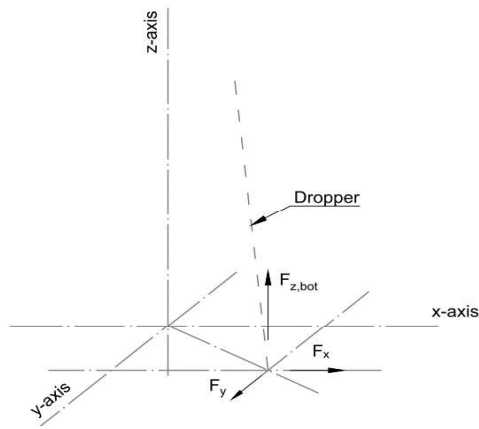
Combinatie1	F _{x,lok,bot} [kN]	F _{lat,bot} [kN]	F _{z,bot} [kN]
SLS 1a	5,9	1,1	-14,2
SLS 3	5,5	0,5	-12,8
SLS 4	5,1	0,2	-12,1
SLS 6	3,1	0,2	-6,4
SLS 7	2,6	0,0	-5,0
ULS 1a	7,4	1,6	-17,9
ULS 3	6,5	0,7	-15,0
ULS 4	5,4	0,3	-12,3
ULS 6b	4,0	0,3	-8,5
SLS 1a	4,4	1,1	-14,7
SLS 3	4,2	0,5	-13,6
SLS 4	4,4	0,2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

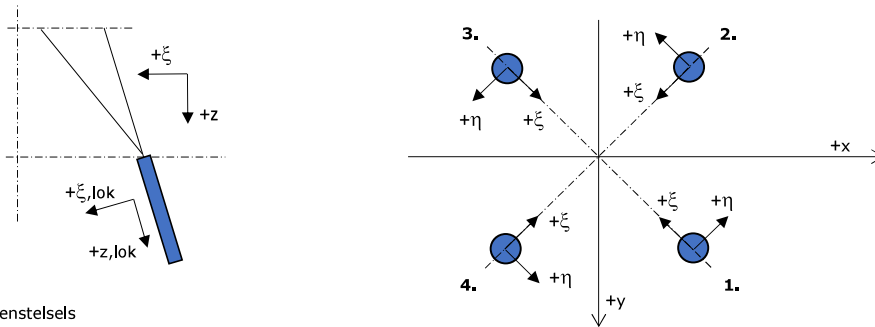
Project: ZW-Oost RLL-TLB
 Masttype: HA+0/ci
 Mast: 1014



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]	$R_{\xi,lok}$ [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]	$R_{\xi,lok}$ [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]	$R_{\xi,lok}$ [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]	$R_{\xi,lok}$ [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]	$R_{\xi,lok}$ [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]	$R_{\xi,lok}$ [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

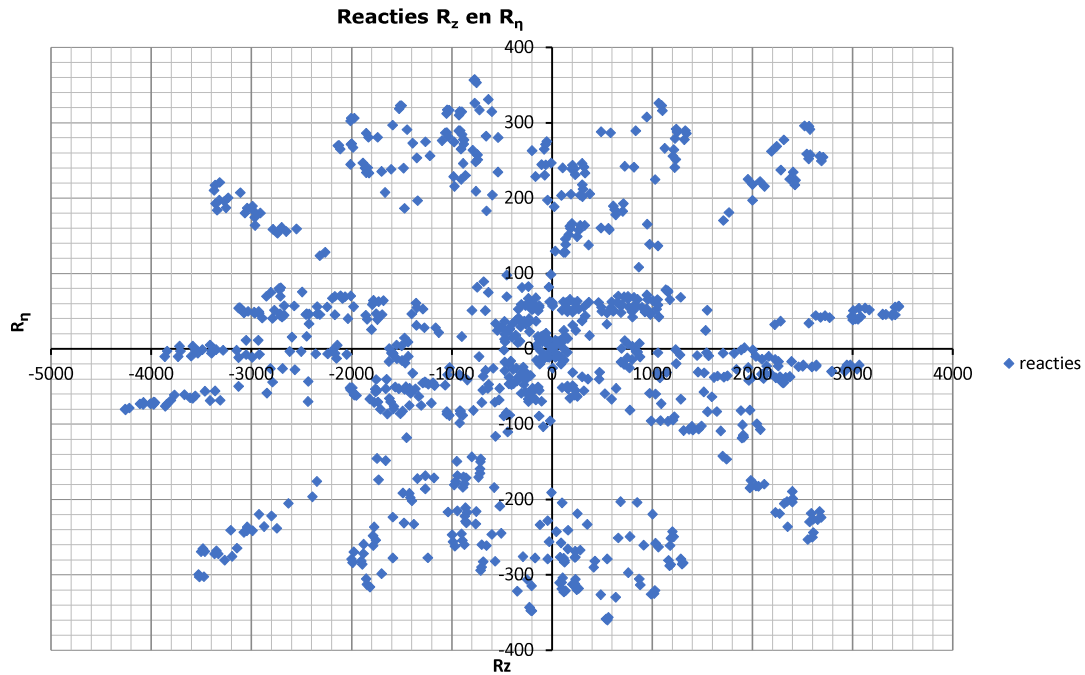
Belasting	Combinatie	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	R_η [kN]	R_ξ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
Max. druk	SPLS 3_90 Ba All Cts	-680	-793	-4261	-80	-1042	-103	-4385
Max. trek	SPLS 3_0,9_90 Ba All Cts	-560	-639	3558	56	848	108	3656
Max. pos. torsie	SPLS 3_90 Ah Ct1	-401	104	-771	357	-210	3	-799
Max.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

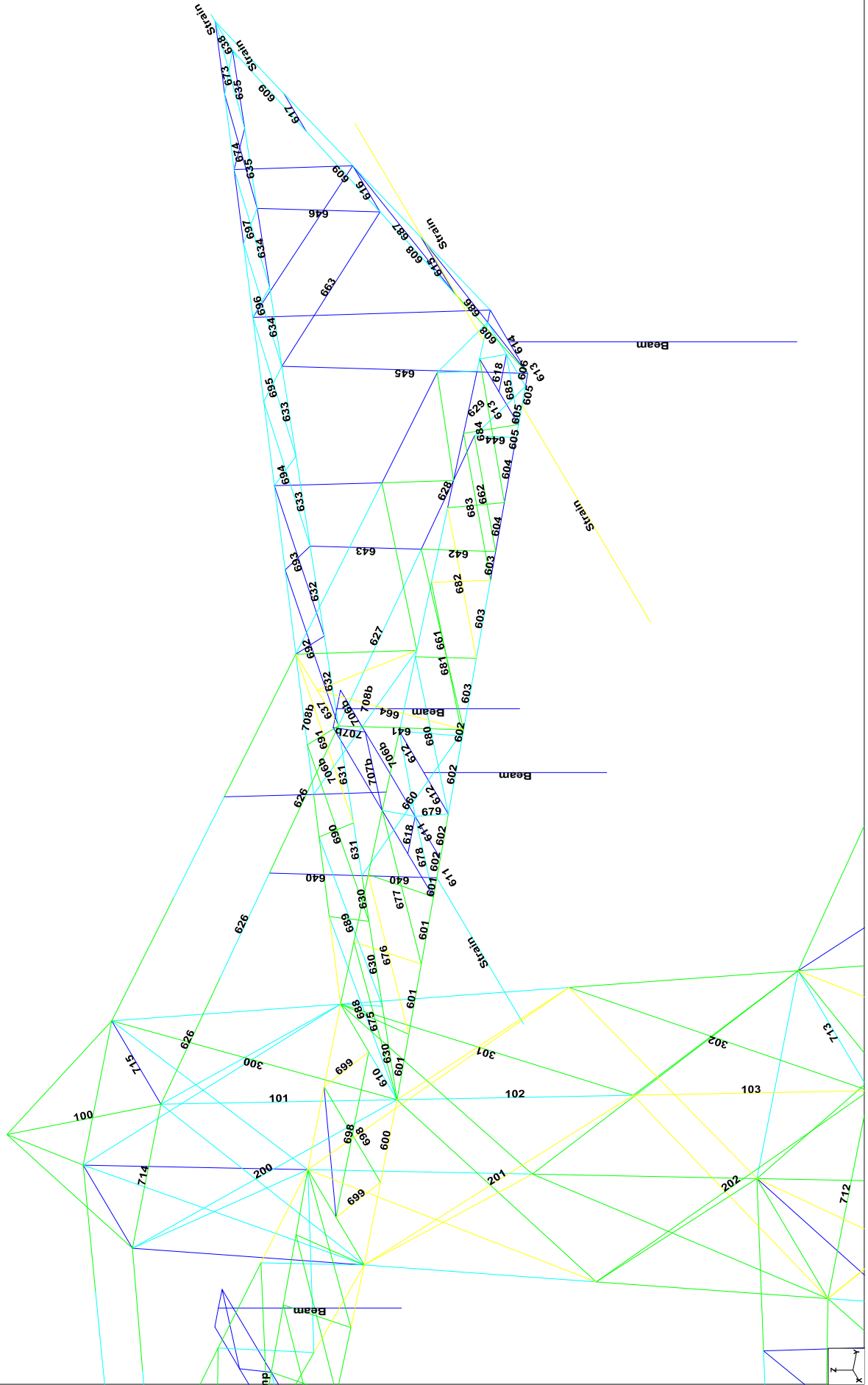


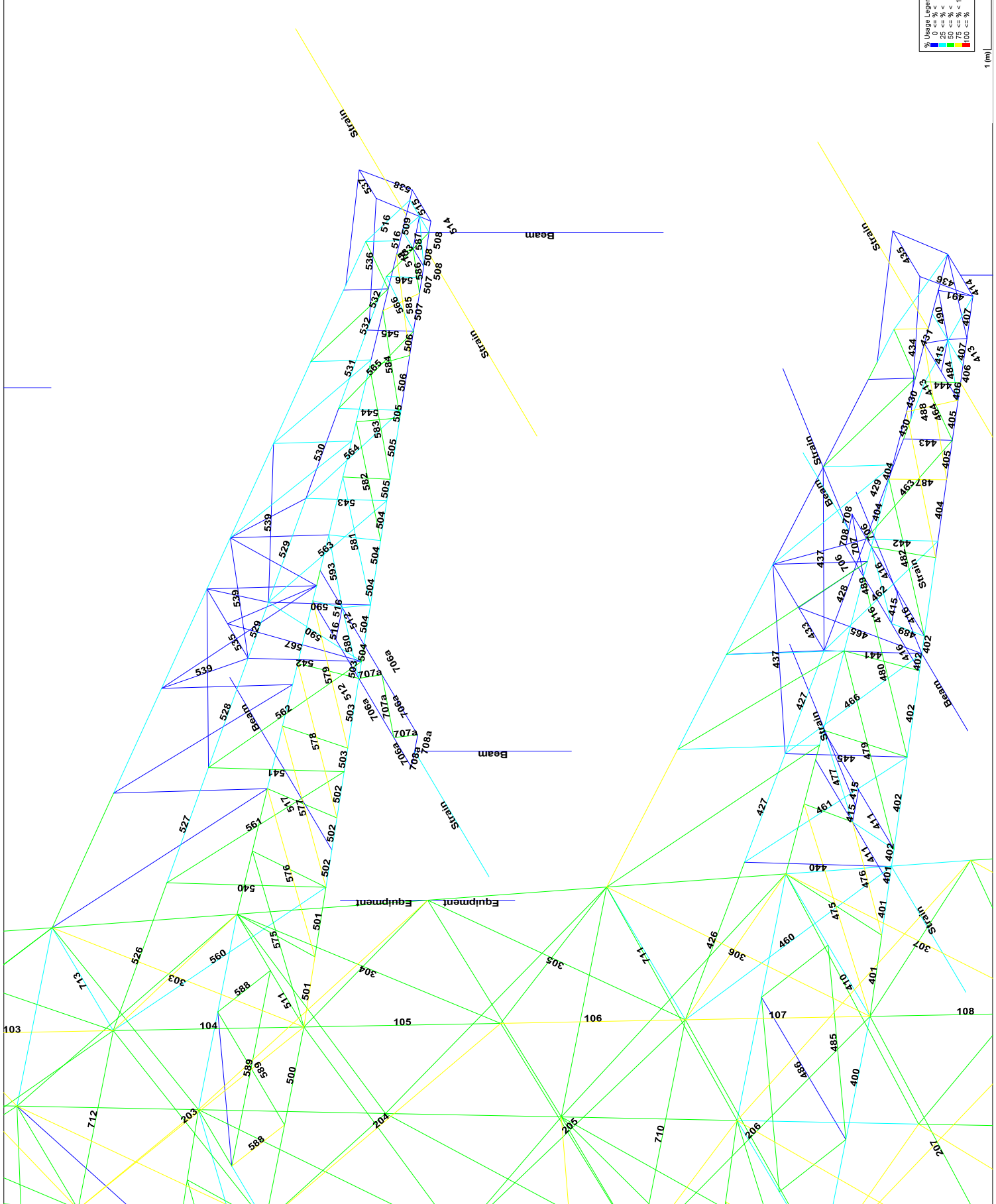


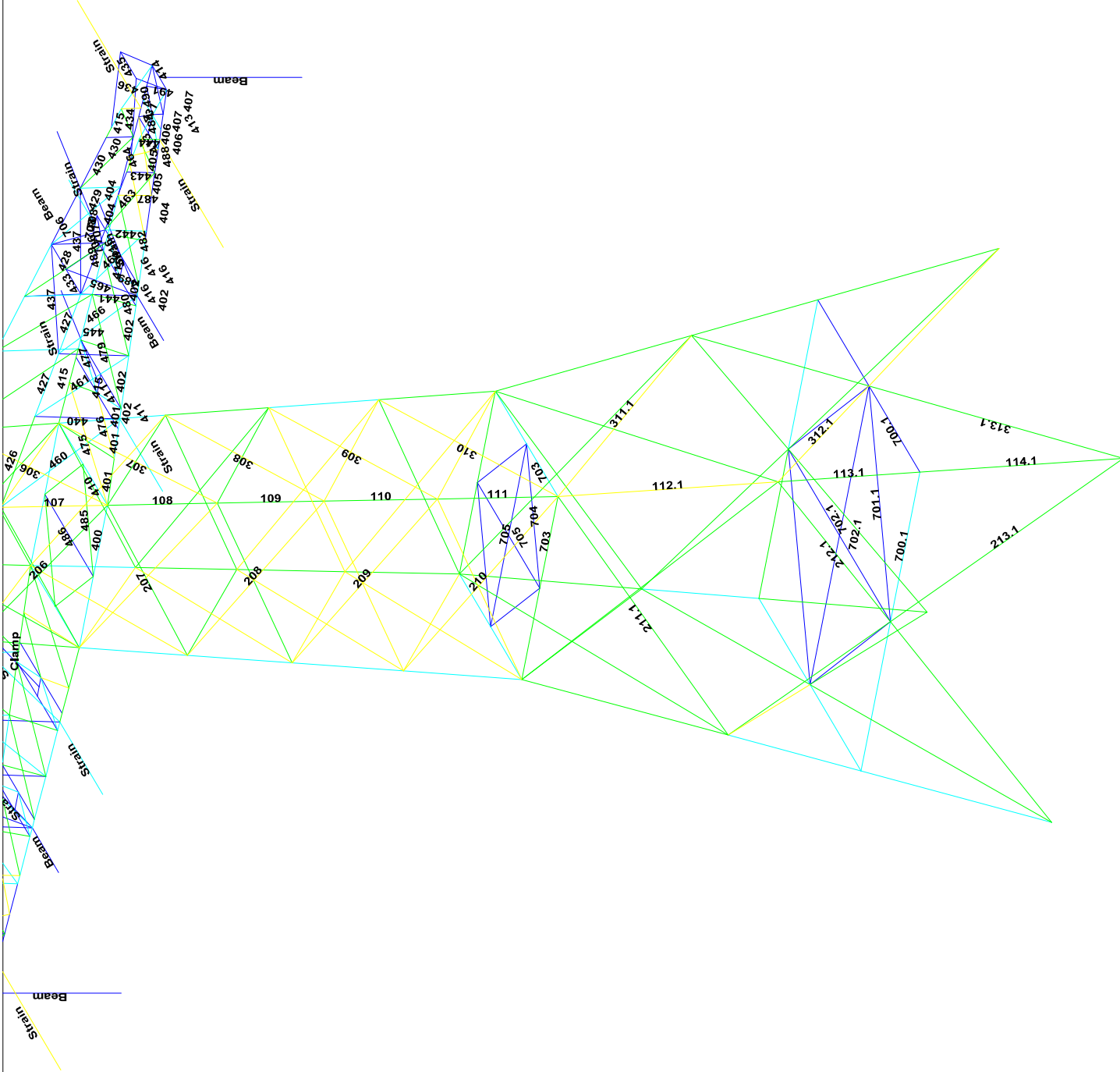
APPENDIX B

Resultaten PLS-TOWER

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







Assessment of angle groups

Date 30-6-2021
Author MRE
Version 1.0

RLI-TBG
HA+0/0/d

DNV-GL

Group Label	Description	Type	Profile	Steel Quid bolts	#kqd, e1	e2	p1	RLX	RLY	RLZ	Slenderness	Compression	Load Case (Comp)	Buckling	Shear (Comp)	U.C. (Comp)	U.C. (Tension)	Load Case (Tension)	Net section area (Tens)	U.C. (Tens) area (Tens)		
505	Lower chord mid ca.	EA	160x160x15	S355	8t2x4-R	1	55	40	80	2.48	4.20	1.00	33	-888.7	216.6	188.4	397.3	SPLS 3.0_90 BA CI	1510.3	188.4	1980.2	0.37
506	Lower chord mid ca.	EA	160x160x15	S355	8t2x4-R	1	55	40	80	2.48	4.20	1.00	33	-888.7	216.6	188.4	397.3	SPLS 3.0_90 BA CI	1510.3	188.4	1980.2	0.37
507	Lower chord mid ca.	EA	160x160x15	S355	8t2x4-R	1	55	40	80	2.48	4.20	1.00	33	-888.7	216.6	188.4	397.3	SPLS 3.0_90 BA CI	1510.3	188.4	1980.2	0.37
508	Lower chord mid ca.	EA	160x160x15	S355	8t2x4-R	1	55	40	80	2.48	4.20	1.00	33	-888.7	216.6	188.4	397.3	SPLS 3.0_90 BA CI	1510.3	188.4	1980.2	0.37
509	Lower chord mid ca.	EA	160x160x15	S355	8t2x4-R	1	55	40	80	2.48	4.20	1.00	33	-888.7	216.6	188.4	397.3	SPLS 3.0_90 BA CI	1510.3	188.4	1980.2	0.37
510	Lower chord mid ca.	EA	160x160x15	S355	8t2x4-R	1	55	40	80	2.48	4.20	1.00	33	-888.7	216.6	188.4	397.3	SPLS 3.0_90 BA CI	1510.3	188.4	1980.2	0.37
511	Lower chord mid ca.	EA	160x160x15	S355	8t2x4-R	1	55	40	80	2.48	4.20	1.00	33	-888.7	216.6	188.4	397.3	SPLS 3.0_90 BA CI	1510.3	188.4	1980.2	0.37
512	Beam mid ca.	DEA	150x150x14 (net ca)	S355	2t2x4-R	2	55	40	80	1.00	1.00	1.00	41	-68.3	49.5	0.0	146.7	US 1.0_100	1466.7	542.2	481.5	0.5
513	Beam mid ca.	DEA	150x150x14 (net ca)	S355	2t2x4-R	2	55	40	80	1.00	1.00	1.00	41	-68.3	49.5	0.0	146.7	US 1.0_100	1466.7	542.2	481.5	0.5
514	Beam mid ca.	DEA	150x150x14 (net ca)	S355	2t2x4-R	2	55	40	80	1.00	1.00	1.00	41	-68.3	49.5	0.0	146.7	US 1.0_100	1466.7	542.2	481.5	0.5
515	Beam mid ca.	DEA	150x150x14 (net ca)	S355	2t2x4-R	2	55	40	80	1.00	1.00	1.00	41	-68.3	49.5	0.0	146.7	US 1.0_100	1466.7	542.2	481.5	0.5
516	Beam mid ca.	DEA	150x150x14 (net ca)	S355	2t2x4-R	2	55	40	80	1.00	1.00	1.00	41	-68.3	49.5	0.0	146.7	US 1.0_100	1466.7	542.2	481.5	0.5
517	Beam mid ca.	DEA	150x150x14 (net ca)	S355	2t2x4-R	2	55	40	80	1.00	1.00	1.00	41	-68.3	49.5	0.0	146.7	US 1.0_100	1466.7	542.2	481.5	0.5
518	Upper chord mid ca.	EA	120x120x12	S355	4t2x4-R	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	86	-60.0	0.0	0.0	0.0	US 3.0_100	413.1	542.2	286.7	0.0
519	Upper chord mid ca.	EA	120x120x12	S355	4t2x4-R	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	86	-60.0	0.0	0.0	0.0	US 3.0_100	413.1	542.2	286.7	0.0
520	Upper chord mid ca.	EA	120x120x12	S355	4t2x4-R	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	86	-60.0	0.0	0.0	0.0	US 3.0_100	413.1	542.2	286.7	0.0
521	Upper chord mid ca.	EA	120x120x12	S355	4t2x4-R	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	86	-60.0	0.0	0.0	0.0	US 3.0_100	413.1	542.2	286.7	0.0
522	Upper chord mid ca.	EA	120x120x12	S355	4t2x4-R	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	86	-60.0	0.0	0.0	0.0	US 3.0_100	413.1	542.2	286.7	0.0
523	Upper chord mid ca.	EA	120x120x12	S355	4t2x4-R	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	86	-60.0	0.0	0.0	0.0	US 3.0_100	413.1	542.2	286.7	0.0
524	Upper chord mid ca.	EA	120x120x12	S355	4t2x4-R	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	86	-60.0	0.0	0.0	0.0	US 3.0_100	413.1	542.2	286.7	0.0
525	Upper chord mid ca.	EA	120x120x12	S355	4t2x4-R	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	86	-60.0	0.0	0.0	0.0	US 3.0_100	413.1	542.2	286.7	0.0
526	Upper chord mid ca.	EA	120x120x12	S355	4t2x4-R	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	86	-60.0	0.0	0.0	0.0	US 3.0_100	413.1	542.2	286.7	0.0
527	Upper chord mid ca.	EA	120x120x12	S355	4t2x4-R	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	86	-60.0	0.0	0.0	0.0	US 3.0_100	413.1	542.2	286.7	0.0
528	Upper chord mid ca.	EA	120x120x12	S355	4t2x4-R	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	86	-60.0	0.0	0.0	0.0	US 3.0_100	413.1	542.2	286.7	0.0
529	Upper chord mid ca.	EA	120x120x12	S355	4t2x4-R	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	86	-60.0	0.0	0.0	0.0	US 3.0_100	413.1	542.2	286.7	0.0
530	Upper chord mid ca.	EA	120x120x12	S355	4t2x4-R	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	86	-60.0	0.0	0.0	0.0	US 3.0_100	413.1	542.2	286.7	0.0
531	Upper chord mid ca.	EA	120x120x12	S355	4t2x4-R	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	86	-60.0	0.0	0.0	0.0	US 3.0_100	413.1	542.2	286.7	0.0
532	Upper chord mid ca.	EA	120x120x12	S355	4t2x4-R	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	86	-60.0	0.0	0.0	0.0	US 3.0_100	413.1	542.2	286.7	0.0
533	Upper chord mid ca.	EA	120x120x12	S355	4t2x4-R	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	86	-60.0	0.0	0.0	0.0	US 3.0_100	413.1	542.2	286.7	0.0
534	Upper chord mid ca.	EA	120x120x12	S355	4t2x4-R	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	86	-60.0	0.0	0.0	0.0	US 3.0_100	413.1	542.2	286.7	0.0
535	Upper chord mid ca.	EA	120x120x12	S355	4t2x4-R	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	86	-60.0	0.0	0.0	0.0	US 3.0_100	413.1	542.2	286.7	0.0
536	Upper chord mid ca.	EA	120x120x12	S355	4t2x4-R	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	86	-60.0	0.0	0.0	0.0	US 3.0_100	413.1	542.2	286.7	0.0
537	Hand rail	EA	70x70x6	S355	2t1x4-R	1	35	25	55	1.00	1.00	1.00	86	-0.1	15.1	0.0	0.0	US 8.0_30	78.3	60.3	55.4	0.0
538	Hand rail	EA	70x70x6	S355	2t1x4-R	1	35	25	55	1.00	1.00	1.00	86	-0.1	15.1	0.0	0.0	US 8.0_30	78.3	60.3	55.4	0.0
539	Hand rail	EA	70x70x6	S355	2t1x4-R	1	35	25	55	1.00	1.00	1.00	86	-0.1	15.1	0.0	0.0	US 8.0_30	78.3	60.3	55.4	0.0
540	Vertical side face mid ca.	EA	60x60x6	S355	2t1x4-R	1	35	25	55	1.00	1.00	1.00	111	-60.9	18.2	0.0	0.0	US 8.0_30	78.3	60.3	55.4	0.0
541	Vertical side face mid ca.	EA	60x60x6	S355	2t1x4-R	1	35	25	55	1.00	1.00	1.00	111	-60.9	18.2	0.0	0.0	US 8.0_30	78.3	60.3	55.4	0.0
542	Vertical side face mid ca.	EA	60x60x6	S355	2t1x4-R	1	35	25	55	1.00	1.00	1.00	111	-60.9	18.2	0.0	0.0	US 8.0_30	78.3	60.3	55.4	0.0
543	Vertical side face mid ca.	EA	60x60x6	S355	2t1x4-R	1	35	25	55	1.00	1.00	1.00	111	-60.9	18.2	0.0	0.0	US 8.0_30	78.3	60.3	55.4	0.0
544	Vertical side face mid ca.	EA	60x60x6	S355	2t1x4-R	1	35	25	55	1.00	1.00	1.00	111	-60.9	18.2	0.0	0.0	US 8.0_30	78.3	60.3	55.4	0.0
545	Vertical side face mid ca.	EA	60x60x6	S355	2t1x4-R	1	35	25	55	1.00	1.00	1.00	111	-60.9	18.2	0.0	0.0	US 8.0_30	78.3	60.3	55.4	0.0
546	Vertical side face mid ca.	EA	60x60x6	S355	2t1x4-R	1	35	25	55	1.00	1.00	1.00	111	-60.9	18.2	0.0	0.0	US 8.0_30	78.3	60.3	55.4	0.0
547	Vertical side face mid ca.	EA	60x60x6	S355	2t1x4-R	1	35	25	55	1.00	1.00	1.00	111	-60.9	18.2	0.0	0.0	US 8.0_30	78.3	60.3	55.4	0.0
548	Vertical side face mid ca.	EA	60x60x6	S355	2t1x4-R	1	35	25	55	1.00	1.00	1.00	111	-60.9	18.2	0.0	0.0	US 8.0_30	78.3	60.3	55.4	0.0
549	Vertical side face mid ca.	EA	60x60x6	S355	2t1x4-R	1	35	25	55	1.00	1.00	1.00	111	-60.9	18.2	0.0	0.0	US 8.0_30	78.3	60.3	55.4	0.0
550	Ding side face mid ca.	EA	60x60x6	S355	2t2x4-R	1	45	35	70	0.69	1.00	0.69	180	-8.2	17.6	0.0	0.0	US 8.0_30	78.3	60.3	55.4	0.0
551	Ding side face mid ca.	EA	60x60x6	S355	2t2x4-R	1	45	35	70	0.69	1.00	0.69	180	-8.2	17.6	0.0	0.0	US 8.0_30	78.3	60.3	55.4	0.0
552	Ding side face mid ca.	EA	60x60x6	S355	2t2x4-R	1	45	35	70	0.69	1.00	0.69	180	-8.2	17.6	0.0	0.0	US 8.0_30	78.3	60.3	55.4	0.0
553	Ding side face mid ca.	EA	60x60x6	S355	2t2x4-R	1	45	35	70	0.69	1.00	0.69	180	-8.2	17.6	0.0	0.0	US 8.0_30	78.3	60.3	55.4	0.0
554	Ding side face mid ca.	EA	60x60x6	S355	2t2x4-R	1	45	35	70	0.69	1.00	0.69	180	-8.2	17.6	0.0	0.0	US 8.0_30	78.3	60.3	55.4	0.0
555	Ding side face mid ca.	EA	60x60x6	S355	2t2x4-R	1	45	35	70	0.69	1.00	0.69	180	-8.2	17.6	0.0	0.0	US 8.0_30	78.3	60.3	55.4	0.0
556	Ding side face mid ca.	EA	6																			

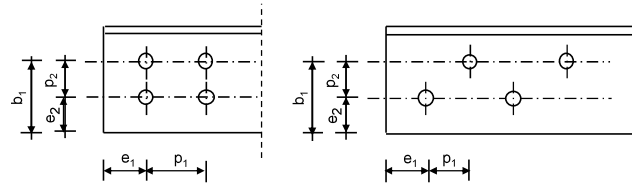
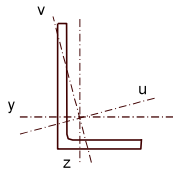
Project: ZW-Oost
Mast: H_C

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**
Boltpattern **Zigzag**
Boltpattern (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

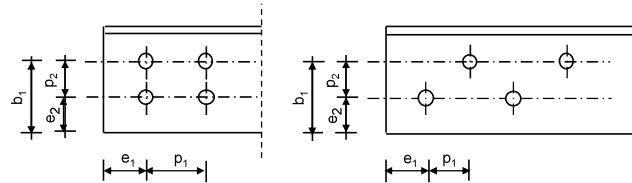
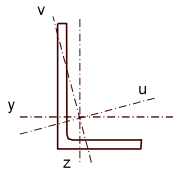
Project: ZW-Oost
Mast: H_C

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 $F_{v;Rd} =$ **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

Compression	F_{Rd} (kN)	U.C.	Tension	F_{Rd} (kN)	U.C.
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 elastisch	Bearing strength	$F_{b;Rd} =$ 11825	0.36
			Combined effect	$F_{v;Rd} =$ 8675	0.49 elastisch

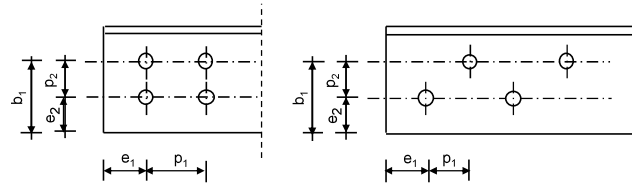
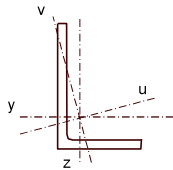
Project: ZW-Oost
Mast: H_C

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

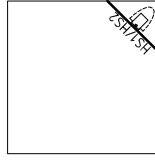
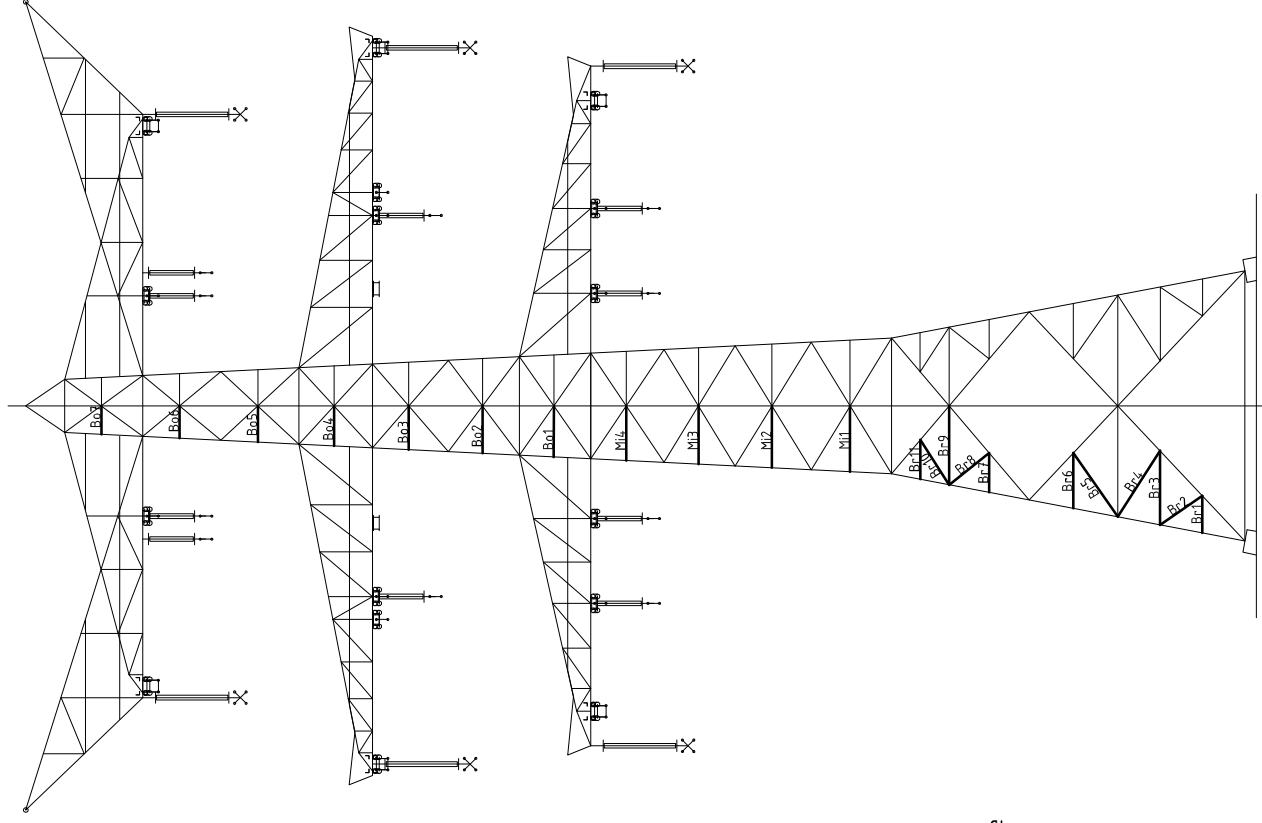
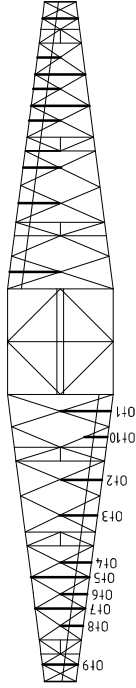
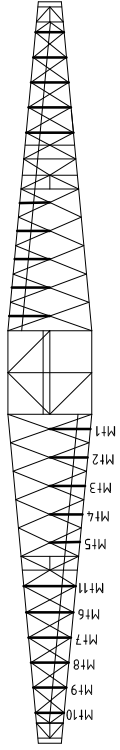
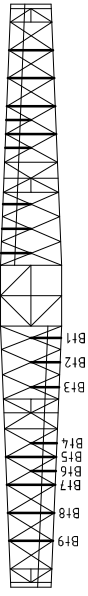
Niet in PLS-TOWER gemodelleerde elementen in de constructie worden aanvullend getoetst. Hieronder vallen de knikverkorters van de randstijl en profielen onderdeel van stabiliteitsverbanden. De staven worden getoetst op:

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

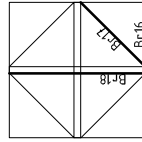
Voor de beloopbaarheid zijn staven in de traverse aanwezig. Deze zijn niet constructief (voorzien van slobgaten) en worden enkel getoetst op de klimbelasting van 1,0 kN. Zie hoofdstuk 4.2.5 en 5.7.2. van het uitgangspuntenrapport.

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.

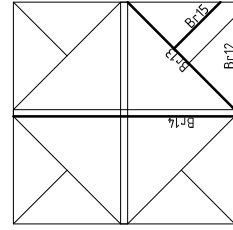
Overzicht knikverkorters – HA+0/ci



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		Length (m)	Angle (°)	Slenderness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Max. usage	Notes
				Quality	Bolt Quality													
B1	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M20	8.8	1.62	0	118	62.1	0.61	85.4	94.1	71.3	112.9	1.99	0.87	Bearing
B2	Broekstuk	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M20	8.8	2.24	55	142	62.1	0.00	77.3	94.1	71.3	136.4	2.68	0.87	Bearing
B3	Broekstuk	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M20	8.8	3.23	0	183	62.1	1.21	80.6	94.1	95.0	213.2	4.34	0.77	Buckling
B4	Broekstuk	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M20	8.8	3.41	33	194	62.1	0.00	74.2	94.1	95.0	213.2	4.34	0.84	Buckling
B5	Broekstuk	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M20	8.8	3.40	33	193	62.1	0.00	74.5	94.1	95.0	213.2	4.34	0.83	Buckling
B6	Broekstuk	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M20	8.8	2.50	0	159	62.1	0.94	66.6	94.1	71.3	136.4	2.68	0.93	Buckling
B7	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M20	8.8	1.72	0	125	62.1	0.64	79.3	94.1	71.3	112.9	1.99	0.87	Bearing
B8	Broekstuk	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M20	8.8	2.23	51	141	62.1	0.00	78.0	94.1	71.3	136.4	2.68	0.87	Bearing
B9	Broekstuk	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M20	8.8	3.43	0	195	62.1	1.29	73.5	94.1	95.0	213.2	4.34	0.84	Buckling
B10	Broekstuk	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M20	8.8	2.32	33	148	62.1	0.00	73.6	94.1	71.3	136.4	2.68	0.87	Bearing
B11	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M20	8.8	1.17	0	86	62.1	0.44	119.0	94.1	71.3	112.9	1.99	0.87	Bearing
B12	Tussenschot +6,04m	Enkele staaf	L100x8	S355J0	M16	8.8	4.83	0	245	0.0	1.81	57.4	60.3	69.7	257.2	5.49	0.34	Bending
B13	Tussenschot +6,04m	Kruisende staaf halverwege	L100x8	S355J0	M16	8.8	6.83	0	222	0.0	2.56	56.8	60.3	69.7	257.2	7.19	0.25	Bending
B14	Tussenschot +6,04m	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	3.41	0	245	0.0	1.81	57.4	60.3	69.7	257.2	7.19	0.25	Bending
B15	Tussenschot +6,04m	Enkele staaf	L130x12	S355J0	M16	8.8	2.94	0	237	0.0	1.28	29.4	60.3	52.3	122.3	1.99	0.67	Bending
B16	Tussenschot +15,9m	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M16	8.8	4.17	0	74	0.0	1.10	380.6	60.3	104.5	620.9	17.91	0.06	Bending
B17	Tussenschot +15,9m	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M16	8.8	5.91	0	168	0.0	1.56	54.4	60.3	69.7	225.8	4.34	0.37	Bending
B18	Tussenschot +15,9m	Kruisende staaf halverwege	L80x8	S355J0	M20	8.8	2.87	0	184	0.0	1.11	91.6	60.3	69.7	225.8	5.70	0.19	Bending
M1	Middenstuk1	Enkele staaf	L80x8	S355J0	M20	8.8	2.70	0	173	62.5	1.07	77.6	94.1	95.0	181.9	3.33	0.88	Buckling
M2	Middenstuk1	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M20	8.8	2.53	0	161	52.2	0.95	65.3	94.1	95.0	181.9	3.33	0.80	Buckling
M3	Middenstuk2	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M20	8.8	2.38	0	151	52.2	0.89	71.4	94.1	71.3	136.4	2.68	0.80	Buckling
B01	Bovenstuk1	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2.22	0	162	28.6	0.78	62.0	60.3	52.3	122.3	1.99	0.55	Bearing
B02	Bovenstuk1	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2.07	0	151	28.6	0.71	47.5	60.3	52.3	98.8	1.4	0.60	Buckling
B03	Bovenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	1.90	0	163	28.6	0.71	47.5	60.3	52.3	98.8	1.4	0.60	Buckling
B04	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.74	0	179	13.6	0.65	28.8	60.3	41.3	43.1	0.8	0.83	Bending
B05	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.58	0	162	13.6	0.59	33.3	60.3	41.3	43.1	0.8	0.75	Bending
B06	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.41	0	144	13.6	0.53	39.0	60.3	41.3	43.1	0.8	0.67	Bending
B07	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.24	0	127	7.4	0.46	46.0	60.3	41.3	43.1	0.8	0.59	Bending
O1	Ondertaverse	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.21	0	189	0.0	0.83	38.3	60.3	52.3	98.8	1.4	0.61	Bending
O2	Ondertaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.77	0	182	0.0	0.66	28.2	60.3	41.3	43.1	0.8	0.85	Bending
O3	Ondertaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.65	0	170	0.0	0.62	31.2	60.3	41.3	43.1	0.8	0.79	Bending
O4	Ondertaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.35	0	139	0.0	0.51	41.1	60.3	41.3	43.1	0.8	0.65	Bending
O5	Ondertaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.54	0	217	0.0	0.95	30.9	60.3	52.3	98.8	1.4	0.70	Bending
O6	Ondertaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.18	0	121	0.0	0.44	48.7	60.3	41.3	43.1	0.8	0.56	Bending
O7	Ondertaverse	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.19	0	187	0.0	0.82	38.8	60.3	52.3	98.8	1.4	0.61	Bending
O8	Ondertaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.00	0	103	0.0	0.38	58.8	60.3	41.3	43.1	0.8	0.48	Bending
O9	Ondertaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.56	0	160	0.0	0.59	33.8	60.3	41.3	43.1	0.8	0.75	Bending
O10	Middentaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.00	0	103	0.0	0.38	58.8	60.3	41.3	43.1	0.8	0.48	Bending
M1	Middentaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.76	0	181	0.0	0.66	28.4	60.3	41.3	43.1	0.8	0.84	Bending
M2	Middentaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.65	0	170	0.0	0.62	31.2	60.3	41.3	43.1	0.8	0.79	Bending
M3	Middentaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.53	0	157	0.0	0.57	34.7	60.3	41.3	43.1	0.8	0.73	Bending
M4	Middentaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.42	0	146	0.0	0.53	38.4	60.3	41.3	43.1	0.8	0.68	Bending
M5	Middentaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.31	0	135	0.0	0.49	42.7	60.3	41.3	43.1	0.8	0.63	Bending
M6	Middentaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.06	0	212	0.0	0.77	26.4	60.3	41.3	43.1	0.8	0.98	Bending
M7	Middentaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.85	0	190	0.0	0.69	22.4	60.3	41.3	43.1	0.8	0.88	Bending
M8	Middentaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.65	0	170	0.0	0.62	31.2	60.3	41.3	43.1	0.8	0.79	Bending



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	181	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	207	0,0	0,75	23,2	60,3	41,3	43,1	0,8		0,90 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		0,91 Bending
H1	High Step	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3,25	0	207	0,0	2,44	43,2	60,3	52,3	143,6	2,7		0,93 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		0,97 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.

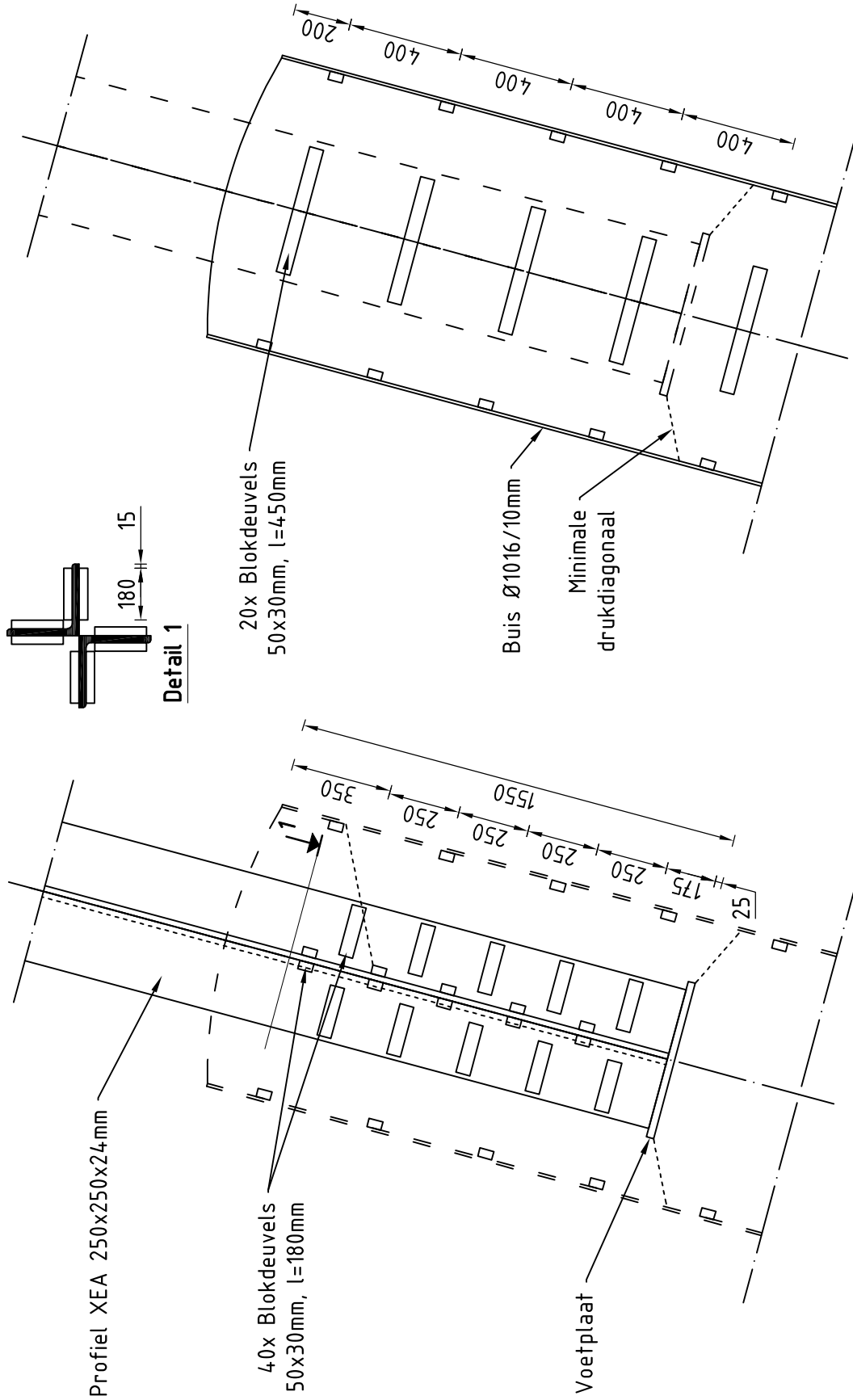
De blokdeuvels worden getoetst op de maatgevende belasting van bovenstaande masttypen. De belasting is opgenomen in Appendix A van het betreffende masttype, masttype HC+0/c is maatgevend. De optredende belastingen van masttype HC+0/c zijn 5503kN (druk) en -4739kN (trek), deze worden ruim naar boven afgerond 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

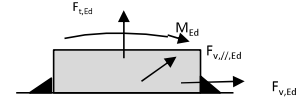
Factor 1.2
 $F_{t,Ed} = 0 \text{ kN}$
 $F_{v,Ed} = F_{rd,c} / n = 334 \text{ kN}$
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$
 $M_{Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 5.02 \text{ kNm}$

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

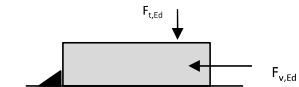
Factor 1.2
 $F_{t,Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 145 \text{ kN}$
 $F_{v,Ed} = 483 \text{ kN}$
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$
 $M_{Ed} = 0.00 \text{ kNm}$

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 $F_{Rd} = a \times l \times f_{w,d} / \sqrt{3} = 2454 \text{ kN}$

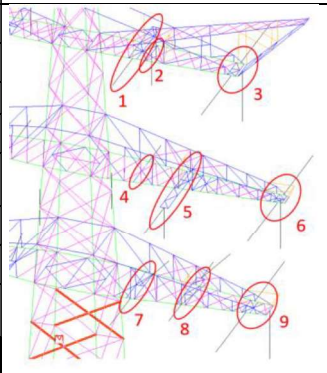


APPENDIX E

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.

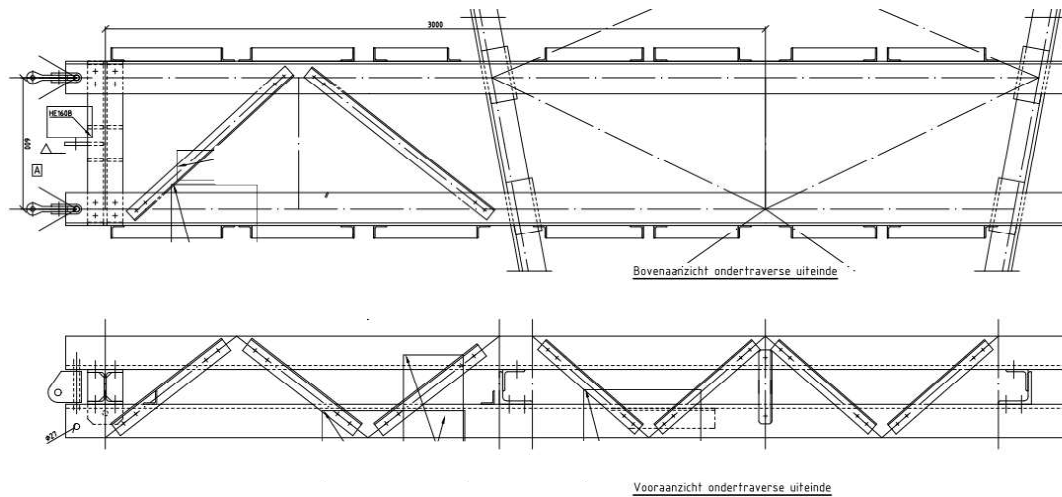
	Binnen	Midden	Buiten	
Liggers 1	afspanketting	-	Verticale post	
Liggers 2	-	Verticale post	-	
Liggers 3	Conform HA/c			
Liggers 4	-	-	Horizontale post	
Liggers 5	afspanketting + verticale post	-	-	
Liggers 6	Conform HA/c			
Liggers 7	Afspanketting	Verticale afloper	-	
Liggers 8	Horizontale post + afloper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

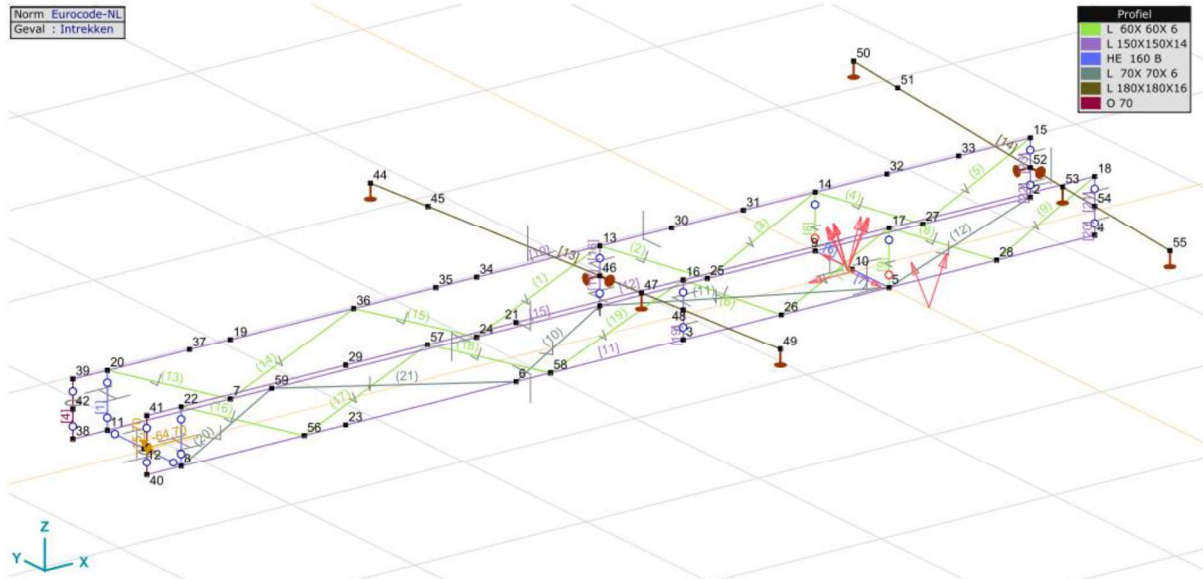
Belastingcombinatie	Bevestiging	Fx_top	Fy_top	Fz_top
ULS 1a_100	12B	0,5	2,8	6,0
ULS 3_100	12B	0,1	0,8	6,0
SLS 7	12B	0	0	5,0

- 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.

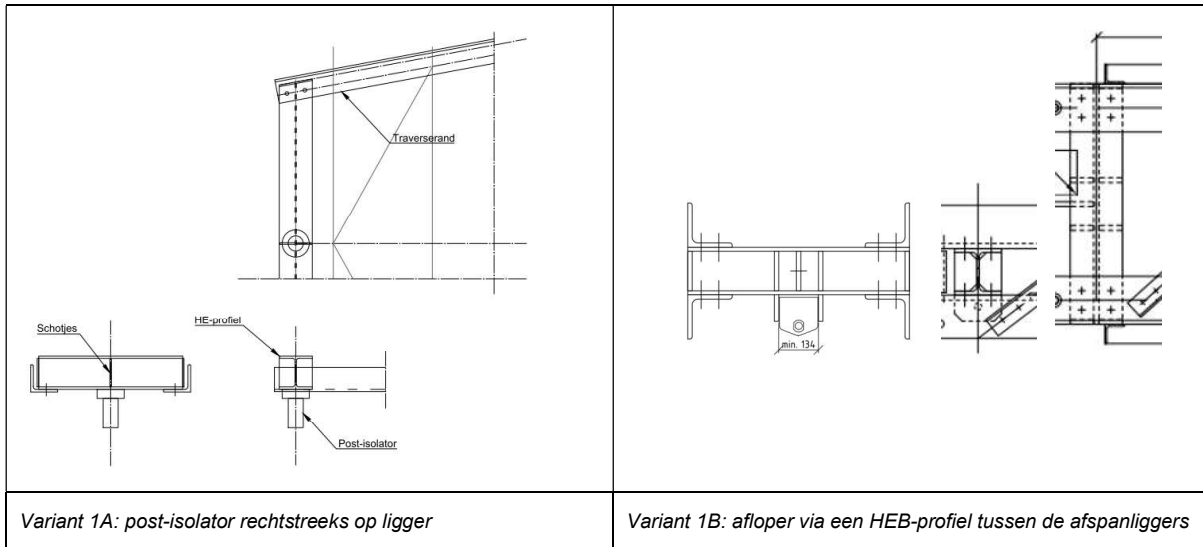
Spanningscontrole	Spanning	Toelaatbaar	U.C.
Liggers L150x14	170	355	0,48 OK
Onderrand L180x18	232 ¹	355	0,65 OK

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

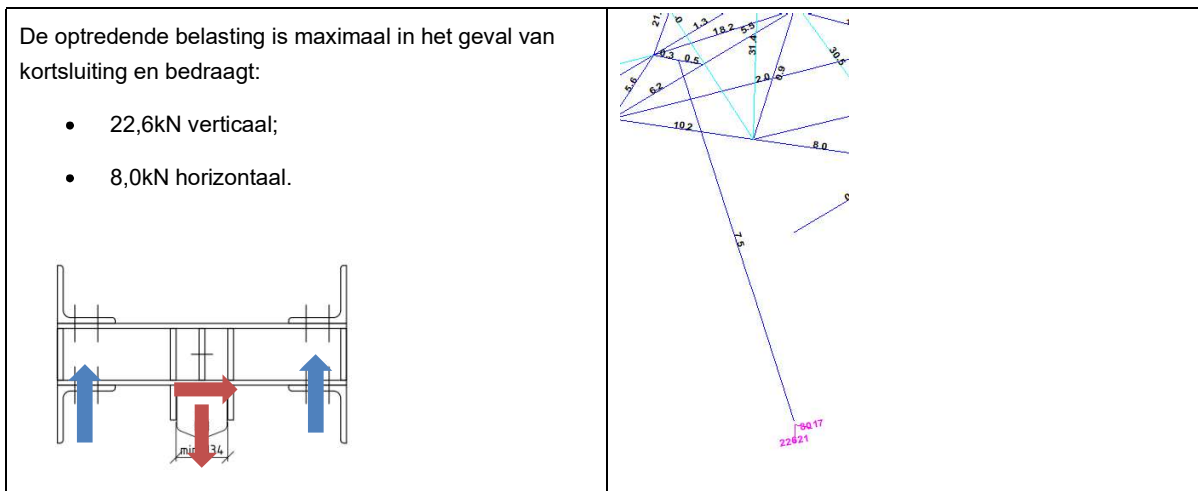
De postisolator wordt opgehangen aan een enkele stalen ligger. Deze ligger wordt daardoor in twee richtingen en op torsie belast. De optredende belastingen zijn:

- 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 $(195\text{MPa} / 355\text{MPa} =) 0,55$.

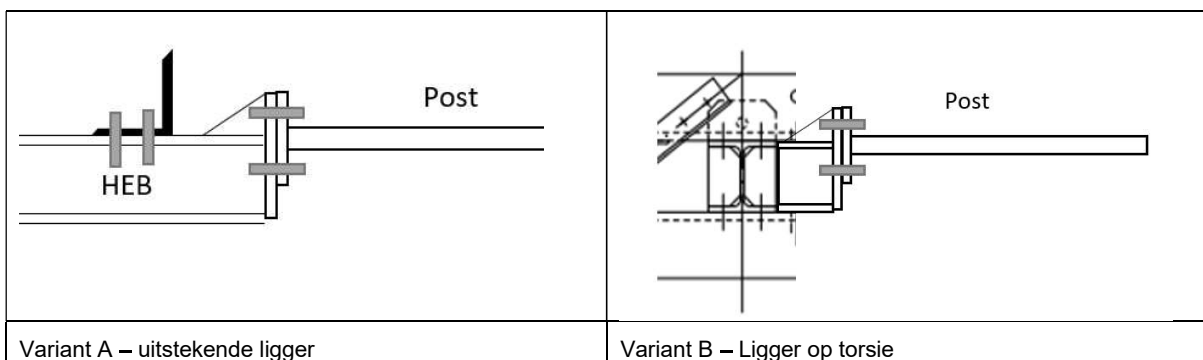
De ligger die hoeklijnen koppelt heeft een doorsnede van HEB160 en wordt om de sterke as belast. Het optredende moment is gelijk aan $(1/4 \cdot 22,6\text{kN} \cdot 0,6 =) 3,39\text{kNm}$. De spanning is gelijk aan $(3,39 \cdot 10^6 \text{ Nmm} / 312000\text{mm}^3 =) 11\text{MPa}$. De ligger voldoet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

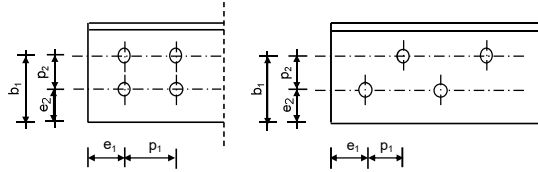
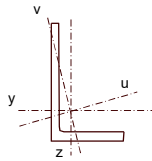
NEN-EN 1993-1-1 and EN 1993-3-1

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	$N_{b,Rd} = \eta \chi A f_y / \gamma_{M1}$	
$L_{y,buc} = 0.70$ 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

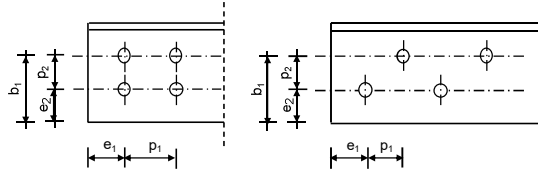
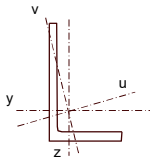
	F_{Rd} (kN)	U.C.		F_{Rd} (kN)	U.C.
Compression			Tension		
Cross section angle $F_{u,Rd} = 245$	0.21		Net section angle $F_{u,Rd} = 107$	0.45	
Cross section tie plate $F_{u,Rd} = 355$	0.15		Net section tie plate $F_{u,Rd} = 289$	0.17	
Shear strength $F_{v,Rd} = 121$	0.43		Block shear $F_{u,Rd} = 194$	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 < 1,00 OK**

Results stability

	$\lambda_{eff,rel}$	λ_{eff}	$\lambda_{eff,mod}$	χ_{buc}	η	$N_{b,Rd} = \eta \chi A_f \gamma_{M1}$
$L_{y,buc} = 1.16$ 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 $F_{u,Rd} = 289$	289	0.28	Net section angle $F_{u,Rd} = 129$	129	0.79
Cross section tie plate $F_{u,Rd} = 355$	355	0.23	Net section tie plate $F_{u,Rd} = 275$	275	0.37
Shear strength $F_{v,Rd} = 188$	188	0.43	Block shear $F_{u,Rd} = 250$	250	0.40
Bearing strength $F_{b,Rd} = 191$	191	0.42	Shear strength $F_{v,Rd} = 188$	188	0.54
Combined effect $F_{v,Rd} = 188$	188	0.43	Bearing strength $F_{b,Rd} = 176$	176	0.58
		elastisch	Combined effect $F_{v,Rd} = 160$	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], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Nx, Lijnen (gevuld)	18
Vakwerkstaven	6	[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), My, Lijnen (gevuld)	19
Staven	7	[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Mz, Lijnen (gevuld)	20
Tekening profielen	8	[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Vy, Lijnen (gevuld)	21
Profielen	9	[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Vz, Lijnen (gevuld)	22
Materialen	11	Vakwerkstaafkrachten [Lineair, Omhullende (Alle UGT), L70x6]	23
Knooppopleggingen	12	Vakwerkstaafkrachten [Lineair, Omhullende (Alle UGT), L60x6]	23
Belastinggevallen	13	Staaftkrachten [Lineair, Omhullende (Alle UGT), Liggers]	23
Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen	13	Staaftkrachten [Lineair, Omhullende (Alle UGT), onderrand]	24
EG	14	[I], > Liggers, Lineair, Omhullende (Alle UGT), Sominmax, Lijnen (gevuld)	25
EG: Staaf eigen gewicht	15	[I], > onderrand, Lineair, Omhullende (Alle UGT), Sominmax, Lijnen (gevuld)	26
ULS 1a_100	15	[I], > HEB160, Lineair, Omhullende (Alle UGT), Sominmax, Lijnen (gevuld)	27
ULS 1a_100: Knooppbelastingen	16	[I], Lineair, Co #1 (UGT), eZ, Lijnen	28
ULS 3_100	16	[I], Lineair, Co #2 (UGT), eZ, Lijnen	29
ULS 3_100: Knooppbelastingen	17	[I], Lineair, Co #3 (UGT), eZ, Lijnen	30

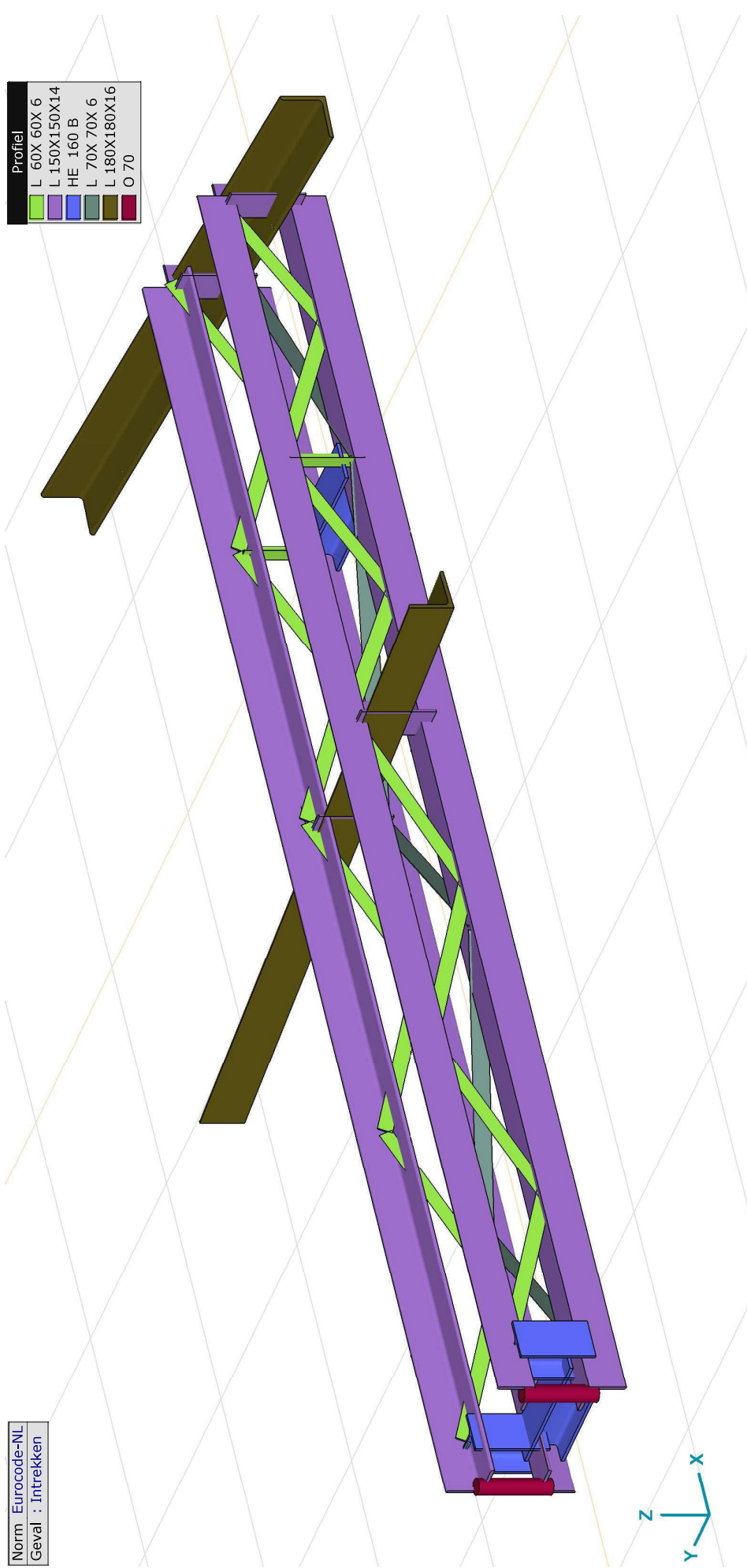
Project: ZW380oost - HA+0_ci

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

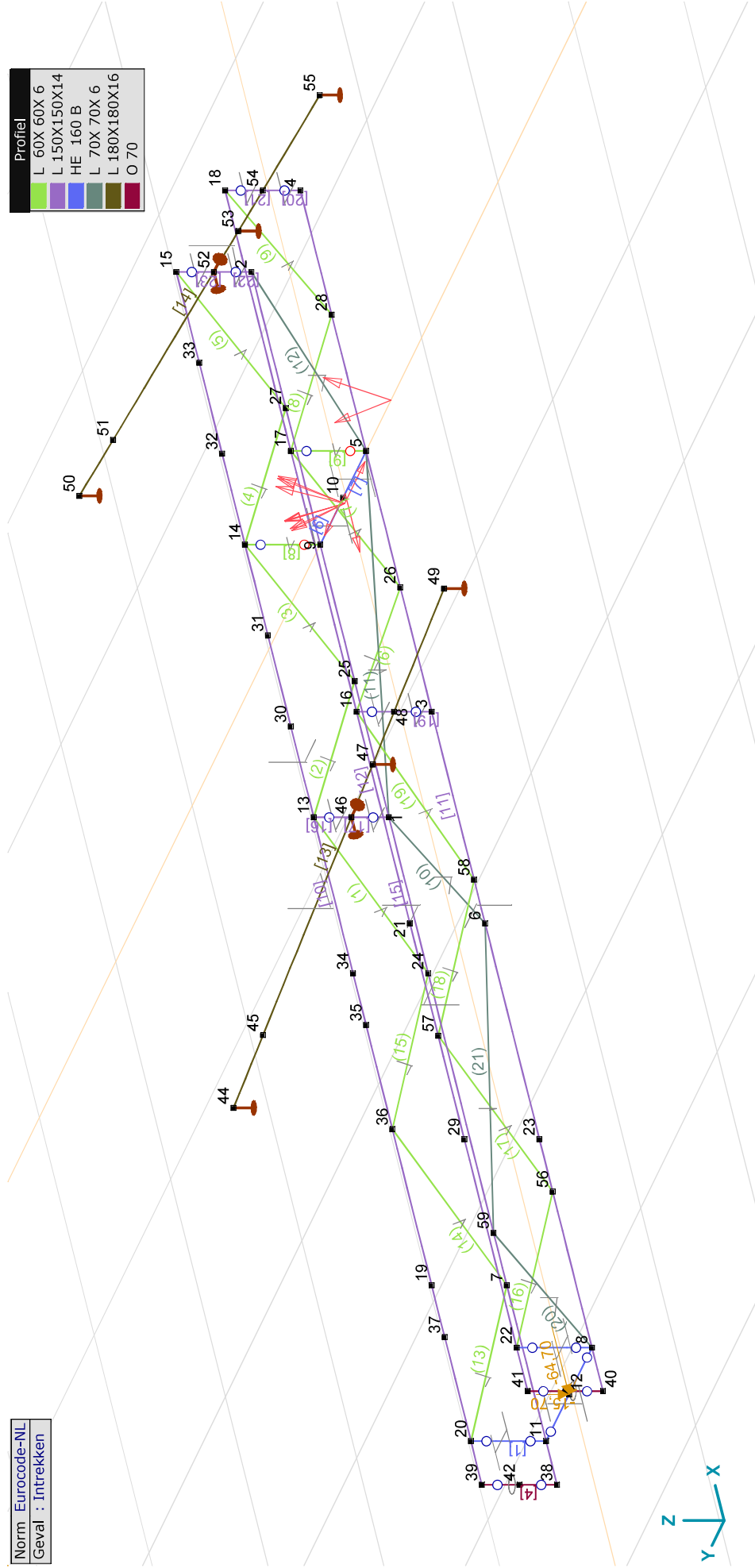
Project: ZW380oost - HA+0_ci

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	j-i	S 355	1	Auto	.	
2	13	→ 25	i-j	S 355	1	Auto	.	
3	14	← 25	j-i	S 355	1	Auto	.	
4	14	→ 27	i-j	S 355	1	Auto	.	
5	15	← 27	j-i	S 355	1	Auto	.	
6	16	→ 26	i-j	S 355	1	Auto	.	
7	17	← 26	j-i	S 355	1	Auto	.	
8	17	→ 28	i-j	S 355	1	Auto	.	
9	18	← 28	j-i	S 355	1	Auto	.	
10	1	← 6	j-i	S 355	2	Auto	.	
11	1	→ 5	i-j	S 355	2	Auto	.	
12	2	← 5	j-i	S 355	2	Auto	.	
13	7	← 20	j-i	S 355	1	Auto	.	
14	7	→ 36	i-j	S 355	1	Auto	.	
15	24	← 36	j-i	S 355	1	Auto	.	
16	22	→ 56	i-j	S 355	1	Auto	.	
17	56	→ 57	i-j	S 355	1	Auto	.	
18	57	→ 58	i-j	S 355	1	Auto	.	
19	16	← 58	j-i	S 355	1	Auto	.	
20	8	→ 59	i-j	S 355	2	Auto	.	
21	6	← 59	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	← 11	0,600	j-i	S 355	5	5	Auto	Schar-Z	Schar-Z
3	← 22	0,300	i-j	S 355	5	5	R3	Schar-Z	Schar-Z
4	← 39	0,300	j-i	S 355	6	6	R3	Schar-YZ	Schar-YZ
5	← 41	0,300	i-j	S 355	6	6	R3	Schar-YZ	Schar-YZ
6	← 10	0,300	i-j	S 355	5	5	Auto	.	.
7	← 10	0,300	j-i	S 355	5	5	Auto	.	.
8	← 14	0,300	i-j	S 355	1	1	Auto	Bol	Schar-YZ
9	← 17	0,300	i-j	S 355	1	1	Auto	Bol	Schar-YZ
10	← 39	5,576	i-j	S 355	3	3	Auto	.	.
11	← 40	5,520	j-i	S 355	3	3	R2	.	.
12	← 41	5,520	j-i	S 355	3	3	Auto	.	.
13	← 49	2,963	i-j	S 355	4	4	Auto	.	.
14	← 55	2,963	j-i	S 355	4	4	Auto	.	.
15	← 38	5,576	j-i	S 355	3	3	R12	.	.
16	← 46	0,150	j-i	S 355	3	3	Auto	.	000110
17	← 46	0,150	j-i	S 355	3	3	Auto	000110	.
18	← 48	0,150	j-i	S 355	3	3	Auto	.	000110
19	← 48	0,150	i-j	S 355	3	3	Auto	000110	.
20	← 54	0,150	i-j	S 355	3	3	Auto	000110	.
21	← 54	0,150	j-i	S 355	3	3	Auto	.	000110
22	← 52	0,150	i-j	S 355	3	3	Auto	000110	.
23	← 52	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;

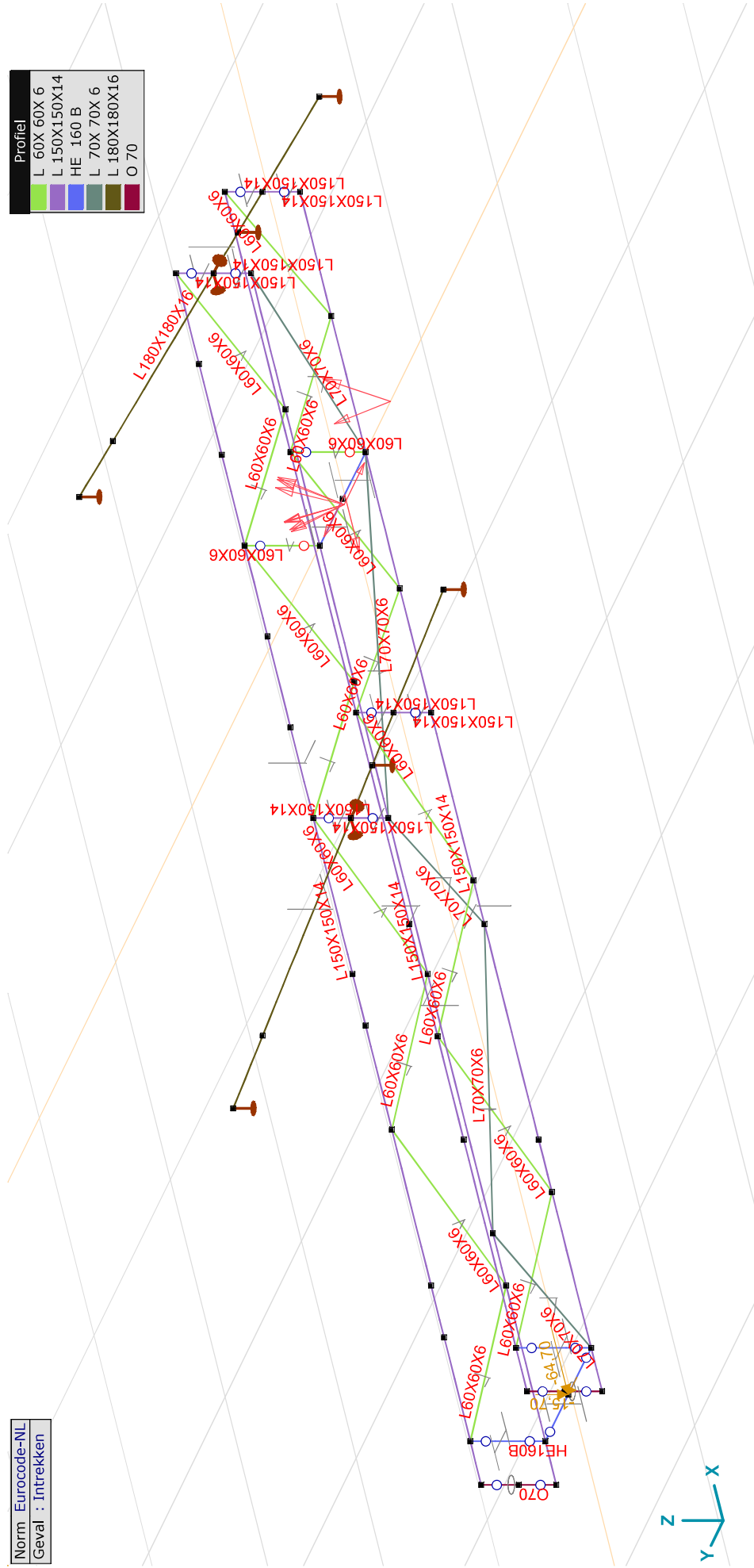
Project: ZW380oost - HA+0_ci

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**: Doorsnede-oppervlak; **I_x**: Torsietraagheidsmoment; **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
1 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}
1 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}:** Trillingsstijfheid; **Naam_{zz}:** 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;

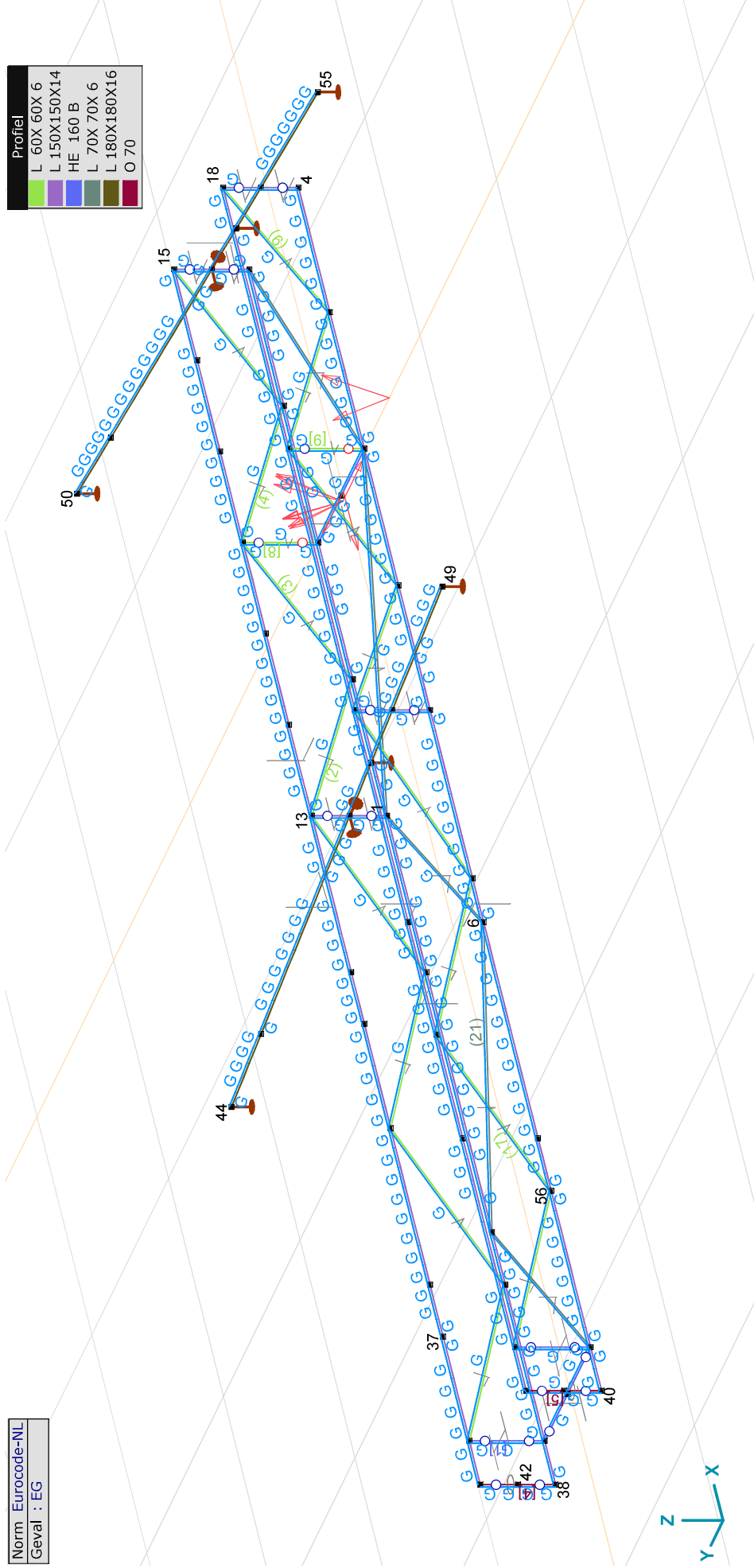
Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

Norm Eurocode-NL
Geval : EG

Profiel	
L 60X 60X 6	Green
L 150X150X14	Purple
HE 160 B	Blue
L 70X 70X 6	Light Blue
L 180X180X16	Olive
O 70	Red



EG

Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

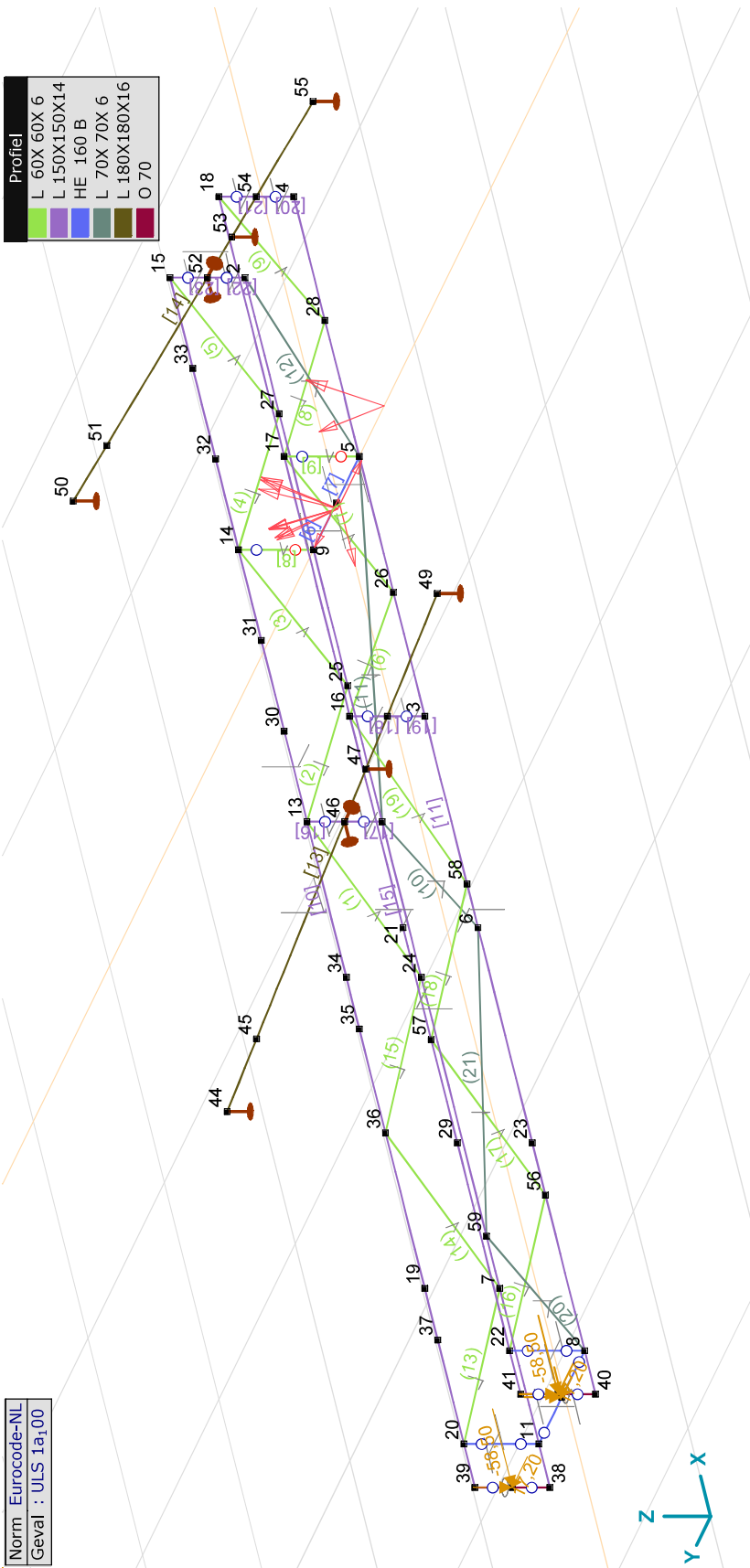
EG: Staaf eigen gewicht

	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

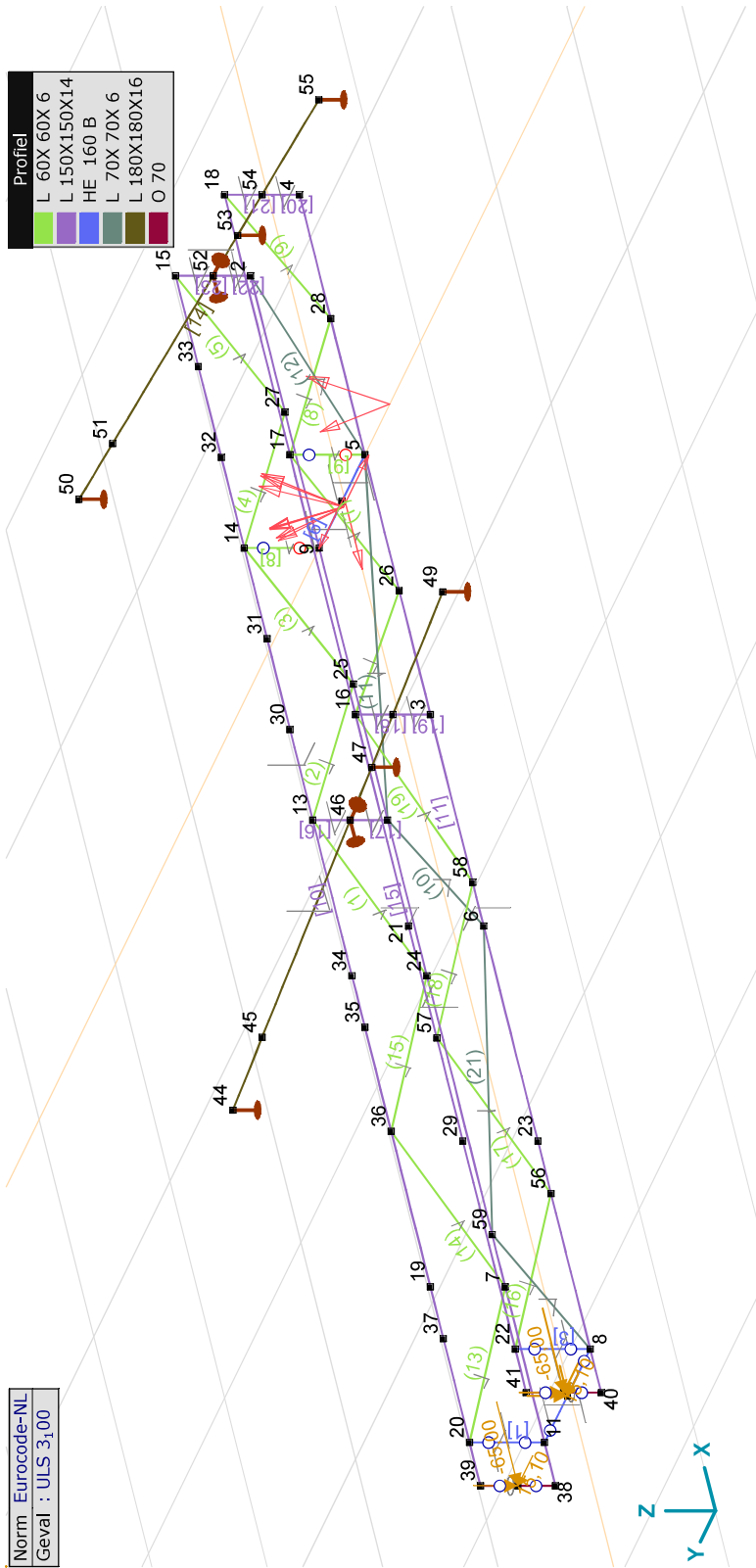
Constructeur: DNV GL - Energy

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

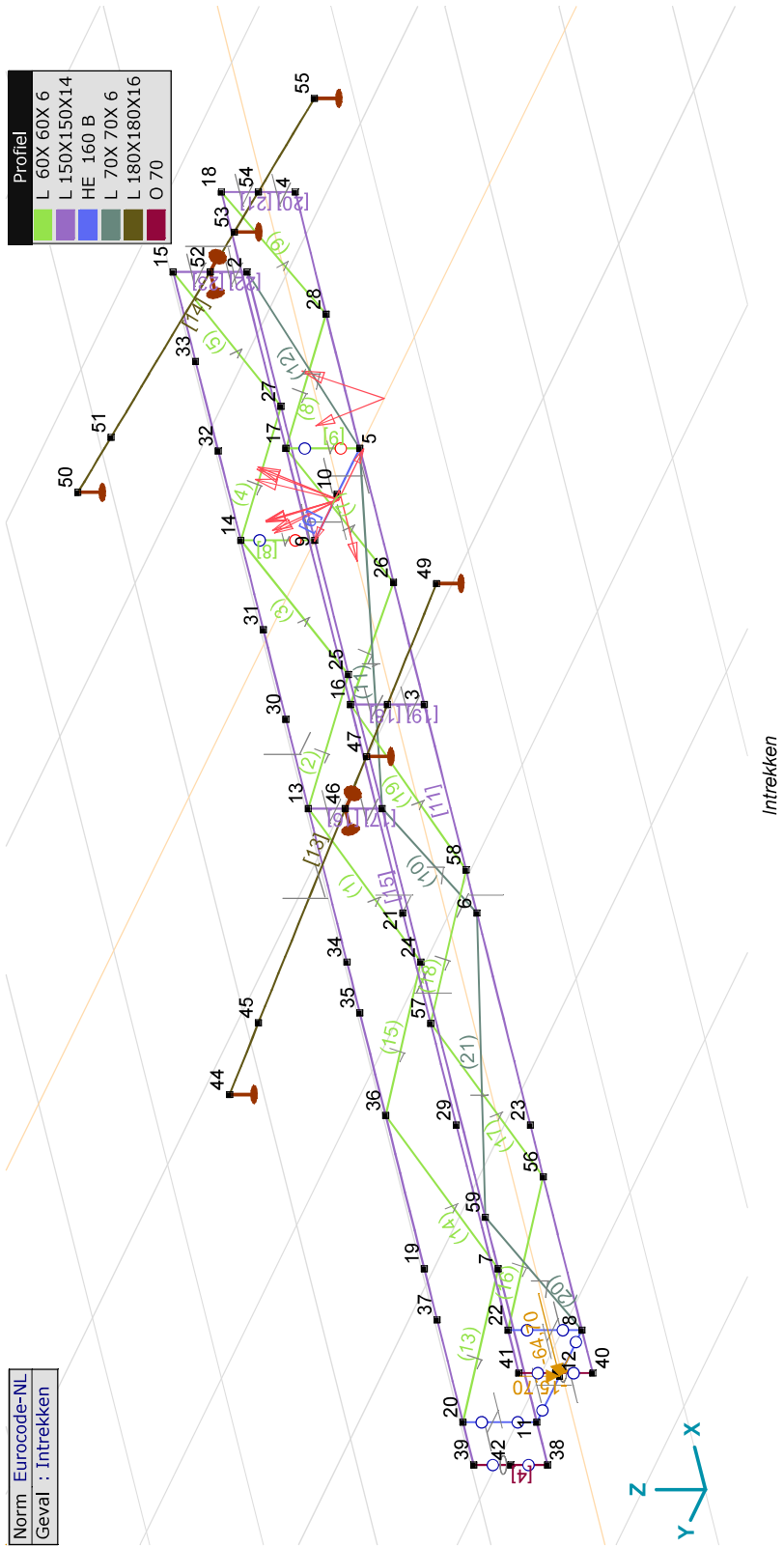
Constructeur: DNV GL - Energy

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

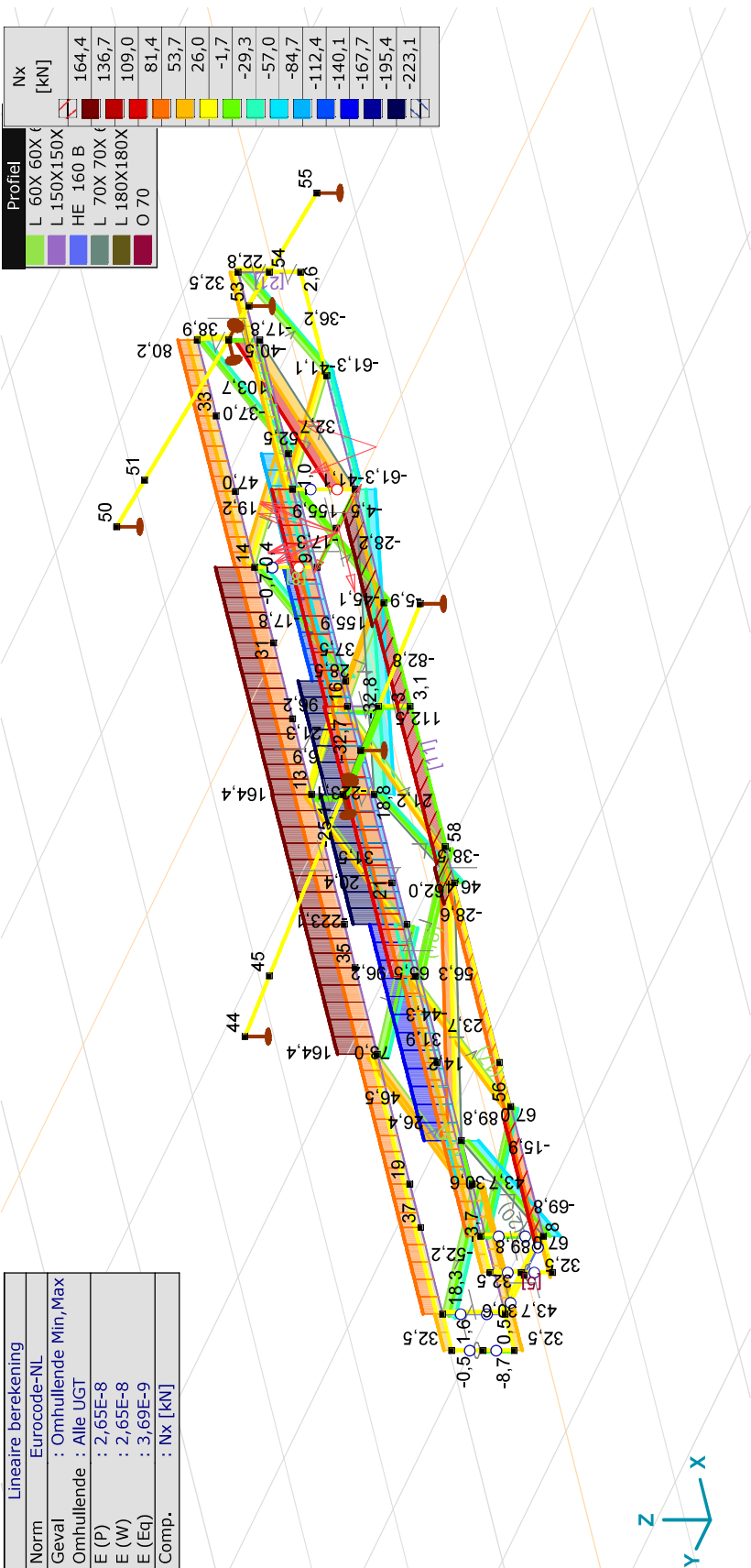
Intrekken: Knoopbelastingen

Richting	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
12 Globaal	-64,70	11,40	-15,70	0	0	0

Fx, Fy, Fz: Belastingkracht component; Mx, My, Mz: 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)

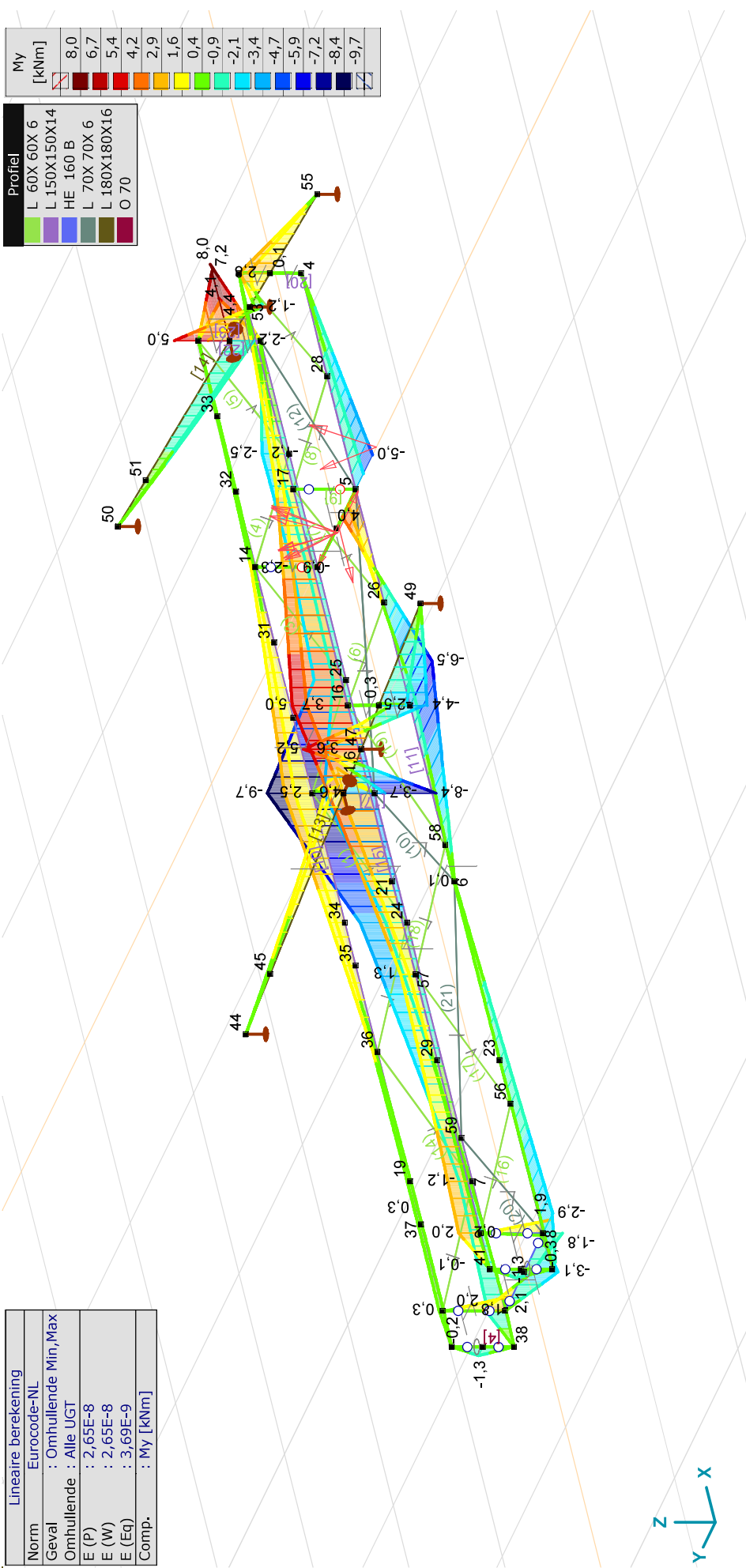
Project: ZW380oost - HA+0_ci

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	My [kNm]
L 60X 60X 6	8,0
L 150X150X14	6,7
HE 160 B	5,4
L 70X 70X 6	4,2
L 180X180X16	2,9
O 70	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)

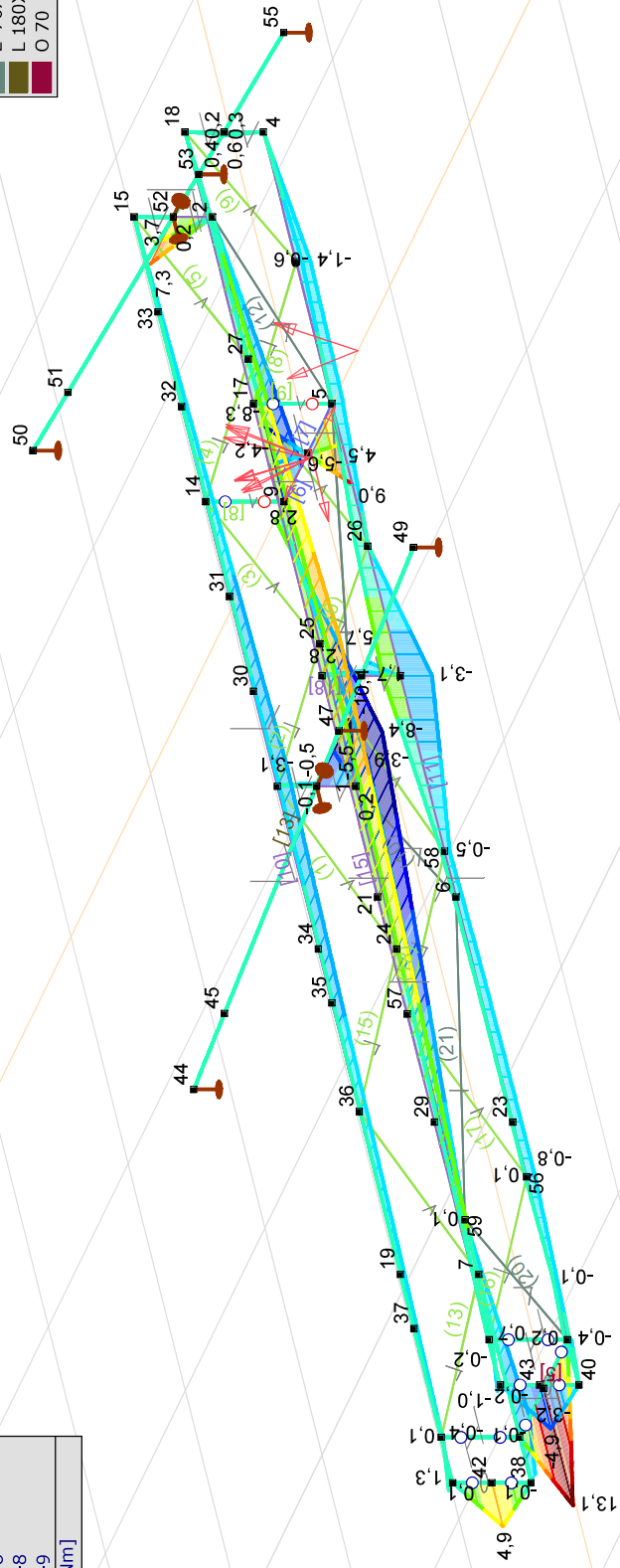
Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

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.	: 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)

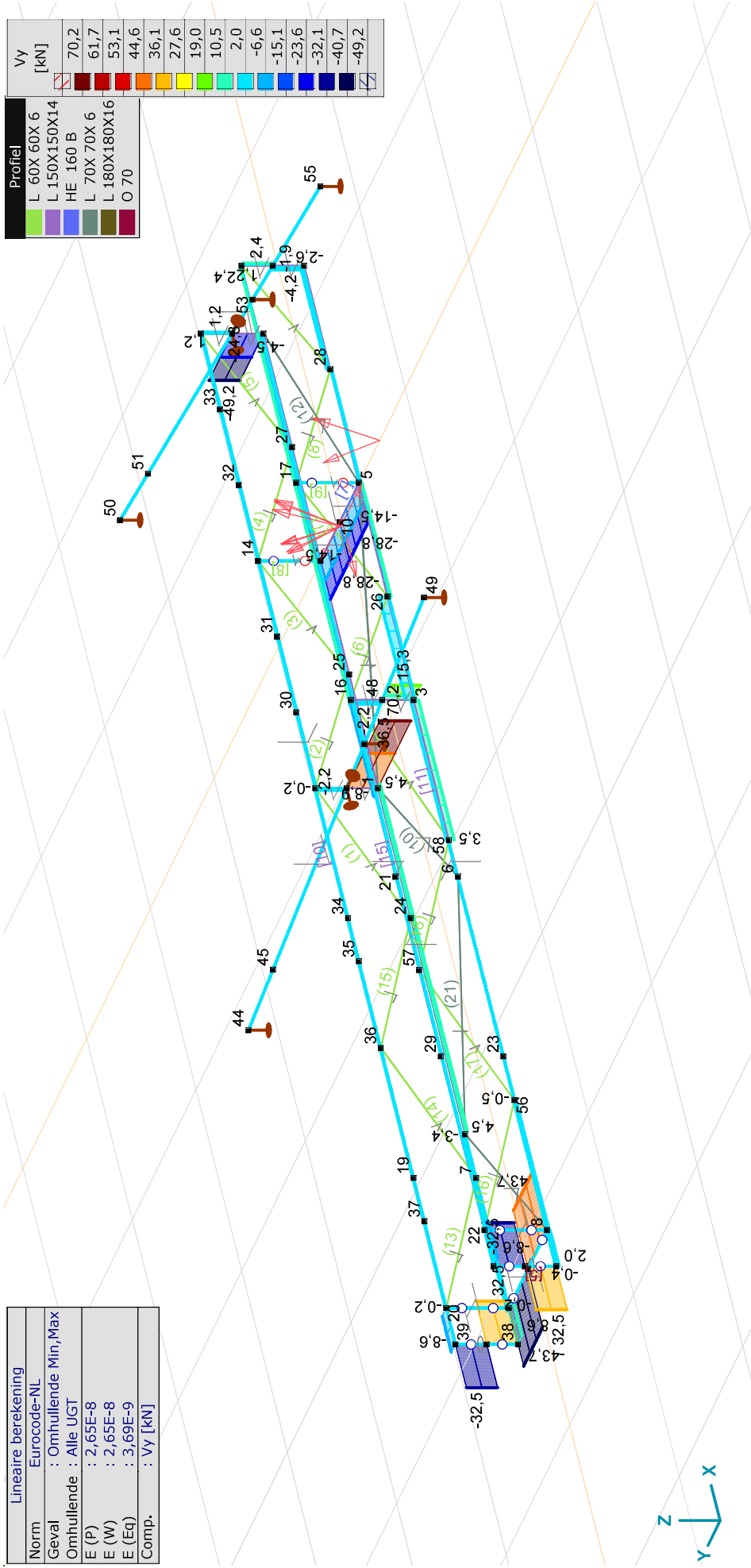
Project: ZW380oost - HA+0_ci

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)

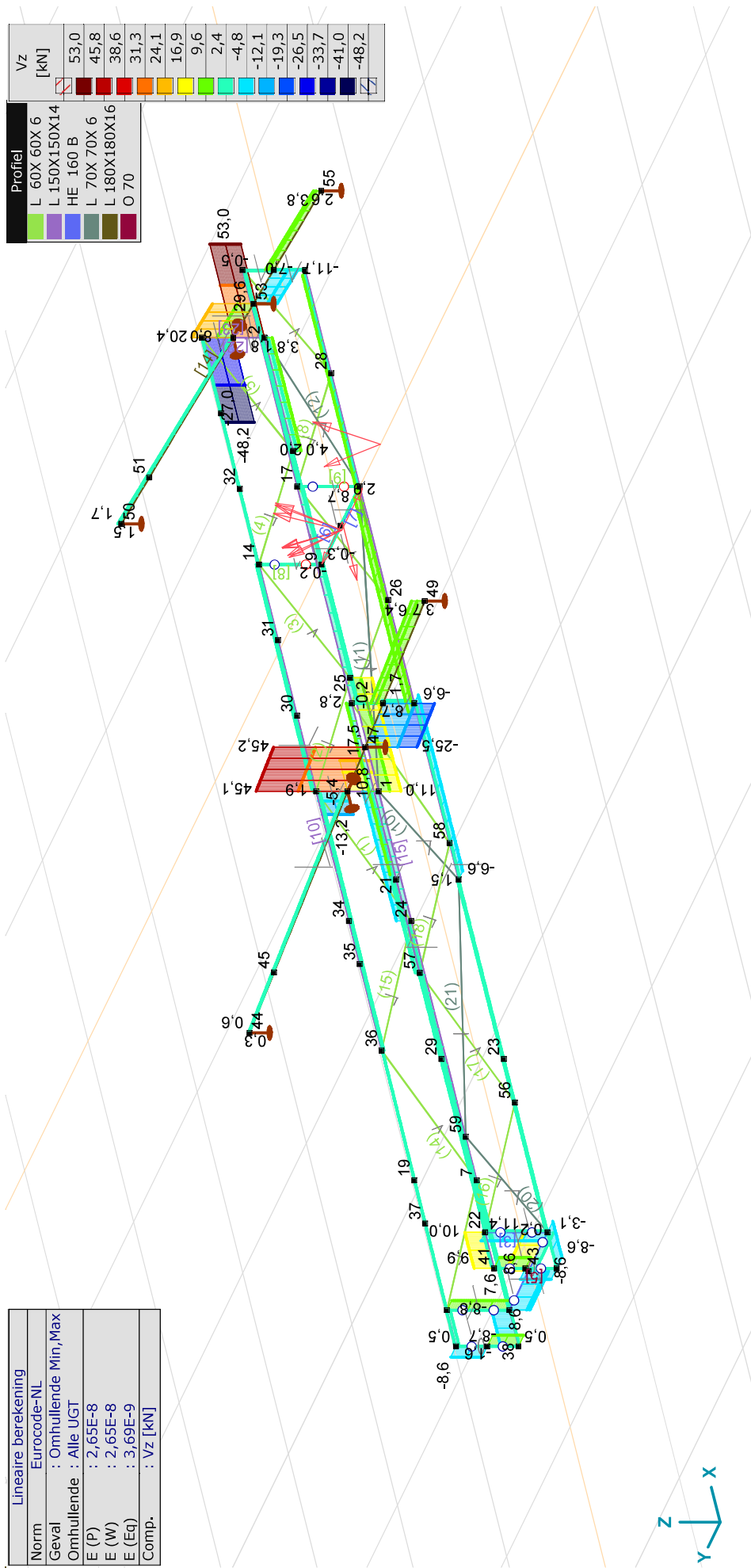
Project: ZW380oost - HA+0_ci

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: HA+0_ci - MT.axs

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. : 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]
			Nx min	Nx max		
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]
			Nx min	Nx max		
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]
			Nx min	Nx max									
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.

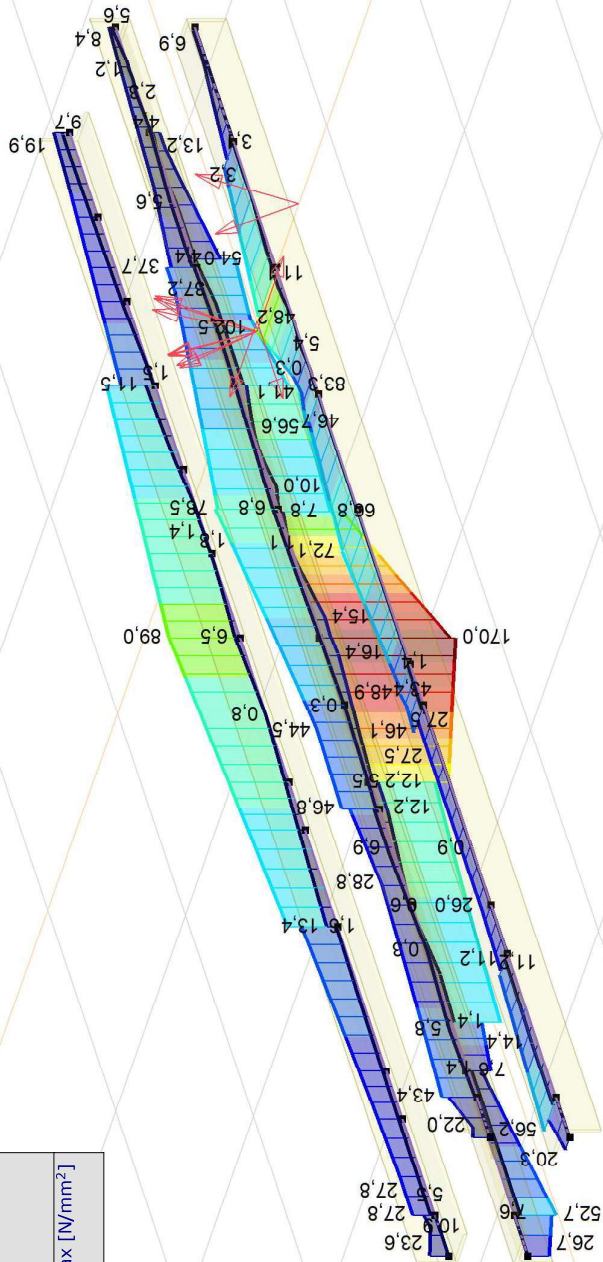
Project: ZW380oost - HA+0_ci

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



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

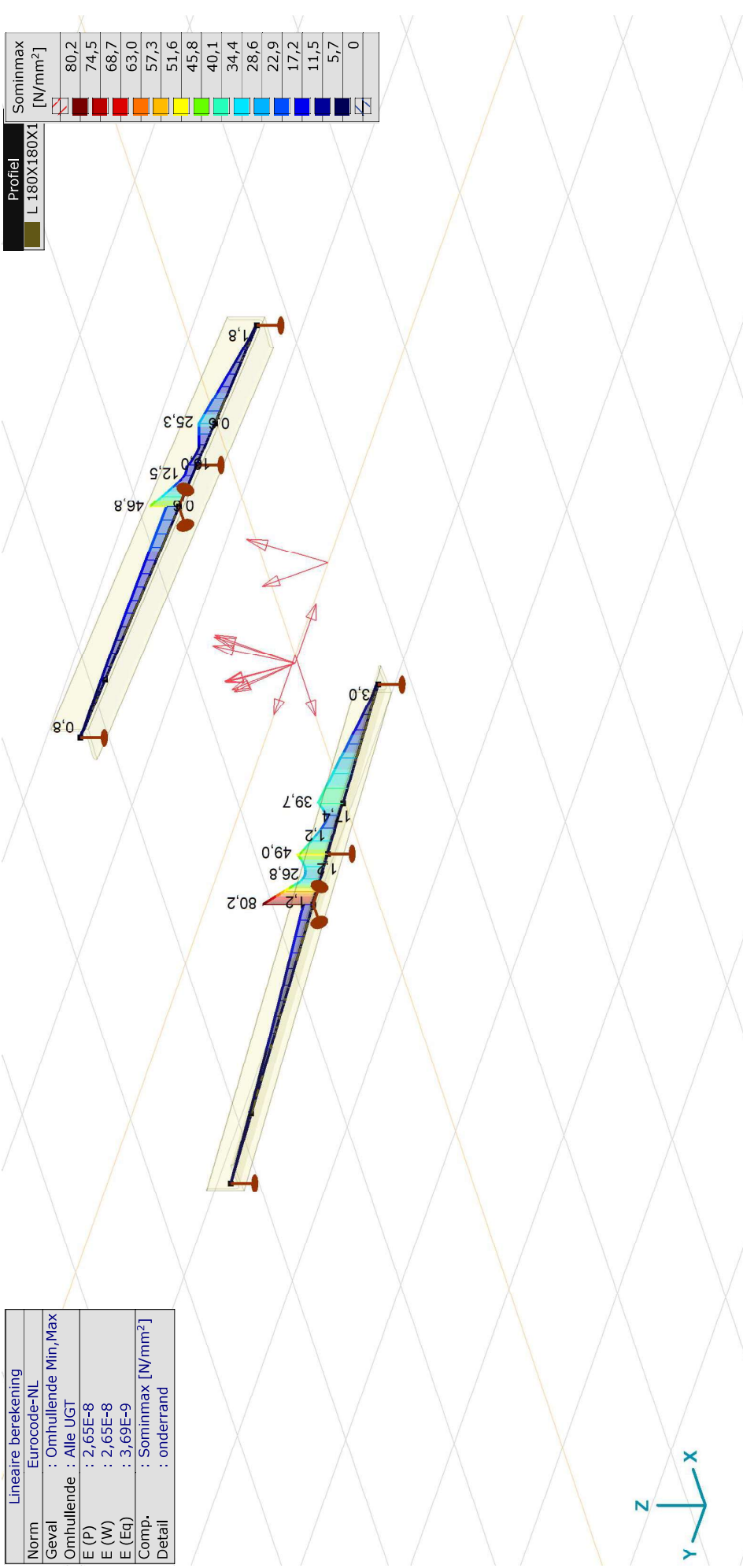
Project: ZW380oost - HA+0_ci

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	L 180X180X1
Sominmax	[N/mm ²]
	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)

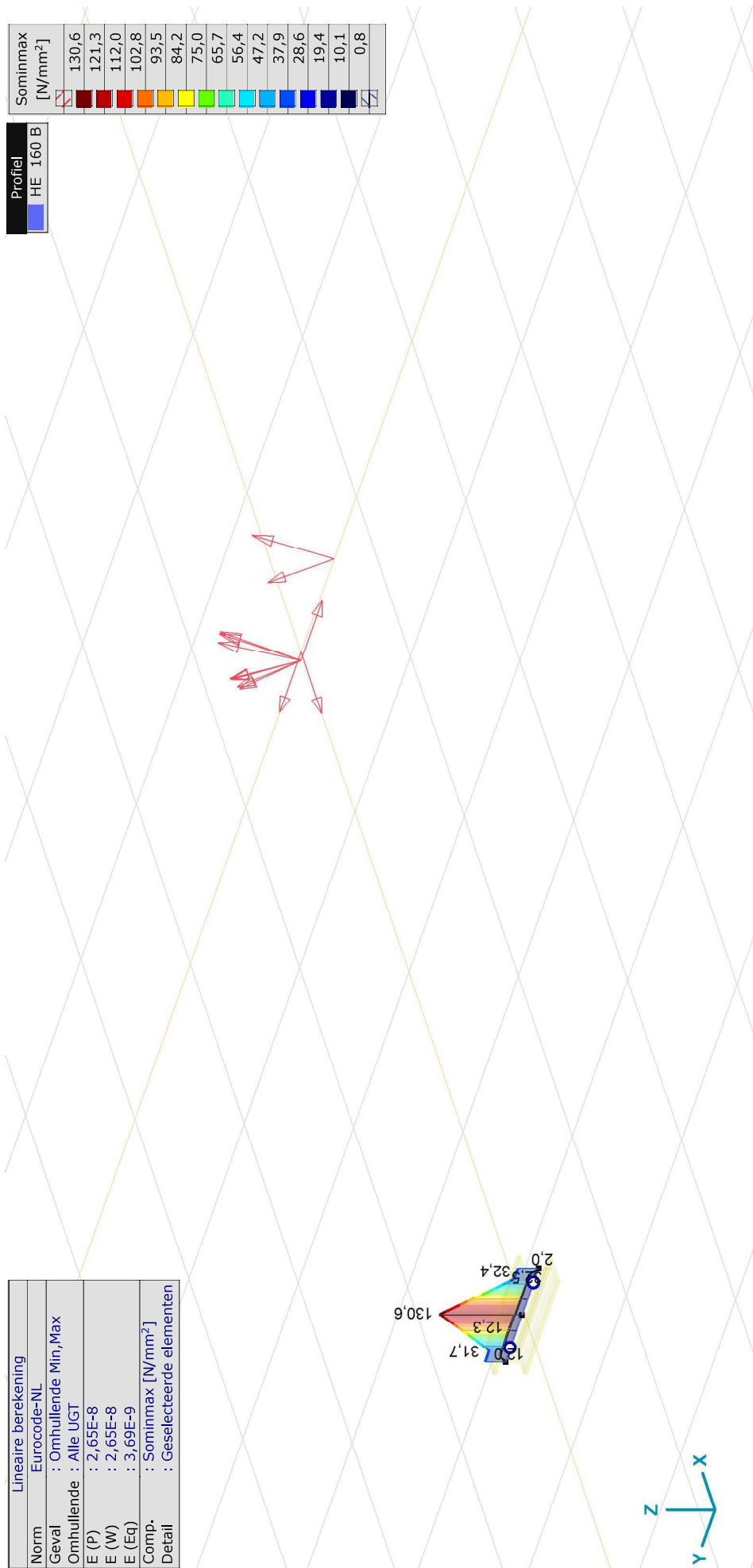
Project: ZW380oost - HA+0_ci

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

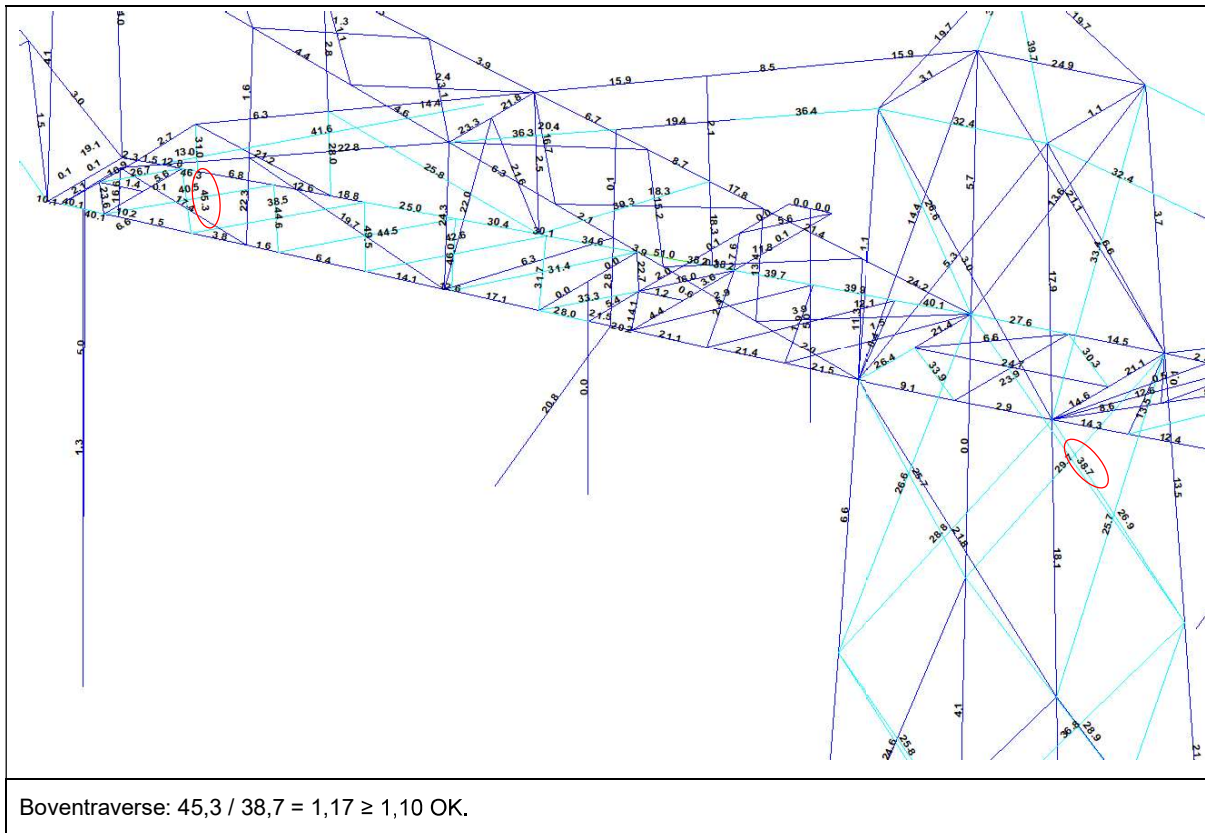


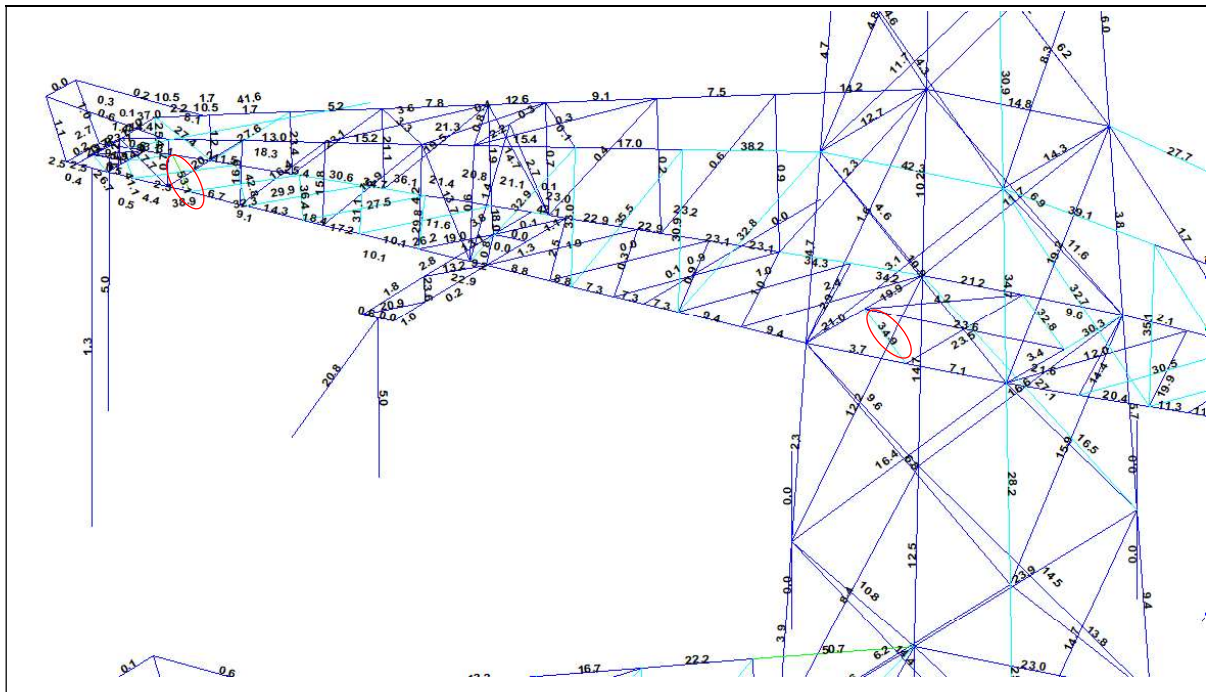
[[1] > HEB160, Lineair, Omhullende (Alle UGT), Sominmax, Lijnen (gevuld)

APPENDIX F

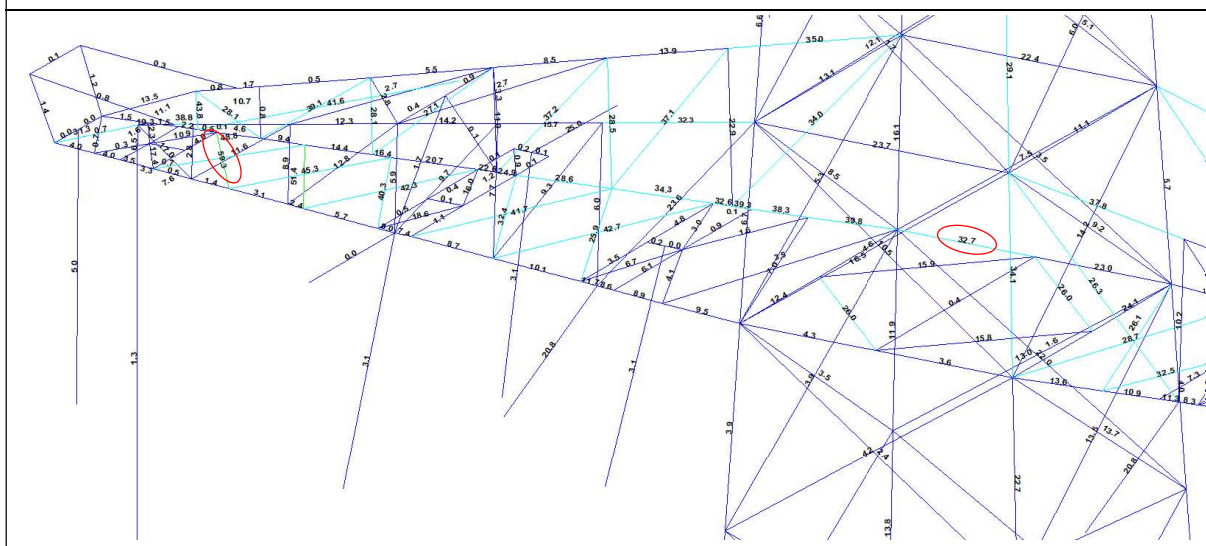
Sterkte-coördinatie

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

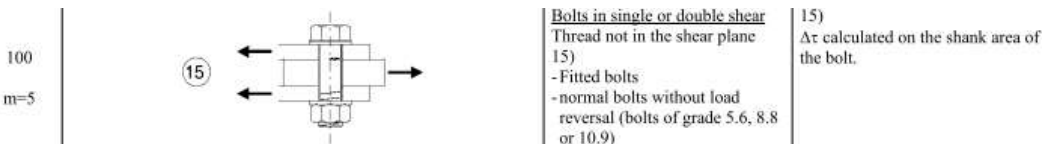
In het uitgangspuntendocument is beschreven dat wordt uitgegaan van een materiaalfactor voor vermoeiing $\gamma_{mf} = 1,15$. Dit komt overeen met de “Safe-life methode” met “Low consequence” van tabel 3.1 van NEN-EN 1993-1-9 of met “Damage tolerant” en “High consequence”.

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

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

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

Resultaten

In de tabellen zijn de resultaten van mast 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_i [kN]	Brutto [mm ²]	Netto [mm ²]	$\Delta \sigma_{i0}$ [Mpa]	DC _{i0} [Mpa]	$\Delta \sigma_{i0}$ [Mpa]	UC opp.	ΔF_i [kN]	Bout [mm ²]	Opp. Bout [mm ²]	$\Delta \sigma_{i;b}$ [Mpa]	DC _{i;b} [Mpa]	$\Delta \sigma_{i;b}$ [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 [Mpa]	UC opp.	ΔF _{1b} [kN]	Bout [mm ²]	Δσ _{11b} [Mpa]	DC _{1b} [Mpa]	Δσ _{11b} Δσ _{11b} [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]	$\Delta\sigma_{jo}$ [Mpa]	DC _j [Mpa]	$\Delta\sigma_{cjo}$ [Mpa]	UC opp.	ΔF_o [kN]	Bout [mm ²]	Opp. Bout [mm ²]	$\Delta\sigma_{j;b}$ [Mpa]	DC _{j;b} [Mpa]	$\Delta\sigma_{c;b}$ [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	3	M24	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	2	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		1.0	7808	7808	0.1	50	43	0.00	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	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	0	0	0	1.9	9104	9104	0.2	50	43	0.00	2.9	0	0.0	100	87	0.00	0.00	
615	Earth peak horizontal	60x60x6	1	M16	1.0	690	582	1.7	50	50	43	0.04	1.5	201	7.5	100	87	0.09	0.09		
616	Earth peak horizontal	60x60x6	1	M16	1.0	690	582	1.8	50	43	43	0.04	1.5	201	7.7	100	87	0.09	0.09		
617	Earth peak horizontal	60x60x6	1	M16	0.0	690	582	0.0	50	43	43	0.00	0.0	201	0.2	100	87	0.00	0.00		
618	Beam top ca.	UNP220	0	0	4.6	3740	3740	1.2	50	43	43	0.03	7.0	0	0.0	100	87	0.00	0.00		
626	Upper chord top ca.	120x120x12	0	0	45.6	2750	2750	16.6	50	43	43	0.38	69.5	0	0.0	100	87	0.00	0.00		
627	Upper chord top ca.	120x120x12	4	M24	21.3	2750	2438	8.8	50	43	43	0.20	32.3	452	17.8	100	87	0.21	0.21		
628	Upper chord top ca.	120x120x12	6	M24	20.0	2750	2438	8.2	50	43	43	0.19	30.3	452	11.2	100	87	0.13	0.13		
629	Upper chord top ca.	120x120x12	3	M24	19.1	2750	2438	7.8	50	43	43	0.18	29.2	452	21.5	100	87	0.25	0.25		
630	Earth peak upper chord	130x130x12	4	M24	58.7	3000	2688	21.8	50	43	43	0.50	79.7	452	44.1	100	87	0.51	0.51		
631	Earth peak upper chord	130x130x12	0	0	49.8	3000	3000	16.6	50	43	43	0.38	69.9	0	0.0	100	87	0.00	0.00		
632	Earth peak upper chord	120x120x10	4	M24	47.2	2320	2060	22.9	50	43	43	0.53	66.2	452	36.6	100	87	0.42	0.42		
633	Earth peak upper chord	120x120x10	0	0	40.3	2320	2320	17.4	50	43	43	0.40	56.5	0	0.0	100	87	0.00	0.00		
634	Earth peak upper chord	120x120x10	0	0	30.3	2320	2320	13.0	50	43	43	0.30	42.4	0	0.0	100	87	0.00	0.00		
635	Earth peak upper chord	120x120x10	2	M20	15.9	2320	2100	7.6	50	43	43	0.17	22.2	314	35.4	100	87	0.41	0.41		
637	Stability bracing top ca.	70x70x7	1	M16	8.6	940	814	10.6	50	43	43	0.24	12.9	201	64.3	100	87	0.74	0.74		
638	Earth peak horizontal	HEB160	2	M20	4.7	5430	5254	0.9	50	43	43	0.02	6.6	314	10.6	100	87	0.12	0.12		
640	Vertical side face top ca.	60x60x6	2	M16	3.7	690	582	6.3	50	43	43	0.15	5.3	201	13.3	100	87	0.15	0.15		
641	Vertical side face top ca.	80x80x6	2	M20	13.5	940	808	16.7	50	43	43	0.38	20.2	314	32.2	100	87	0.37	0.37		
642	Vertical side face top ca.	80x80x6	1	M16	2.7	940	832	3.2	50	43	43	0.07	3.9	201	19.5	100	87	0.22	0.22		
643	Vertical side face top ca.	80x80x6	1	M16	0.2	940	832	0.2	50	43	43	0.01	0.3	201	1.6	100	87	0.02	0.02		
644	Vertical side face top ca.	80x80x6	1	M16	7.2	940	832	8.6	50	43	43	0.20	11.0	201	54.6	100	87	0.63	0.63		
645	Vertical side face top ca.	80x80x8	1	M16	0.1	1230	1086	0.1	50	43	43	0.00	0.2	201	0.9	100	87	0.01	0.01		
646	Earth peak vertical side face	60x60x6	1	M16	0.3	690	582	0.5	50	43	43	0.01	0.4	201	2.2	100	87	0.02	0.02		
660	Diag side face top ca.	80x80x6	2	M16	5.5	940	832	6.6	50	43	43	0.15	7.6	201	18.9	100	87	0.22	0.22		
661	Diag side face top ca.	90x90x8	2	M20	4.9	1390	1246	3.9	50	43	43	0.09	7.2	201	18.0	100	87	0.21	0.21		
662	Diag side face top ca.	90x90x8	2	M20	7.3	1390	1214	6.0	50	43	43	0.14	10.7	314	17.1	100	87	0.20	0.20		
663	Earth peak diag side face	80x80x6	1	M16	0.3	940	832	0.3	50	43	43	0.01	0.4	201	1.8	100	87	0.02	0.02		
664	Stability bracing top ca.	80x80x8	2	M16	16.5	1230	1086	15.2	50	43	43	0.35	24.9	201	61.9	100	87	0.71	0.71		
673	Earth peak diag upper side	60x60x6	2	M16	7.1	690	582	12.2	50	43	43	0.28	10.0	201	24.8	100	87	0.29	0.29		
674	Earth peak diag upper side	60x60x6	2	M16	5.9	690	582	10.1	50	43	43	0.23	8.3	201	20.6	100	87	0.24	0.24		
675	Diag lower plane top ca.	70x70x6	2	M20	14.0	810	678	20.7	50	43	43	0.48	19.6	314	31.1	100	87	0.36	0.36		
676	Diag lower plane top ca.	70x70x6	2	M20	17.8	810	678	26.2	50	43	43	0.60	24.9	314	39.7	100	87	0.46	0.46		
677	Diag lower plane top ca.	70x70x6	2	M20	16.5	810	678	24.3	50	43	43	0.56	23.1	314	36.7	100	87	0.42	0.42		
678	Diag lower plane top ca.	70x70x6	2	M20	13.3	810	678	19.6	50	43	43	0.45	20.2	314	32.2	100	87	0.37	0.37		
679	Diag lower plane top ca.	70x70x6	2	M20	13.5	810	678	19.9	50	43	43	0.46	20.5	314	32.7	100	87	0.38	0.38		
680	Diag lower plane top ca.	70x70x6	2	M20	16.4	810	678	24.2	50	43	43	0.56	25.0	314	39.8	100	87	0.46	0.46		
681	Diag lower plane top ca.	70x70x6	2	M20	26.1	810	678	38.6	50	43	43	0.89	39.9	314	63.5	100	87	0.73	0.73		
682	Diag lower plane top ca.	70x70x6	2	M20	28.5	810	678	42.1	50	43	43	0.97	43.6	314	69.4	100	87	0.80	0.80		
683	Diag lower plane top ca.	80x80x6	2	M20	30.6	940	808	37.8	50	43	43	0.87	46.7	314	74.3	100	87	0.85	0.85		
684	Diag lower plane top ca.	80x80x6	2	M20	31.6	940	808	39.1	50	43	43	0.90	48.3	314	76.9	100	87	0.88	0.88		
685	Diag lower plane top ca.	60x60x6	2	M16	11.3	690	582	19.4	50	43	43	0.45	17.3	201	43.0	100	87	0.49	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]	$\Delta\sigma_{i,j}$ [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		
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		0.9	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		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		0.5	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		0.8	5430	5430	0.1	50	43	0.00	1.1	0	0.0	100	87	0.00			
708a	post_insulator_end_beam	HEB160	0		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		0.2	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.