

## B.8 Mastrapportage solo-hoekmast

ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN

# Mastrapport solo-hoekmast HC+0/s

TenneT TSO B.V.

Meridian doc.nr.: 002.678.00.0928555

Rapport nr.: 21-0819, Rev. 1

Datum: 2021-07-26

DATUM:	01-10-2021
STATUS TENNET:	DEFINITIEF
REVISIE TENNET:	1.0







Projectnaam: Zuid-West 380 kV Oost Verbindingen  
Rapport titel: Mastrapport solo-hoekmast HC+0/s  
Klant: TenneT TSO B.V.,  
Contactpersoon klant: [REDACTED]  
Datum uitgave: 2021-07-26  
Project nr.: 10124719  
Organisatie unit: TDT  
Meridian doc.nr.: 002.678.00.0928555  
Rapport nr.: 21-0819, 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:**

[Trefwoorden]

Rev.	Datum	Reden van uitgave	Auteur	Beoordelaar	Goedkeuder
0	2021-06-15	Eerste uitgave	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
1	2021-07-26	RFA-commentaar verwerkt	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

## Inhoudsopgave

1	INLEIDING .....	1
2	UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN .....	2
2.1	Normen	2
2.2	TenneT-specificaties	2
2.3	Eisenverificatie	2
2.4	Ontwerprapporten	2
2.5	Materialen	2
2.6	Software	3
3	MASTONTWERP .....	4
3.1	Mastbeelden	4
3.2	Uitgangspunten berekening	5
3.3	Mastenlijst	5
3.4	Geleiderbelastingen	5
3.5	Reacties op de fundering	5
3.6	Modellering	5
3.7	Overige controles	6
3.8	Mastgewicht	6
4	TOETSING .....	7
4.1	Resultaat PLS-TOWER	7
4.2	Toetsing overige onderdelen	8
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 solo-hoekmast HC+0/s, een masttype geschikt voor twee circuits 380 kV. 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

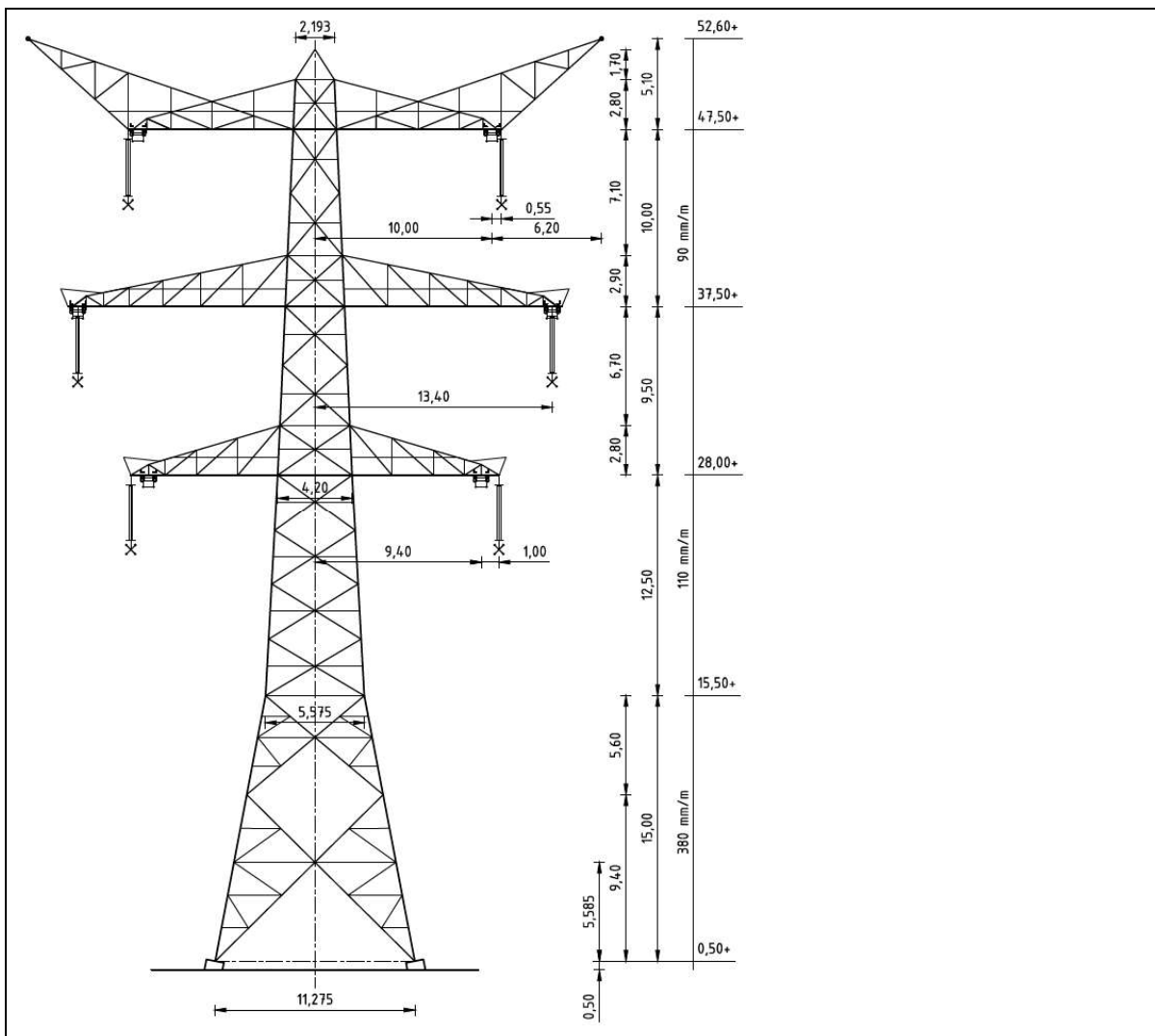
### 3 MASTONTWERP

#### 3.1 Mastbeelden

In dit hoofdstuk wordt het mastbeeld weergegeven met de belangrijkste maatvoering, voor volledige tekeningen van het masttype wordt verwezen naar onderstaande tekeningen:

- Mastbeeldtekening, Meridiannummer 002.678.00 0890099
- Overzichtstekening HC+0/s, Meridiannummer 002.678.00 0927489
- Principedetails solo-hoekmasten, Meridiannummer 002.678.00 0927498.

Masttype HC+0/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 HC+0/s

### 3.2 Uitgangspunten berekening

De uitgangspunten volgens Tabel 5 zijn van toepassing.

**Tabel 5 Uitgangspunten**

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

### 3.3 Mastenlijst

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

In Tabel 6 zijn alle masten in het tracé van het type HC+0/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 HC+0/s**

Mast-nummer	Masttype	Lijnhoek (°)	Wind span (m)	Weight span (m)	Hoogteverschil ba+ah (m)	Hoogteverschil back (m)	Hoogteverschil ahead (m)
<b>1052</b>	HC+0_s	136.8	388.0	360.9	-5.8	-2.0	-3.8

### 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. Masttype HC+0/s wordt berekend met minimale en maximale lijnhoek 120° en 140° voor dit type.

### 3.5 Reacties op de fundering

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

### 3.6 Modelling

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

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

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

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

### 3.7 Overige controles

In PLS-TOWER zijn niet alle elementen getoetst. Knikverkorterprofielen 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 HC+0/s 73,9 ton.

Ten opzichte van andere solo-masttypes onderscheidt masttype HC/s, zich door:

- Randstijl broekstuk is uitgevoerd in XEA200x24 in plaats van XEA200x20
- Randstijl tussenstuk 1 is uitgevoerd in XEA200x24 in plaats van XEA200x20
- Randstijl bovenstuk 1 is uitgevoerd in L200x24 in plaats van L200x20
- Randstijl bovenstuk 2 is uitgevoerd in L150x15 in plaats van L150x14
- Onderrand middentraverse is uitgevoerd in L180x16 in plaats van L160x15
- Onderrand boventraverse is uitgevoerd in L150x15 in plaats van L140x13
- Diagonalen in mastlichaam zijn verzaard
- Traverses zijn verschillend omdat ze langer zijn dan bij de andere masttypen. Daardoor zijn diverse profielen verzaard of toegevoegd.

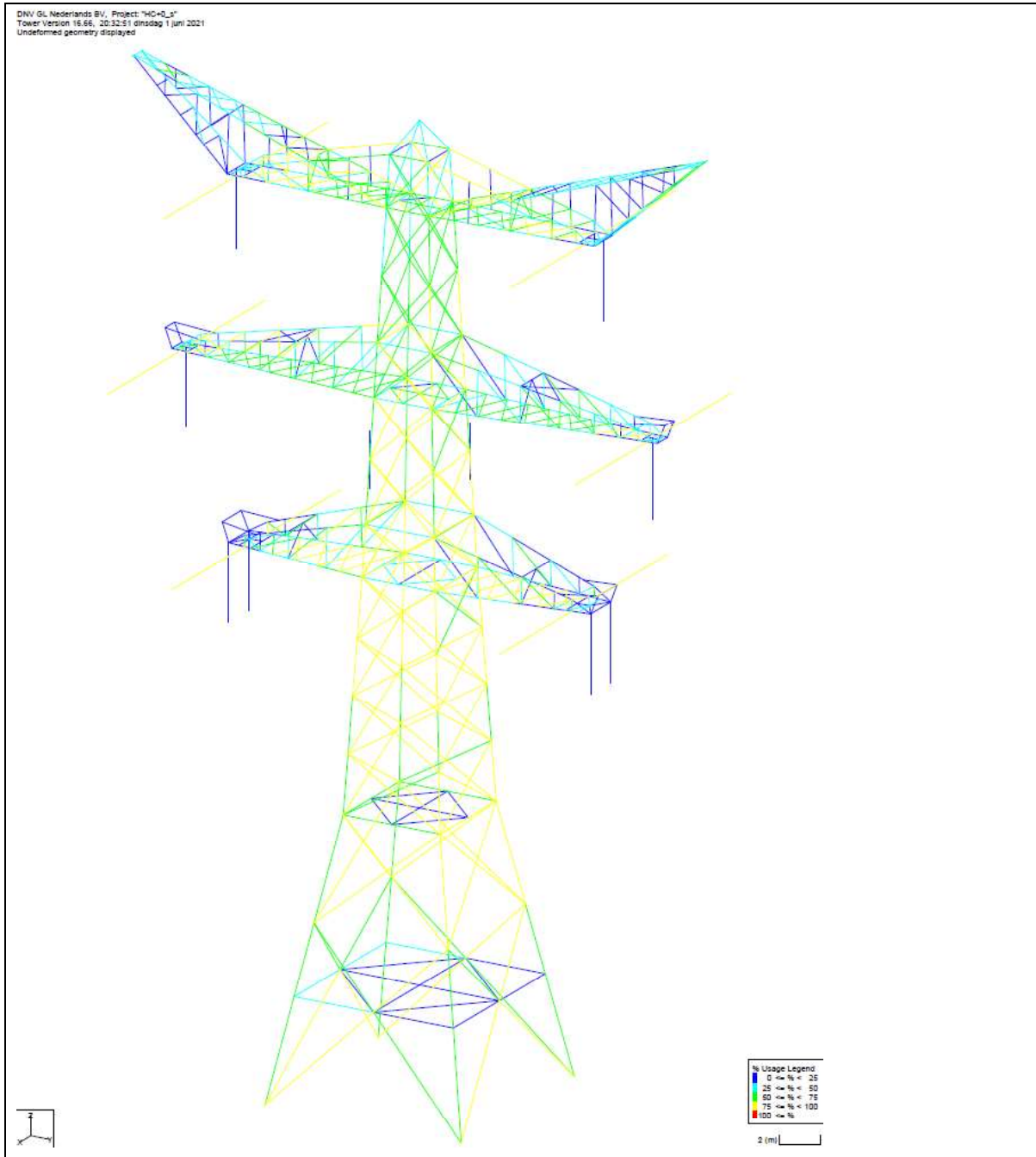


## 4 TOETSING

### 4.1 Resultaat PLS-TOWER

Het resultaat van de toetsing met PLS-TOWER is weergegeven in Figuur 2. De belastingen zijn bepaald voor het masttype HC+0/s, 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 2 Resultaat PLS-TOWER voor masttype HC+0/s**

## 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 2 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 HC+0/s – 120gr
- Masttype HC+0/s – 140gr
- Masttype HC+0/s – bouwfase
- Masttype HC+0/s – afspannen



Project: RLL-TLB380  
 Tower: HC+0\_s (120 gr)  
 Number: 1052

Auteur: TBR  
 Versie: v12.0

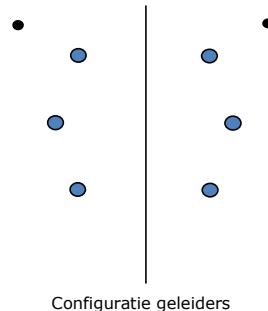
### Geleiderbelastingen

#### Algemeen

Benaming HC+0\_s (120 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 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 <sup>2</sup> ]
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	27,5 m	27,5 m	9,4 m
Circuit 1	11	380ct1f2	37,0 m	37,0 m	13,4 m
Circuit 1	12	380ct1f3	47,0 m	47,0 m	10,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	27,5 m	27,5 m	-9,4 m
Circuit 2	21	380ct2f2	37,0 m	37,0 m	-13,4 m
Circuit 2	22	380ct2f3	47,0 m	47,0 m	-10,0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	52,1 m	52,1 m	16,2 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	52,1 m	52,1 m	-16,2 m

Project: RLL-TLB380  
 Tower: HC+0\_s (120 gr)  
 Number: 1052

**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**

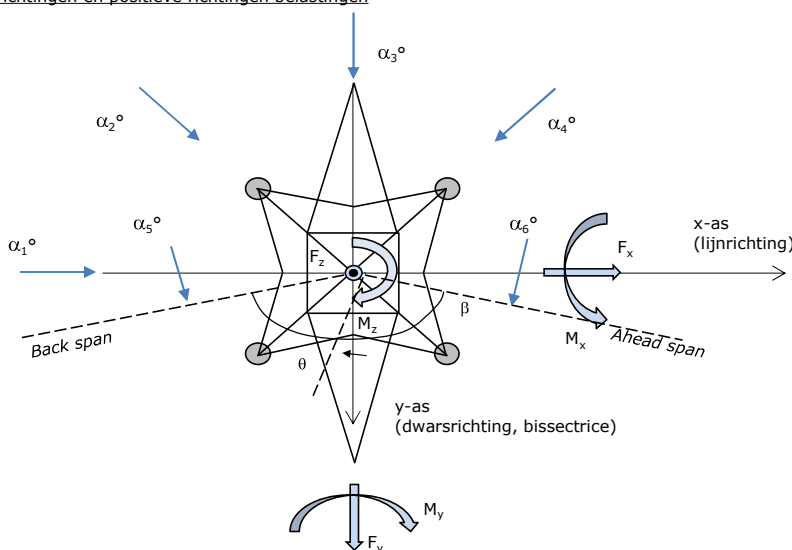
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h$ back	$\Delta h$ ahead	$\Delta y$ back	$\Delta y$ ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
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	$\beta$	120 °
Rotatie mast t.o.v. bissectrice	$\theta$	0 °
Vaklengte	400	400 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Beschouwde windrichtingen	$\alpha_1$	0 °
Windrichtingen volgens:	$\alpha_2$	45 °
Geleiderbelastingen	$\alpha_3$	90 °
	$\alpha_4$	135 °
	$\alpha_5$	60 °
	$\alpha_6$	120 °

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: HC+0\_s (120 gr)  
 Number: 1052

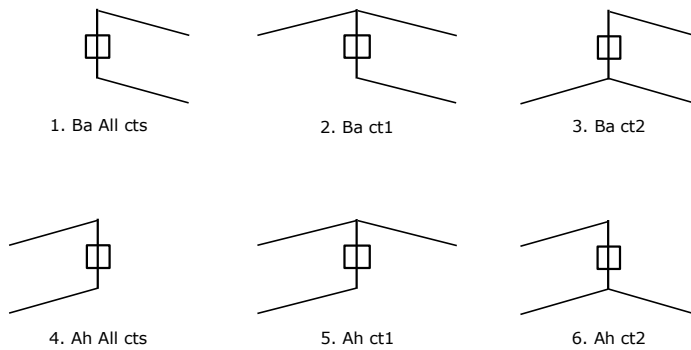
### Geleiderafval

		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
Bliksemendraad 1	b1	1	0	1	0	1	0
Bliksemendraad 2	b2	0	1	1	0	1	0

### Belastingsituaties SPLS

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

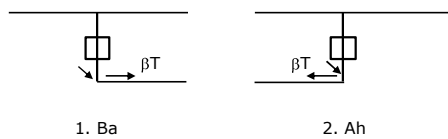
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: RLL-TLB380  
 Tower: HC+0\_s (120 gr)  
 Number: 1052

### Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

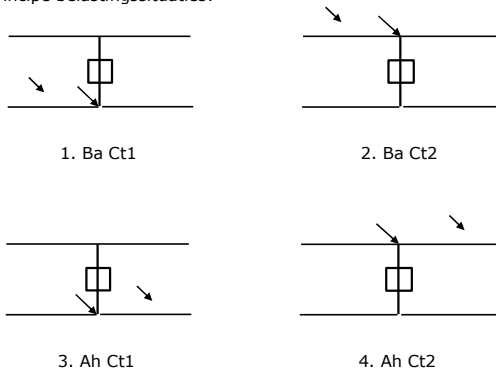
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden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



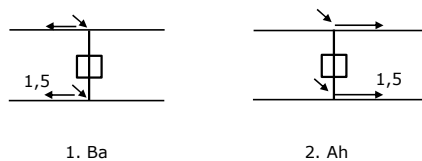
### Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

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: HC+0\_s (120 gr)  
 Number: 1052

## Mastconstructie

### Eigenschappen

Masttype	Hoekmast	
Mastbenaming	HC+0_s (120 gr)	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	52,1 m	
Gewicht mast	725,2 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>		
	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	11,28	11,28 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 <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	15,00	11,28	5,58	15,00	0,190	126,38	29,87	0,24	2,78
Tussenstuk1	21,30	5,58	4,88	6,30	0,055	32,94	11,86	0,36	2,33
Tussenstuk2	27,50	4,88	4,20	6,20	0,055	28,15	9,96	0,35	2,35
Bovenstuk1	37,00	4,20	3,35	9,50	0,045	35,84	14,41	0,40	2,21
Bovenstuk2	49,80	3,35	2,19	12,80	0,045	35,44	13,08	0,37	2,31
Topstuk	51,50	2,19		1,70		1,86	0,32	0,17	3,05
Ondertraverse	27,50	8,30		2,80		11,62	3,43	0,29	2,55
Middentraverse	37,00	12,28		2,90		17,80	5,46	0,31	2,51
Boventraverse	47,00	15,82		3,01		23,78	6,54	0,27	2,63

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

Omschrijving	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	15,00	11,28	5,58	15,00	0,190	126,38	29,87	0,24	2,78
Tussenstuk1	21,30	5,58	4,88	6,30	0,055	32,94	11,86	0,36	2,33
Tussenstuk2	27,50	4,88	4,20	6,20	0,055	28,15	9,96	0,35	2,35
Bovenstuk1	37,00	4,20	3,35	9,50	0,045	35,84	14,41	0,40	2,21
Bovenstuk2	49,80	3,35	2,19	12,80	0,045	35,44	13,08	0,37	2,31
Topstuk	51,50	2,19		1,70		1,86	0,32	0,17	3,05
Ondertraverse	27,50	8,30		2,80		11,62	3,43	0,29	2,55
Middentraverse	37,00	12,28		2,90		17,80	5,46	0,31	2,51
Boventraverse	47,00	15,82		3,01		23,78	6,54	0,27	2,63

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

Project: RLL-TLB380  
 Tower: HC+0\_s (120 gr)  
 Number: 1052

#### Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m <sup>2</sup> /m)	Factor	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk	0,14	0,71	15,0	1,5
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 <sup>2</sup> )	h (m)	C <sub>i</sub> (m)
Antenne top			
Antenne o.t.	4,7	33,7	1,5

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>x1</sub> [kN]	F <sub>x2</sub> [kN]	F <sub>x3</sub> [kN]	F <sub>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>y1</sub> [kNm]	M <sub>y2</sub> [kNm]	M <sub>y3</sub> [kNm]	M <sub>y4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,70	58,2	49,4	0,0	-49,4	7,5	436,3	370,2	0,0	-370,2
Tussenstuk1	0,85	23,6	20,0	0,0	-20,0	18,2	428,2	363,4	0,0	-363,4
Tussenstuk2	0,93	21,8	18,5	0,0	-18,5	24,4	532,9	452,2	0,0	-452,2
Bovenstuk1	1,01	32,3	27,4	0,0	-27,4	32,3	1041,5	883,7	0,0	-883,7
Bovenstuk2	1,09	33,0	28,0	0,0	-28,0	43,4	1433,0	1215,9	0,0	-1215,9
Topstuk	1,14	1,1	1,0	0,0	-1,0	50,7	57,0	48,3	0,0	-48,3
Ondertraverse	0,97	17,0	10,1	0,0	-10,1	28,4	484,2	287,6	0,0	-287,6
Middentraverse	1,06	28,9	17,2	0,0	-17,2	38,0	1098,9	652,7	0,0	-652,7
Boventraverse	1,12	38,6	22,9	0,0	-22,9	48,0	1851,8	1099,9	0,0	-1099,9
<b>Totaal</b>		<b>254,6</b>	<b>194,5</b>	<b>0,0</b>	<b>-194,5</b>		<b>7363,7</b>	<b>5373,9</b>	<b>0,0</b>	<b>-5373,9</b>

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>y1</sub> [kN]	F <sub>y2</sub> [kN]	F <sub>y3</sub> [kN]	F <sub>y4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>x1</sub> [kNm]	M <sub>x2</sub> [kNm]	M <sub>x3</sub> [kNm]	M <sub>x4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,70	0,0	49,4	58,2	49,4	7,5	0,0	370,2	436,3	370,2
Tussenstuk1	0,85	0,0	20,0	23,6	20,0	18,2	0,0	363,4	428,2	363,4
Tussenstuk2	0,93	0,0	18,5	21,8	18,5	24,4	0,0	452,2	532,9	452,2
Bovenstuk1	1,01	0,0	27,4	32,3	27,4	32,3	0,0	883,7	1041,5	883,7
Bovenstuk2	1,09	0,0	28,0	33,0	28,0	43,4	0,0	1215,9	1433,0	1215,9
Topstuk	1,14	0,0	1,0	1,1	1,0	50,7	0,0	48,3	57,0	48,3
Ondertraverse	0,97	0,0	10,1	6,8	10,1	28,4	0,0	287,6	193,7	287,6
Middentraverse	1,06	0,0	17,2	11,6	17,2	38,0	0,0	652,7	439,5	652,7
Boventraverse	1,12	0,0	22,9	15,4	22,9	48,0	0,0	1099,9	740,7	1099,9
<b>Totaal</b>		<b>0,0</b>	<b>194,5</b>	<b>203,9</b>	<b>194,5</b>		<b>0,0</b>	<b>5373,9</b>	<b>5302,7</b>	<b>5373,9</b>

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

Belasting / windrichting	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Permanente belasting	0	0	725	0	0	0
Windrichting 0°	262	0	0	0	7606	0
Windrichting 45°	200	200	0	5545	5545	0
Windrichting 90°	0	211	0	5545	0	0
Windrichting 135°	-200	200	0	5545	-5545	0

Project: RLL-TLB380  
 Tower: HC+0\_s (120 gr)  
 Number: 1052

### Tussenresultaten geleiderbelastingen

#### Geleiders back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	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 <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
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 <sup>2</sup> ]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	3,00	1	3	6,5	1,1	28,00	0,97	1,2	1,28
380ct1f2	3,00	1	3	6,5	1,1	37,50	1,05	1,2	1,39
380ct1f3	3,00	1	3	6,5	1,1	47,50	1,12	1,2	1,48
380ct2f1	3,00	1	3	6,5	1,1	28,00	0,97	1,2	1,28
380ct2f2	3,00	1	3	6,5	1,1	37,50	1,05	1,2	1,39
380ct2f3	3,00	1	3	6,5	1,1	47,50	1,12	1,2	1,48
bl1	0,20	1	0,2	0,2	0,1	52,60	1,15	1,2	0,14
bl2	0,20	1	0,2	0,2	0,1	52,60	1,15	1,2	0,14

Project: RLL-TLB380  
 Tower: HC+0\_s (120 gr)  
 Number: 1052

#### 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 <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[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

#### 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 <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	23,6	0,92	0,56	0,61	1,03	33,37	70,6	77,8	51,8	128,1	141,1
380ct1f2	33,1	1,02	0,59	0,64	1,00	33,37	79,1	87,1	51,8	147,9	162,8
380ct1f3	43,1	1,09	0,61	0,67	0,97	33,37	85,9	94,5	51,8	164,5	181,0
380ct2f1	23,6	0,92	0,56	0,61	1,03	33,37	70,6	77,8	51,8	128,1	141,1
380ct2f2	33,1	1,02	0,59	0,64	1,00	33,37	79,1	87,1	51,8	147,9	162,8
380ct2f3	43,1	1,09	0,61	0,67	0,97	33,37	85,9	94,5	51,8	164,5	181,0
bl1	48,2	1,12	0,61	0,68	1,19	22,45	18,4	20,3	63,8	52,9	58,1
bl2	48,2	1,12	0,61	0,68	1,19	22,35	18,4	20,2	63,7	52,8	58,1

NB: belastingen  $w_v$  gelden voor bundel

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: HC+0\_s (120 gr)  
 Mast: 1052

Auteur: TBR  
 Versie: v12.0

### Geleiderbelastingen

#### Uitgangspunten

Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2  
 Referentieperiode 50 jaar

ULS (bezwijksterkte)		NEN-EN50341-2-15:2019							
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$\gamma_G$		$\gamma_Q$			$\gamma_a$ $A_k$	
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$		
ULS 1a	Wind	10°	1,20	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	
<b>SPLS</b> (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)				$\gamma_G$	$\gamma_Q$				
			$G_k$	$G_k$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$	
SPLS 1a	Wind	10°	1,20	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	
<b>SLS</b> (controle van de vervormingen, vermoeiing, EDS)				$G_k$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$	
SLS 1a	Wind	10°	1,00	1,00	0,0	1,00	0,0	0,0	
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,30	1,00	0,0	
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0	
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0	
SLS 7	PB (EDS, geen wind)	10°	1,00	1,00	0,0	0,00	0,0	0,0	

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

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: HC+0\_s (120 gr)  
 Mast: 1052

### 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	-56,2	55,8	38,2	37,8	11,2	11,2
380ct1f1	-220,9	218,9	142,9	140,3	39,6	39,5
380ct1f2	-223,9	222,1	147,1	144,2	39,7	39,6
380ct1f3	-226,7	225,1	153,4	149,8	39,8	39,7
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	-220,9	218,9	142,9	140,3	39,6	39,5
380ct2f2	-223,9	222,1	147,1	144,2	39,7	39,6
380ct2f3	-226,7	225,1	153,4	149,8	39,8	39,7
bl2	-55,3	55,0	37,8	37,3	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	489,8	495,7	481,0
380ct1f1	483,5	495,1	481,0
380ct1f2	484,0	495,4	481,0
380ct1f3	484,5	495,5	481,0
Post-isolator 1			
Post-isolator 2			
Post-isolator 3			
380ct2f1	483,5	495,1	481,0
380ct2f2	484,0	495,4	481,0
380ct2f3	484,5	495,5	481,0
bl2	490,2	495,9	481,0
Post-isolator 4			
Post-isolator 5			
Post-isolator 6			

#### Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	547,8	461,8
380ct1f1	504,4	476,0
380ct1f2	509,0	476,8
380ct1f3	512,7	477,6
Post-isolator 1		
Post-isolator 2		
Post-isolator 3		
380ct2f1	504,4	476,0
380ct2f2	509,0	476,8
380ct2f3	512,7	477,6
bl2	549,8	461,4
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	549,8 m	1,374 -
Min. weight span	126,4 m	0,316 -

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: HC+0\_s (120 gr)  
 Mast: 1052

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

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	33,7	71,2	11,2	-67,8	67,2
380ct1f1	171,3	270,6	39,6	-262,8	259,7
380ct1f2	174,9	275,5	39,7	-267,1	264,4
380ct1f3	178,2	279,8	39,8	-271,2	268,8
Post-isolato	3,5	3,5	5,4	0,0	
Post-isolato	1,9	1,9	2,7	0,0	
Post-isolato	2,0	2,0	2,7	0,0	
380ct2f1	171,3	270,6	39,6	-262,8	259,7
380ct2f2	174,9	275,5	39,7	-267,1	264,4
380ct2f3	178,2	279,8	39,8	-271,2	268,8
bl2	33,3	70,3	11,1	-66,8	66,3
Post-isolato	3,5	3,5	5,4	0,0	
Post-isolato	1,9	1,9	2,7	0,0	
Post-isolato	2,0	2,0	2,7	0,0	

**EDS-belastingen geleiders**

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	15,1	8,7	2,5	-17,4	17,4
380ct1f1	113,7	65,7	20,5	-131,3	131,3
380ct1f2	113,7	65,7	20,5	-131,3	131,3
380ct1f3	113,7	65,7	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	113,7	65,7	20,5	-131,3	131,3
380ct2f2	113,7	65,7	20,5	-131,3	131,3
380ct2f3	113,7	65,7	20,5	-131,3	131,3
bl2	14,7	8,5	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: HC+0\_s (120 gr)  
 Mast: 1052

**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		-25	1578	343	60416	-900	0
ULS 1a_0,9_0		52	1012	217	38363	1966	0
ULS 1a_0,9_0,9_90		-29	1476	137	56606	-1041	0
ULS 3_0		27	1599	534	61250	1055	0
SLS 7		0	822	273	31077	0	0

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

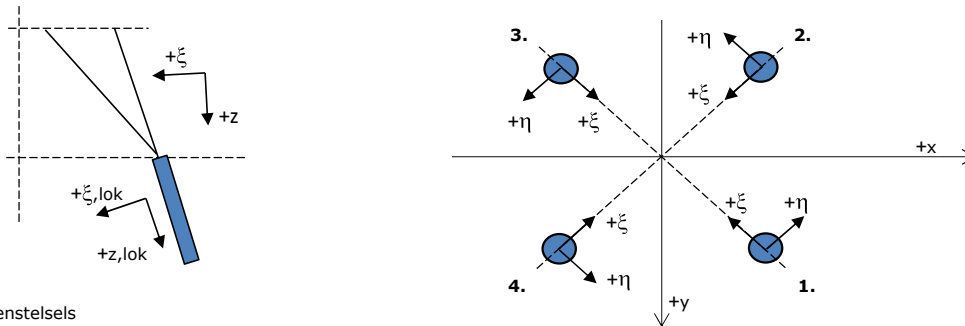
Combinatie	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_90	-25	1895	1213	68734	-900	0
ULS 1a_0,9_0,9_90	-29	1792	790	64924	-1041	0
SLS 7	0	822	998	31077	0	0

**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 3_90	-7	1893	1407	<b>71600</b>	-248	0
SPLS 3_60 Ah All Cts	-1068	776	1091	28745	<b>-41300</b>	-8
SPLS 3_60 Ba Ct1	484	1015	1166	36825	17648	<b>6283</b>
ULS 1a_60	-225	1821	1211	<b>65848</b>	<b>-11122</b>	-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]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_120	712	602	<b>3613</b>	77	-929	42	3741
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts	157	-294	<b>1184</b>	97	-319	-1	1226
3	ULS 8 Ba	-106	-275	<b>1020</b>	-120	-270	5	1056
4	ULS 1a_60	-730	622	<b>3716</b>	-76	-956	43	3848

**Maximale trekbelasting**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_0,9_135 Ah All Cts	-3	-162	<b>-495</b>	112	117	-16	-512
2	ULS 1a_0,9_60	-622	514	<b>-3202</b>	76	804	-57	-3316
3	ULS 1a_0,9_120	603	494	<b>-3095</b>	-77	776	-56	-3205
4	SPLS 1a_0,9_0 Ba All Cts	60	-196	<b>-716</b>	-97	181	-11	-741

**Maximale torsiebelasting (positief)**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_90 Ah Ct2	429	4	1162	<b>300</b>	-306	6	1203
2	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct1	-315	-100	-615	<b>293</b>	152	-13	-637
3	SPLS 3_60 Ba Ct1	262	496	-2124	<b>165</b>	536	-35	-2200
4	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ba Ct2	-369	592	2637	<b>158</b>	-679	29	2730

**Maximale torsiebelasting (negatief)**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	368	592	2634	<b>-158</b>	-679	29	2728
2	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	-237	470	-2007	<b>-165</b>	500	-39	-2078
3	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct1	310	-101	-593	<b>-291</b>	148	-12	-614
4	SPLS 3_90 Ba Ct2	-432	7	1179	<b>-301</b>	-310	7	1221



Project: RLL-TLB380  
 Masttype: HC+0\_s (120 gr)  
 Mast: 1052

#### Combinatie Ftrek+Fhor

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	ULS 8 Ba	4	-165	<b>-493</b>	<b>119</b>	114	-19	-510
2	ULS 1a_0,9_60	-622	514	<b>-3202</b>	<b>76</b>	804	-57	-3316
3	ULS 1a_0,9_120	603	494	<b>-3095</b>	<b>-77</b>	776	-56	-3205
4	SPLS 1a_0,9_0 Ba All Cts	60	-196	<b>-716</b>	<b>-97</b>	181	-11	-741

#### Permanente belasting

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 7	340	258	1628	58	-423	15	1685
2	SLS 7	-236	153	-1129	58	275	-28	-1169
3	SLS 7	236	153	-1129	-58	275	-28	-1169
4	SLS 7	-340	258	1628	-58	-423	15	1685

#### Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
Max. druk	ULS 1a_60	-730	622	<b>3716</b>	-76	-956	43	3848
Max. trek	ULS 1a_0,9_60	-622	514	<b>-3202</b>	76	804	-57	-3316
Max. pos. torsie	SPLS 3_90 Ah Ct2	429	4	1162	<b>300</b>	-306	6	1203
Max. neg. torsie	SPLS 3_90 Ba Ct2	-432	7	1179	<b>-301</b>	-310	7	1221
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0,9_60	-622	514	<b>-3202</b>	<b>76</b>	804	-57	-3316

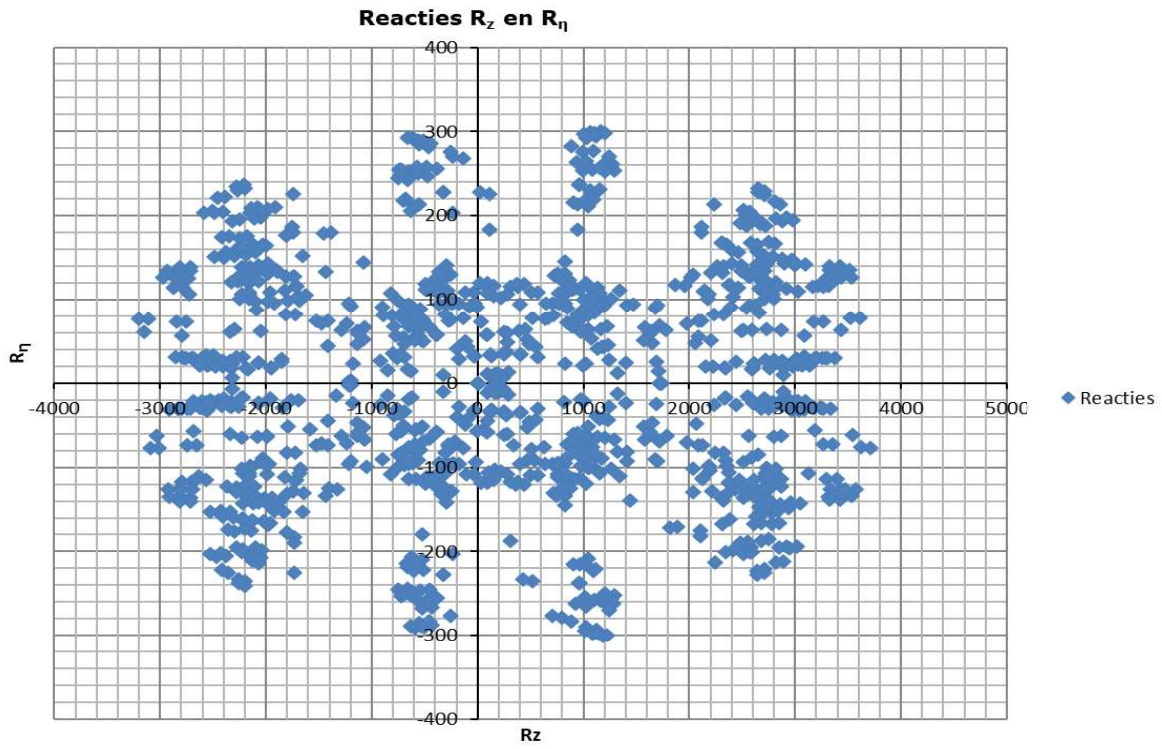
#### Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 7	340	258	<b>1628</b>	58	-423	15	1685
2	SLS 1a_60	-450	359	<b>-2298</b>	64	572	-45	-2380
3	SLS 1a_120	438	346	<b>-2229</b>	-65	555	-44	-2308
4	SLS 1a_0	-279	184	<b>1292</b>	-67	-327	20	1338

#### Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 3_120	579	436	<b>2796</b>	101	-717	34	2895
2	SLS 1a_0	-174	79	<b>-792</b>	67	179	-34	-820
3	SLS 7	236	153	<b>-1129</b>	-58	275	-28	-1169
4	SLS 3_60	-584	440	<b>2823</b>	-101	-724	34	2923

Project: RLL-TLB380  
Masttype: HC+0\_s (120 gr)  
Mast: 1052





Project: RLL-TLB380  
 Tower: HC+0\_s (140 gr)  
 Number: 1052

Auteur: TBR  
 Versie: v12.0

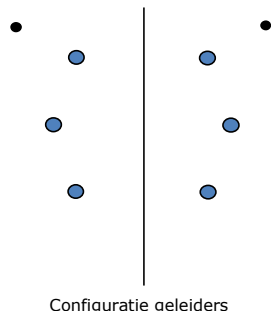
### Geleiderbelastingen

#### Algemeen

Benaming HC+0\_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  
 Betrouwbaarheidsniveau 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 <sup>2</sup> ]
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	27,5 m	27,5 m	9,4 m
Circuit 1	11	380ct1f2	37,0 m	37,0 m	13,4 m
Circuit 1	12	380ct1f3	47,0 m	47,0 m	10,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	27,5 m	27,5 m	-9,4 m
Circuit 2	21	380ct2f2	37,0 m	37,0 m	-13,4 m
Circuit 2	22	380ct2f3	47,0 m	47,0 m	-10,0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	52,1 m	52,1 m	16,2 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	52,1 m	52,1 m	-16,2 m

Project: RLL-TLB380  
 Tower: HC+0\_s (140 gr)  
 Number: 1052

**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**

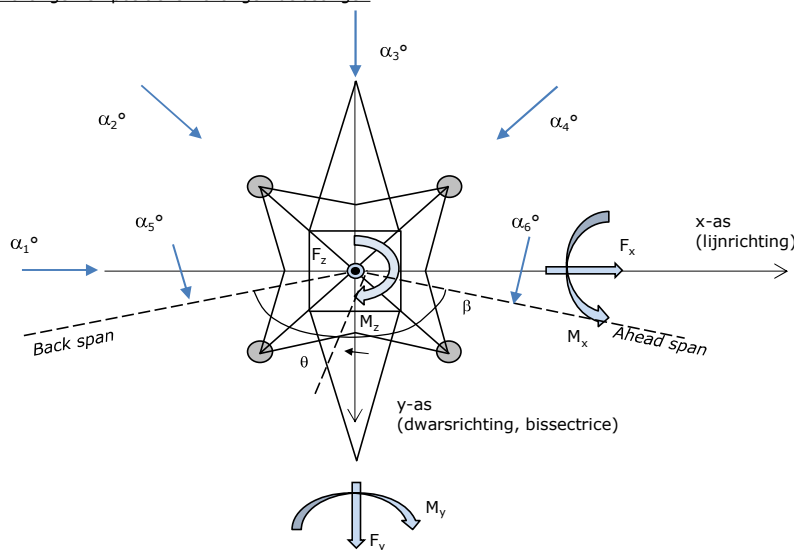
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h$ back	$\Delta h$ ahead	$\Delta y$ back	$\Delta y$ ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
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 $\beta$	140 °	
Rotatie mast t.o.v. bissectrice $\theta$	0 °	
Vaklengte	400	400 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Beschouwde windrichtingen $\alpha_1$	0 °	
Windrichtingen volgens: Geleiderbelastingen	$\alpha_2$	45 °
	$\alpha_3$	90 °
	$\alpha_4$	135 °
	$\alpha_5$	70 °
	$\alpha_6$	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: HC+0\_s (140 gr)  
 Number: 1052

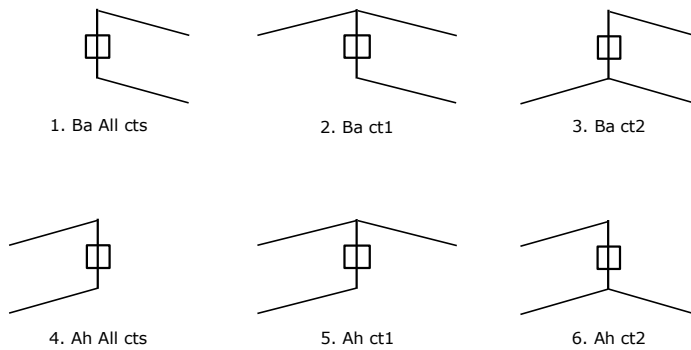
### Geleiderafval

		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.

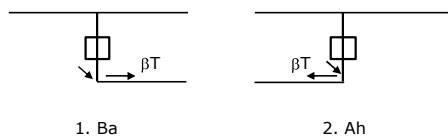
Principe belastingssituaties:



### Belastingssituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: RLL-TLB380  
 Tower: HC+0\_s (140 gr)  
 Number: 1052

### Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

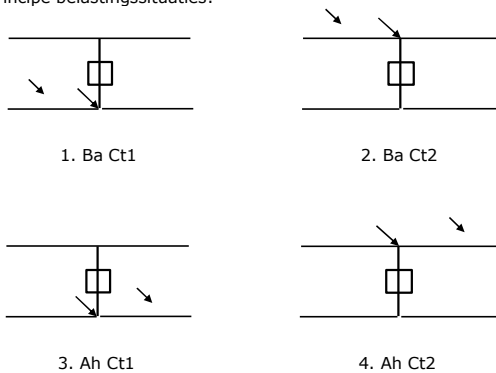
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden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



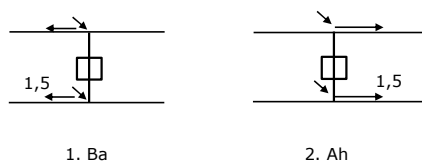
### Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

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: HC+0\_s (140 gr)  
 Number: 1052

## Mastconstructie

### Eigenschappen

Masttype	Hoekmast	
Mastbenaming	HC+0_s (140 gr)	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	52,1 m	
Gewicht mast	725,2 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>		
	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	11,28	11,28 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 <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	15,00	11,28	5,58	15,00	0,190	126,38	29,87	0,24	2,78
Tussenstuk1	21,30	5,58	4,88	6,30	0,055	32,94	11,86	0,36	2,33
Tussenstuk2	27,50	4,88	4,20	6,20	0,055	28,15	9,96	0,35	2,35
Bovenstuk1	37,00	4,20	3,35	9,50	0,045	35,84	14,41	0,40	2,21
Bovenstuk2	49,80	3,35	2,19	12,80	0,045	35,44	13,08	0,37	2,31
Topstuk	51,50	2,19		1,70		1,86	0,32	0,17	3,05
Ondertraverse	27,50	8,30		2,80		11,62	3,43	0,29	2,55
Middentraverse	37,00	12,28		2,90		17,80	5,46	0,31	2,51
Boventraverse	47,00	15,82		3,01		23,78	6,54	0,27	2,63

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

Omschrijving	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	15,00	11,28	5,58	15,00	0,190	126,38	29,87	0,24	2,78
Tussenstuk1	21,30	5,58	4,88	6,30	0,055	32,94	11,86	0,36	2,33
Tussenstuk2	27,50	4,88	4,20	6,20	0,055	28,15	9,96	0,35	2,35
Bovenstuk1	37,00	4,20	3,35	9,50	0,045	35,84	14,41	0,40	2,21
Bovenstuk2	49,80	3,35	2,19	12,80	0,045	35,44	13,08	0,37	2,31
Topstuk	51,50	2,19		1,70		1,86	0,32	0,17	3,05
Ondertraverse	27,50	8,30		2,80		11,62	3,43	0,29	2,55
Middentraverse	37,00	12,28		2,90		17,80	5,46	0,31	2,51
Boventraverse	47,00	15,82		3,01		23,78	6,54	0,27	2,63

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



Project: RLL-TLB380  
 Tower: HC+0\_s (140 gr)  
 Number: 1052

#### Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m <sup>2</sup> /m)	Factor	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk	0,14	0,71	15,0	1,5
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 <sup>2</sup> )	h (m)	C <sub>i</sub> (m)
Antenne top			
Antenne o.t.	4,7	33,7	1,5

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>x1</sub> [kN]	F <sub>x2</sub> [kN]	F <sub>x3</sub> [kN]	F <sub>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>y1</sub> [kNm]	M <sub>y2</sub> [kNm]	M <sub>y3</sub> [kNm]	M <sub>y4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,70	58,2	49,4	0,0	-49,4	7,5	436,3	370,2	0,0	-370,2
Tussenstuk1	0,85	23,6	20,0	0,0	-20,0	18,2	428,2	363,4	0,0	-363,4
Tussenstuk2	0,93	21,8	18,5	0,0	-18,5	24,4	532,9	452,2	0,0	-452,2
Bovenstuk1	1,01	32,3	27,4	0,0	-27,4	32,3	1041,5	883,7	0,0	-883,7
Bovenstuk2	1,09	33,0	28,0	0,0	-28,0	43,4	1433,0	1215,9	0,0	-1215,9
Topstuk	1,14	1,1	1,0	0,0	-1,0	50,7	57,0	48,3	0,0	-48,3
Ondertraverse	0,97	17,0	10,1	0,0	-10,1	28,4	484,2	287,6	0,0	-287,6
Middentraverse	1,06	28,9	17,2	0,0	-17,2	38,0	1098,9	652,7	0,0	-652,7
Boventraverse	1,12	38,6	22,9	0,0	-22,9	48,0	1851,8	1099,9	0,0	-1099,9
<b>Totaal</b>		<b>254,6</b>	<b>194,5</b>	<b>0,0</b>	<b>-194,5</b>		<b>7363,7</b>	<b>5373,9</b>	<b>0,0</b>	<b>-5373,9</b>

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>y1</sub> [kN]	F <sub>y2</sub> [kN]	F <sub>y3</sub> [kN]	F <sub>y4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>x1</sub> [kNm]	M <sub>x2</sub> [kNm]	M <sub>x3</sub> [kNm]	M <sub>x4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,70	0,0	49,4	58,2	49,4	7,5	0,0	370,2	436,3	370,2
Tussenstuk1	0,85	0,0	20,0	23,6	20,0	18,2	0,0	363,4	428,2	363,4
Tussenstuk2	0,93	0,0	18,5	21,8	18,5	24,4	0,0	452,2	532,9	452,2
Bovenstuk1	1,01	0,0	27,4	32,3	27,4	32,3	0,0	883,7	1041,5	883,7
Bovenstuk2	1,09	0,0	28,0	33,0	28,0	43,4	0,0	1215,9	1433,0	1215,9
Topstuk	1,14	0,0	1,0	1,1	1,0	50,7	0,0	48,3	57,0	48,3
Ondertraverse	0,97	0,0	10,1	6,8	10,1	28,4	0,0	287,6	193,7	287,6
Middentraverse	1,06	0,0	17,2	11,6	17,2	38,0	0,0	652,7	439,5	652,7
Boventraverse	1,12	0,0	22,9	15,4	22,9	48,0	0,0	1099,9	740,7	1099,9
<b>Totaal</b>		<b>0,0</b>	<b>194,5</b>	<b>203,9</b>	<b>194,5</b>		<b>0,0</b>	<b>5373,9</b>	<b>5302,7</b>	<b>5373,9</b>

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

Belasting / windrichting	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Permanente belasting	0	0	725	0	0	0
Windrichting 0°	262	0	0	0	7606	0
Windrichting 45°	200	200	0	5545	5545	0
Windrichting 90°	0	211	0	5545	0	0
Windrichting 135°	-200	200	0	5545	-5545	0

Project: RLL-TLB380  
 Tower: HC+0\_s (140 gr)  
 Number: 1052

### Tussenresultaten geleiderbelastingen

#### Geleiders back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	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 <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
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 <sup>2</sup> ]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	3,00	1	3	6,5	1,1	28,00	0,97	1,2	1,28
380ct1f2	3,00	1	3	6,5	1,1	37,50	1,05	1,2	1,39
380ct1f3	3,00	1	3	6,5	1,1	47,50	1,12	1,2	1,48
380ct2f1	3,00	1	3	6,5	1,1	28,00	0,97	1,2	1,28
380ct2f2	3,00	1	3	6,5	1,1	37,50	1,05	1,2	1,39
380ct2f3	3,00	1	3	6,5	1,1	47,50	1,12	1,2	1,48
bl1	0,20	1	0,2	0,2	0,1	52,60	1,15	1,2	0,14
bl2	0,20	1	0,2	0,2	0,1	52,60	1,15	1,2	0,14

Project: RLL-TLB380  
 Tower: HC+0\_s (140 gr)  
 Number: 1052

#### 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 <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[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

#### 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 <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	23,6	0,92	0,56	0,61	1,03	33,37	70,6	77,8	51,8	128,1	141,1
380ct1f2	33,1	1,02	0,59	0,64	1,00	33,37	79,1	87,1	51,8	147,9	162,8
380ct1f3	43,1	1,09	0,61	0,67	0,97	33,37	85,9	94,5	51,8	164,5	181,0
380ct2f1	23,6	0,92	0,56	0,61	1,03	33,37	70,6	77,8	51,8	128,1	141,1
380ct2f2	33,1	1,02	0,59	0,64	1,00	33,37	79,1	87,1	51,8	147,9	162,8
380ct2f3	43,1	1,09	0,61	0,67	0,97	33,37	85,9	94,5	51,8	164,5	181,0
bl1	48,2	1,12	0,61	0,68	1,19	22,45	18,4	20,3	63,8	52,9	58,1
bl2	48,2	1,12	0,61	0,68	1,19	22,35	18,4	20,2	63,7	52,8	58,1

NB: belastingen  $w_v$  gelden voor bundel

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: HC+0\_s (140 gr)  
 Mast: 1052

Auteur: TBR  
 Versie: v12.0

### Geleiderbelastingen

**Uitgangspunten**  
 Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2  
 Referentieperiode 50 jaar

ULS (bezwijksterkte)		NEN-EN50341-2-15:2019							
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$\gamma_G$		$\gamma_Q$			$\gamma_a$ $A_k$	
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$		
ULS 1a	Wind	10°	1,20	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	
<b>SPLS</b> (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)				$\gamma_G$ $G_k$	$\gamma_Q$ $Q_{pk}$ $Q_{wk}$ $Q_{ik}$			$A_k$	
SPLS 1a	Wind	10°	1,20	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	
<b>SLS</b> (controle van de vervormingen, vermoeiing, EDS)				$G_k$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$	
SLS 1a	Wind	10°	1,00	1,00	0,0	1,00	0,0	0,0	
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,30	1,00	0,0	
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0	
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0	
SLS 7	PB (EDS, geen wind)	10°	1,00	1,00	0,0	0,00	0,0	0,0	

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

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: HC+0\_s (140 gr)  
 Mast: 1052

### 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	-61,9	61,5	27,9	27,5	11,2	11,2
380ct1f1	-242,4	239,9	104,1	100,2	39,6	39,5
380ct1f2	-245,9	243,7	110,0	106,4	39,7	39,6
380ct1f3	-249,3	247,3	114,9	112,1	39,8	39,7
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	-242,4	239,9	104,1	100,2	39,6	39,5
380ct2f2	-245,9	243,7	110,0	106,4	39,7	39,6
380ct2f3	-249,3	247,3	114,9	112,1	39,8	39,7
bl2	-61,1	60,6	27,6	27,2	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	483,1	497,0	481,0
380ct1f1	481,6	495,5	481,0
380ct1f2	481,7	495,8	481,0
380ct1f3	481,8	496,0	481,0
Post-isolator 1			
Post-isolator 2			
Post-isolator 3			
380ct2f1	481,6	495,5	481,0
380ct2f2	481,7	495,8	481,0
380ct2f3	481,8	496,0	481,0
bl2	483,1	497,2	481,0
Post-isolator 4			
Post-isolator 5			
Post-isolator 6			

#### Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	563,7	463,1
380ct1f1	512,1	477,1
380ct1f2	517,7	478,2
380ct1f3	522,2	479,2
Post-isolator 1		
Post-isolator 2		
Post-isolator 3		
380ct2f1	512,1	477,1
380ct2f2	517,7	478,2
380ct2f3	522,2	479,2
bl2	566,0	462,7
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	566,0 m	1,415 -
Min. weight span	107,3 m	0,268 -

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: HC+0\_s (140 gr)  
 Mast: 1052

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

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	36,9	53,4	11,2	-67,8	67,2
380ct1f1	187,1	197,3	39,6	-262,8	259,7
380ct1f2	191,1	202,6	39,7	-267,1	264,4
380ct1f3	194,8	209,5	39,8	-271,2	268,8
Post-isolato	3,5	3,5	5,4	0,0	
Post-isolato	1,9	1,9	2,7	0,0	
Post-isolato	2,0	2,0	2,7	0,0	
380ct2f1	187,1	197,3	39,6	-262,8	259,7
380ct2f2	191,1	202,6	39,7	-267,1	264,4
380ct2f3	194,8	209,5	39,8	-271,2	268,8
bl2	36,4	52,8	11,1	-66,8	66,3
Post-isolato	3,5	3,5	5,4	0,0	
Post-isolato	1,9	1,9	2,7	0,0	
Post-isolato	2,0	2,0	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: HC+0\_s (140 gr)  
 Mast: 1052

**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		-34	1289	348	49417	-1245	0
ULS 1a_0,9_0		27	662	220	25024	994	0
ULS 1a_0,9_0,9_90		-38	1228	129	47158	-1394	0
ULS 3_0		12	1088	534	41689	447	0
SLS 7		0	563	273	21259	0	0

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

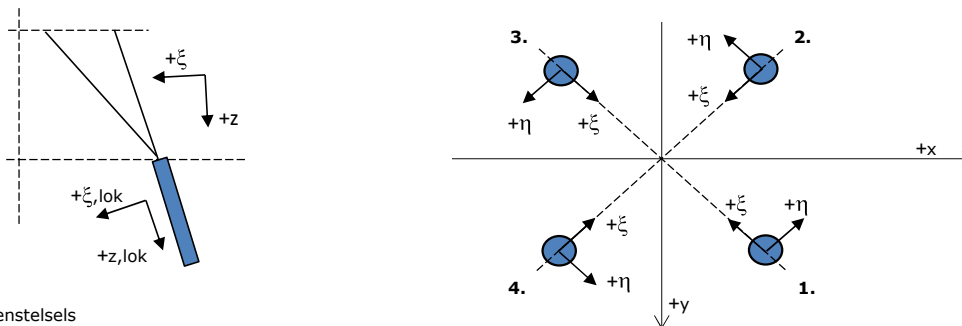
Combinatie	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_90	-34	1605	1218	57735	-1245	0
ULS 1a_0,9_0,9_90	-38	1544	782	55476	-1394	0
SLS 7	0	563	998	21259	0	0

**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	-34	1605	1218	<b>57735</b>	-1245	0
SPLS 3_70 Ah All Cts	-1189	572	1091	20940	<b>-45745</b>	-8
SPLS 3_70 Ba Ct1	540	760	1167	27159	20082	<b>6864</b>
SPLS 3_70 Ah All Cts	-1189	572	1091	<b>20940</b>	<b>-45745</b>	-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]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_110 Ba All Cts	542	616	<b>3188</b>	-53	-818	38	3302
2	SPLS 3_0 Ba All Cts	215	-364	<b>1556</b>	106	-409	9	1612
3	ULS 8 Ba	-197	-356	<b>1499</b>	-112	-391	12	1552
4	SPLS 3_70 Ah All Cts	-549	624	<b>3230</b>	53	-829	39	3344

**Maximale trekbelasting**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 8 Ba	-87	-245	<b>-972</b>	112	235	-26	-1006
2	SPLS 3_0,9_70 Ah All Cts	-450	526	<b>-2762</b>	-54	691	-51	-2860
3	SPLS 3_0,9_110 Ba All Cts	441	517	<b>-2711</b>	53	677	-51	-2807
4	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	115	-264	<b>-1079</b>	-105	268	-22	-1117

**Maximale torsiebelasting (positief)**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_90 Ah Ct2	335	-102	603	<b>308</b>	-165	-3	625
2	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct1	-223	-203	-68	<b>301</b>	14	-4	-71
3	SPLS 3_70 Ba Ct1	174	467	-1803	<b>208</b>	453	-31	-1867
4	SPLS 3_0,9_110 Ah Ct2	-298	575	2394	<b>196</b>	-617	26	2479

**Maximale torsiebelasting (negatief)**

Index	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_0,9_70 Ba Ct2	291	573	2364	<b>-199</b>	-611	24	2448
2	SPLS 3_110 Ah Ct1	-179	470	-1828	<b>-206</b>	459	-32	-1892
3	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct1	216	-207	-35	<b>-299</b>	7	-3	-36
4	SPLS 3_90 Ba Ct2	-340	-97	632	<b>-309</b>	-172	-2	654

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: HC+0\_s (140 gr)  
 Mast: 1052

#### Combinatie Ftrek+Fhor

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	ULS 8 Ba	-87	-245	<b>-972</b>	<b>112</b>	235	-26	-1006
2	SPLS 3_0,9_70 Ah All Cts	-450	526	<b>-2762</b>	<b>-54</b>	691	-51	-2860
3	SPLS 3_0,9_110 Ba All Cts	441	517	<b>-2711</b>	<b>53</b>	677	-51	-2807
4	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	115	-264	<b>-1079</b>	<b>-105</b>	268	-22	-1117

#### Permanente belasting

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 7	249	193	1192	40	-312	8	1234
2	SLS 7	-145	88	-693	40	165	-21	-718
3	SLS 7	145	88	-693	-40	165	-21	-718
4	SLS 7	-249	193	1192	-40	-312	8	1234

#### Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
Max. druk	SPLS 3_70 Ah All Cts	-549	624	<b>3230</b>	53	-829	39	3344
Max. trek	SPLS 3_0,9_70 Ah All Cts	-450	526	<b>-2762</b>	-54	691	-51	-2860
Max. pos. torsie	SPLS 3_90 Ah Ct2	335	-102	603	<b>308</b>	-165	-3	625
Max. neg. torsie	SPLS 3_90 Ba Ct2	-340	-97	632	<b>-309</b>	-172	-2	654
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0,9_70 Ah All Cts	-450	526	<b>-2762</b>	<b>-54</b>	691	-51	-2860

#### Maximale trekbelasting SLS

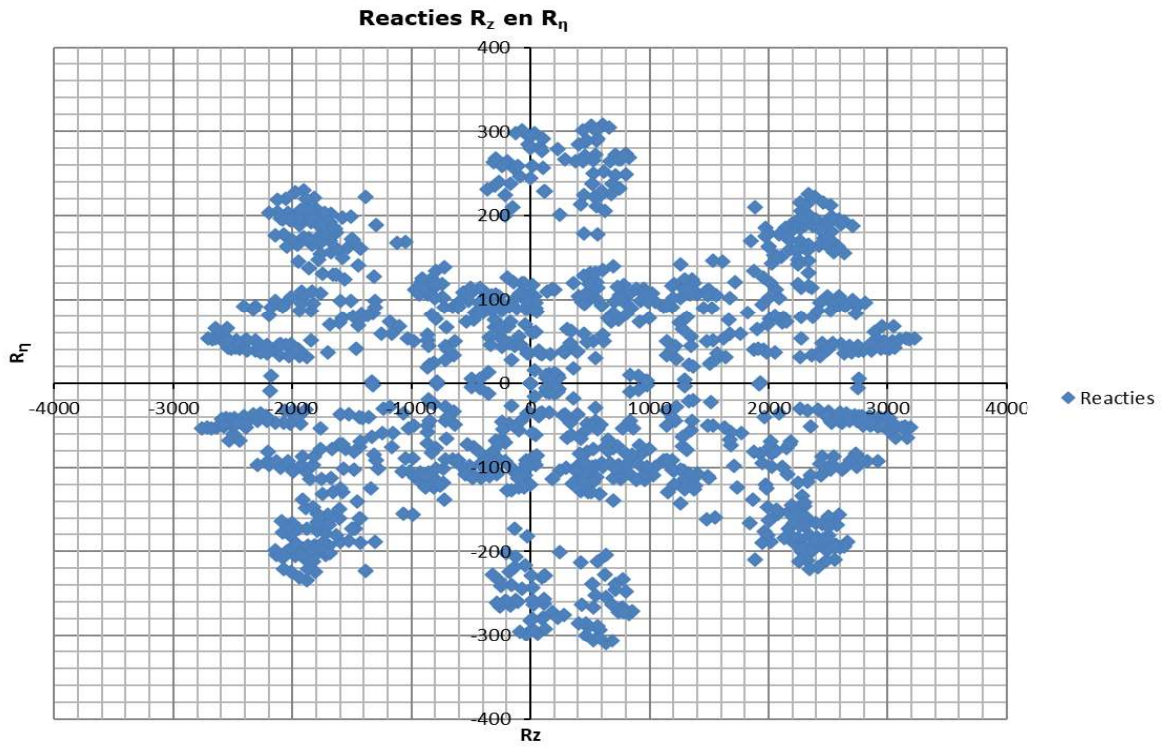
Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_0,9_70 Ah All Cts	-63	-240	<b>-905</b>	125	214	-29	-937
2	SPLS 3_0,9_70 Ah All Cts	-450	526	<b>-2762</b>	-54	691	-51	-2860
3	SPLS 3_0,9_110 Ba All Cts	441	517	<b>-2711</b>	53	677	-51	-2807
4	SPLS 3_0,9_70 Ba All Cts	71	-229	<b>-885</b>	-112	212	-26	-916

#### Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_110 Ba All Cts	542	616	<b>3188</b>	-53	-818	38	3302
2	SPLS 3_70 Ba All Cts	170	-329	<b>1362</b>	113	-353	13	1410
3	SPLS 3_70 Ah All Cts	-160	-338	<b>1373</b>	-126	-352	17	1421
4	SPLS 3_70 Ah All Cts	-549	624	<b>3230</b>	53	-829	39	3344



Project: RLL-TLB380  
Masttype: HC+0\_s (140 gr)  
Mast: 1052





Project: RLL-TLB380  
 Tower: HC+0\_s (bouw)  
 Number: 1052

Auteur: TBR  
 Versie: v12.0

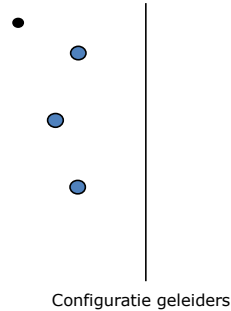
### Geleiderbelastingen

#### Algemeen

Benaming HC+0\_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 <sup>2</sup> ]
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	27,5 m	27,5 m	9,4 m
Circuit 1	11	380ct1f2	37,0 m	37,0 m	13,4 m
Circuit 1	12	380ct1f3	47,0 m	47,0 m	10,0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	52,1 m	52,1 m	16,2 m

Project: RLL-TLB380  
 Tower: HC+0\_s (bouw)  
 Number: 1052

**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**

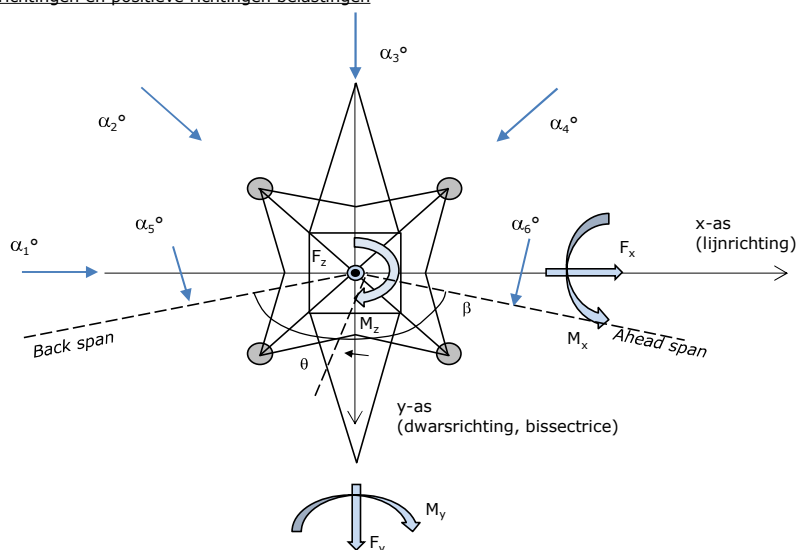
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h$ back	$\Delta h$ ahead	$\Delta y$ back	$\Delta y$ ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m

**Lijn- en mastgegevens**

	Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3)/\Sigma L}$	400,0	400,0 m
Lijnhoek	$\beta$	140 °
Rotatie mast t.o.v. bissectrice	$\theta$	0 °
Vaklengte	400	400 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Beschouwde windrichtingen	$\alpha_1$	0 °
Windrichtingen volgens:	$\alpha_2$	45 °
Geleiderbelastingen	$\alpha_3$	90 °
	$\alpha_4$	135 °
	$\alpha_5$	70 °
	$\alpha_6$	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: HC+0\_s (bouw)  
 Number: 1052

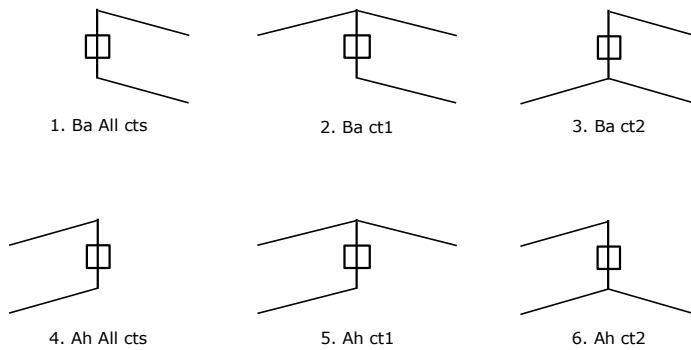
### Geleiderafval

		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.

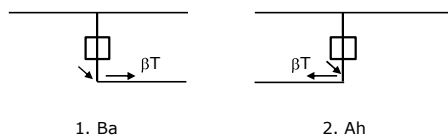
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: RLL-TLB380  
 Tower: HC+0\_s (bouw)  
 Number: 1052

### Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

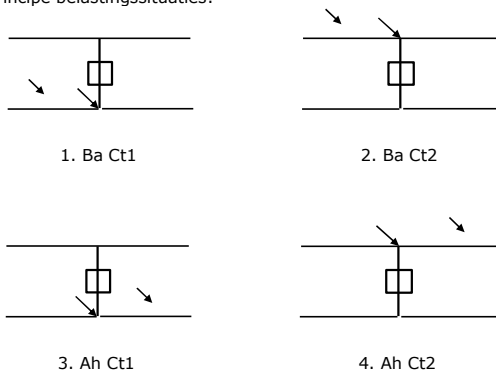
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden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



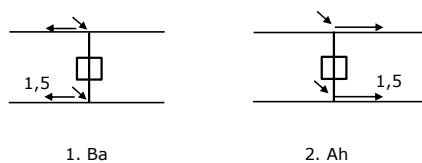
### Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

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: HC+0\_s (bouw)  
 Number: 1052

## Mastconstructie

### Eigenschappen

Masttype	Hoekmast	
Mastbenaming	HC+0_s (bouw)	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	52,1 m	
Gewicht mast	725,2 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>		
	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	11,28	11,28 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 <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	15,00	11,28	5,58	15,00	0,190	126,38	29,87	0,24	2,78
Tussenstuk1	21,30	5,58	4,88	6,30	0,055	32,94	11,86	0,36	2,33
Tussenstuk2	27,50	4,88	4,20	6,20	0,055	28,15	9,96	0,35	2,35
Bovenstuk1	37,00	4,20	3,35	9,50	0,045	35,84	14,41	0,40	2,21
Bovenstuk2	49,80	3,35	2,19	12,80	0,045	35,44	13,08	0,37	2,31
Topstuk	51,50	2,19		1,70		1,86	0,32	0,17	3,05
Ondertraverse	27,50	8,30		2,80		11,62	3,43	0,29	2,55
Middentraverse	37,00	12,28		2,90		17,80	5,46	0,31	2,51
Boventraverse	47,00	15,82		3,01		23,78	6,54	0,27	2,63

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

Omschrijving	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	15,00	11,28	5,58	15,00	0,190	126,38	29,87	0,24	2,78
Tussenstuk1	21,30	5,58	4,88	6,30	0,055	32,94	11,86	0,36	2,33
Tussenstuk2	27,50	4,88	4,20	6,20	0,055	28,15	9,96	0,35	2,35
Bovenstuk1	37,00	4,20	3,35	9,50	0,045	35,84	14,41	0,40	2,21
Bovenstuk2	49,80	3,35	2,19	12,80	0,045	35,44	13,08	0,37	2,31
Topstuk	51,50	2,19		1,70		1,86	0,32	0,17	3,05
Ondertraverse	27,50	8,30		2,80		11,62	3,43	0,29	2,55
Middentraverse	37,00	12,28		2,90		17,80	5,46	0,31	2,51
Boventraverse	47,00	15,82		3,01		23,78	6,54	0,27	2,63

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

Project: RLL-TLB380  
 Tower: HC+0\_s (bouw)  
 Number: 1052

#### Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m <sup>2</sup> /m)	Factor	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk	0,14	0,71	15,0	1,5
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 <sup>2</sup> )	h (m)	C <sub>i</sub> (m)
Antenne top			
Antenne o.t.	4,7	33,7	1,5

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>x1</sub> [kN]	F <sub>x2</sub> [kN]	F <sub>x3</sub> [kN]	F <sub>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>y1</sub> [kNm]	M <sub>y2</sub> [kNm]	M <sub>y3</sub> [kNm]	M <sub>y4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,70	58,2	49,4	0,0	-49,4	7,5	436,3	370,2	0,0	-370,2
Tussenstuk1	0,85	23,6	20,0	0,0	-20,0	18,2	428,2	363,4	0,0	-363,4
Tussenstuk2	0,93	21,8	18,5	0,0	-18,5	24,4	532,9	452,2	0,0	-452,2
Bovenstuk1	1,01	32,3	27,4	0,0	-27,4	32,3	1041,5	883,7	0,0	-883,7
Bovenstuk2	1,09	33,0	28,0	0,0	-28,0	43,4	1433,0	1215,9	0,0	-1215,9
Topstuk	1,14	1,1	1,0	0,0	-1,0	50,7	57,0	48,3	0,0	-48,3
Ondertraverse	0,97	17,0	10,1	0,0	-10,1	28,4	484,2	287,6	0,0	-287,6
Middentraverse	1,06	28,9	17,2	0,0	-17,2	38,0	1098,9	652,7	0,0	-652,7
Boventraverse	1,12	38,6	22,9	0,0	-22,9	48,0	1851,8	1099,9	0,0	-1099,9
<b>Totaal</b>		<b>254,6</b>	<b>194,5</b>	<b>0,0</b>	<b>-194,5</b>		<b>7363,7</b>	<b>5373,9</b>	<b>0,0</b>	<b>-5373,9</b>

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>y1</sub> [kN]	F <sub>y2</sub> [kN]	F <sub>y3</sub> [kN]	F <sub>y4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>x1</sub> [kNm]	M <sub>x2</sub> [kNm]	M <sub>x3</sub> [kNm]	M <sub>x4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,70	0,0	49,4	58,2	49,4	7,5	0,0	370,2	436,3	370,2
Tussenstuk1	0,85	0,0	20,0	23,6	20,0	18,2	0,0	363,4	428,2	363,4
Tussenstuk2	0,93	0,0	18,5	21,8	18,5	24,4	0,0	452,2	532,9	452,2
Bovenstuk1	1,01	0,0	27,4	32,3	27,4	32,3	0,0	883,7	1041,5	883,7
Bovenstuk2	1,09	0,0	28,0	33,0	28,0	43,4	0,0	1215,9	1433,0	1215,9
Topstuk	1,14	0,0	1,0	1,1	1,0	50,7	0,0	48,3	57,0	48,3
Ondertraverse	0,97	0,0	10,1	6,8	10,1	28,4	0,0	287,6	193,7	287,6
Middentraverse	1,06	0,0	17,2	11,6	17,2	38,0	0,0	652,7	439,5	652,7
Boventraverse	1,12	0,0	22,9	15,4	22,9	48,0	0,0	1099,9	740,7	1099,9
<b>Totaal</b>		<b>0,0</b>	<b>194,5</b>	<b>203,9</b>	<b>194,5</b>		<b>0,0</b>	<b>5373,9</b>	<b>5302,7</b>	<b>5373,9</b>

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

Belasting / windrichting	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Permanente belasting	0	0	725	0	0	0
Windrichting 0°	262	0	0	0	7606	0
Windrichting 45°	200	200	0	5545	5545	0
Windrichting 90°	0	211	0	5545	0	0
Windrichting 135°	-200	200	0	5545	-5545	0



Project: RLL-TLB380  
 Tower: HC+0\_s (bouw)  
 Number: 1052

### Tussenresultaten geleiderbelastingen

#### Geleiders back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	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 <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
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 <sup>2</sup> ]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	3,00	1	3	6,5	1,1	28,00	0,97	1,2	1,28
380ct1f2	3,00	1	3	6,5	1,1	37,50	1,05	1,2	1,39
380ct1f3	3,00	1	3	6,5	1,1	47,50	1,12	1,2	1,48
bl1	0,20	1	0,2	0,2	0,1	52,60	1,15	1,2	0,14

Project: RLL-TLB380  
 Tower: HC+0\_s (bouw)  
 Number: 1052

#### 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 <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[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
bl1	54,2	1,16	0,62	0,69	1,18	22,45	19,2	21,1	63,8	55,3	60,8

#### 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 <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	23,6	0,92	0,56	0,61	1,03	33,37	70,6	77,8	51,8	128,1	141,1
380ct1f2	33,1	1,02	0,59	0,64	1,00	33,37	79,1	87,1	51,8	147,9	162,8
380ct1f3	43,1	1,09	0,61	0,67	0,97	33,37	85,9	94,5	51,8	164,5	181,0
bl1	48,2	1,12	0,61	0,68	1,19	22,45	18,4	20,3	63,8	52,9	58,1

NB: belastingen  $w_v$  gelden voor bundel

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: HC+0\_s (bouw)  
 Mast: 1052

Auteur: TBR  
 Versie: v12.0

### Geleiderbelastingen

#### Uitgangspunten

Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2  
 Referentieperiode 15 jaar

ULS (bezwijksterkte)		NEN-EN50341-2-15:2019							
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$\gamma_G$		$\gamma_Q$			$\gamma_a$ $A_k$	
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$		
ULS 1a	Wind	10°	1,20	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	
<b>SPLS</b> (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)				$\gamma_G$ $G_k$	$\gamma_Q$ $Q_{pk}$ $Q_{wk}$ $Q_{ik}$			$A_k$	
SPLS 1a	Wind	10°	1,20	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	
<b>SLS</b> (controle van de vervormingen, vermoeiing, EDS)				$G_k$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$	
SLS 1a	Wind	10°	1,00	1,00	0,0	0,87	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: HC+0\_s (bouw)  
 Mast: 1052

### 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	-50,7	50,3	22,9	22,6	8,4	8,4
380ct1f1	-219,4	217,4	93,5	89,9	35,4	35,4
380ct1f2	-222,4	220,6	98,3	95,4	35,5	35,5
380ct1f3	-225,2	223,5	102,4	100,0	35,6	35,5
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	482,5	495,8	481,0
380ct1f1	481,4	495,2	481,0
380ct1f2	481,5	495,4	481,0
380ct1f3	481,6	495,6	481,0
Post-isolator 1			
Post-isolator 2			
Post-isolator 3			

#### Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	546,3	470,4
380ct1f1	503,8	479,3
380ct1f2	508,2	480,3
380ct1f3	511,9	481,3
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	546,3 m 1,366 -
Min. weight span	144,7 m 0,362 -

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: HC+0\_s (bouw)  
 Mast: 1052

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

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	36,9	43,7	8,4	-55,5	55,0
380ct1f1	187,1	177,2	35,4	-237,5	235,0
380ct1f2	191,1	181,6	35,5	-241,2	238,9
380ct1f3	194,8	188,0	35,6	-244,6	242,6
Post-isolato	2,9	2,9	5,4	0,0	
Post-isolato	1,6	1,6	2,7	0,0	
Post-isolato	1,7	1,7	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	

**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	

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: HC+0\_s (bouw)  
 Mast: 1052

**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		-14	580	171	24116	-501	-153
ULS 1a_0,9_0		11	330	110	13690	418	128
ULS 1a_0,9_0,9_90		-16	544	69	21643	-578	-176
ULS 3_0		5	490	237	21399	187	56
SLS 7		0	281	136	12156	0	0

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

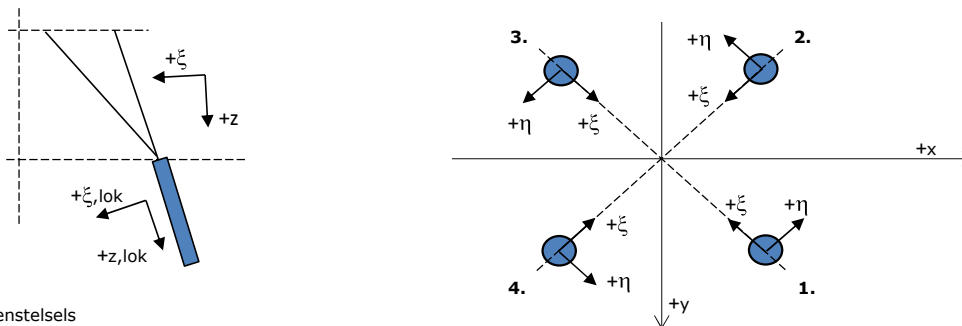
Combinatie	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_90	-14	844	1042	31064	-501	-153
ULS 1a_0,9_0,9_90	-16	809	722	28592	-578	-176
SLS 7	0	281	862	12156	0	0

**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	-14	844	1042	<b>31064</b>	-501	-153
SPLS 3_0 Ba All Cts	635	194	979	8543	<b>23197</b>	6040
SPLS 3_70 Ah All Cts	-580	326	981	12762	-22501	<b>-6858</b>
SPLS 3_70 Ah All Cts	-580	326	981	<b>12762</b>	<b>-22501</b>	-6858

*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]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_110 Ba All Cts	461	187	<b>1788</b>	194	-458	22	1852
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts	37	-338	<b>953</b>	213	-265	-9	987
3	ULS 8 Ba	43	-340	<b>759</b>	-271	-210	-6	786
4	SPLS 3_70 Ah All Cts	-467	189	<b>1809</b>	-196	-464	22	1873

**Maximale trekbelasting**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_0,9_135 Ah All Cts	-153	32	<b>-353</b>	-131	85	-10	-366
2	SPLS 3_0,9_70 Ah All Cts	-69	405	<b>-1361</b>	-237	335	-31	-1410
3	SPLS 3_0,9_110 Ba All Cts	69	398	<b>-1346</b>	233	330	-32	-1393
4	SPLS 1a_0,9_0 Ba All Cts	176	-24	<b>-538</b>	107	141	-4	-558

**Maximale torsiebelasting (positief)**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_110 Ba All Cts	461	187	1788	<b>194</b>	-458	22	1852
2	SPLS 3_110 Ba All Cts	-73	-326	670	<b>282</b>	-180	1	694
3	SPLS 3_0,9_110 Ba All Cts	69	398	-1346	<b>233</b>	330	-32	-1393
4	SPLS 3_0,9_110 Ba All Cts	140	63	-254	<b>144</b>	55	-14	-263

**Maximale torsiebelasting (negatief)**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_{\eta}$ [kN]	$R_{\xi}$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_0,9_70 Ah All Cts	-146	62	-276	<b>-148</b>	59	-15	-286
2	SPLS 3_0,9_70 Ah All Cts	-69	405	-1361	<b>-237</b>	335	-31	-1410
3	SPLS 3_70 Ah All Cts	74	-330	677	<b>-286</b>	-181	1	701
4	SPLS 3_70 Ah All Cts	-467	189	1809	<b>-196</b>	-464	22	1873

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: HC+0\_s (bouw)  
 Mast: 1052

#### Combinatie Ftrek+Fhor

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_0,9_135 Ah All Cts	-153	32	<b>-353</b>	<b>-131</b>	85	-10	-366
2	SPLS 3_0,9_70 Ah All Cts	-69	405	<b>-1361</b>	<b>-237</b>	335	-31	-1410
3	SPLS 3_0,9_110 Ba All Cts	69	398	<b>-1346</b>	<b>233</b>	330	-32	-1393
4	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	177	6	<b>-477</b>	<b>130</b>	121	-7	-494

#### Permanente belasting

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 7	158	115	754	30	-193	10	781
2	SLS 7	-68	25	-324	30	66	-21	-335
3	SLS 7	68	25	-324	-30	66	-21	-335
4	SLS 7	-158	115	754	-30	-193	10	781

#### Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
Max. druk	SPLS 3_70 Ah All Cts	-467	189	<b>1809</b>	-196	-464	22	1873
Max. trek	SPLS 3_0,9_70 Ah All Cts	-69	405	<b>-1361</b>	-237	335	-31	-1410
Max. pos. torsie	SPLS 3_110 Ba All Cts	-73	-326	670	<b>282</b>	-180	1	694
Max. neg. torsie	SPLS 3_70 Ah All Cts	74	-330	677	<b>-286</b>	-181	1	701
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0,9_70 Ah All Cts	-69	405	<b>-1361</b>	<b>-237</b>	335	-31	-1410

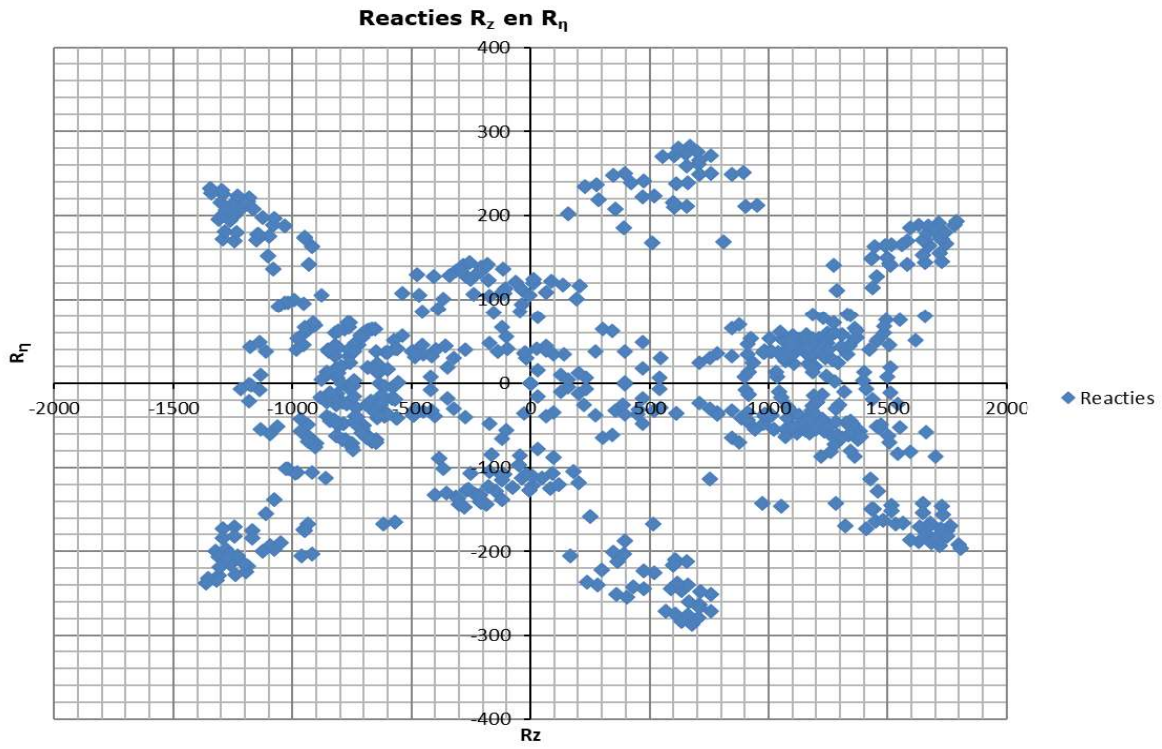
#### Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_0,9_110 Ah All Cts	-147	47	<b>-306</b>	-137	70	-12	-317
2	SPLS 3_0,9_70 Ah All Cts	-69	405	<b>-1361</b>	-237	335	-31	-1410
3	SPLS 3_0,9_110 Ba All Cts	69	398	<b>-1346</b>	233	330	-32	-1393
4	SPLS 3_0,9_70 Ba All Cts	143	48	<b>-290</b>	135	67	-11	-300

#### Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_110 Ba All Cts	461	187	<b>1788</b>	194	-458	22	1852
2	SPLS 3_70 Ba All Cts	-49	-320	<b>706</b>	261	-192	-2	732
3	SPLS 3_110 Ah All Cts	50	-322	<b>709</b>	-263	-193	-2	734
4	SPLS 3_70 Ah All Cts	-467	189	<b>1809</b>	-196	-464	22	1873

Project: RLL-TLB380  
Masttype: HC+0\_s (bouw)  
Mast: 1052





**Belastinggeval - afspannen**

Date: 2021-07-22  
Author: TBR  
Version: 1.1

RLL-TLB  
HC+0/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	-9,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	-9,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	-9,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	-27,5	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	21	380ct2f2	-37,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	-47,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0	-9,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	-52,1	0,0 m	0,0	0,0 m

**Lijn- en mastgegevens**

		Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(SL3/SL)}$		78,2	400,0 m
Lijnhoek		180 °	
Rotatie mast t.o.v. bissectrice		$\beta$	-30 °
Vaklengte		$\theta$	78
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld			400 m
Beschouwde windrichtingen		a1	0,5 m
Windrichtingen volgens:		a2	0 °
<i>Geleiderbelastingen</i>		a3	45 °
		a4	90 °
		a5	135 °
		a6	120 °
			120 °

*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	Fzttotaal	Ftrek ahead	Ftrek back
<b>ULS 6b_90</b>	12	<b>134,4</b>	<b>80,7</b>	<b>24,6</b>	156,7	0,0
	11	<b>134,6</b>	<b>81,4</b>	<b>24,6</b>	157,2	0,0
	10	<b>134,8</b>	<b>81,9</b>	<b>24,7</b>	157,6	0,0
	15	<b>-129,4</b>	<b>-73,9</b>	<b>59,4</b>	0,0	-149,0
	14	<b>-129,5</b>	<b>-73,9</b>	<b>77,6</b>	0,0	-149,1
	13	<b>-129,6</b>	<b>-73,9</b>	<b>96,7</b>	0,0	-149,2
	1	<b>18,1</b>	<b>11,3</b>	<b>3,0</b>	21,3	0,0
5	<b>-17,1</b>	<b>-9,7</b>	<b>13,8</b>	0,0	-19,7	



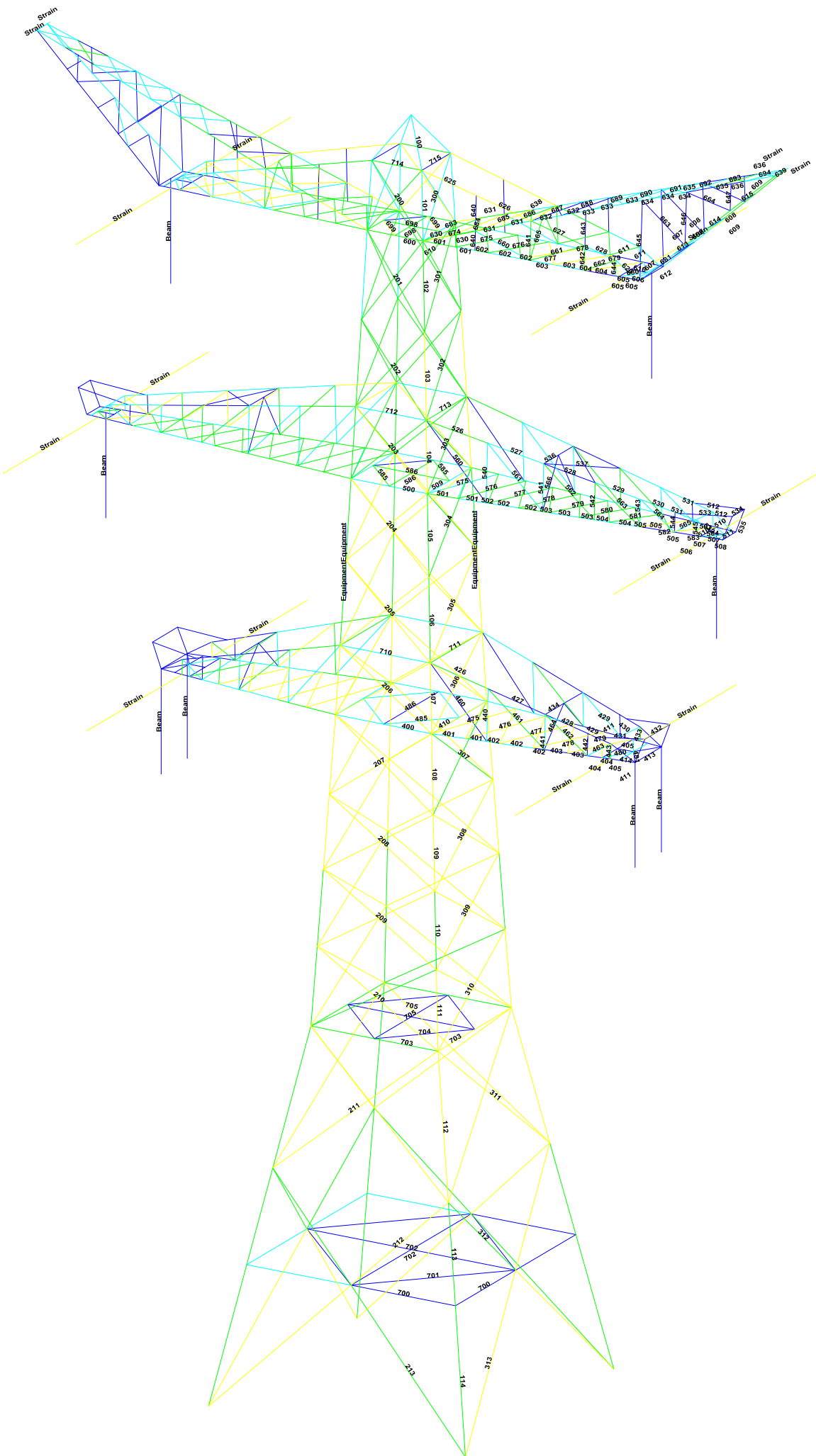
## **APPENDIX B**

### **Resultaten PLS-TOWER**

---

Deze Appendix bevat de resultaten uit PLS-TOWER voor onderstaande masttype:

- Masttype HC+0/s



1 [m]





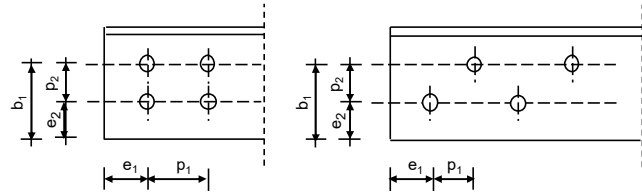
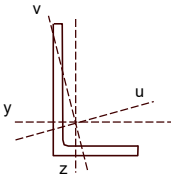


**Angle check**

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

Datum: 2021-06-15  
Auteur: TBR  
Versie: 3.0

Member name	Group 112	Conclusion
Section	XEA 200x200x24	U.C. (compression) <b>0,81 &lt; 1,0 OK</b> U.C. (tension) <b>0,81 &lt; 1,0 OK</b>



Steel grade **S355**

**Member loads**

Compressive force  $N_{Ed} =$  **-4245 kN**  
Tensile force **3790 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  $L_{y,buc} =$  **1,68 m**  
System length z-axis  $L_{z,buc} =$  **1,68 m**  
System length v-axis  $L_{v,buc} =$  **1,68 m**  
System length x-axis  $L_{tk,buc} =$  **1,68 m**  
Member type **Leg**  
Type bracing **Non staggered**

**End conditions**

Begin **More than one bolt**  
End **Continuous**  
Restraint code TOWER **C6**

**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 //  $p_1 =$  **80 mm** **Ok**  
Separation distance |  $p_2 =$  **55 mm** **Ok**  
End distance  $e_2 =$  **55 mm** **Ok**  
Double strap or single strap **Double**  
Tie plate  $b_p =$  **180 mm** **OK**  
 $t_p =$  **15 mm** **OK**  
 $e_2 =$  **40 mm** **OK**

A **18118 mm<sup>2</sup>**  
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**

$M_{y,Ed} = 1/4 F_{Ed} L_{pr} =$  **0,63 kNm**  
U.C. = **0,00 < 1,00 OK**

**Results stability**

	$\lambda_{eff,rel}$	$\lambda_{eff}$	$\lambda_{eff,mod}$	$\chi_{buc}$	$\eta$	$N_{b,Rd} = \eta \chi A_f \sigma_y / \gamma_{M1}$
$L_{y,buc} =$ 1,68 m	0,26	1,00	0,26	0,98	1	6292 <b>0,67</b>
$L_{z,buc} =$ 1,68 m	0,26	1,00	0,26	0,98	1	6292 <b>0,67</b>
$L_{v,buc} =$ 1,68 m	0,29	0,10+0,80	0,29	0,97	1	6229 <b>0,68</b>
$L_{tk,buc} =$ 1,68 m	0,55			0,81	1	5227 <b>0,81</b>

**Bolted connection**

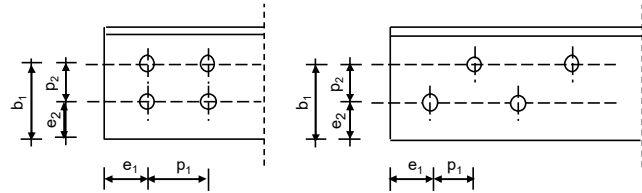
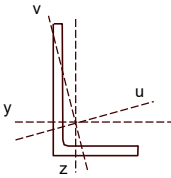
	$F_{Rd}$ (kN)	U.C.		$F_{Rd}$ (kN)	U.C.
Compression			Tension		
Cross section angle	$F_{u;Rd} =$ 6432	<b>0,66</b>	Net section angle	$F_{u;Rd} =$ 4682	<b>0,81</b>
Cross section tie plate	$F_{u;Rd} =$ 7668	<b>0,55</b>	Net section tie plate	$F_{u;Rd} =$ 6520	<b>0,58</b>
Shear strength	$F_{v;Rd} =$ 6506	<b>0,65</b>	Block shear	$F_{u;Rd} =$ 7499	<b>0,51</b>
Bearing strength	$F_{b;Rd} =$ 8757	<b>0,48</b>	Shear strength	$F_{v;Rd} =$ 6506	<b>0,58</b>
Combined effect	$F_{v;Rd} =$ 6506	<b>0,65</b> elastisch	Bearing strength	$F_{b;Rd} =$ 8624	<b>0,44</b>
			Combined effect	$F_{v;Rd} =$ 6506	<b>0,58</b> elastisch

**Angle check**

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

Datum: 2021-06-15  
Auteur: TBR  
Versie: 3.0

<b>Member name</b>	<b>Group 113</b>	<b>Conclusion</b>
<b>Section</b>	<b>XEA 200x200x24</b>	U.C. (compression) <b>0,75 &lt; 1,0 OK</b>
		U.C. (tension) <b>0,73 &lt; 1,0 OK</b>



Steel grade **S355**

**Member loads**

Compressive force  $N_{Ed} =$  **-3883 kN**  
Tensile force **3395 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  $L_{y,buc} =$  **1,98 m**  
System length z-axis  $L_{z,buc} =$  **1,98 m**  
System length v-axis  $L_{v,buc} =$  **1,98 m**  
System length x-axis  $L_{tk,buc} =$  **1,98 m**  
Member type **Leg**  
Type bracing **Non staggered**

**End conditions**

Begin **More than one bolt**  
End **Continuous**  
Restraint code TOWER **C6**

**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 //  $p_1 =$  **80 mm** **Ok**  
Separation distance |  $p_2 =$  **55 mm** **Ok**  
End distance  $e_2 =$  **55 mm** **Ok**  
Double strap or single strap **Double**  
Tie plate  $b_p =$  **180 mm** **OK**  
 $t_p =$  **15 mm** **OK**  
 $e_2 =$  **40 mm** **OK**

A **18118 mm<sup>2</sup>**  
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**

$\lambda_{max} = L / i$  **26 -**  
Allowed: **120 OK**

**Bending due to vertical construction load**

$M_{y,Ed} = 1/4 F_{Ed} L_{pr} =$  **0,74 kNm**  
U.C. = **0,00 < 1,00 OK**

**Results stability**

	$\lambda_{eff,rel}$	$\lambda_{eff}$	$\lambda_{eff,mod}$	$\chi_{buc}$	$\eta$	$N_{b,Rd} = \eta \chi A_f \sigma_y / \gamma_{M1}$
$L_{y,buc} =$ 1,98 m	0,31	1,00	0,31	0,96	1	6182 <b>0,63</b>
$L_{z,buc} =$ 1,98 m	0,31	1,00	0,31	0,96	1	6182 <b>0,63</b>
$L_{v,buc} =$ 1,98 m	0,34	0,10+0,80	0,34	0,95	1	6107 <b>0,64</b>
$L_{tk,buc} =$ 1,98 m	0,56			0,81	1	5205 <b>0,75</b>

**Bolted connection**

	$F_{Rd}$ (kN)	U.C.		$F_{Rd}$ (kN)	U.C.
Compression			Tension		
Cross section angle	$F_{u;Rd} =$ 6432	<b>0,60</b>	Net section angle	$F_{u;Rd} =$ 4682	<b>0,73</b>
Cross section tie plate	$F_{u;Rd} =$ 7668	<b>0,51</b>	Net section tie plate	$F_{u;Rd} =$ 6520	<b>0,52</b>
Shear strength	$F_{v;Rd} =$ 6506	<b>0,60</b>	Block shear	$F_{u;Rd} =$ 7499	<b>0,45</b>
Bearing strength	$F_{b;Rd} =$ 8757	<b>0,44</b>	Shear strength	$F_{v;Rd} =$ 6506	<b>0,52</b>
Combined effect	$F_{v;Rd} =$ 6506	<b>0,60</b> elastisch	Bearing strength	$F_{b;Rd} =$ 8624	<b>0,39</b>
			Combined effect	$F_{v;Rd} =$ 6506	<b>0,52</b> 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:

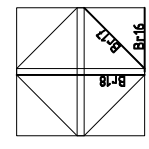
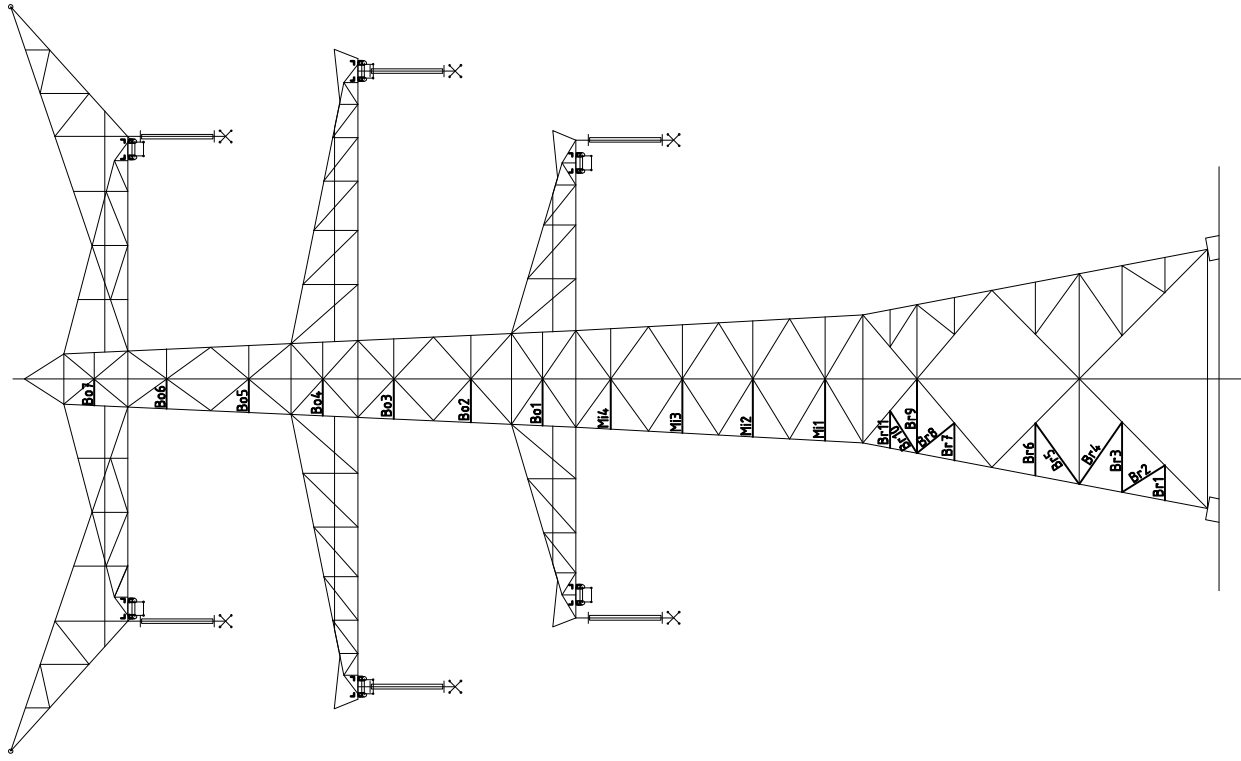
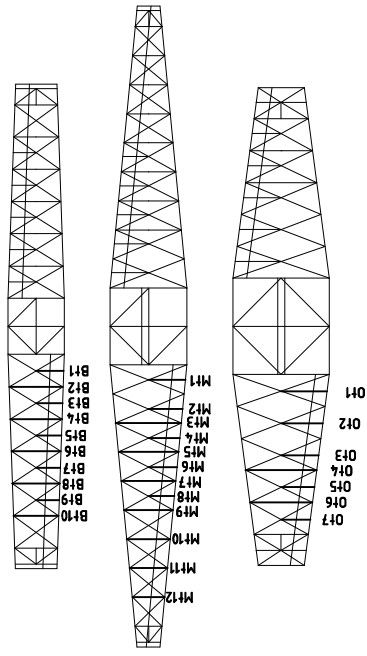
- voldoende trek- of druksterkte als steungevend profiel voor randstijl, 1% van de knikcapaciteit van de randstijl;
- slankheid;
- klimbelasting

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.

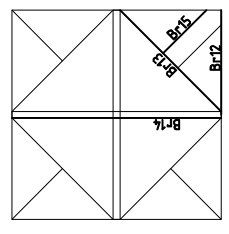
Profielen uit horizontaalverbanden van het onderstuk zijn in PLS-TOWER aanwezig maar worden in deze Appendix aanvullend getoetst op buiging. Profielafmeting en boutverbinding uit PLS-TOWER is leidend.



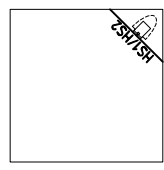
# Overzicht knikverkorters – HC+0/s



Tussenschot +15,5m



Tussenschot +6,08m



Standaard frame



**Redundant members**

RLI-TLB  
HC+Q\_s

Date: 2021-05-31  
Author: JSN  
Version: 1.9

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt Quality	Length (m)	Angle (°)	Slenderness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Max. usage	Notes
Br1	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S3550	M16	8.8	1.53	0	130	52.1	0.57	64.0	60.3	52.3	98.8	1.40	1.00	Bearing
Br2	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S3550	M16	8.8	2.20	58	160	52.1	0.00	57.1	60.3	52.3	122.3	1.99	1.00	Bearing
Br3	Broekstuk	Enkele staaf	L80x8	S3550	M16	8.8	3.05	0	196	52.1	1.14	64.6	60.3	69.7	194.4	3.33	0.86	shear
Br4	Broekstuk	Enkele staaf	L80x8	S3550	M16	8.8	3.28	35	210	52.1	0.00	58.0	60.3	69.7	194.4	3.33	0.90	Buckling
Br5	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S3550	M16	8.8	3.27	36	210	52.1	0.00	58.3	60.3	69.7	194.4	3.33	0.89	Buckling
Br6	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S3550	M16	8.8	2.29	0	167	52.1	0.86	54.1	60.3	52.3	122.3	1.99	1.00	Bearing
Br7	Broekstuk	Enkele staaf	L60x8	S3550	M16	8.8	1.62	0	139	52.3	0.61	76.8	60.3	69.7	131.7	1.73	0.87	shear
Br8	Broekstuk	Enkele staaf	L60x8	S3550	M16	8.8	2.09	51	180	52.3	0.00	53.9	60.3	69.7	131.7	1.73	0.97	Buckling
Br9	Broekstuk	Enkele staaf	L80x8	S3550	M16	8.8	3.23	0	207	52.3	1.21	59.1	60.3	69.7	194.4	3.33	0.88	Buckling
Br10	Broekstuk	Enkele staaf	L70x7	S3550	M16	8.8	2.18	33	160	52.3	0.00	66.2	60.3	61.0	142.7	2.23	0.87	shear
Br11	Broekstuk	Enkele staaf	L60x8	S3550	M16	8.8	1.62	0	139	52.3	0.61	76.8	60.3	69.7	131.7	1.73	0.87	shear
Br12	Tussenschot +6,08m	Enkele staaf	L100x8	S3550	M16	8.8	4.58	0	232	0.0	1.72	62.5	60.3	69.7	257.2	5.49	0.33	Bending
Br13	Tussenschot +6,08m	Kniksteun op 0,5L	L100x8	S3550	M16	8.8	6.23	0	227	0.0	2.34	49.1	60.3	69.7	225.8	5.70	0.41	Bending
Br14	Tussenschot +6,08m	Kruisende staaf halverwege	L100x8	S3550	M16	8.8	9.15	0	232	0.0	1.72	62.4	60.3	69.7	257.2	7.19	0.24	Bending
Br15	Tussenschot +6,08m	Enkele staaf	L70x6	S3550	M16	8.8	3.11	0	227	0.0	1.17	34.0	60.3	52.3	122.3	1.99	0.61	Bending
Br16	Tussenschot +15,5m	Kniksteun op 0,5L	L150x14	S3550	M16	8.8	5.58	0	122	0.0	2.09	319.7	60.3	122.0	724.4	27.80	0.48	Bending
Br17	Tussenschot +15,5m	Enkele staaf	L80x8	S3550	M16	8.8	3.73	0	239	0.0	1.40	47.3	60.3	69.7	194.4	3.33	0.43	Bending
Br18	Tussenschot +15,5m	Kruisende staaf halverwege	L80x8	S3550	M16	8.8	5.58	0	179	0.0	1.05	73.9	60.3	69.7	194.4	4.46	0.23	Bending
M1	Tussenstuk1	Enkele staaf	L80x8	S3550	M16	8.8	2.70	0	173	52.3	1.01	77.6	60.3	69.7	194.4	3.33	0.87	shear
M2	Tussenstuk1	Enkele staaf	L70x7	S3550	M16	8.8	2.52	0	185	52.3	0.95	53.8	60.3	61.0	142.7	2.23	0.97	Buckling
M3	Tussenstuk2	Enkele staaf	L60x8	S3550	M16	8.8	2.35	0	203	38.3	0.88	45.0	60.3	69.7	131.7	1.73	0.85	Buckling
M4	Tussenstuk2	Enkele staaf	L60x6	S3550	M16	8.8	2.18	0	187	37.8	0.82	36.9	60.3	52.3	98.8	1.40	0.97	Buckling
Bo1	Bovenstuk1	Enkele staaf	L55x6	S3550	M16	8.8	2.04	0	190	29.4	0.76	34.7	60.3	51.5	75.3	1.15	0.85	Buckling
Bo2	Bovenstuk1	Enkele staaf	L55x6	S3550	M16	8.8	1.90	0	177	28.0	0.71	38.5	60.3	51.5	75.3	1.15	0.73	Buckling
Bo3	Bovenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	1.74	0	179	28.2	0.65	28.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.98	Buckling
Bo4	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	1.46	0	165	12.8	0.60	32.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.77	Bending
Bo5	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	1.61	0	150	11.7	0.55	37.0	60.3	41.3	43.1	0.8	0.70	Bending
Bo6	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S3550	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	S3550	M16	8.8	1.16	0	119	8.5	0.43	49.9	60.3	41.3	43.1	0.8	0.55	Bending
O1	Ondertraverse	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	2.00	0	206	0.0	0.75	23.4	60.3	41.3	43.1	0.8	0.96	Bending
O2	Ondertraverse	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	1.82	0	187	0.0	0.68	27.0	60.3	41.3	43.1	0.8	0.87	Bending
O3	Ondertraverse	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	1.64	0	168	0.0	0.61	31.6	60.3	41.3	43.1	0.8	0.78	Bending
O4	Ondertraverse	Enkele staaf	L70x6	S3550	M16	8.8	3.10	0	226	0.0	1.16	34.2	60.3	52.3	122.3	2.0	0.61	Bending
O5	Ondertraverse	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	1.45	0	149	0.0	0.54	37.3	60.3	41.3	43.1	0.8	0.69	Bending
O6	Ondertraverse	Enkele staaf	L60x6	S3550	M16	8.8	2.73	0	233	0.0	1.02	27.7	60.3	52.3	98.8	1.4	0.75	Bending
O7	Ondertraverse	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	1.26	0	130	0.0	0.47	44.7	60.3	41.3	43.1	0.8	0.60	Bending
M1	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	1.61	0	166	0.0	0.60	32.3	60.3	41.3	43.1	0.8	0.77	Bending
M2	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	1.49	0	153	0.0	0.56	36.0	60.3	41.3	43.1	0.8	0.71	Bending
M3	Middentraverse	Enkele staaf	L60x6	S3550	M16	8.8	2.86	0	245	0.0	1.07	25.6	60.3	52.3	98.8	1.4	0.79	Bending
M4	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	1.37	0	141	0.0	0.51	40.3	60.3	41.3	43.1	0.8	0.65	Bending
M5	Middentraverse	Enkele staaf	L55x6	S3550	M16	8.8	2.62	0	245	0.0	0.98	23.4	60.3	51.5	75.3	1.2	0.88	Bending
M6	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	1.25	0	128	0.0	0.47	45.4	60.3	41.3	43.1	0.8	0.60	Bending
M7	Middentraverse	Enkele staaf	L55x6	S3550	M16	8.8	2.38	0	222	0.0	0.89	27.3	60.3	51.5	75.3	1.2	0.80	Bending
M8	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	1.13	0	116	0.0	0.42	51.4	60.3	41.3	43.1	0.8	0.54	Bending
M9	Middentraverse	Enkele staaf	L55x6	S3550	M16	8.8	2.14	0	200	0.0	0.80	32.2	60.3	51.5	75.3	1.2	0.72	Bending
M10	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	1.90	0	195	0.0	0.71	25.4	60.3	41.3	43.1	0.8	0.91	Bending
M11	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	1.65	0	170	0.0	0.62	31.1	60.3	41.3	43.1	0.8	0.79	Bending
M12	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	1.41	0	145	0.0	0.53	36.7	60.3	41.3	43.1	0.8	0.68	Bending



**Redundant members**

Date: 2021-05-31  
 Author: JSN  
 Version: 1.9

RLI-TLB  
 HC+Q\_s

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt Quality	Length (m)	Angle (°)	Slenderness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Max. usage	Notes
B1	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.20	0	123	0.0	0.45	47.7	60.3	41.3	43.1	0.8	0.57	Bending
B2	Boventraverse	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.35	0	219	0.0	0.88	27.9	60.3	51.5	75.3	1.2	0.79	Bending
B3	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.15	0	118	0.0	0.43	50.2	60.3	41.3	43.1	0.8	0.55	Bending
B4	Boventraverse	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.25	0	210	0.0	0.84	29.8	60.3	51.5	75.3	1.2	0.76	Bending
B5	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.10	0	113	0.0	0.41	52.8	60.3	41.3	43.1	0.8	0.53	Bending
B6	Boventraverse	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.15	0	201	0.0	0.81	31.8	60.3	51.5	75.3	1.2	0.72	Bending
B7	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.05	0	108	0.0	0.39	55.6	60.3	41.3	43.1	0.8	0.50	Bending
B8	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.06	0	211	0.0	0.77	22.5	60.3	41.3	43.1	0.8	0.98	Bending
B9	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.00	0	103	0.0	0.38	58.5	60.3	41.3	43.1	0.8	0.48	Bending
B10	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.96	0	201	0.0	0.73	24.2	60.3	41.3	43.1	0.8	0.94	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



## **APPENDIX D**

### **Blokdeuvels**

---

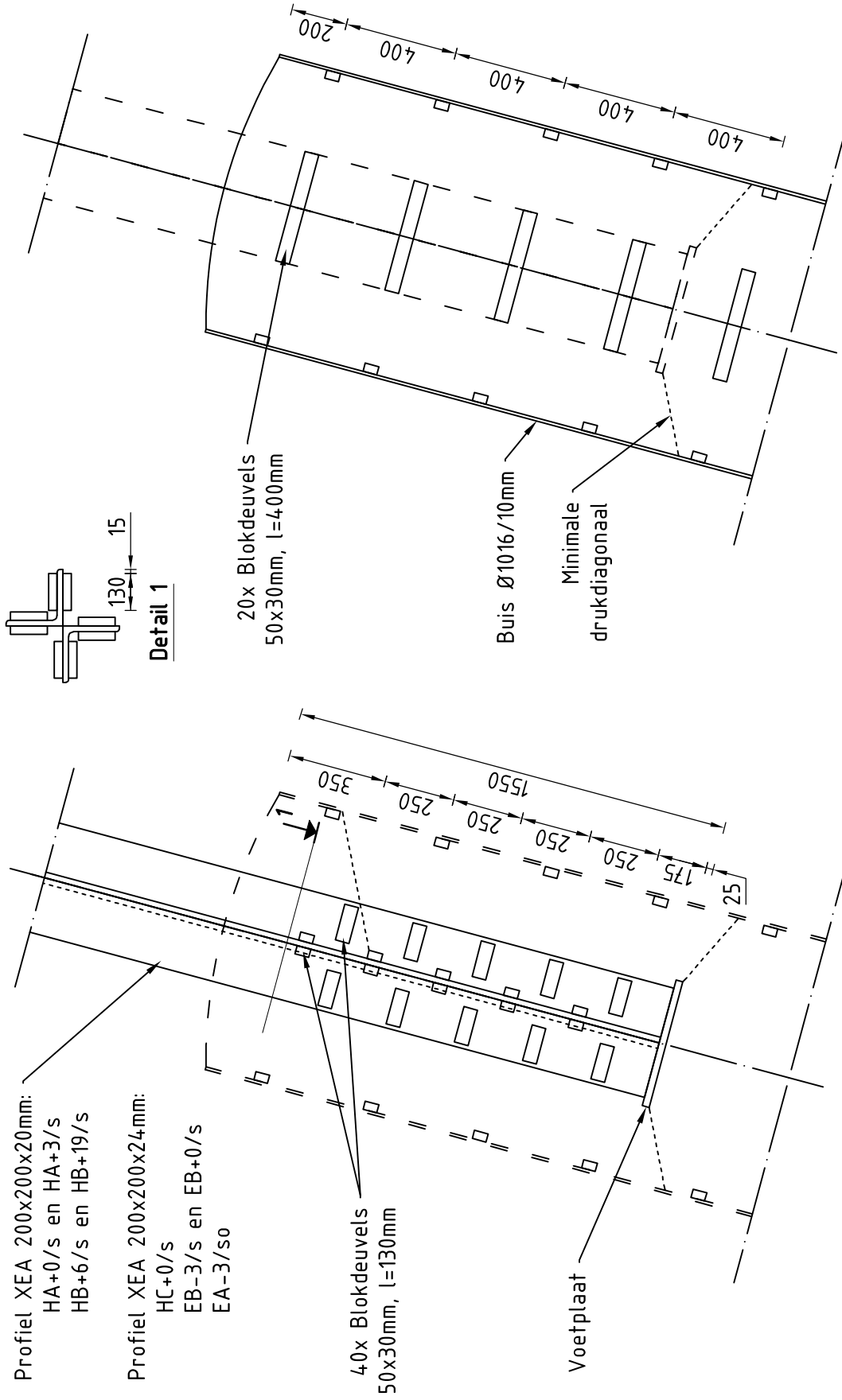
Het uitgangspunt voor de berekening van de ingestorte rand met blokdeuvels zijn de belastingen op de fundatie uit de uitvoer van het geleiderbelastingprogramma van DNV. De belastingen in de richting van de randstijl zijn van toepassing. In de tabellen is dit opgenomen in de laatste kolom  $R_{z,lok}$ . 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	<b>XEA 200x200x20</b>	
Type	Double (XEA)	
Steel material	S355	
Cross section	15270 mm <sup>2</sup>	
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 <sup>2</sup>
$A_{f2} = A_{f2,out} + A_{f2,in} =$	25087.5 mm <sup>2</sup>
Slope	1 : 5
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}} =$	1.79
$f_{jd} = C_A \times f_{cd} =$	27.0 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} =$	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 <sup>2</sup>
$c = t\sqrt{(f_{yd} / 3f_{jd})} =$	53 mm
$m^* = \min(c, m) =$	30 mm
Type foot plate	Extending
Effective for	Compr. and tension
$A_{p,c} =$	66870 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = A_{p,druk} \times f_{jd} =$	1742 kN
$A_{p,t} =$	51600 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd} =$	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
$F_{Rd,c} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate} =$	<b>5107 kN</b>
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
$F_{Rd,t} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate} =$	<b>4710 kN</b>
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 <sup>2</sup>	
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 <sup>2</sup>
$A_{f2} =$	48578 mm <sup>2</sup>
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}} =$	2.01 -
$f_{jd} = K_d \times f_{cd} =$	30.3 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} \times C_{red} =$	<b>5809 kN</b>
U.C. compression	0.72 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} \times C_{red} =$	<b>5809 kN</b>
U.C. tension	0.64 < 1,00 OK
U.C. welds	0.46 < 1,00 OK

#### Design value concrete strength

Material factor	$\gamma_c$	1.5
Add. mat. factor	$\gamma_m$	1.33 -
$f_{cd} =$	15.0 N/mm <sup>2</sup>	

#### "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 <sup>2</sup>
Capacity tubular pile	7100 kN/m	
U.C.	0.25 < 1,00 OK	

#### Steel tower stub

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

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

### Welds of shear blocks of main leg

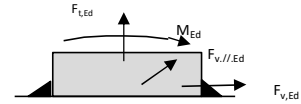
Out-of-plane loading

#### Plate

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

#### Welds

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



#### Member forces

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

#### Stress components

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


---

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

#### Check

$\sigma_{vw,Ed} = 212 \text{ N/mm}^2 \leq$   
 $\sigma_1 = 106 \text{ N/mm}^2 \leq$   
 $f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$  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

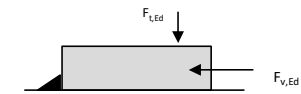
Out-of-plane loading

#### Plate

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

#### Welds

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



#### Member forces

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

#### Stress components

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


---

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

#### Check

$\sigma_{vw,Ed} = 200 \text{ N/mm}^2 \leq$   
 $\sigma_1 = 100 \text{ N/mm}^2 \leq$   
 $f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$  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

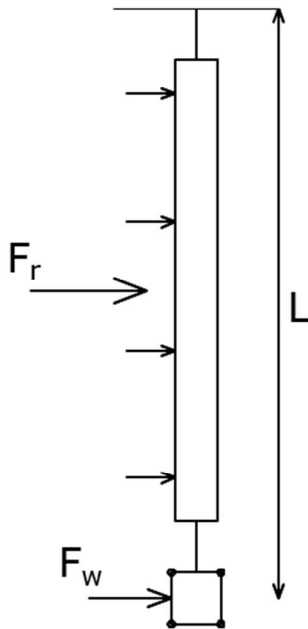
---

## 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 H\_s-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:

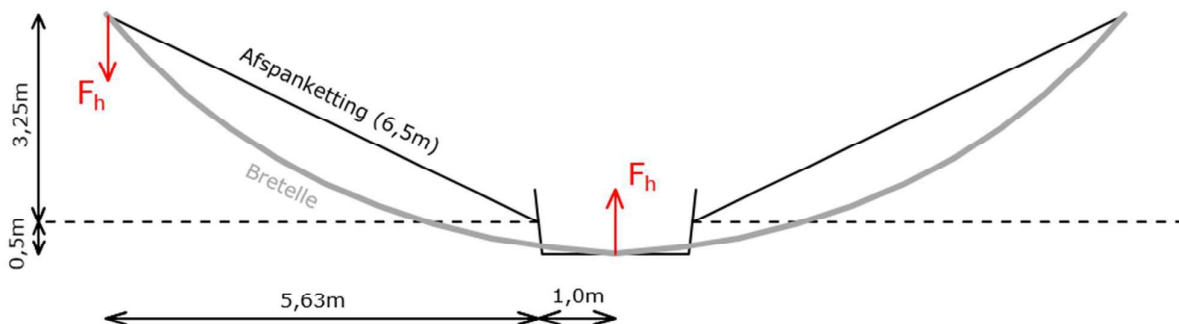
1. 380 kV geleider met één postisolator;
  - Lengte geleider aan postisolator ca. 9 m;
2. 380 kV geleider met twee postisolatoren;
  - Lengte geleider aan postisolator ca. 4,5 m.

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:

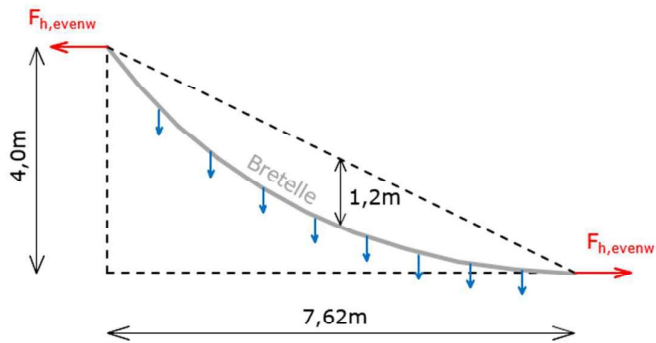
$$\bullet F_{h, \text{evenw}} = \frac{1}{8} \cdot q \cdot L^2 / u = \frac{1}{8} \cdot 0,0708 \text{ kN/m} \cdot (7,62 \text{ m})^2 / 1,2 \text{ m} = 0,4 \text{ kN}.$$

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 Boveanzicht 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 <sup>2</sup> ]	$G_{post}$ [kN]	$L_{post}$ [m]	Opp [m <sup>2</sup> ]	$n_{gel}$ [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.	$\gamma$ [-]	$F_{v,Ed}$ [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.

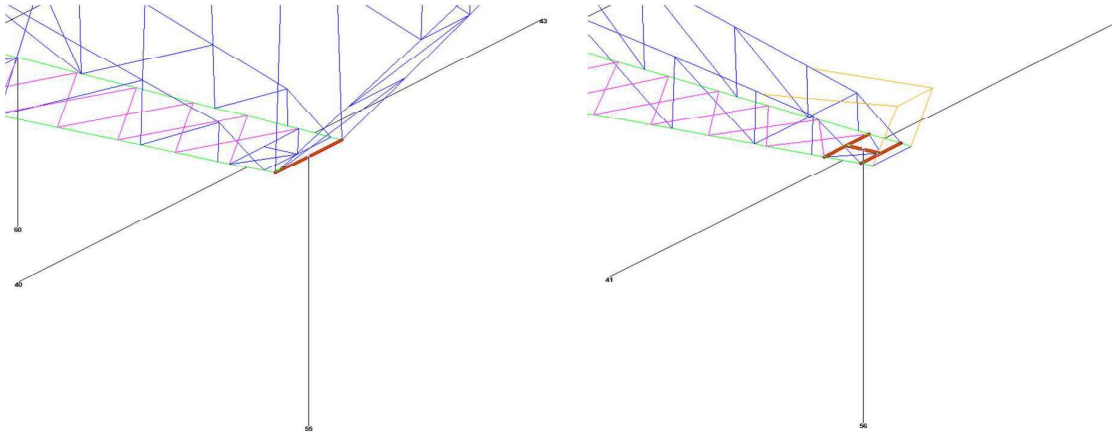
**Tabel 3 Optredende belastingen per variant – wind evenwijdig**

Var.	L <sub>post</sub> [m]	F <sub>h,gel</sub> [kN]	M <sub>r,-,k</sub> [kNm]	F <sub>r,k</sub> [kN]	M <sub>r,/,k</sub> [kNm]	F <sub>v,Ed</sub> [kN]	F <sub>h,-,Ed</sub> [kN]	M <sub>r,-,Ed</sub> [kNm]	F <sub>h,/,Ed</sub> [kN]	M <sub>r,/,Ed</sub> [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

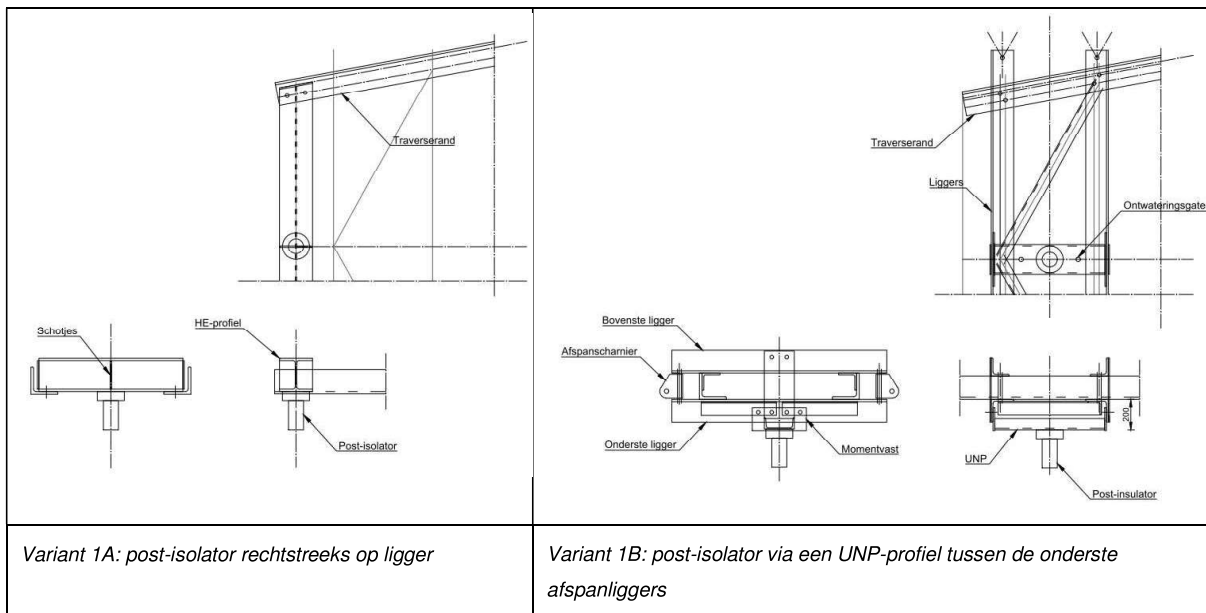
## 2 VARIANT 1 – 380 KV – 1 POSTISOLATOR

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

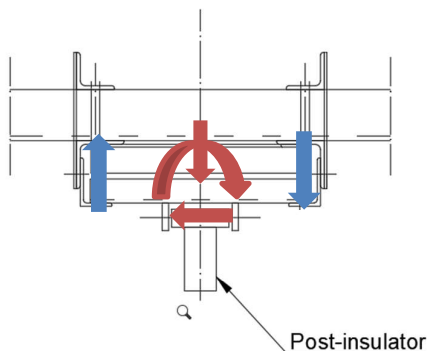
Onderstaand is de situatie schematisch weergegeven. De hoeklijnen hebben een (minimale) doorsnede van 150x150x14mm. De afstand tussen de hoeklijnen is min. 600mm. De bovenste en onderste hoeklijnen worden halverwege de overspanning gekoppeld.

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  $83500\text{mm}^3$ . 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  $(158\text{MPa} / 355\text{MPa}) = 0,45$ .

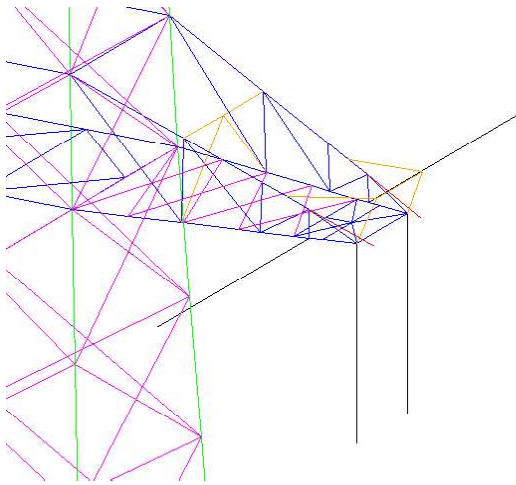
De ligger die hoeklijnen koppelt heeft een doorsnede van UNP220 en wordt om de zwakke as belast. Het optredende moment is gelijk aan  $(1/4 \cdot 4,0\text{kN} \cdot 0,6\text{m} + 1/2 \cdot 19,4\text{kNm}) = 10,3\text{kNm}$ . De spanning is gelijk aan  $(10,3 \cdot 10^6 \text{ Nmm} / 33500\text{mm}^3)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



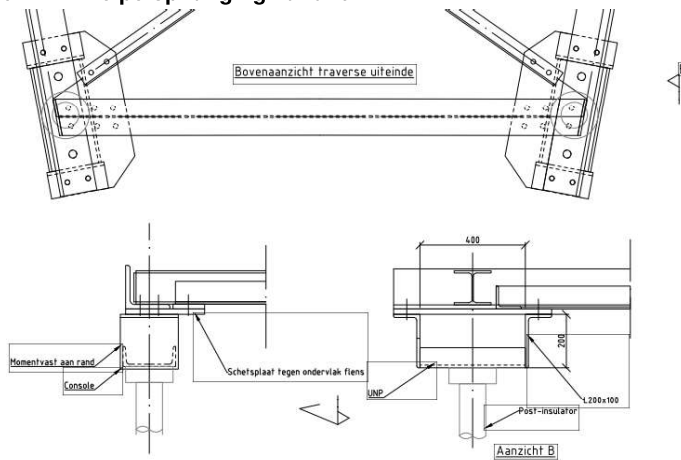
Figuur 6 Schematische weergave ophanging variant 1B

### 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**



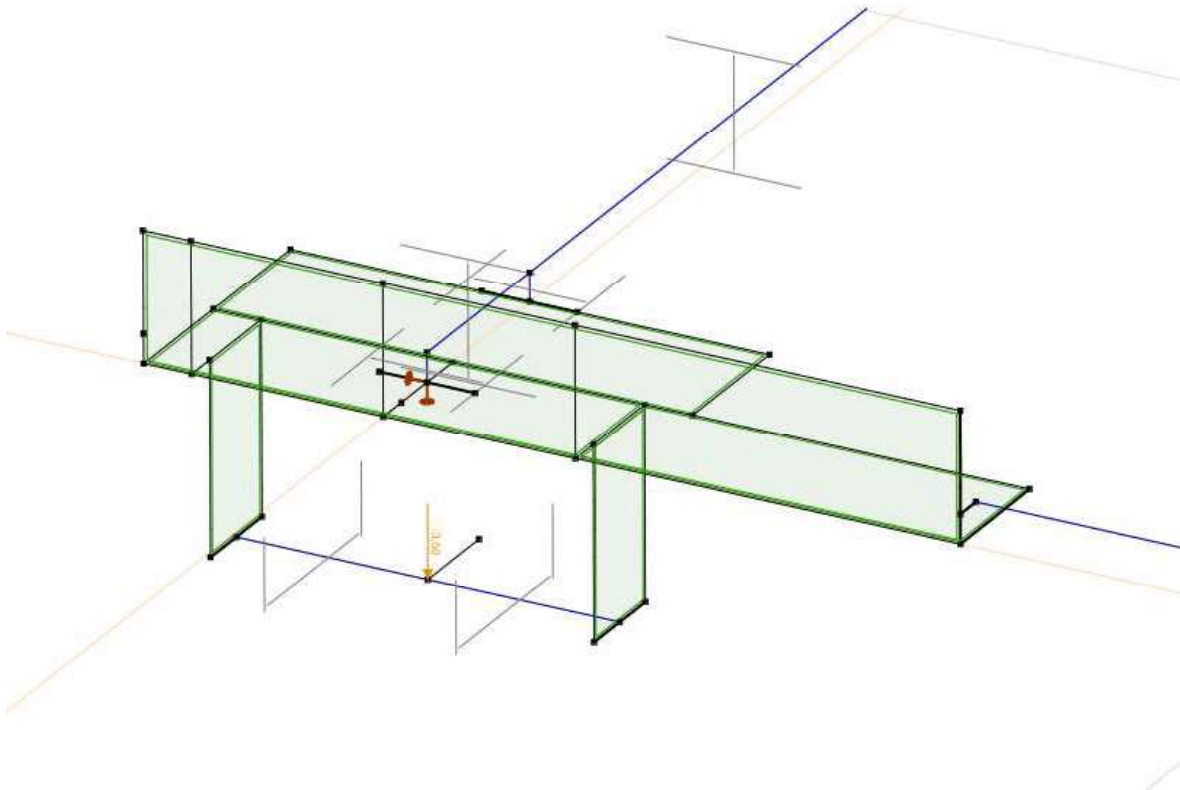
**Figuur 8 Principedetail bevestiging post-isolator aan rand**

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).





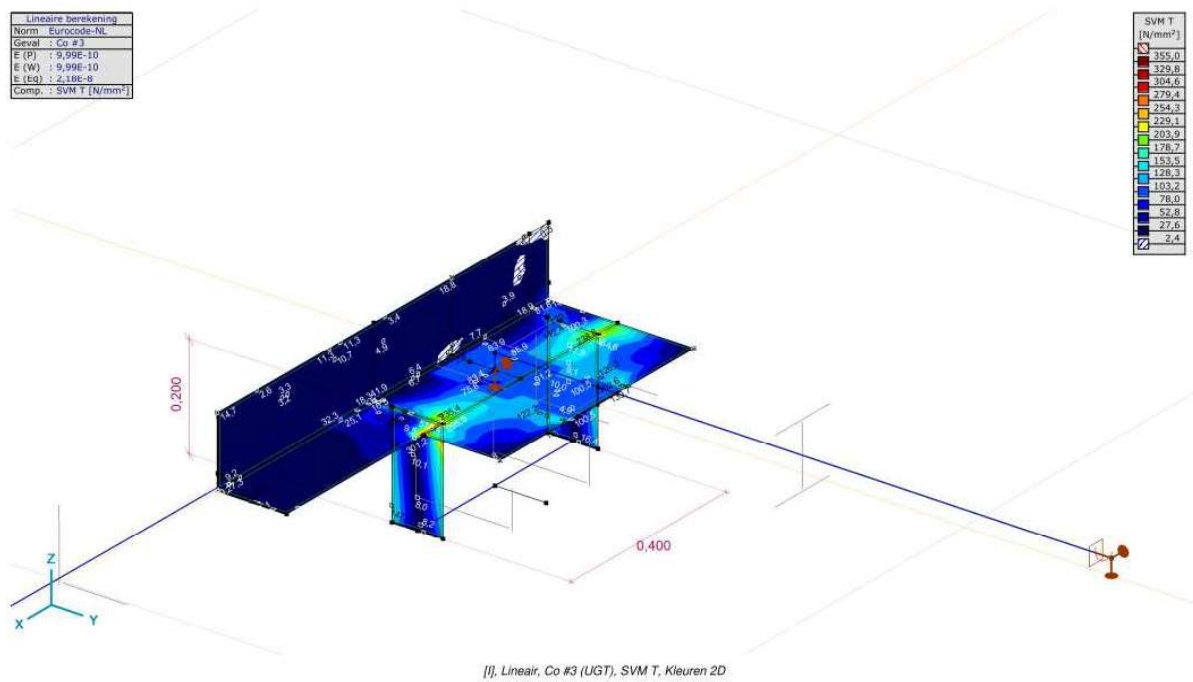
**Figuur 9 Rekenmodel krachtsinleiding post-isolator aan onderrand**

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**

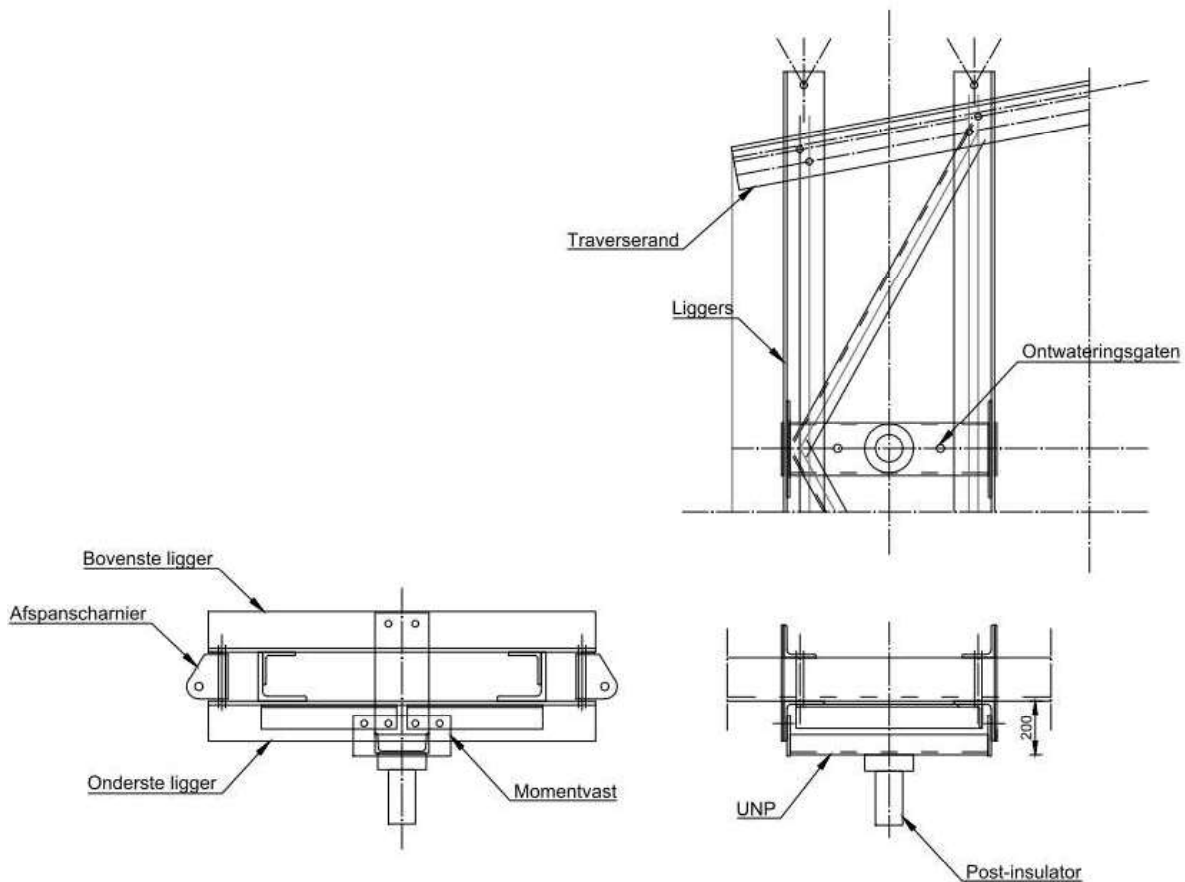
In het model treden elastisch berekend bij hoeken spanningsconcentraties op. Zie Figuur 10. In de uitvoer opgenomen in de bijlage blijkt dat de hoogste spanning 339 N/mm<sup>2</sup> bedraagt. De toetsing is:

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

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.

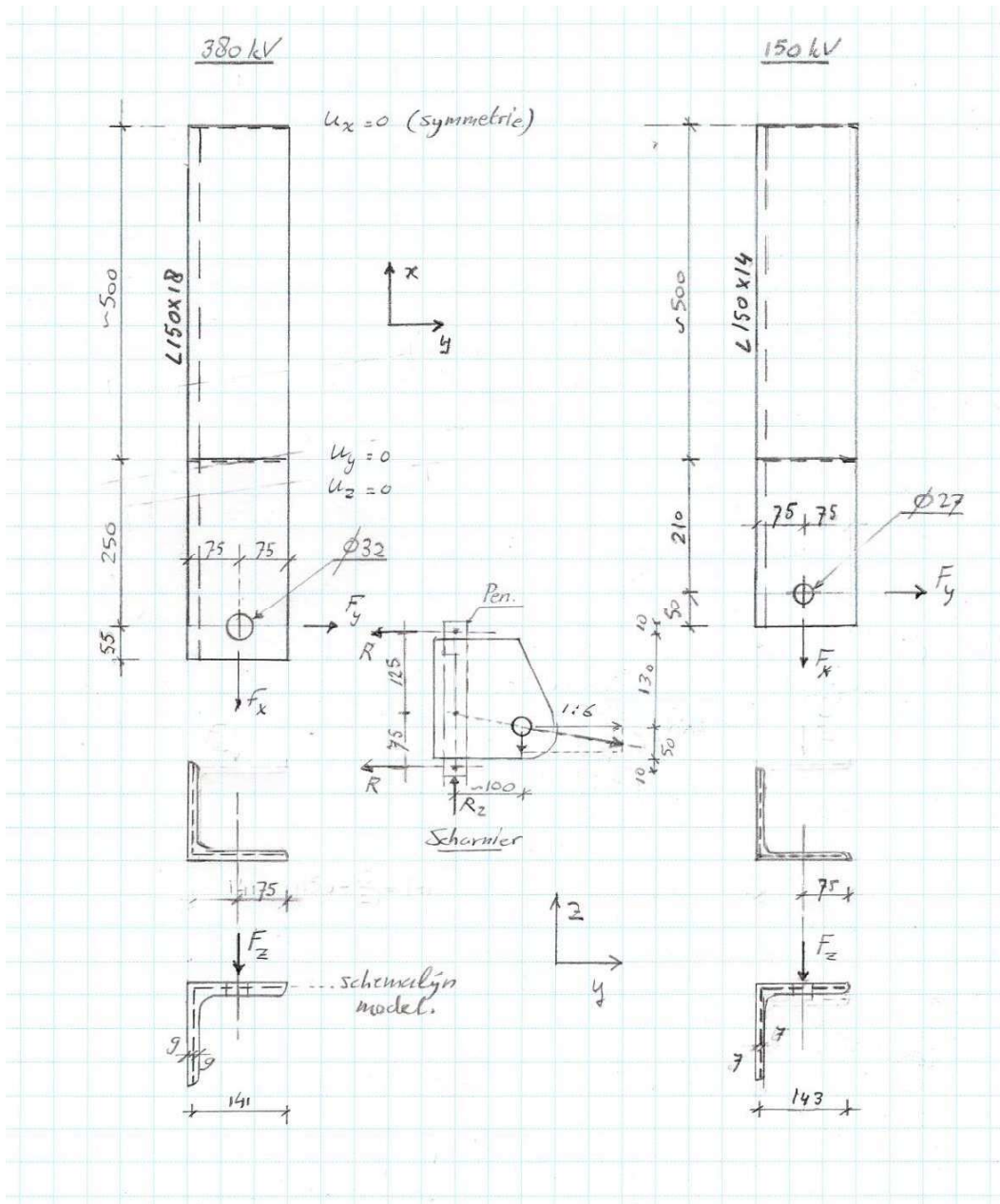
Vanwege uniformiteit over de masttypes in afspanscharnieren wordt de controle uitgevoerd op basis van het masttype met de grootste lijnhoek en de grootste uitkraging. Dit is de HC+0-mast van het solo-type, omdat de ondertraverse de grootste breedteverandering heeft, met bijbehorend grootste uitkraging.

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



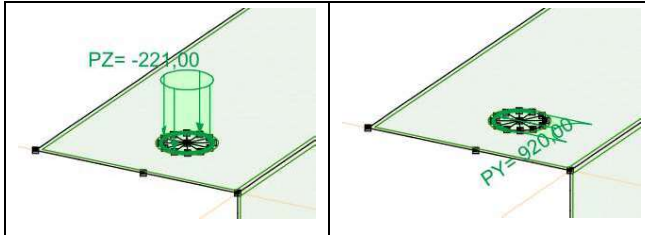
**Figuur 12 Schematisering liggers**

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 afspannscharnier 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:

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

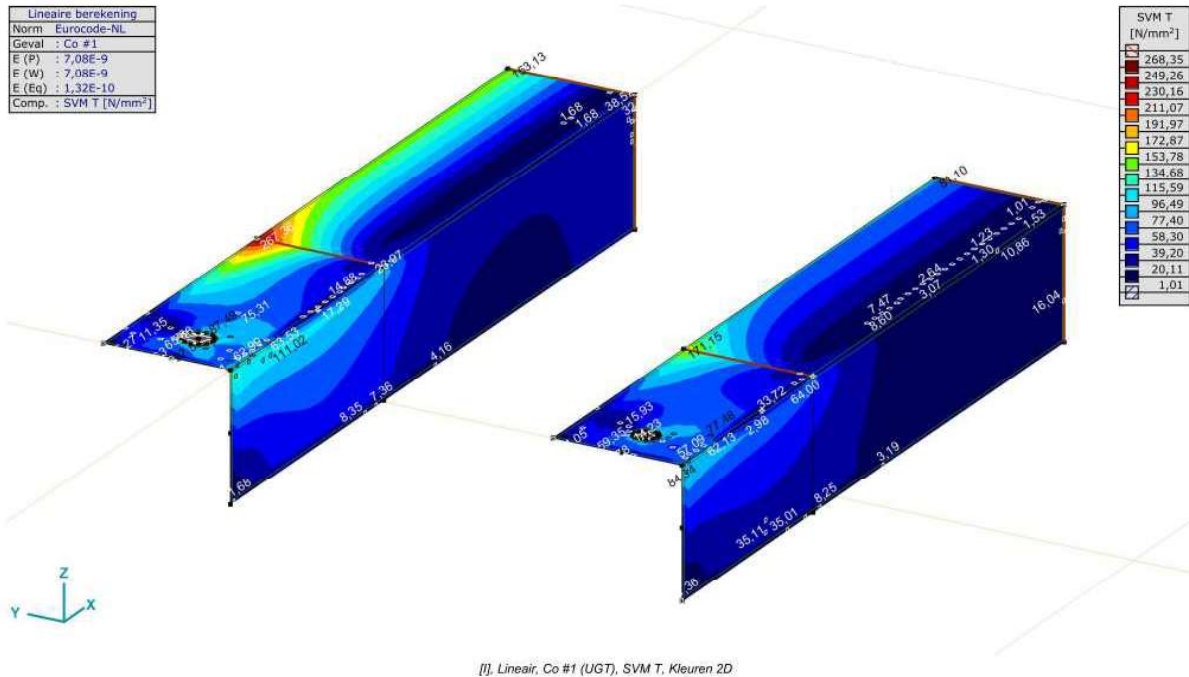
In Tabel 7 zijn de lijnlasten berekend met bovenstaande formule. Deze zijn in AxisVM ingevoerd.

**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	Staafspanningen [Linear, Omhullende (Alle UGT)]		40
[I], Linear, Omhullende (Alle UGT), Vy, Lijnen (gevuld)		21	Interne krachten knooppiegging [Linear, Omhullende (Alle UGT)]		41



**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: Post aan onderrand HA\_s.axes

Materialen

Naam	Type	Nationale norm	Materiaalnorm	Model	$E_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$E_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$E_z$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\nu$	$\alpha_T$ [1/°C]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	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 <sup>2</sup> ] = 355,00

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

**Naam:** Materiaalnaam; **Type:** Type materiaal; **Model:** Materiaal model; **E<sub>x</sub>:** Elasticiteitsmodulus in lokale x richting; **E<sub>y</sub>:** Elasticiteitsmodulus in lokale y richting; **v:** Poisson's verhouding;  **$\alpha_T$ :** Warmteuitzettingscoëfficiënt; **p:** Dichtheid; **Materiaal kleur:** Materiaalkleur;  
**Contour kleur:** Contourkleur; **P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, P<sub>5</sub>, P<sub>6</sub>, P<sub>7</sub>, P<sub>8</sub>, P<sub>9</sub>, P<sub>10</sub>, P<sub>11</sub>, P<sub>12</sub>, P<sub>13</sub>, P<sub>14</sub>:** Ontwerpparameter;

**Project:**

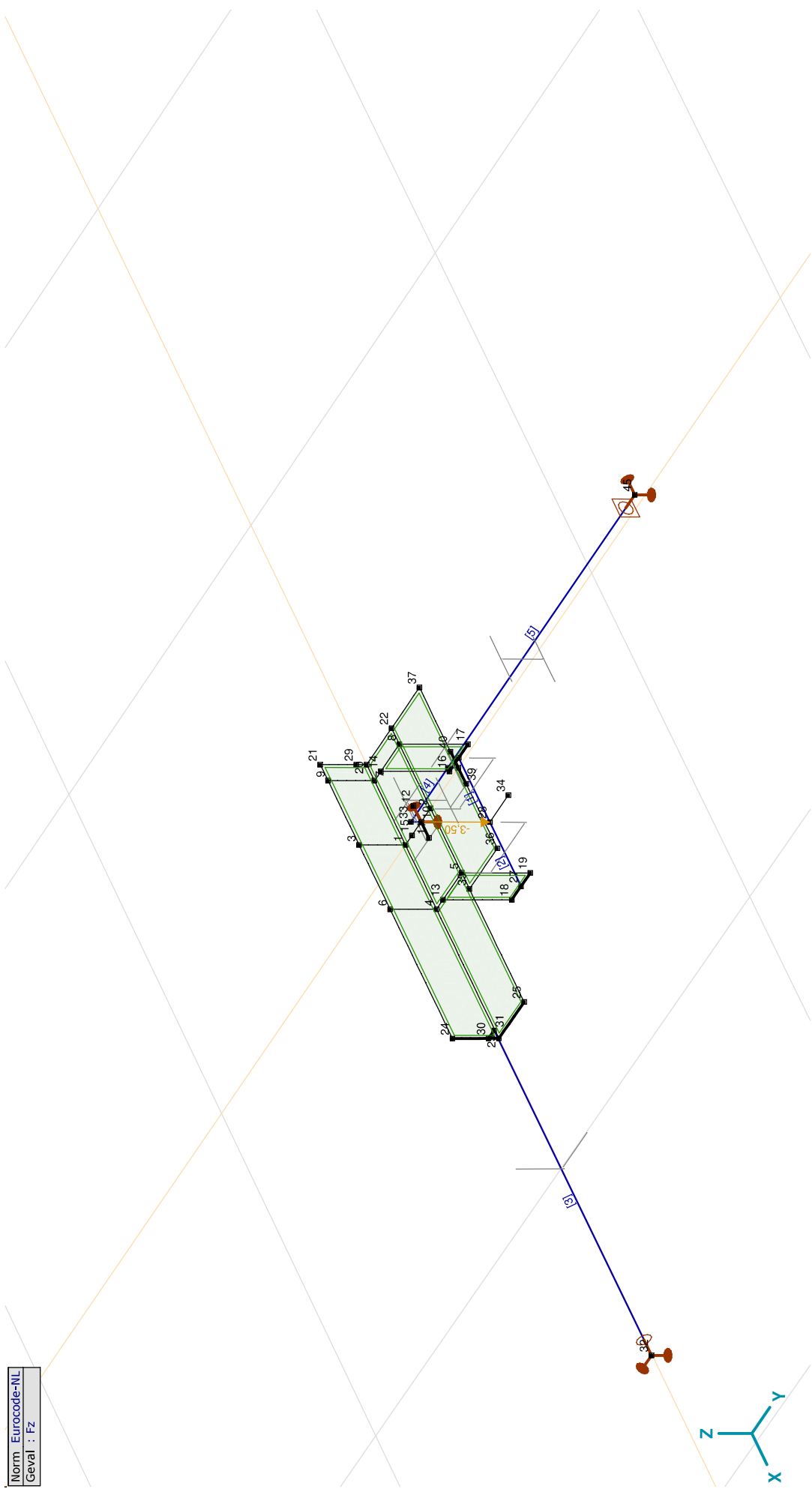
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA\_s.axes

18-5-2021

Pag. 4

Norm Eurocode-NL  
Geval : Fz



*Knopen en staven*

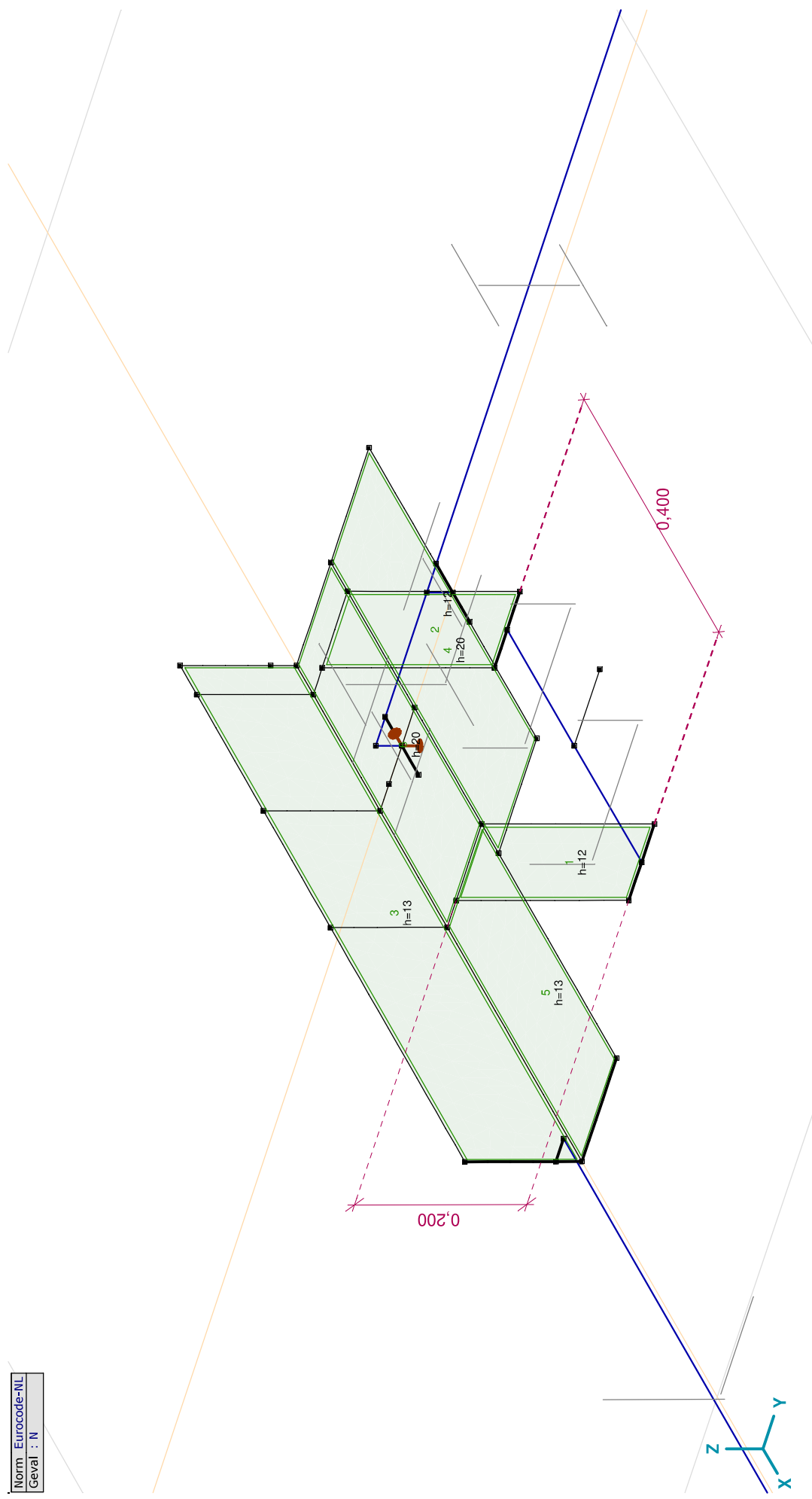
**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA\_s.axes

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

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

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

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA\_s\_axs

18-5-2021

Pag. 7

## Domeinen

Element type	Materiaal	Ref <sub>x</sub>	Ref <sub>z</sub>	Dikte [mm]	k, buiging [l]	k, torsie [l]	k, afschuiving [l]	Oppervlakte [m <sup>2</sup> ]	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<sub>x</sub>:** Referentie voor lokale X-richting; **Ref<sub>z</sub>:** 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 <sub>x</sub>	K <sub>x</sub> [kN/m]	K <sub>x,y</sub> [kN/m]	Naam <sub>y</sub>	K <sub>y</sub> [kN/m]	K <sub>y,v</sub> [kN/m]	Naam <sub>z</sub>	K <sub>z</sub> [kN/m]	K <sub>z,v</sub> [kN/m]	Naam <sub>xx</sub>	K <sub>xx</sub> [kNm/rad]	K <sub>xx,v</sub> [kNm/rad]	Naam <sub>yy</sub>
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 <sub>yy</sub> [kNm/rad]	K <sub>yy,v</sub> [kNm/rad]	Naam <sub>zz</sub>	K <sub>zz</sub> [kNm/rad]	K <sub>z,v</sub> [kNm/rad]
1	32	—	—	—	—
2	45	1E+10	—	—	—
3	10	—	—	—	—

**Knoop:** Ondersteunde knoop; **Type:** Opleggingstype; **Naam<sub>x</sub>:** Naam van de veereigenschappen; **K<sub>x</sub>:** Initiele stijfheid; **K<sub>y</sub>:** Trillingsstijfheid; **Naam<sub>y</sub>:** Naam van de veereigenschappen; **K<sub>y</sub>:** Initiele stijfheid; **K<sub>y,v</sub>:** Trillingsstijfheid; **Naam<sub>z</sub>:** Naam van de veereigenschappen; **K<sub>z</sub>:** Initiele stijfheid; **K<sub>z,v</sub>:** Trillingsstijfheid; **Naam<sub>xx</sub>:** Naam van de veereigenschappen; **K<sub>xx</sub>:** Initiele stijfheid; **K<sub>xx,v</sub>:** Trillingsstijfheid; **Naam<sub>yy</sub>:** Naam van de veereigenschappen; **K<sub>yy</sub>:** Initiele stijfheid; **K<sub>yy,v</sub>:** Trillingsstijfheid; **Naam<sub>zz</sub>:** Naam van de veereigenschappen; **K<sub>zz</sub>:** Initiele stijfheid; **K<sub>zz,v</sub>:** Trillingsstijfheid;

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Post aan onderrand HA\_s.axes**

18-5-2021

Pag. 8

**Mx: Knoopbelastingen**

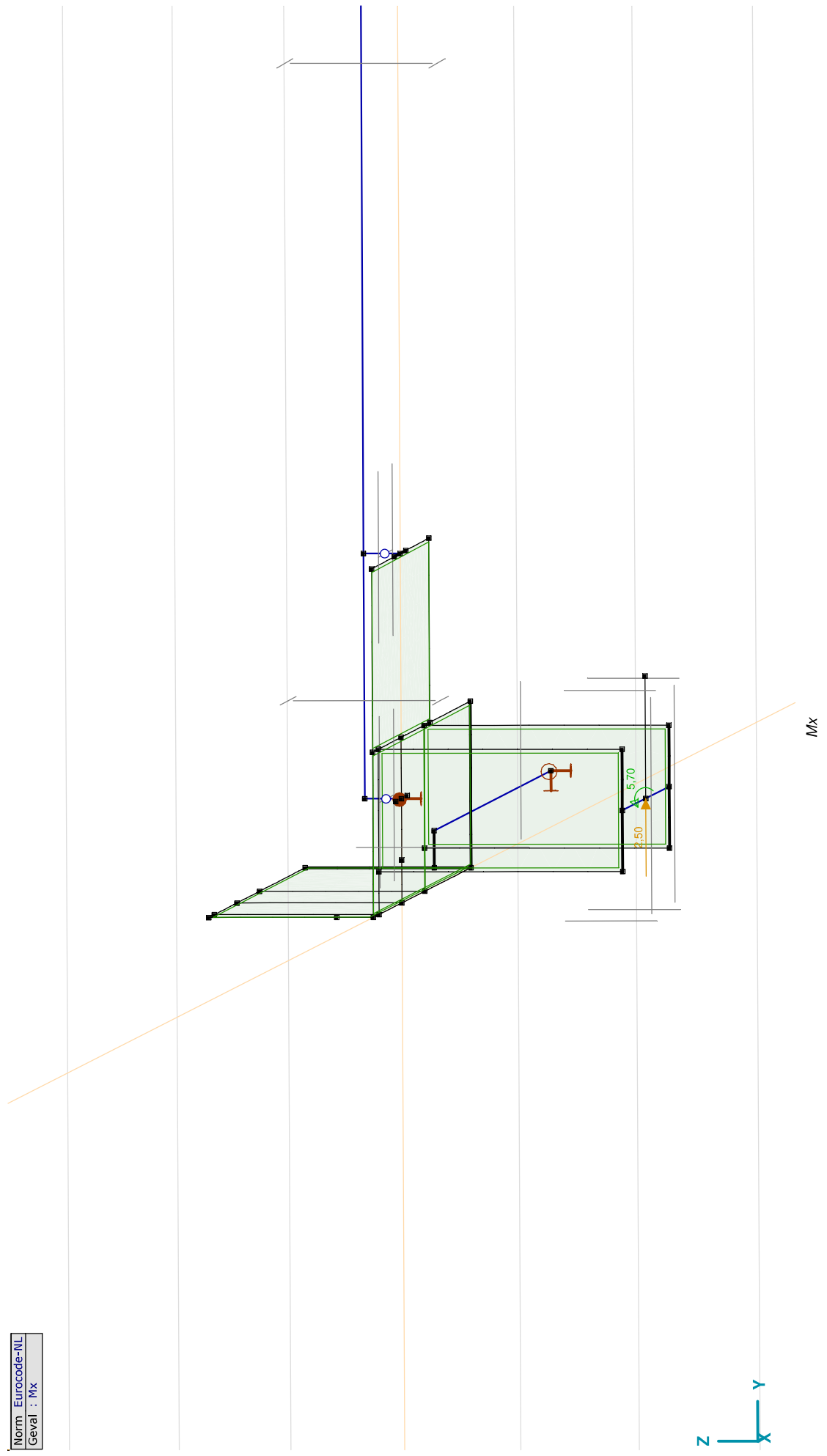
	<i>Richting</i>	<i>F<sub>x</sub></i> [kN]	<i>F<sub>y</sub></i> [kN]	<i>F<sub>z</sub></i> [kN]	<i>M<sub>x</sub></i> [kNm]	<i>M<sub>y</sub></i> [kNm]	<i>M<sub>z</sub></i> [kNm]
28	Global	0	2,50	0	5,70	0	0

F<sub>x</sub>, F<sub>y</sub>, F<sub>z</sub>: Belastingkracht component; **M<sub>x</sub>**, **M<sub>y</sub>**, **M<sub>z</sub>**: 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<sub>x</sub></i> [kN]	<i>F<sub>y</sub></i> [kN]	<i>F<sub>z</sub></i> [kN]	<i>M<sub>x</sub></i> [kNm]	<i>M<sub>y</sub></i> [kNm]	<i>M<sub>z</sub></i> [kNm]
28	Global	4,40	0	0	0	13,90	0

**F<sub>x</sub>, F<sub>y</sub>, F<sub>z</sub>:** Belastingkracht component; **M<sub>x</sub>, M<sub>y</sub>, M<sub>z</sub>:** Belastingmoment component;



**Project:**

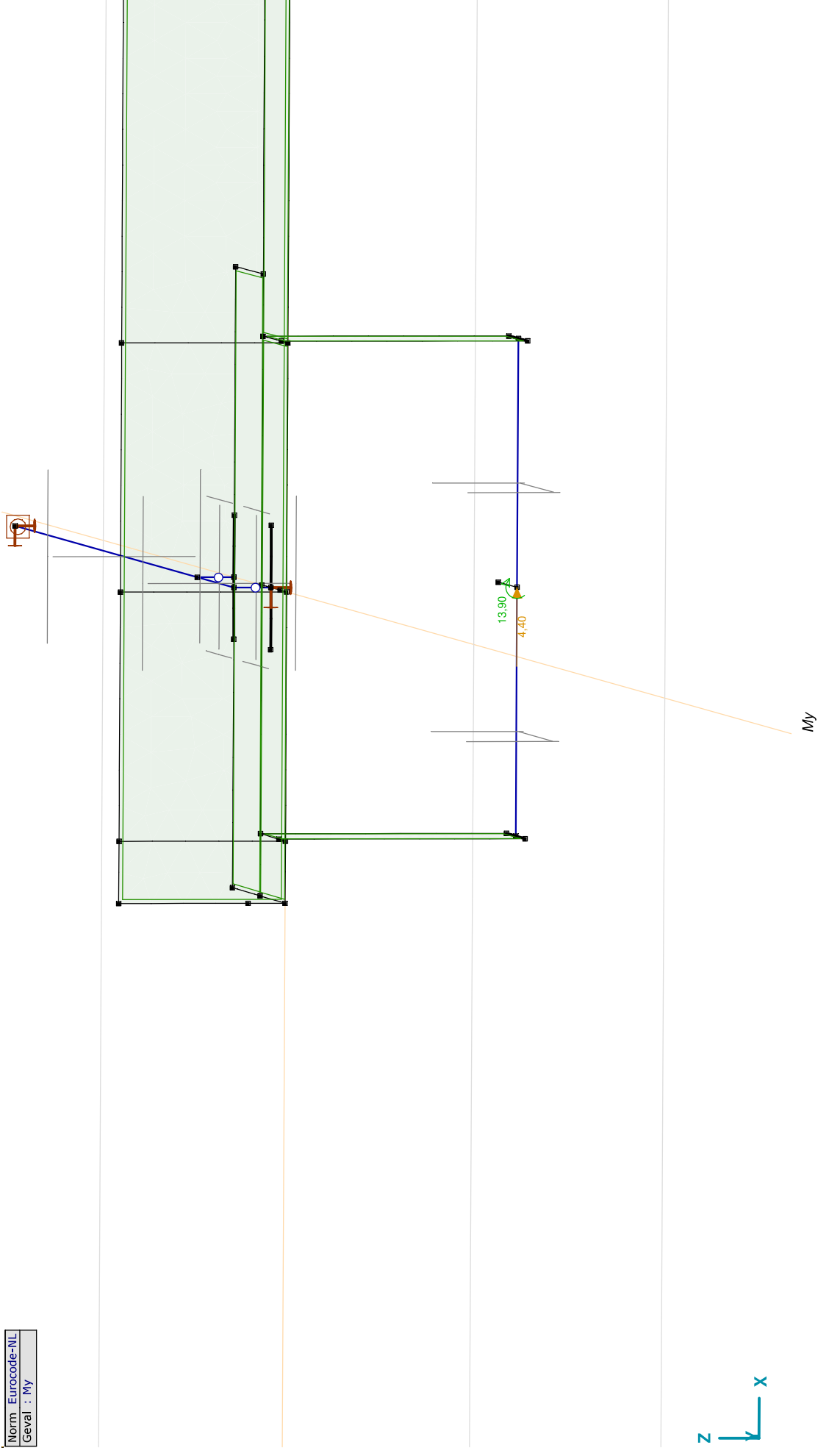
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA\_s.axs

18-5-2021

Pag. 11

Norm: Eurocode-NL  
Geval: My



**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Post aan onderrand HA\_s.axes**

18-5-2021

Pag. 12

**Fz: Knoopbelastingen**

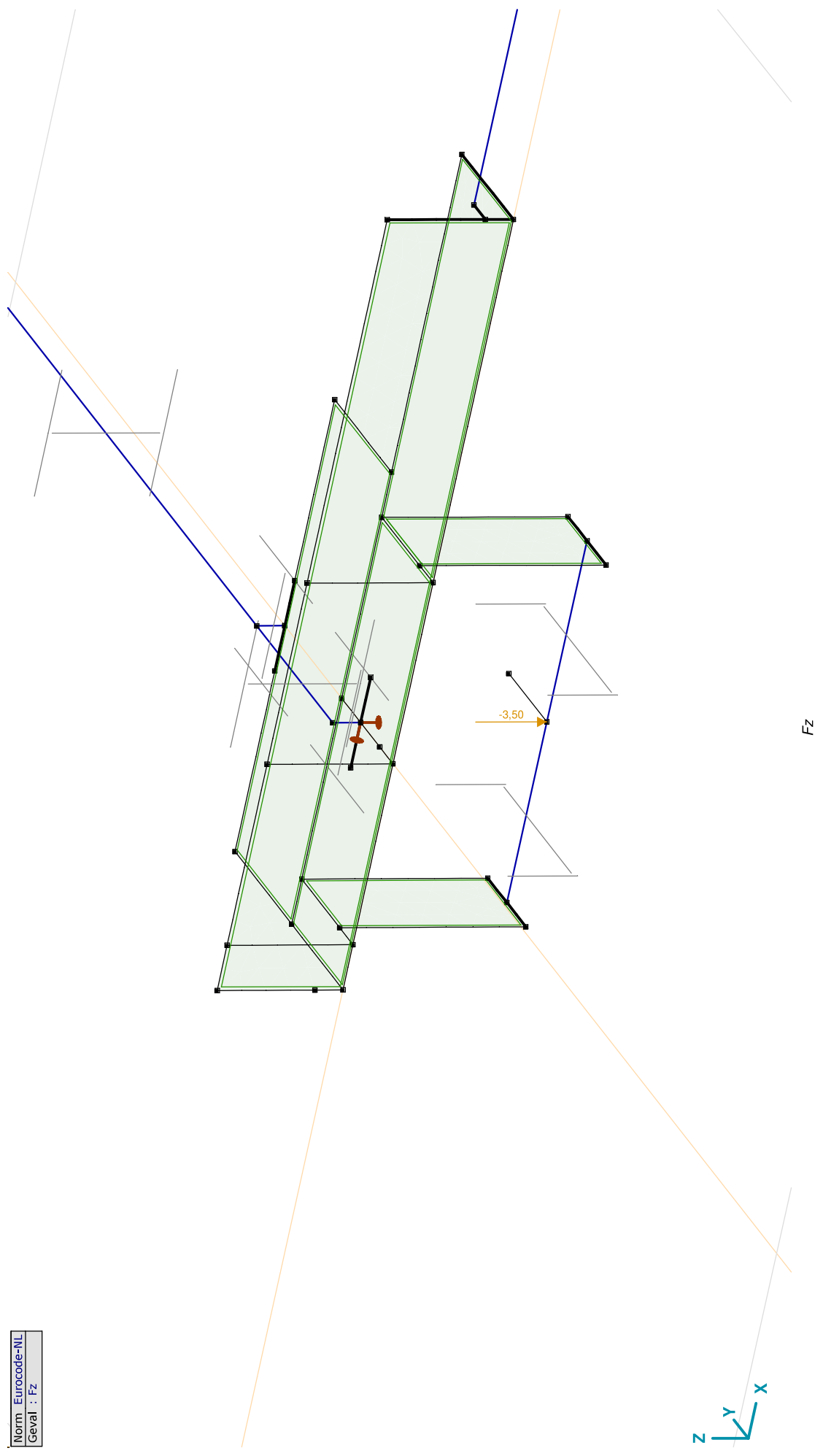
	<i>Richting</i>	<i>F<sub>x</sub></i> [kN]	<i>F<sub>y</sub></i> [kN]	<i>F<sub>z</sub></i> [kN]	<i>M<sub>x</sub></i> [kNm]	<i>M<sub>y</sub></i> [kNm]	<i>M<sub>z</sub></i> [kNm]
28	Global	0	0	-3,50	0	0	0

**F<sub>x</sub>, F<sub>y</sub>, F<sub>z</sub>:** Belastingkracht component; **M<sub>x</sub>, M<sub>y</sub>, M<sub>z</sub>:** 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**

18-5-2021

Pag. 14

## 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

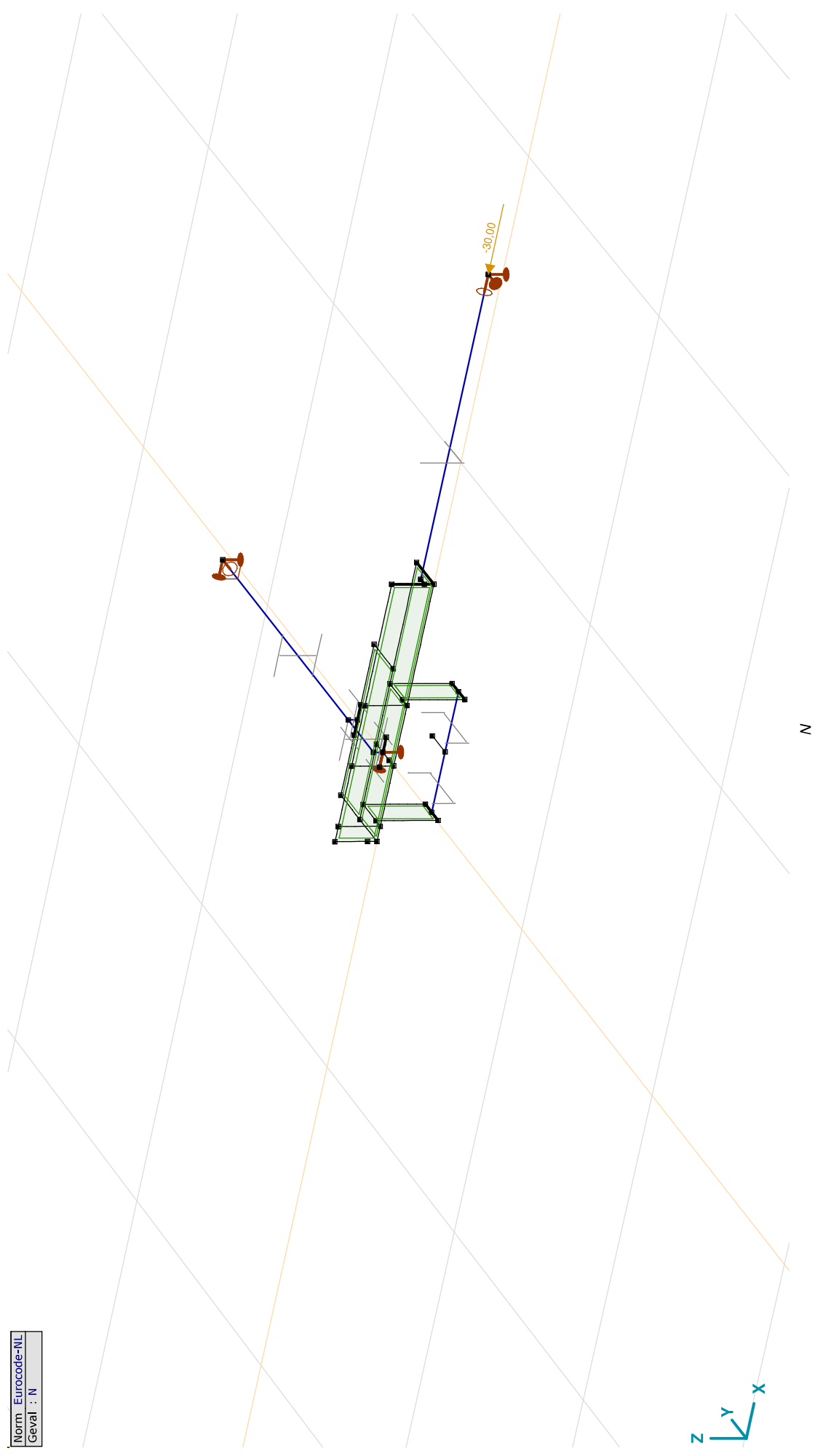
Fx, Fy, Fz: Belastingkracht component; **Mx, My, Mz**: Belastingmoment component;

**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

18-5-2021

Pag. 16

## Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen

	<i>Naam</i>	<i>Type</i>	<i>M<sub>x</sub></i>	<i>M<sub>y</sub></i>	<i>F<sub>z</sub></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; **T**ype: Type belastingcombinatie; **M<sub>x</sub>**, **M<sub>y</sub>**, **F<sub>z</sub>**, **N**: Factor;

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

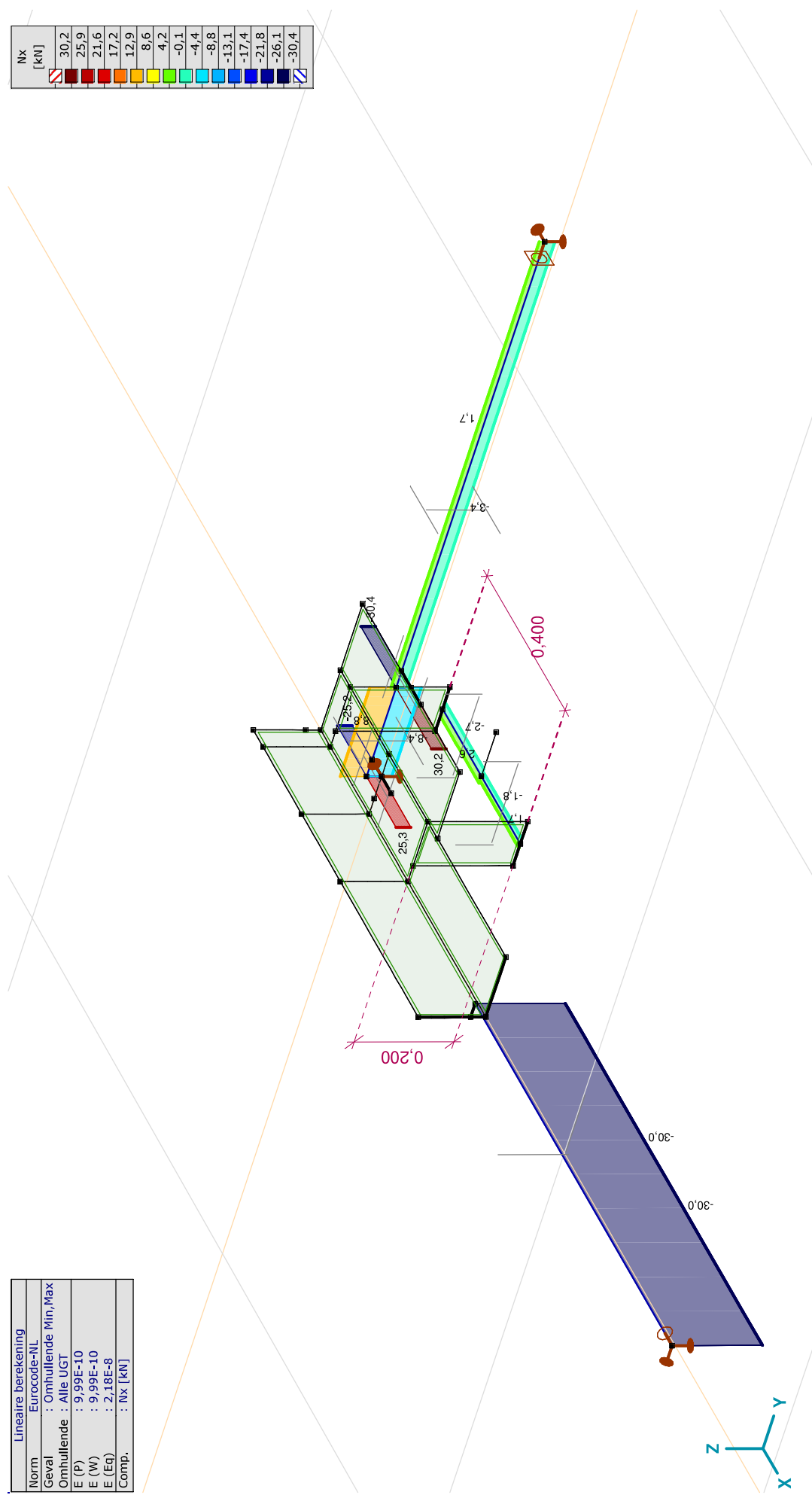
Model: Post aan onderrand HA\_s.axes

18-5-2021

Pag. 17

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)]

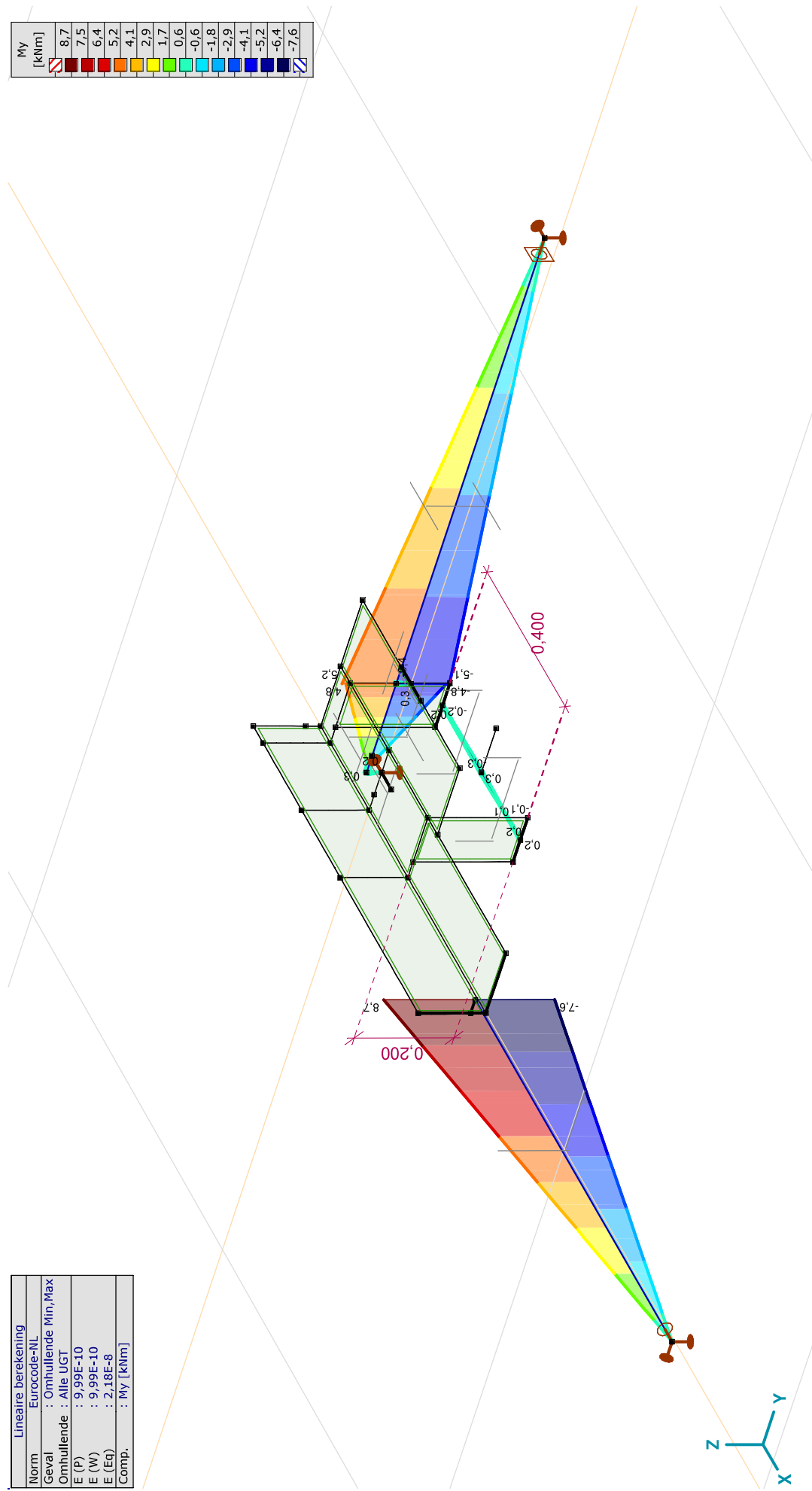
**Project:**

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)



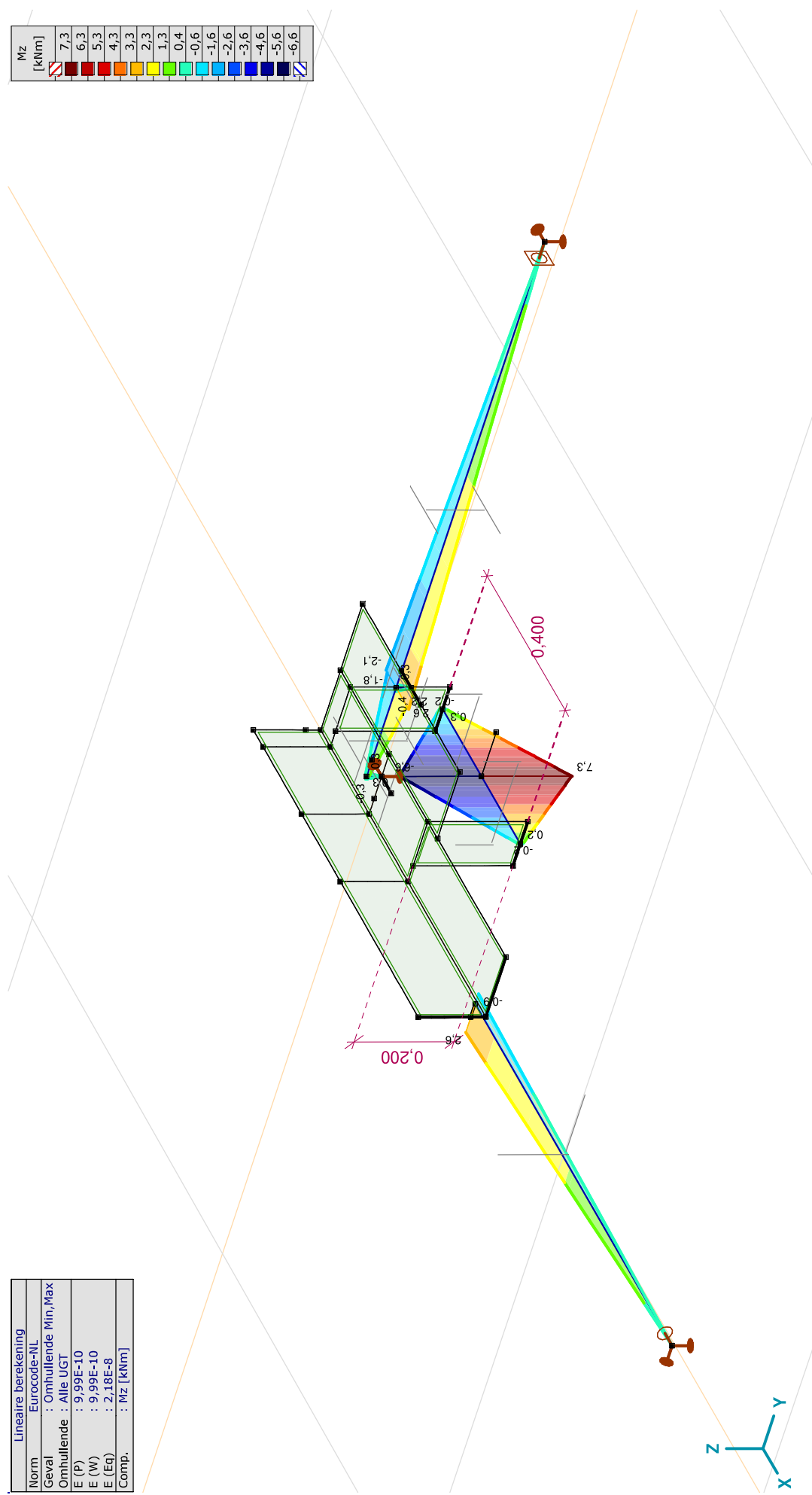
**Project:**

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



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

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

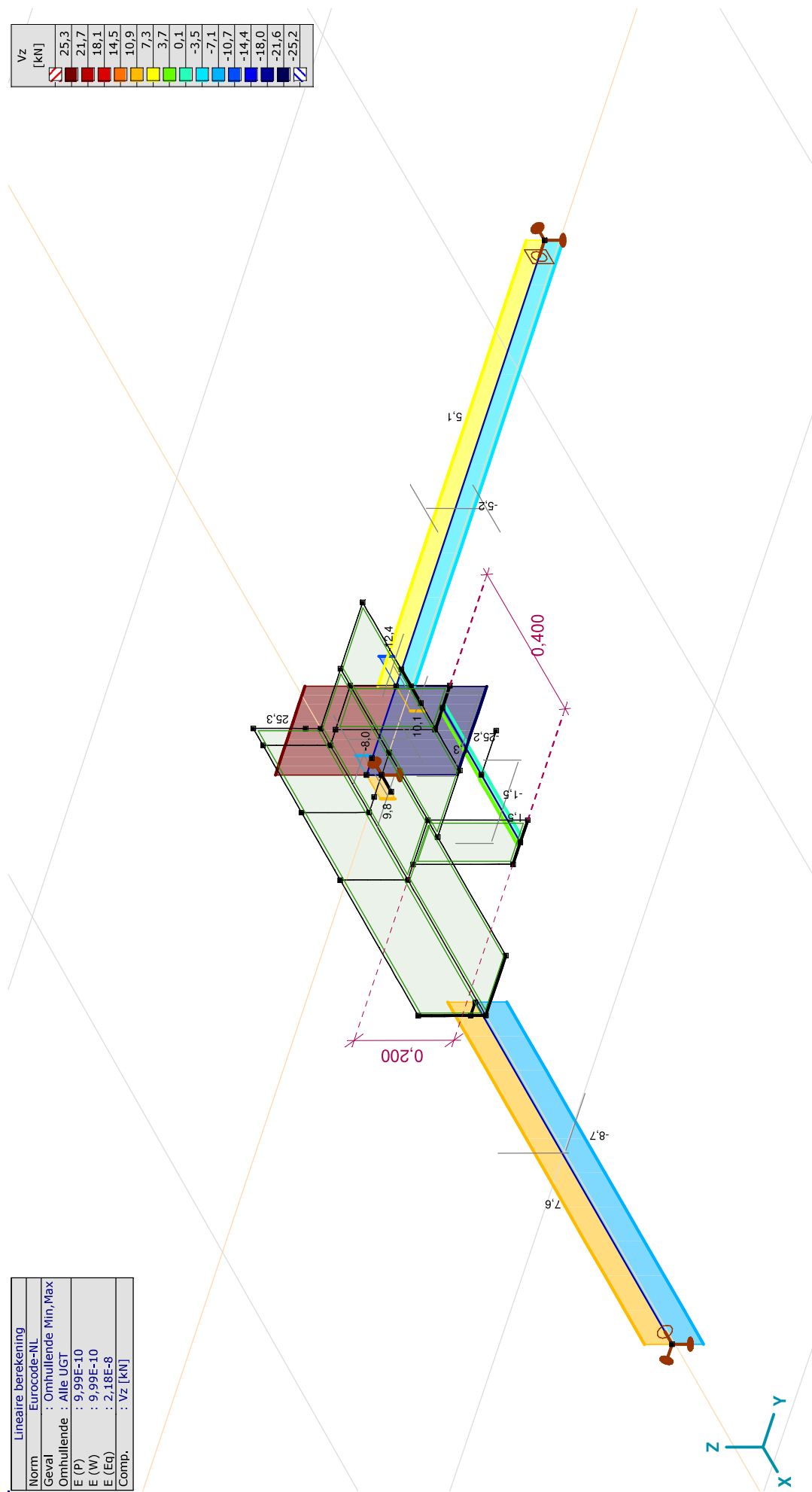
Model: Post aan onderrand HA\_s.axes

18-5-2021

Pag. 20

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

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



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

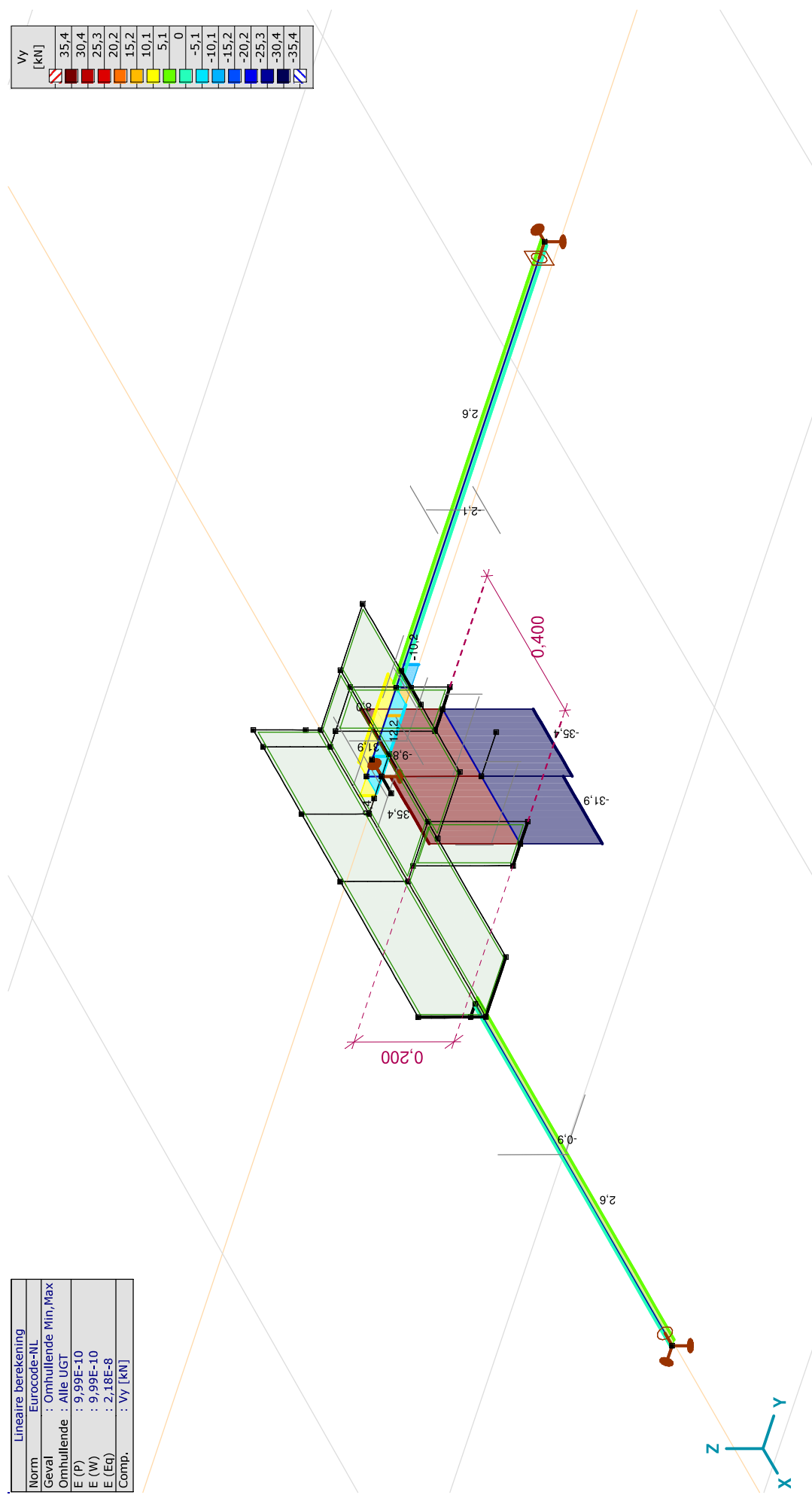
**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA\_s.axes

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	



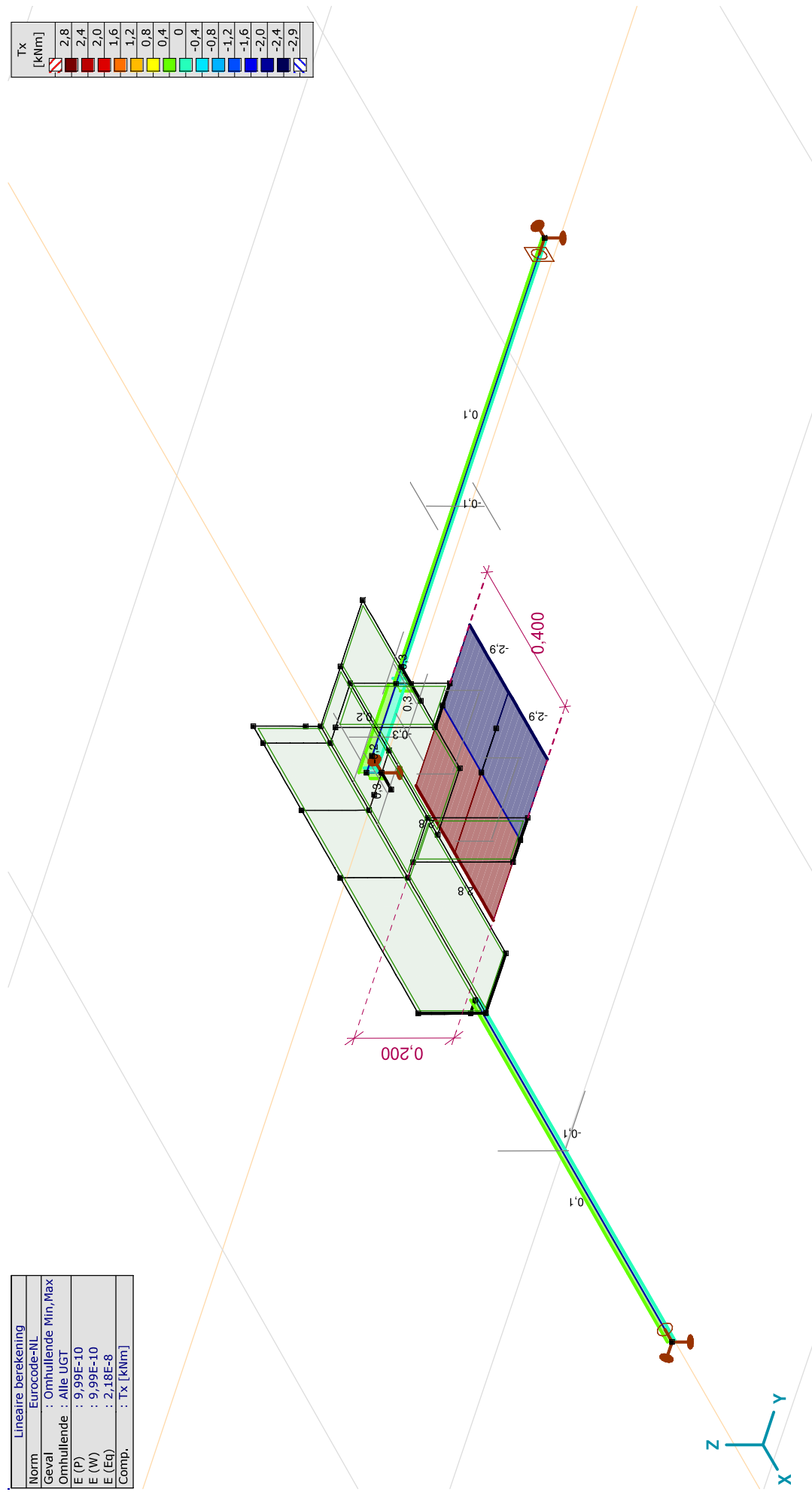
[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Vy, Lijnen (gevuld)

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: Post aan onderrand HA\_s.axes

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:**

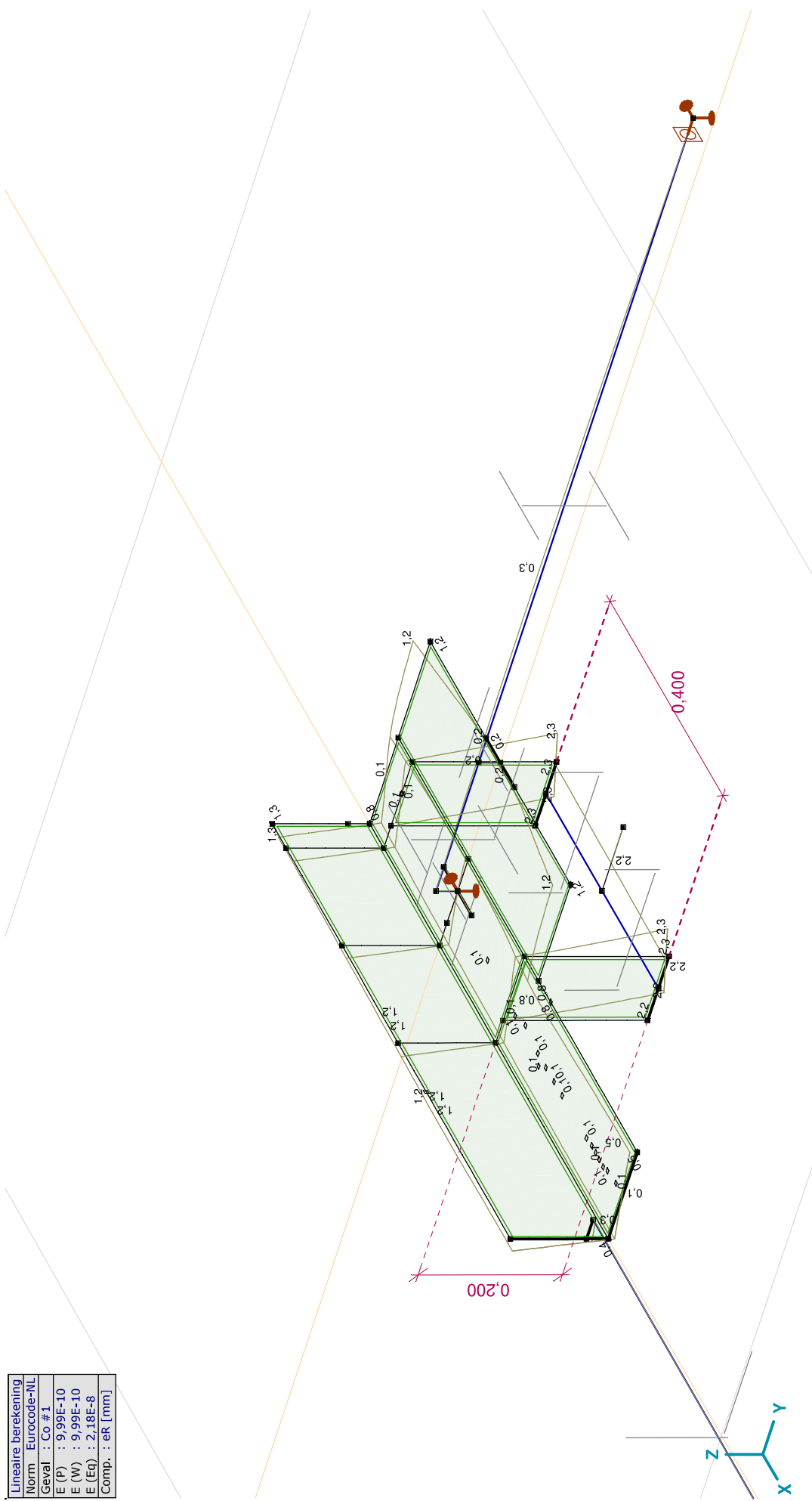
Constructeur: DNV GL - Energy

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:**

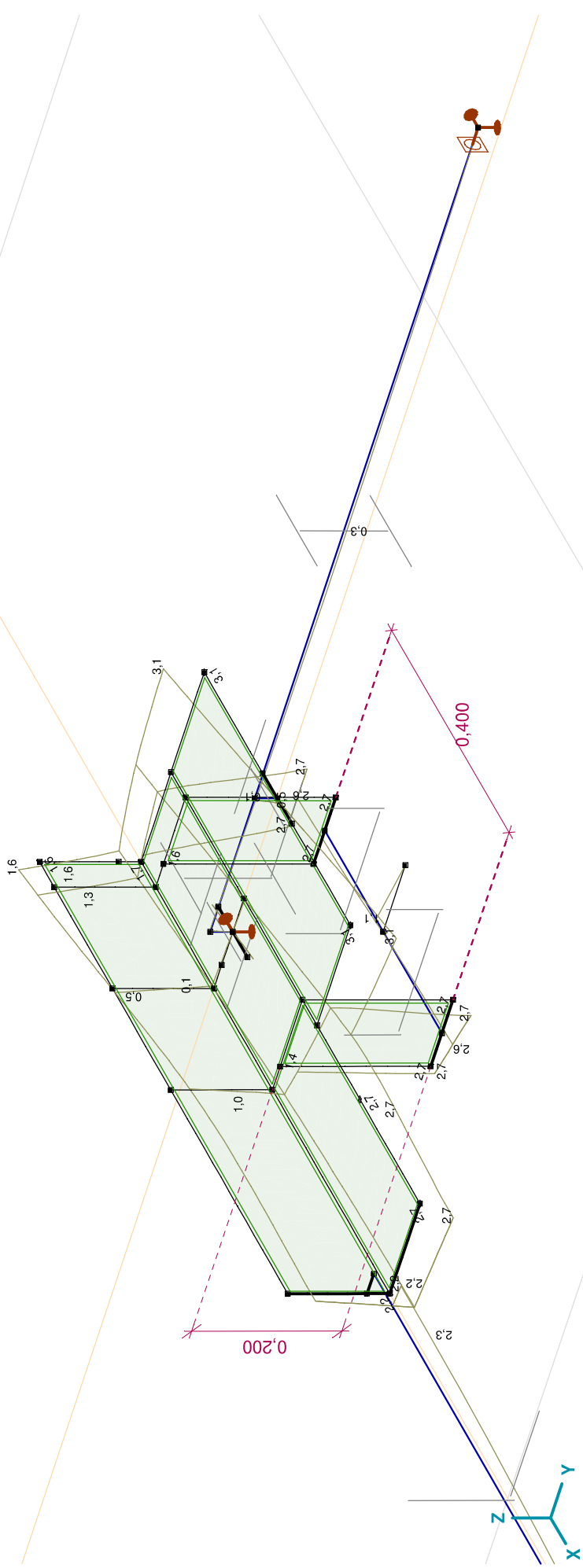
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA\_s.axes

18-5-2021

Pag. 24

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



**Project:**

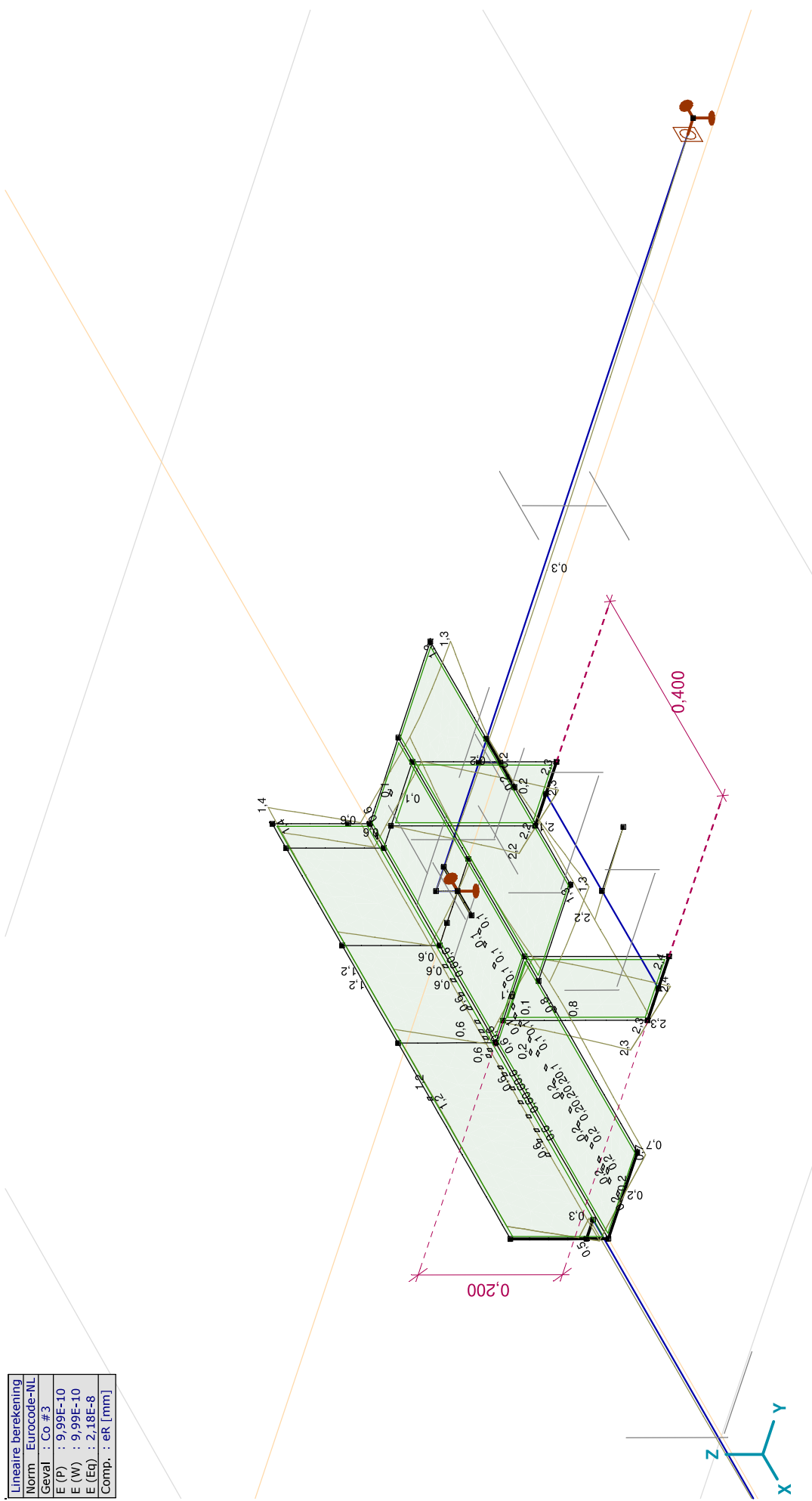
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA\_s.axes

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]



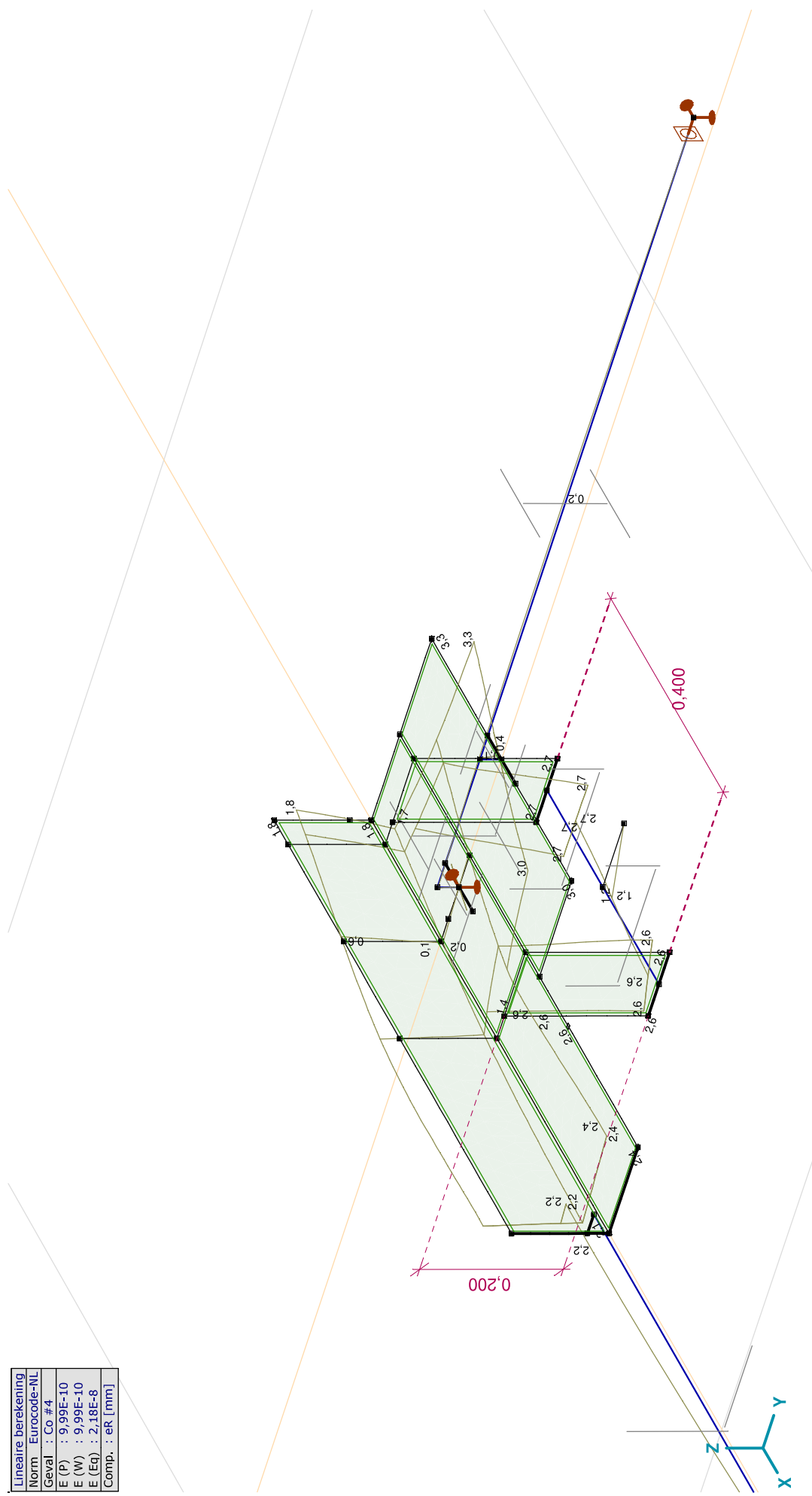
[1], Lineair, Co #3 (UGT), eR, Lijnen

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA\_s.axes

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]



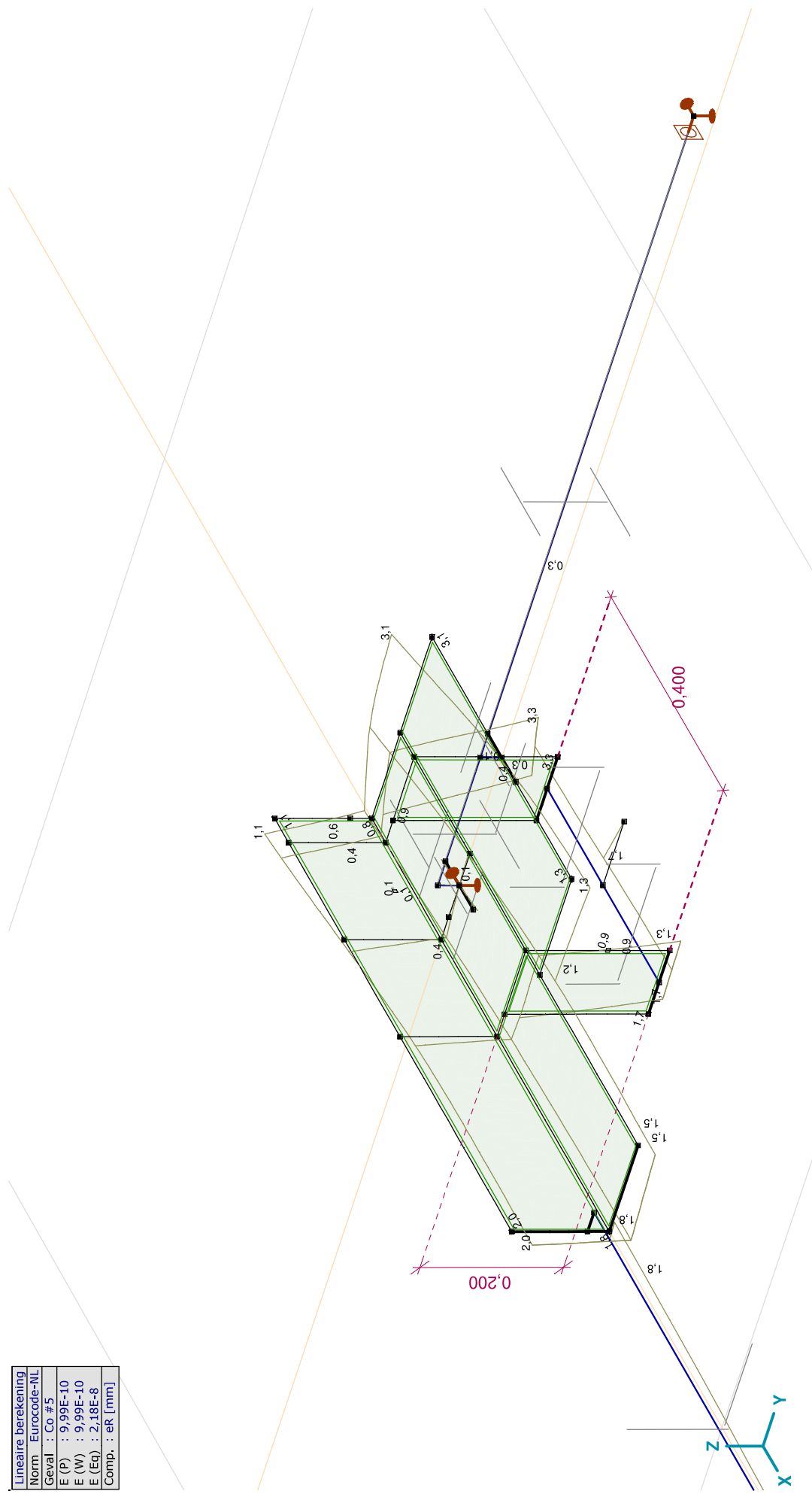


**Project:**

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. : eR [mm]



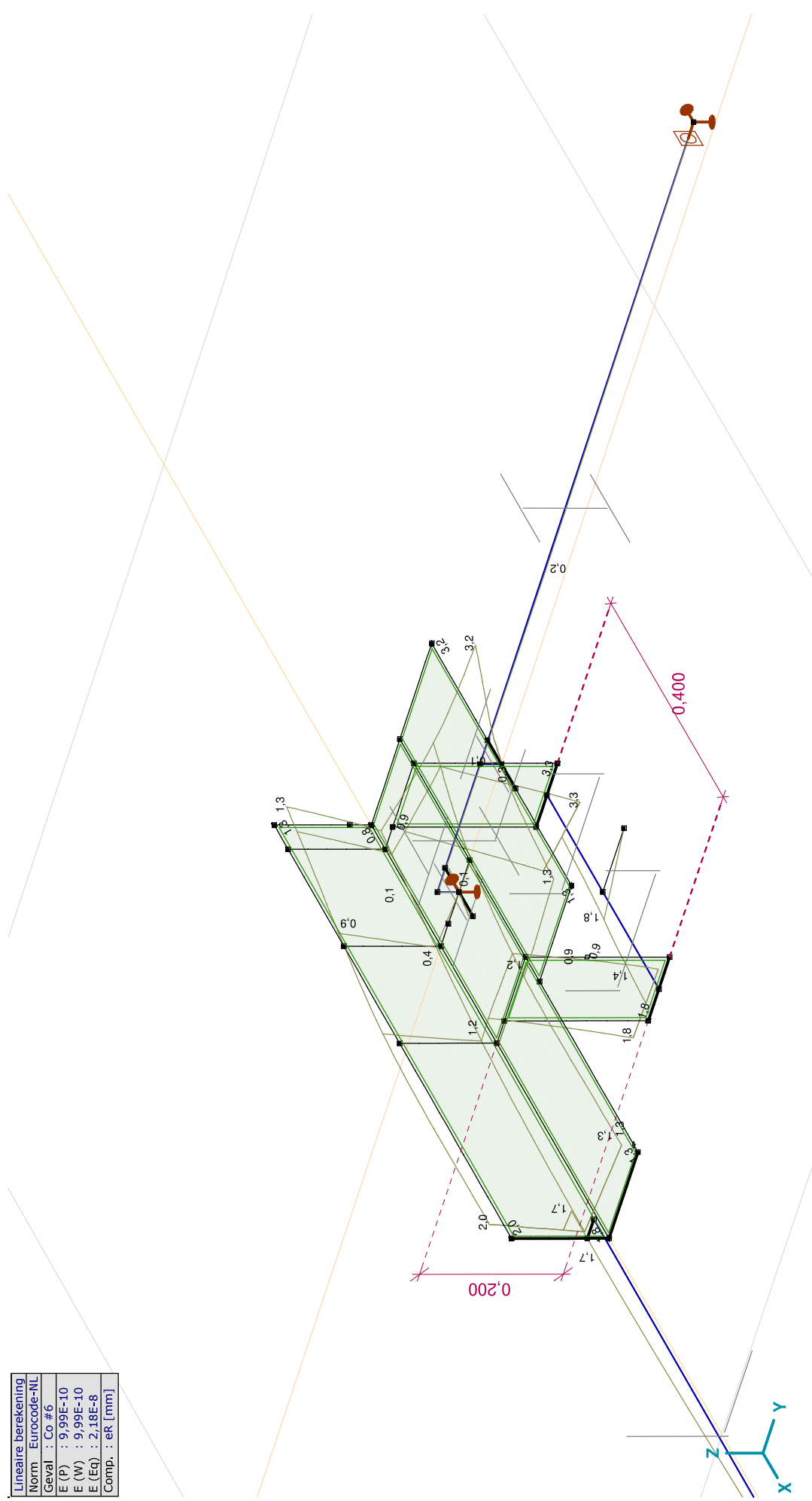
[1], Lineair, Co #5 (UGT), eR, Lijnen

**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]



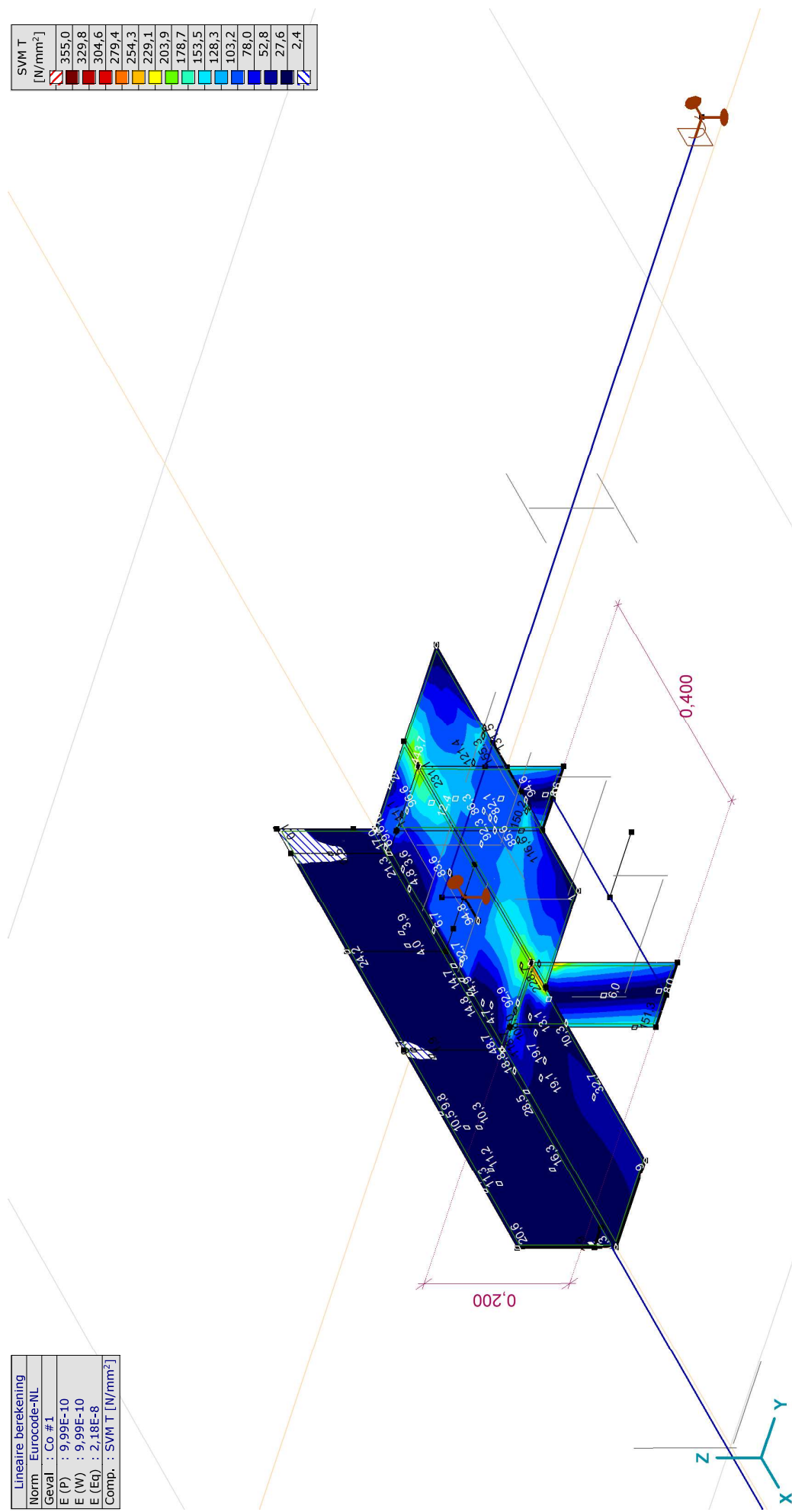
[1], Lineair, Co #6 (UGT), eR, Lijnen

**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 <sup>2</sup> ]

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



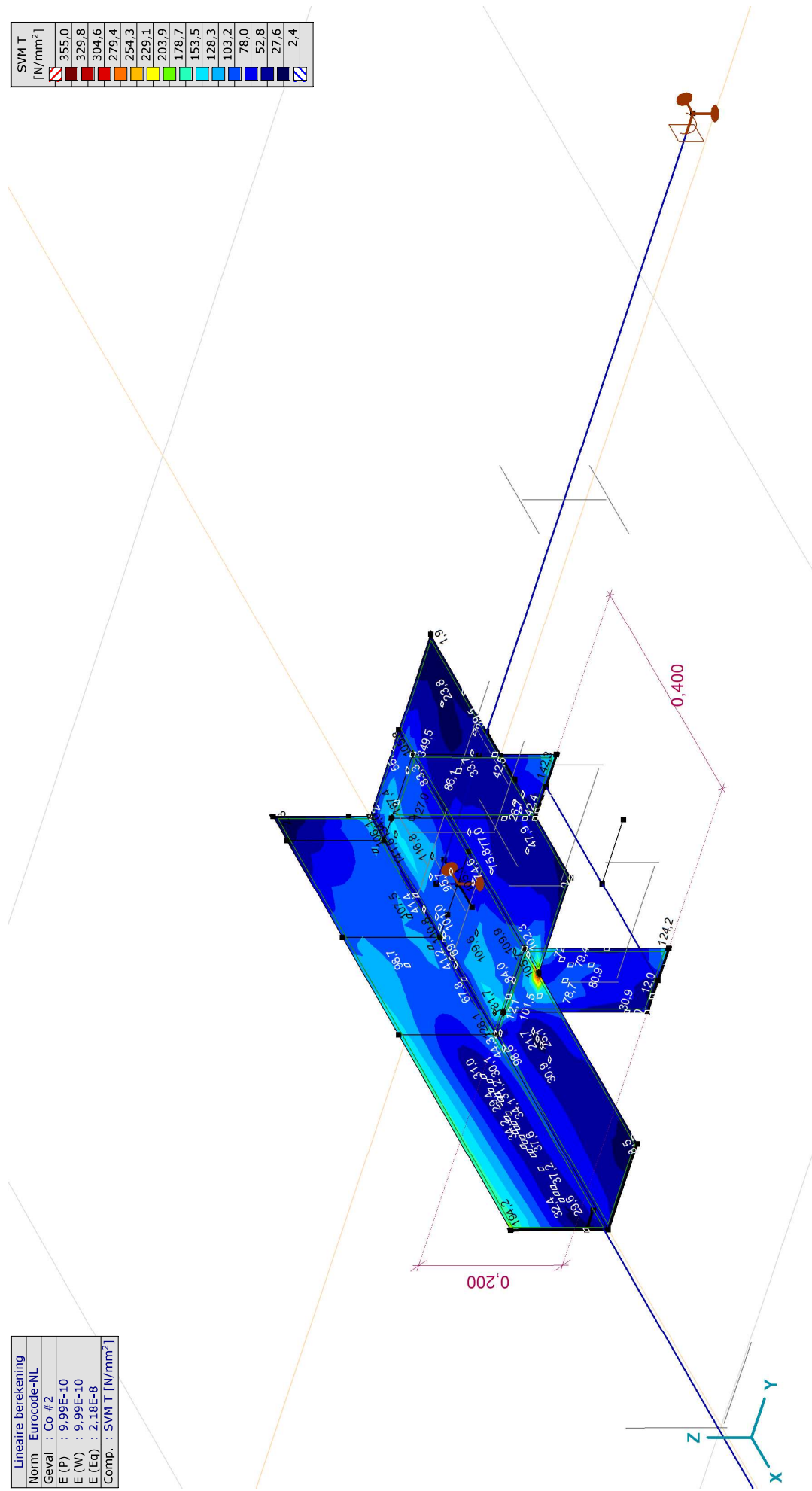
[I], Lineair, Co #1 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: Post aan onderrand HA\_s.axes

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 <sup>2</sup> ]

SVM T [N/mm <sup>2</sup> ]
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



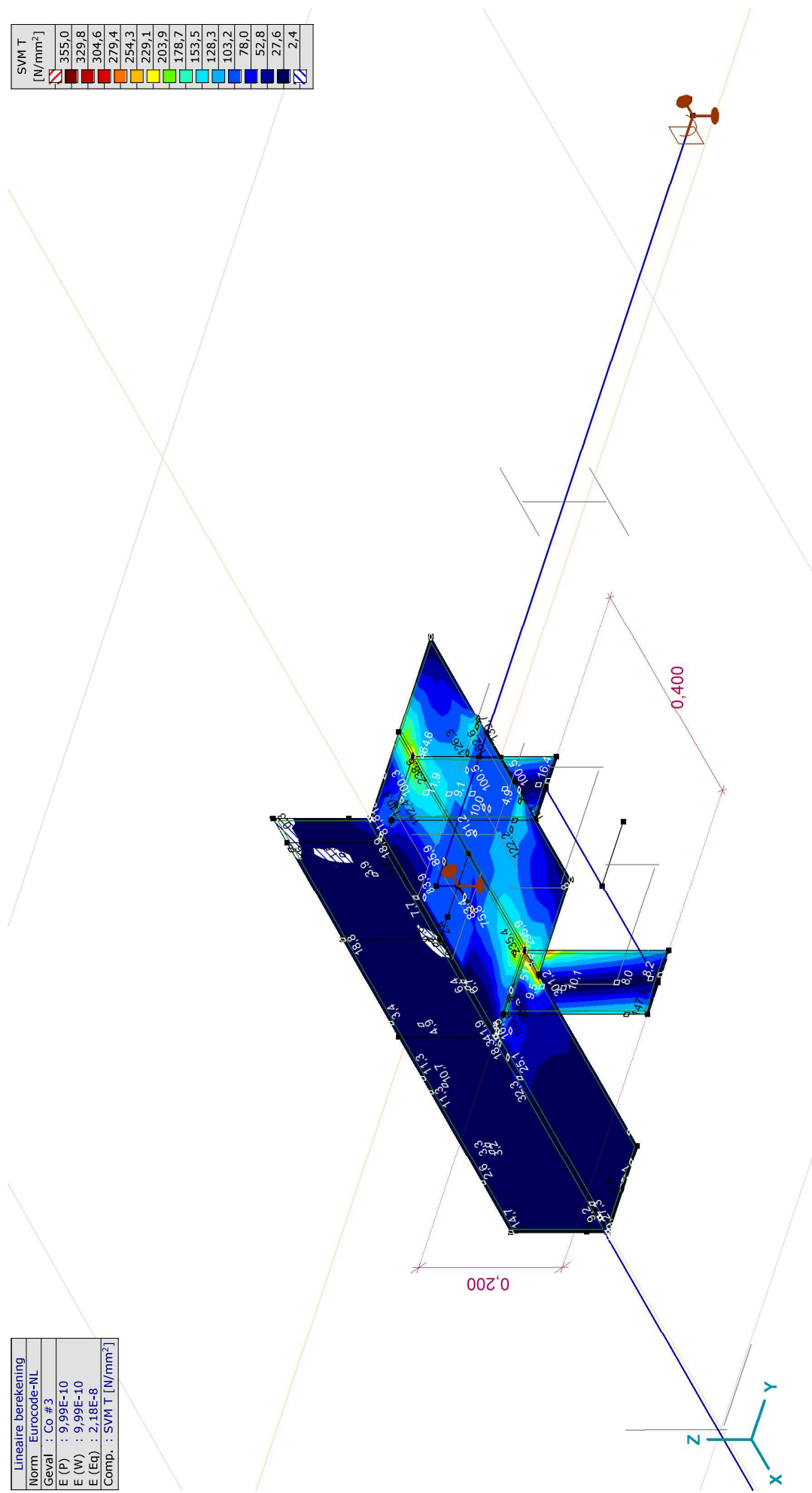
[[J], Lineair, Co #2 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

**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 <sup>2</sup> ]

SVM T [N/mm <sup>2</sup> ]
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

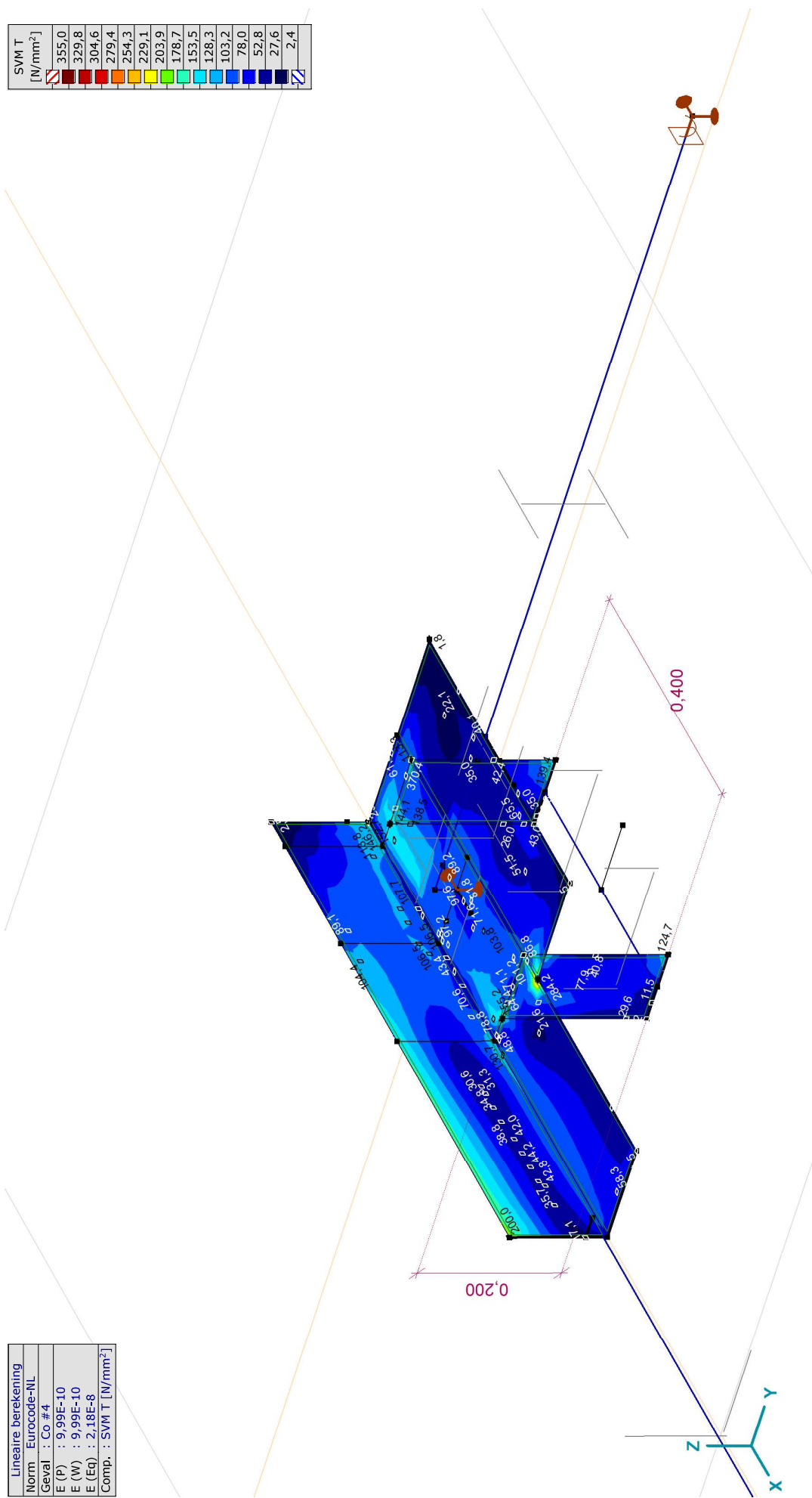
Model: Post aan onderrand HA\_s.axs

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 <sup>2</sup> ]

SVM T [N/mm <sup>2</sup> ]
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



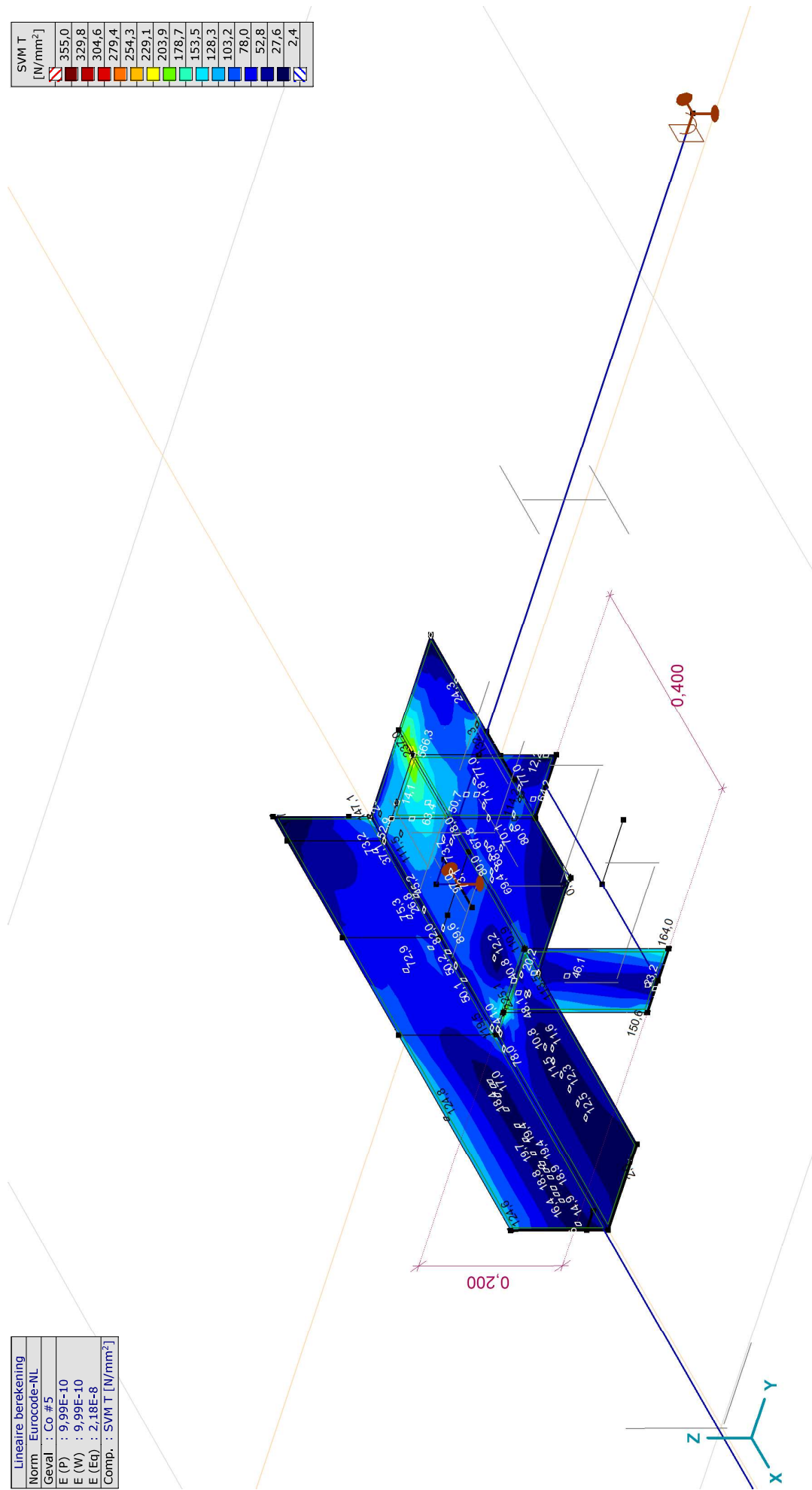
[J], Lineair, Co #4 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

**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 <sup>2</sup> ]

SVM T [N/mm <sup>2</sup> ]
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

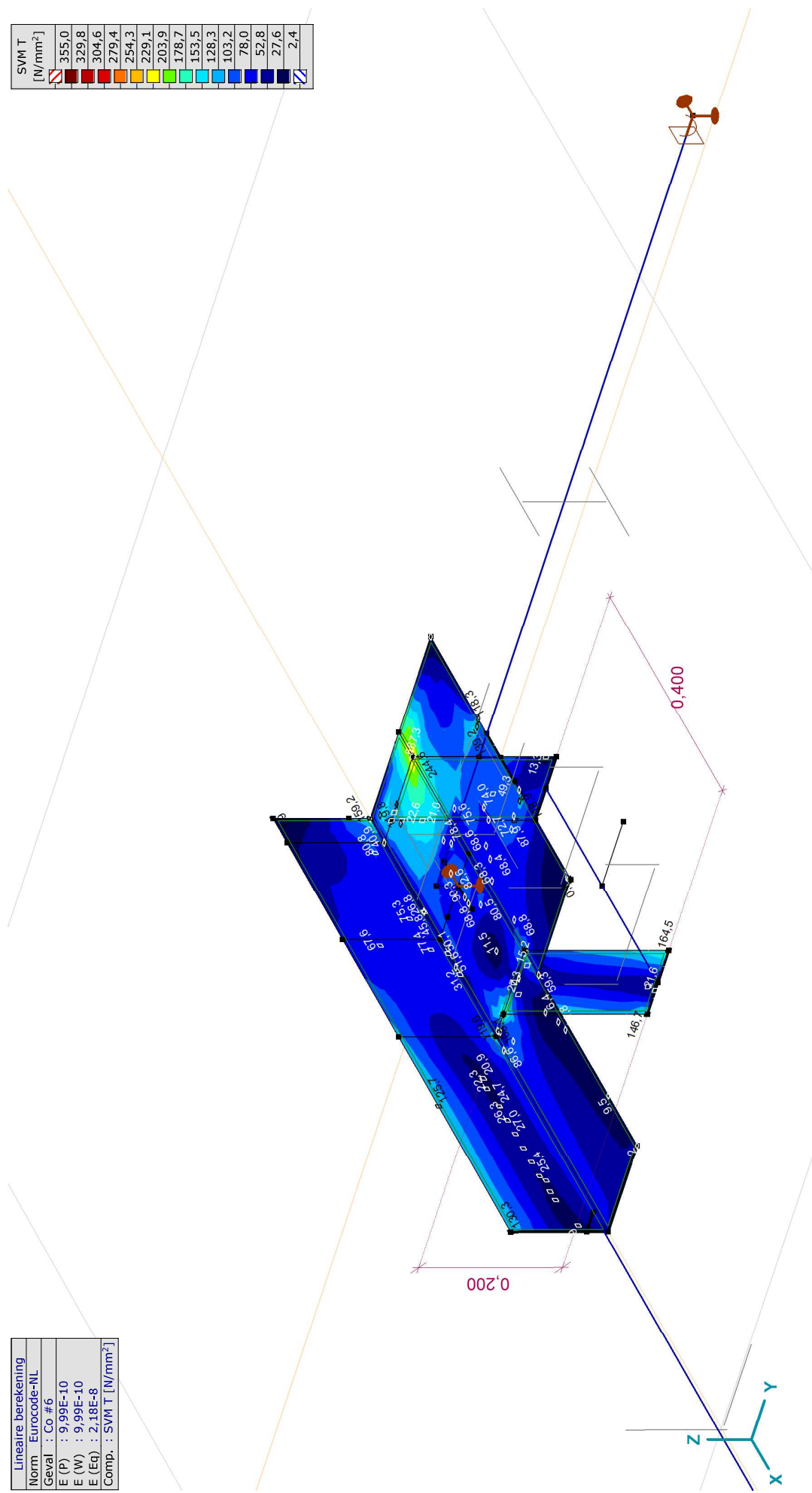


**Project:**

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 <sup>2</sup> ]

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



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

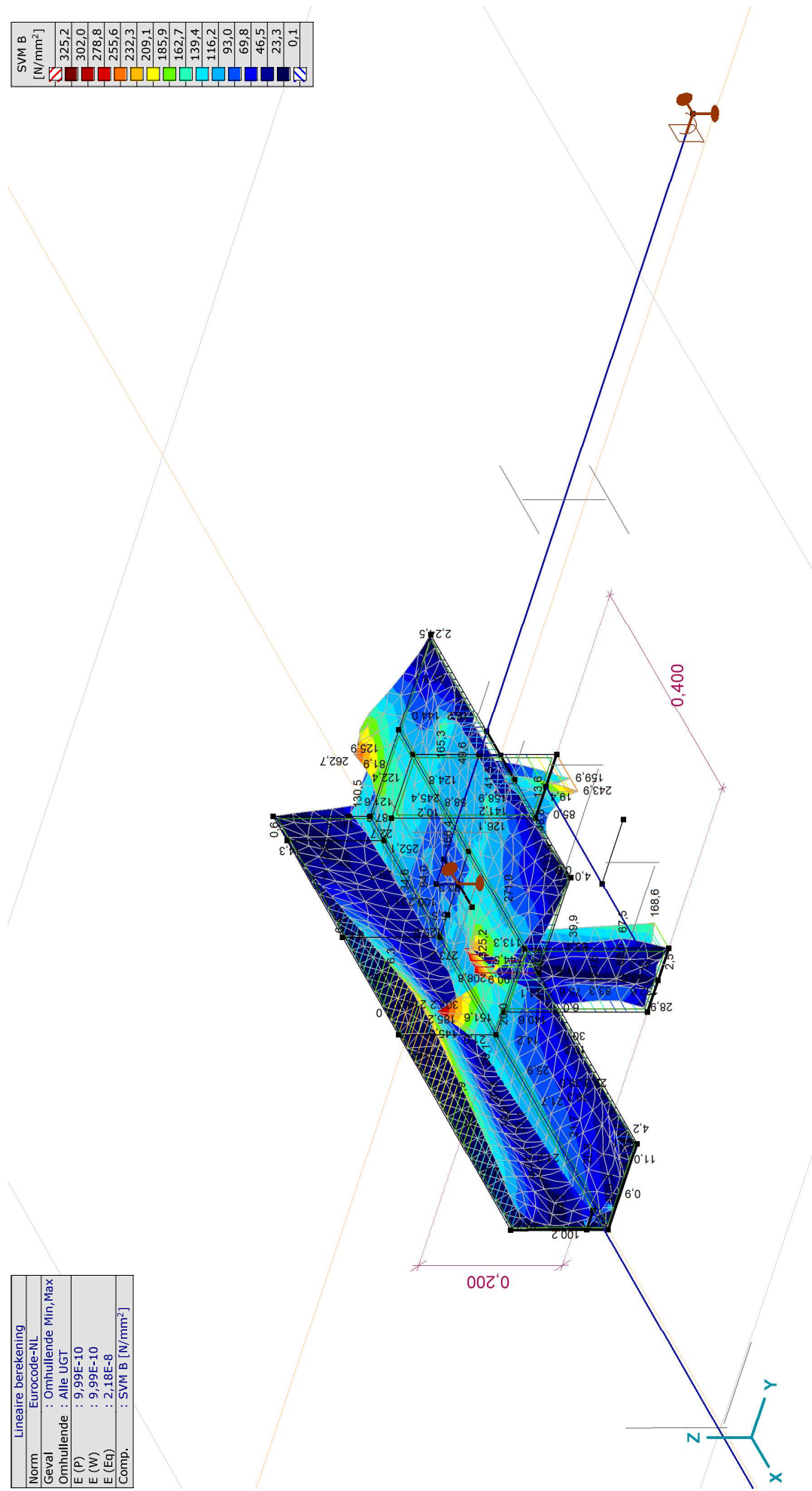


**Project:**

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 B [N/mm <sup>2</sup> ]

SVM B [N/mm <sup>2</sup> ]
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

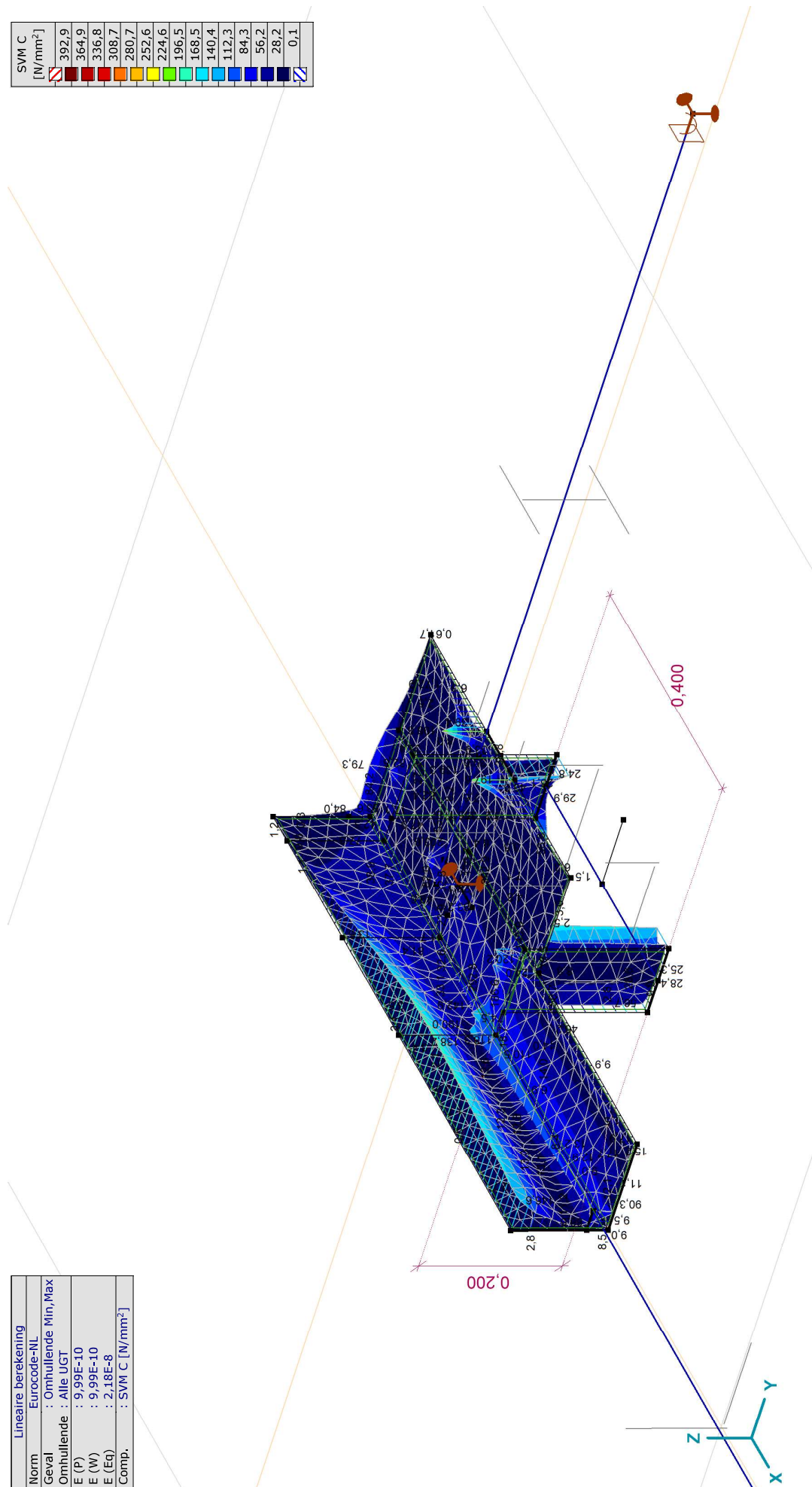
Model: Post aan onderrand HA\_s.axes

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 <sup>2</sup> ]

SVM C [N/mm <sup>2</sup> ]	
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

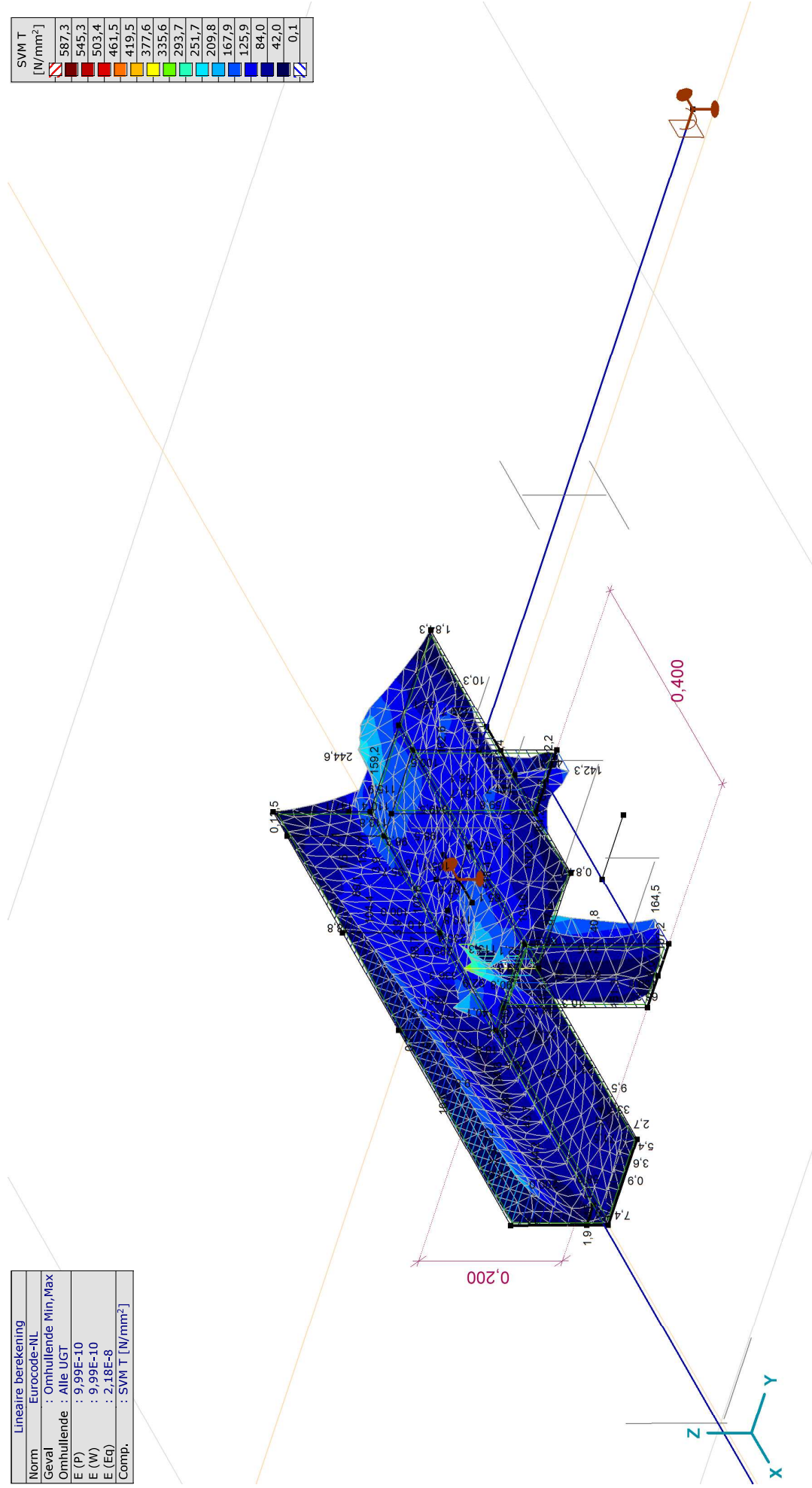
Model: Post aan onderrand HA\_s.axs

18-5-2021

Pag. 37

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

SVM T [N/mm <sup>2</sup> ]
587,3
545,3
503,4
461,5
419,5
377,6
335,6
293,7
251,7
209,8
167,9
125,9
84,0
42,0
0,1



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

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA\_s.axes

18-5-2021

Pag. 38

## Vlakspanningen [Lineair, Omhullende (Alle UGT )]

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

**Knoop:** Index; **C:** Extreme component; **min.** max.: Extreme type; **Geval:** Belastinggeval van de extreme; **Oppervlak:** Vlak behorend bij knoop; **Pos.:** Punt voor spanningsberekening; **Sxx:** Normaalspanning in lokale x-richting; **Syy:** Normaalspanning in lokale y-richting;

**Szz:** Normaalspanning in lokale z-richting; **Sxy:** Torsie-/Schuifspanning; **Sxz:** Draal/alschuifspanning; **SVM:** Von Mises spanning; **S1:** Primaire spanning 1; **S2:** Primaire spanning 2; **aS:** Richting primaire spanning;

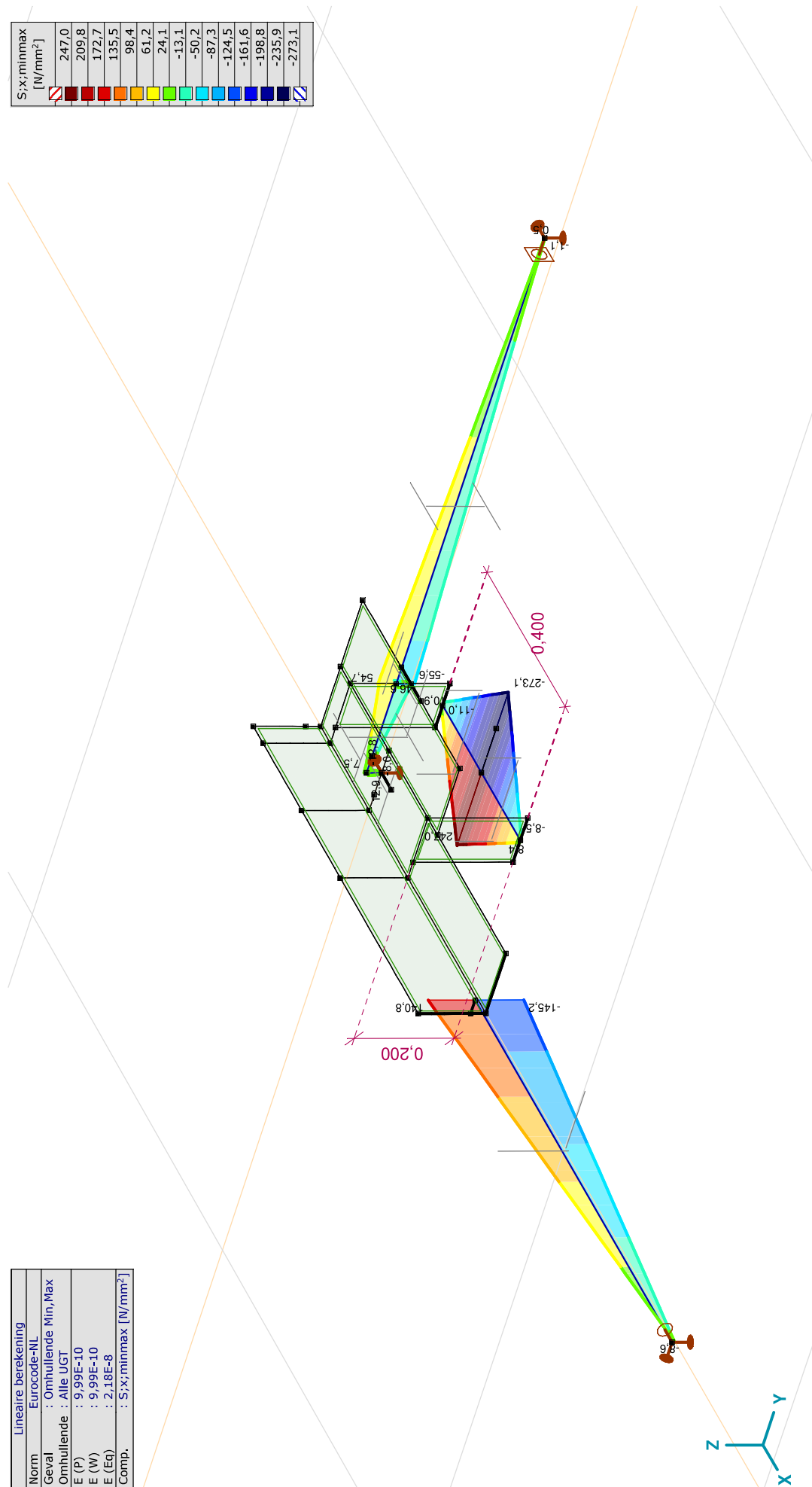
**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post aan onderrand HA\_s.axes

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

S;x;minmax [N/mm <sup>2</sup> ]
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

18-5-2021

Pag. 40

## Staatspanningen [Lineair, Omhullende (Alle UGT )]

Ext.	Prof.	Doorsnede naam	C	min. max.	Geval	Pos. [m]	Knoop	S <sub>x</sub> :min [N/mm <sup>2</sup> ]	S <sub>x</sub> :max [N/mm <sup>2</sup> ]	V <sub>min</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	V <sub>max</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	S <sub>min</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	S <sub>omax</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	V <sub>y</sub> :gem [N/mm <sup>2</sup> ]	V <sub>z</sub> :gem [N/mm <sup>2</sup> ]
1	1	U 200	S <sub>x</sub> :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 <sub>x</sub> :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 <sub>min</sub>	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 <sub>max</sub>	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 <sub>omin</sub>	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 <sub>omax</sub>	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 <sub>y</sub> :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 <sub>z</sub> :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<sub>x</sub>:min: Doorsnede minimum normaalspanning; S<sub>x</sub>:max: Doorsnede maximum normaalspanning;V<sub>min</sub>: Doorsnede minimum afschuifspanning; V<sub>max</sub>: Doorsnede maximum afschuifspanning; Somax: Doorsnede maximum Von Mises spanning; Somin: Doorsnede minimum Von Mises spanning; V<sub>y</sub>:gem: Afschuifspanning in lokale Y-richting; V<sub>z</sub>: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		<b>-2,6</b> <b>0,9</b>	8,7 <b>-7,6</b>	9,1 7,6	0 -0,1		0 0,1	0,299 -0,119
						Rz	min max	Co #2 Co #4		0,9 <b>-2,6</b>	7,6 <b>8,7</b>	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	<b>-2,1</b> <b>2,6</b>	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	<b>-1,7</b> <b>3,4</b>	-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	<b>-5,1</b> <b>5,2</b>	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	<b>-32,3</b> <b>-28,2</b>		-12,6 4,4	34,7 28,5				-2,571 6,453
						Rz	min max	Co #4 Co #2	-32,3 -28,2		<b>-12,6</b> <b>4,4</b>	34,7 28,5				-2,571 6,453
Ext.																
3	10	0	0,085	0	Glob.	Rx	min max	Co #4 Co #2	<b>-32,3</b> <b>2,6</b>		-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	<b>2,6</b> 0,1	-0,9 <b>-2,6</b>	8,7 5,2	9,1 6,2	0	-0,1	0,1	0,299 0,664
1	32	1,600	0,030	0,030	Glob.	Rz	min max	Co #4 Co #1	0,1 -32,3	<b>3,4</b> <b>-2,6</b>	5,2 <b>8,7</b>	6,2 9,1	0	0	0	0,664 -2,571
3	10	0	0,085	0	Glob.	Rz	min max	Co #4 Co #4	-32,3 -2,6	-2,6 -2,6	<b>-12,6</b> <b>8,7</b>	34,7 9,1	0		0	-2,571 0,299

**Knoop:** Ondersteunde knoop; **Type:** Opleggingsstype; **C:** Extreme component; **min, max.:** Extreem type; **Geval:** Belastinggeval van de extreme; **Rx:** X-component opleggingsreactiekracht; **Ry:** Y-component opleggingsreactiekracht; **Rz:** Z-component opleggingsreactiekracht; **Rr:** Resulterende opleggingsreactiekracht; **Rcx:** X-component opleggingsreactiemoment; **Rcy:** Y-component opleggingsreactiemoment; **Rrz:** Resulterende opleggingsreactiemoment; **aR:** Verhouding verticale oplegkracht / horizontale oplegkracht;

## **Project:**

**Constructeur: DNV GL - Energy**

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

**Rapport**



## Rapport, Inhoudsopgave

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

**Project:**

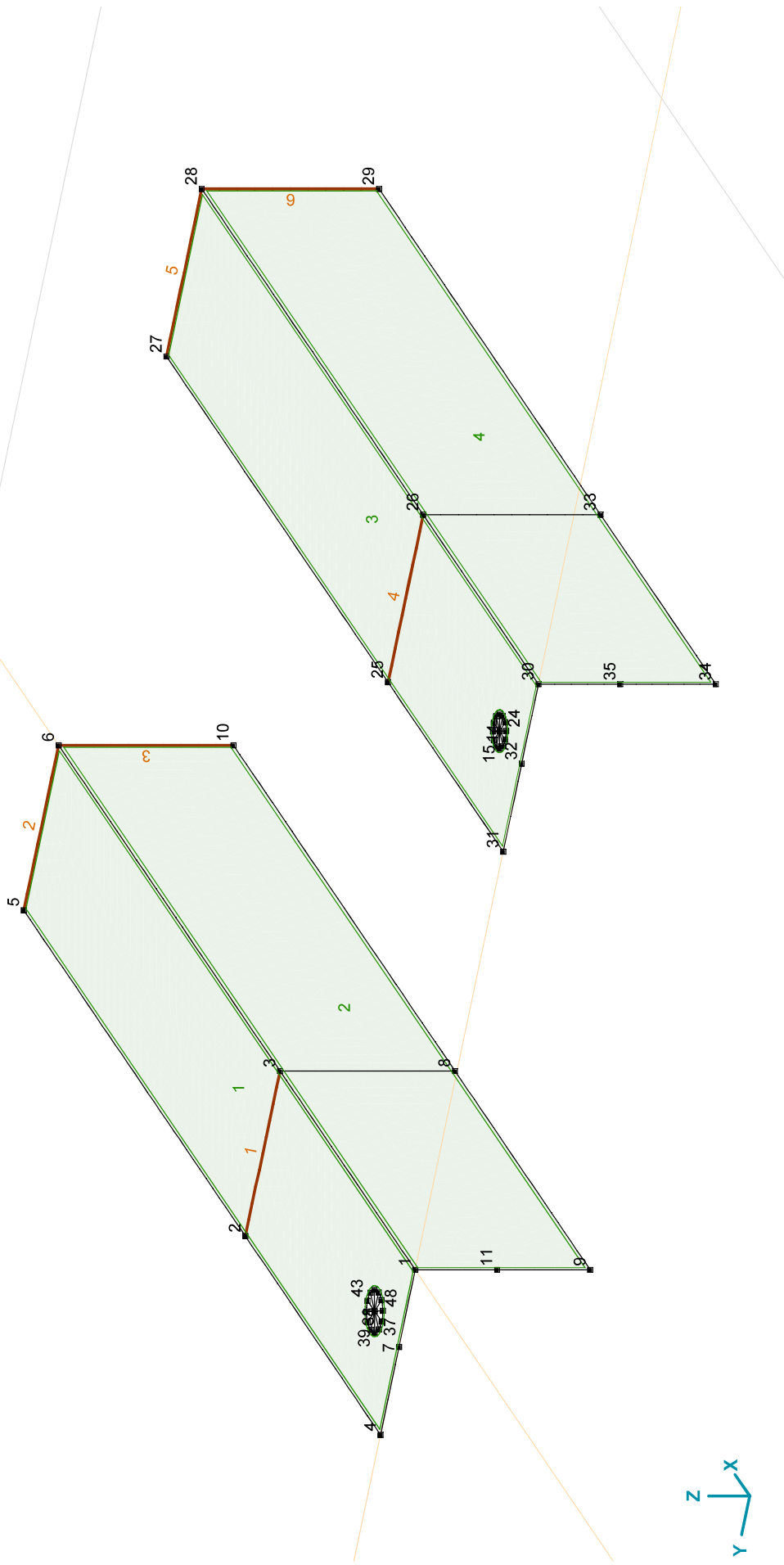
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 3

Norm Eurocode-NL



**Project:**

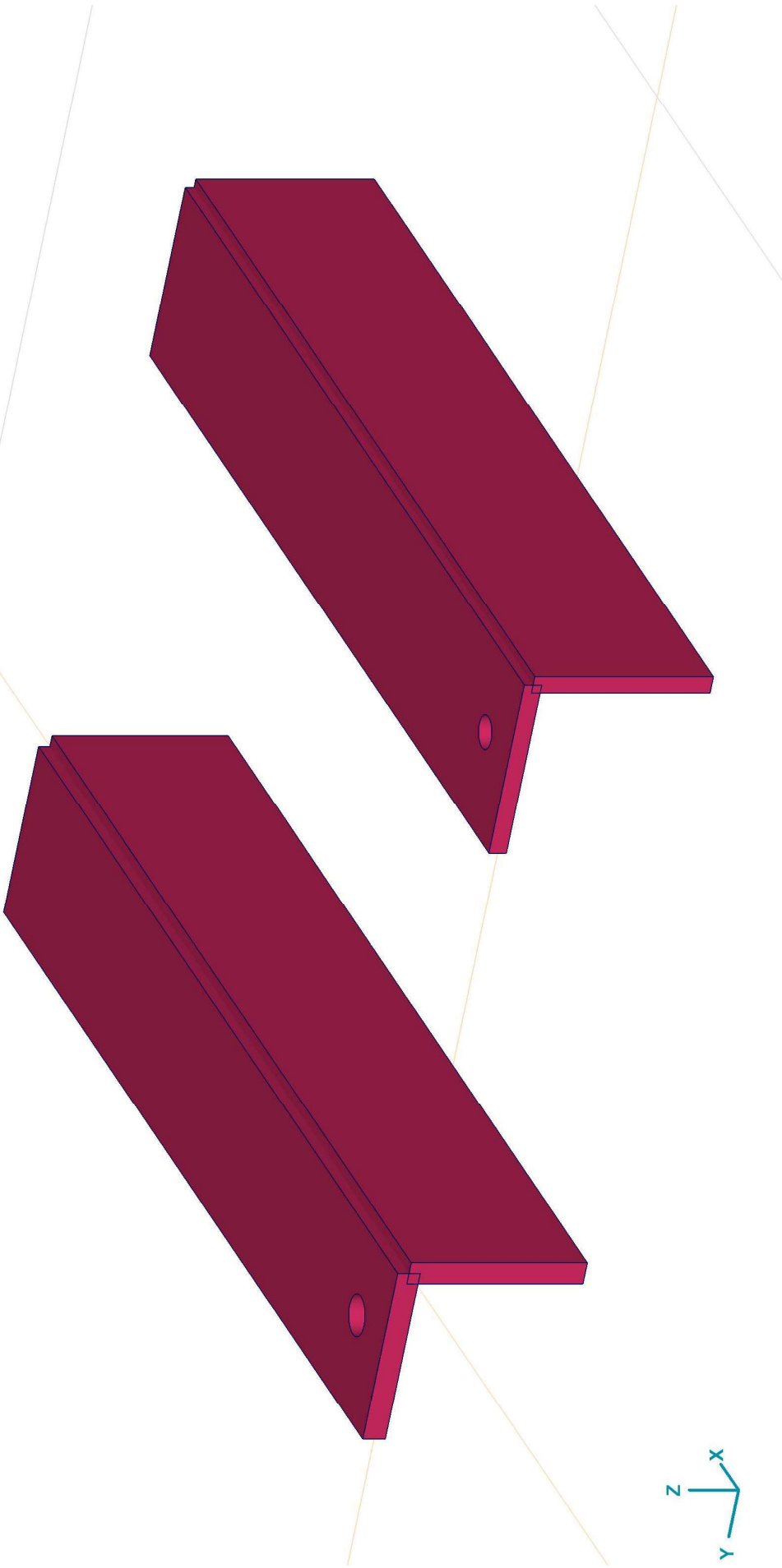
Constructeur: DNV GL - Energy

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 <sup>2</sup> ]	$E_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\nu$	$\alpha_T$ [1/°C]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	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 <sup>2</sup> ] = 355,00	$f_u$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 510,00	$f_y^*$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 335,00	$f_u^*$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 470,00									

Naam: Materiaalnaam; Type: Type materiaal; Model: Materiaal model;  $E_x$ : Elasticiteitsmodulus in lokale x richting;  $E_y$ : Elasticiteitsmodulus in lokale y richting;  $\nu$ : Poisson's verhouding;  $\alpha_T$ : Warmteuitzettingscoëfficiënt;  $\rho$ : 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;

**Domeinen**

Element type	Materiaal	Ref <sub>x</sub>	Ref <sub>z</sub>	Dikte [mm]	k, buiging	k, torsie	k, afschuiving	Oppervlakte [m <sup>2</sup> ]	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<sub>x</sub>**: Referentie voor lokale X-richting; **Ref<sub>z</sub>**: 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)	Glob. Domein 1	0	1E+7	1E+7	0	0	0		Symmetrisch	Symmetrisch
2	Rand (1959)	Glob. Domein 1	1E+10	0	0	0	0	0	Symmetrisch		
3	Rand (104)	Glob. Domein 2	1E+10	0	0	0	0	0	Symmetrisch		
4	Rand (3938)	Glob. Domein 3	0	1E+7	1E+7	0	0	0		Symmetrisch	Symmetrisch
5	Rand (3866)	Glob. Domein 3	1E+10	0	0	0	0	0	Symmetrisch		
6	Rand (5718)	Glob. 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:**

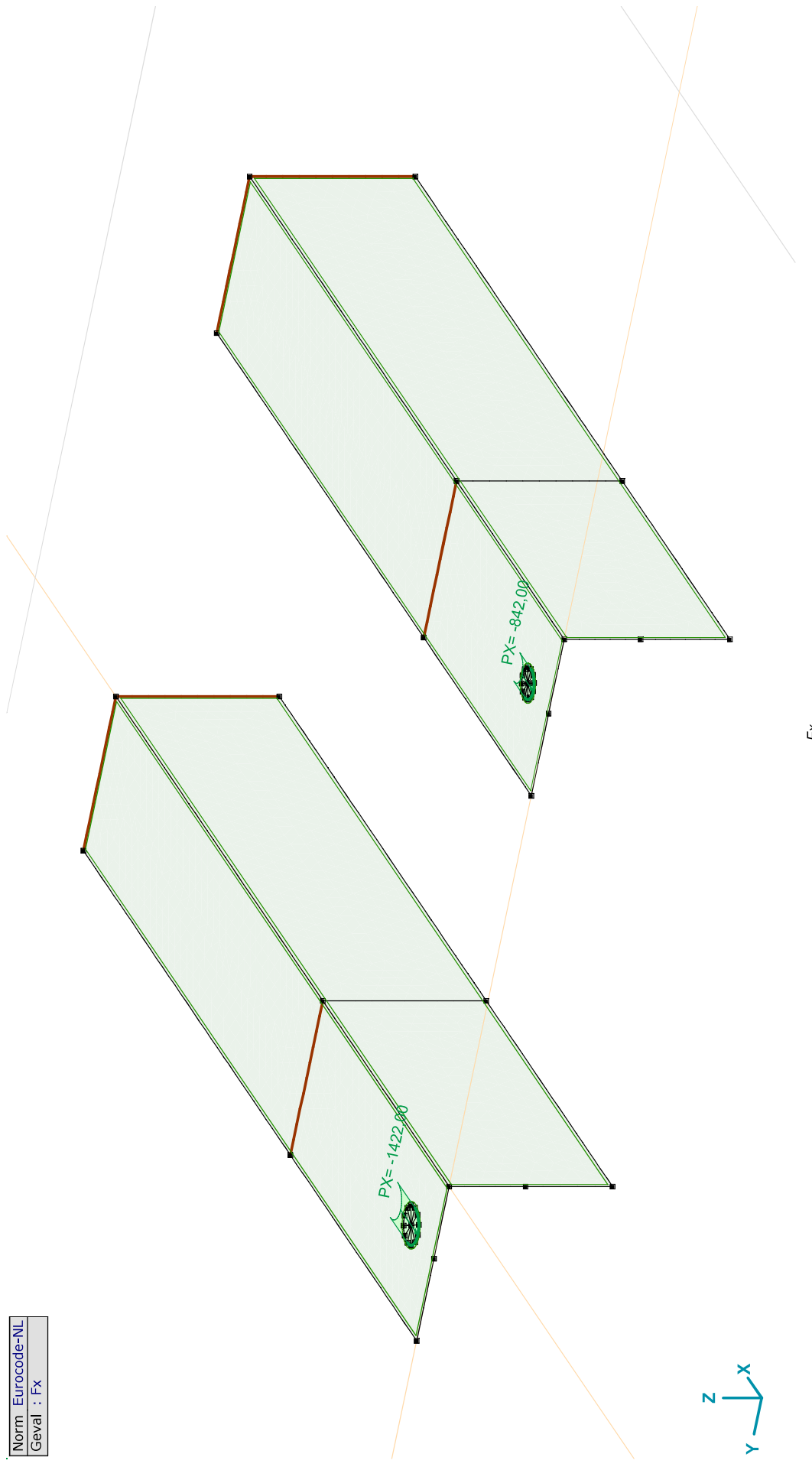
Constructeur: DNV GL - Energy

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:**

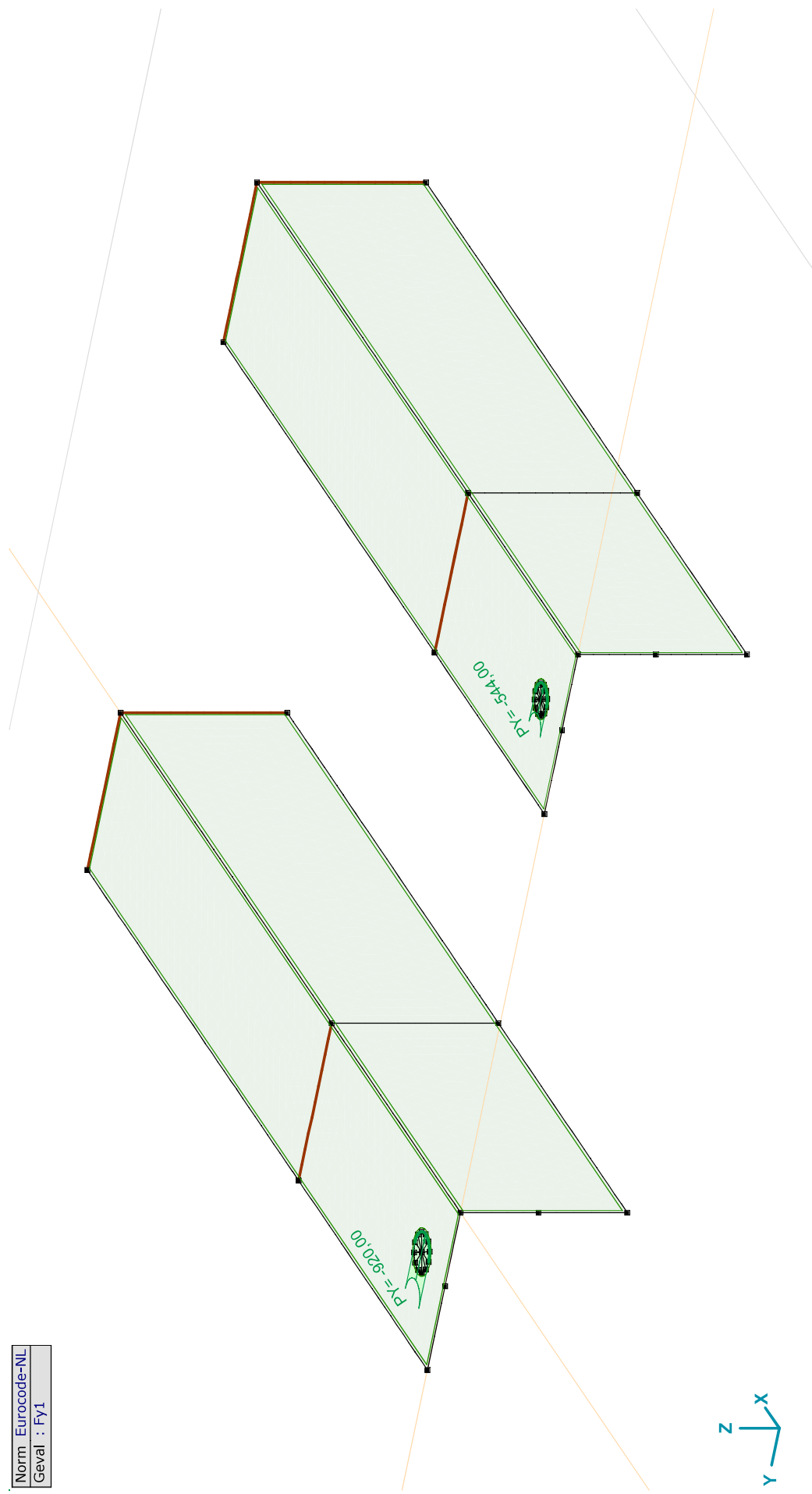
Constructeur: DNV GL - Energy

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:**

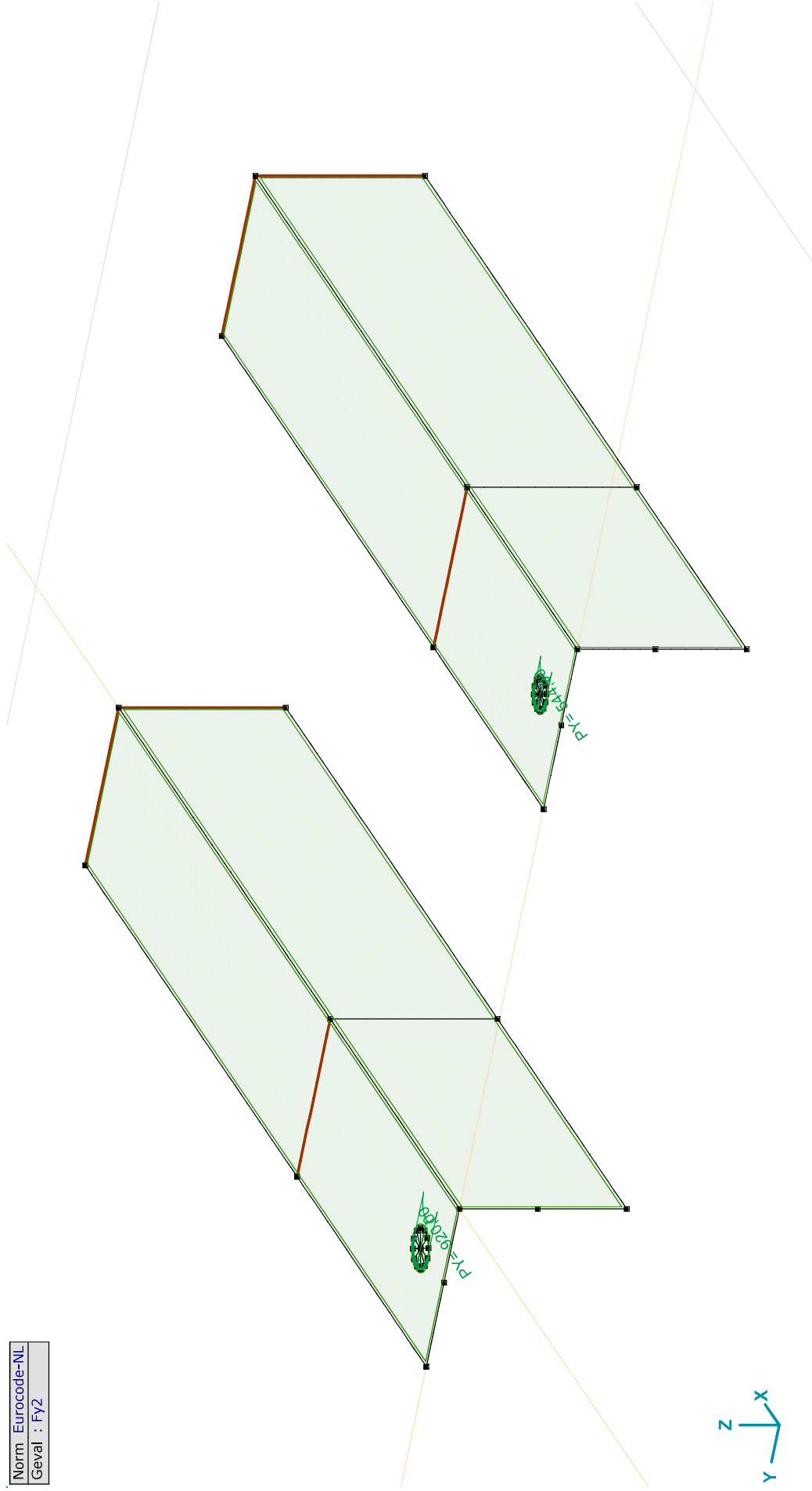
Constructeur: DNV GL - Energy

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**

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

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

**Project:**

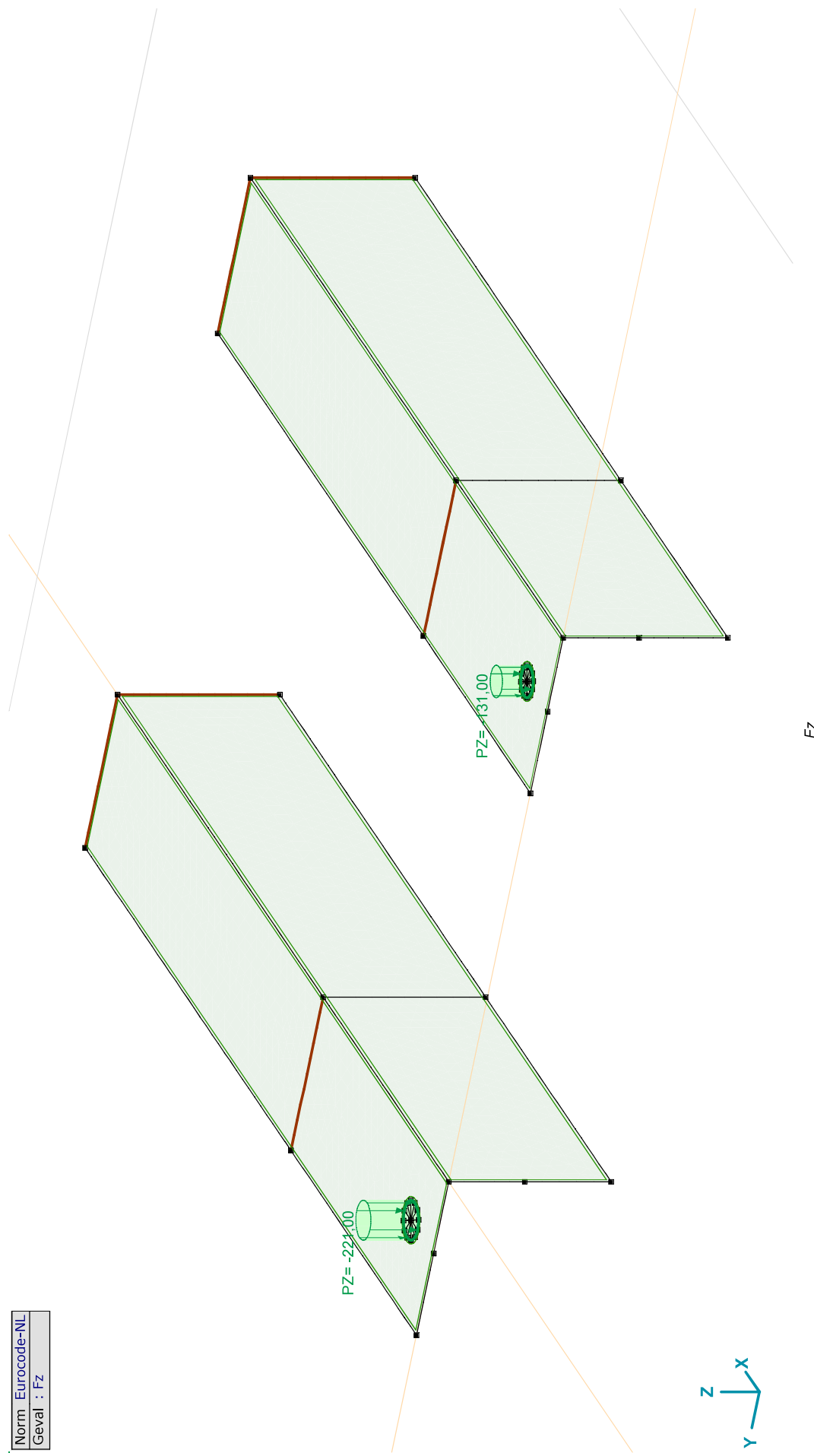
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Model 1.axs

21-2-2021

Pag. 13

Norm : Eurocode-NL
Geval : Fz



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

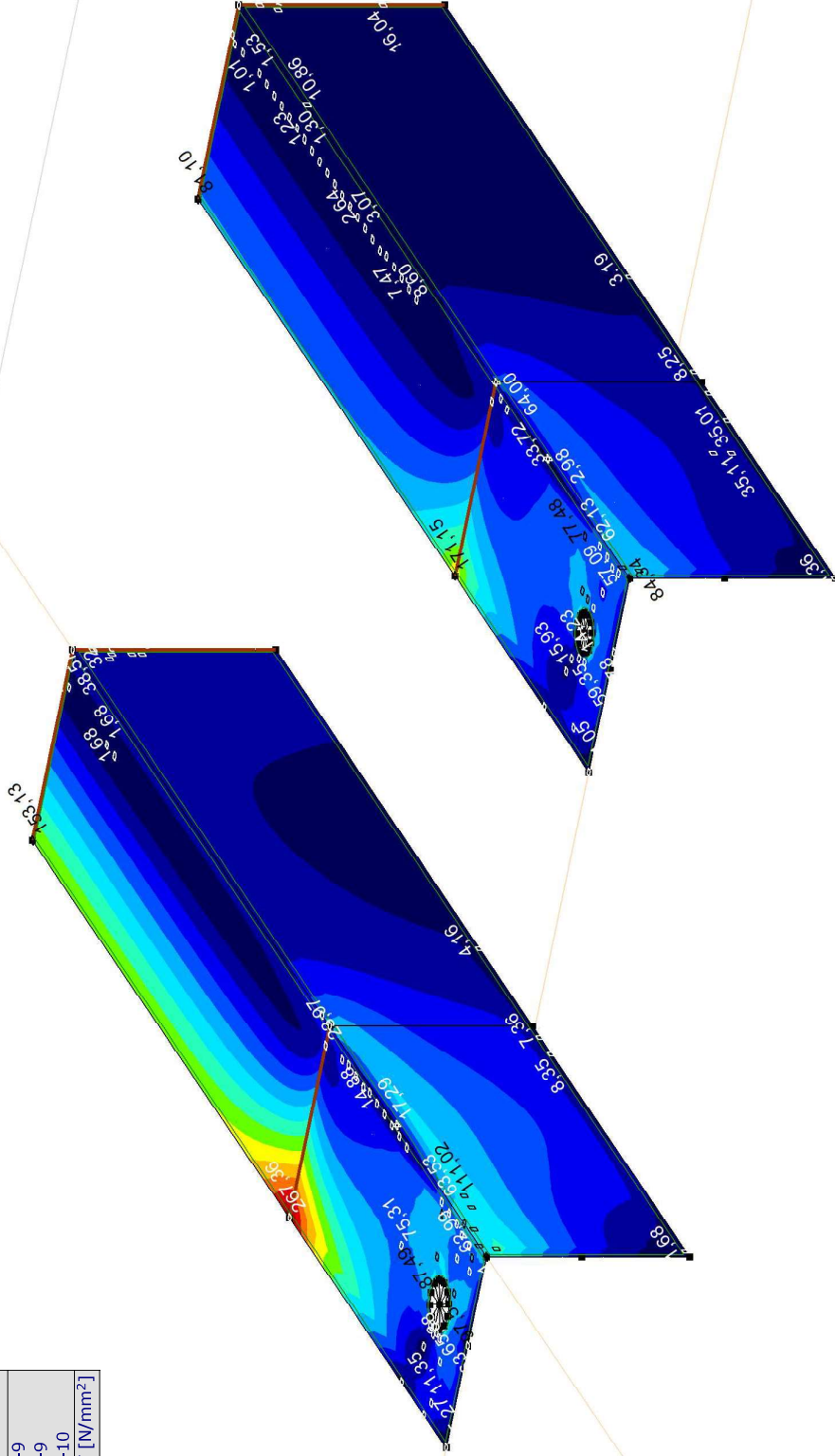
Model: **Model 1.axs**

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 <sup>2</sup> ]

SVM T [N/mm <sup>2</sup> ]
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

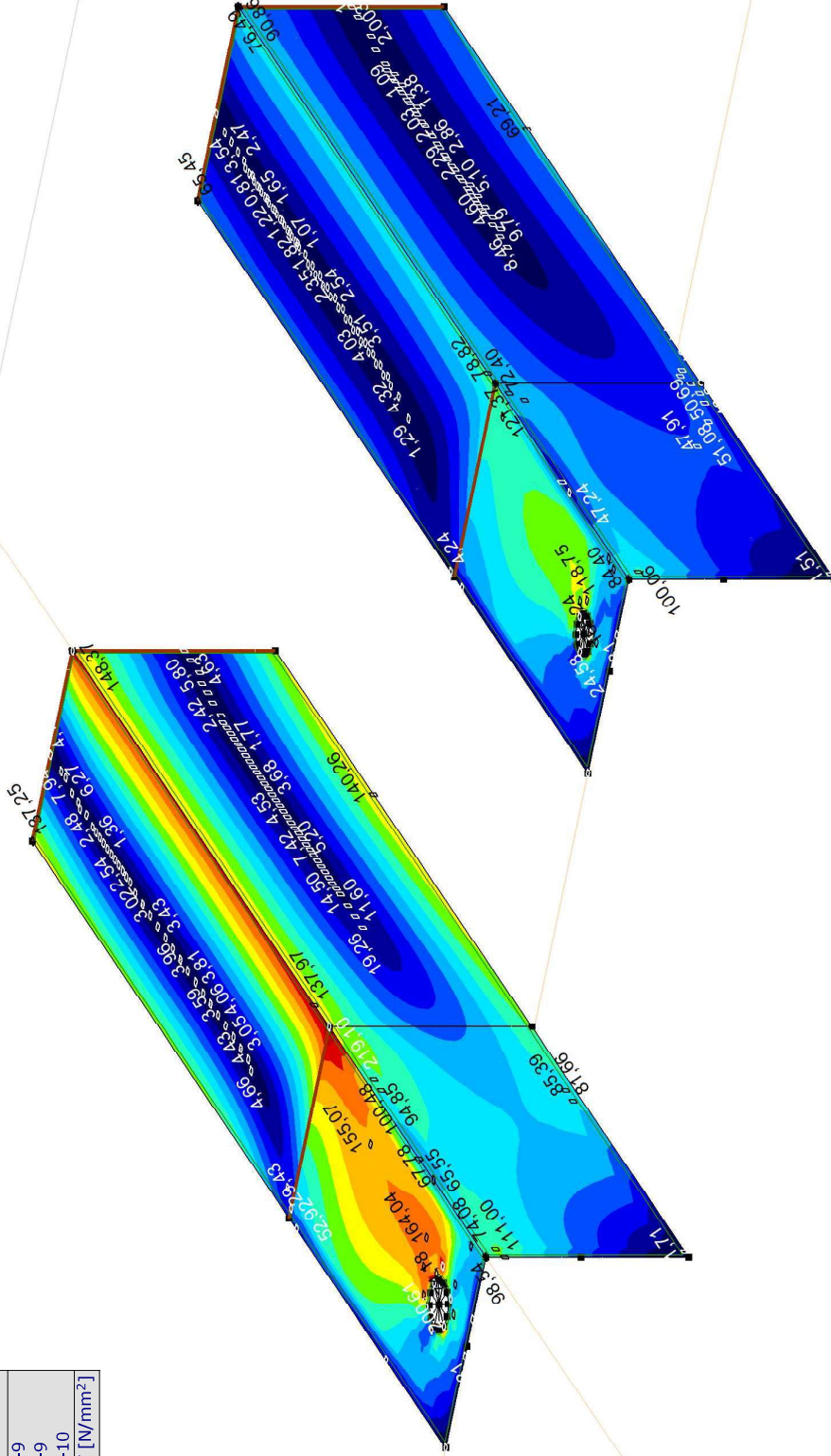
Model: **Model 1.axis**

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 <sup>2</sup> ]

SVM T [N/mm <sup>2</sup> ]
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

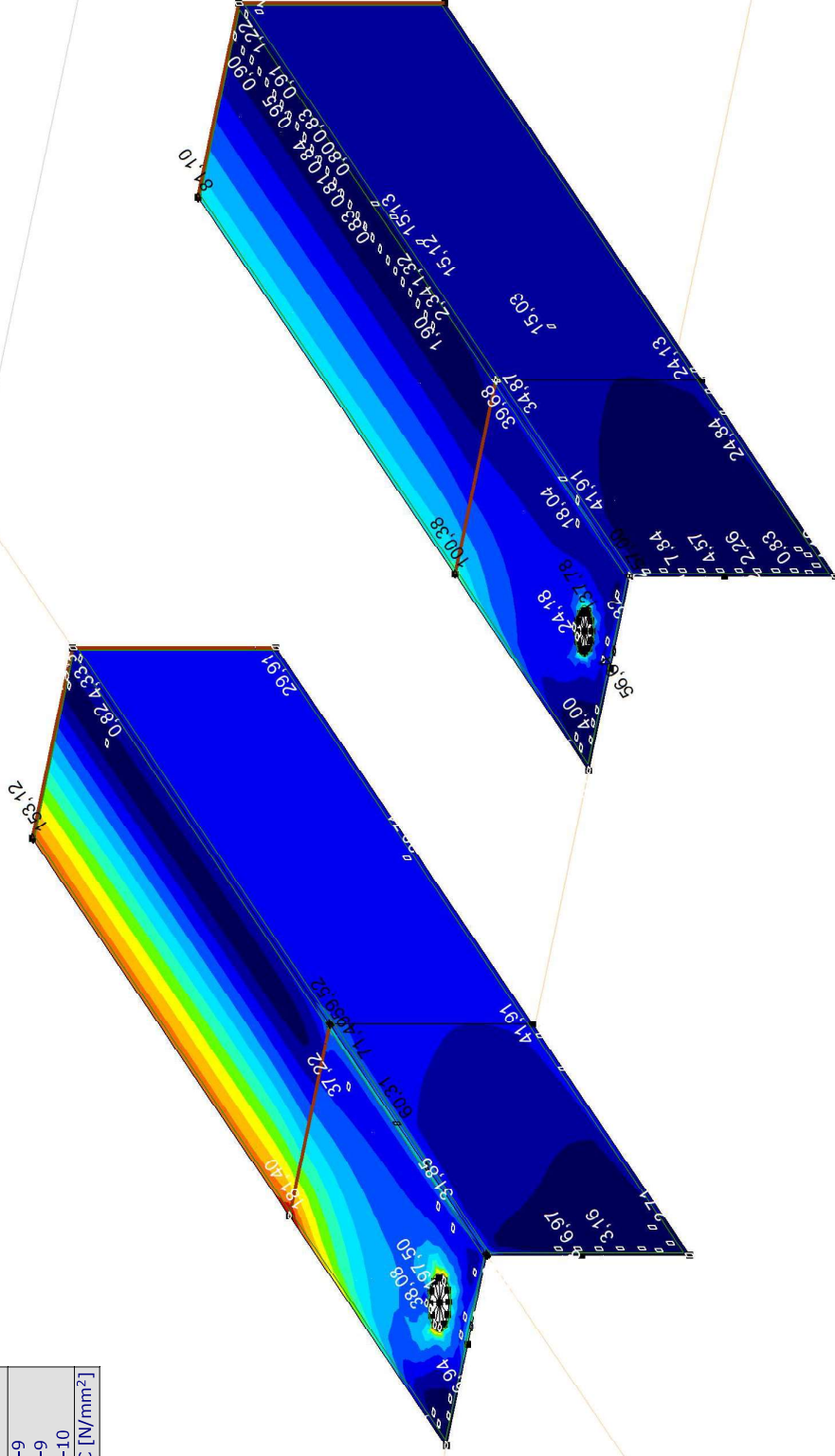


[1]. Lineair, Co #2 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

**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 <sup>2</sup> ]

SVM C [N/mm <sup>2</sup> ]
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

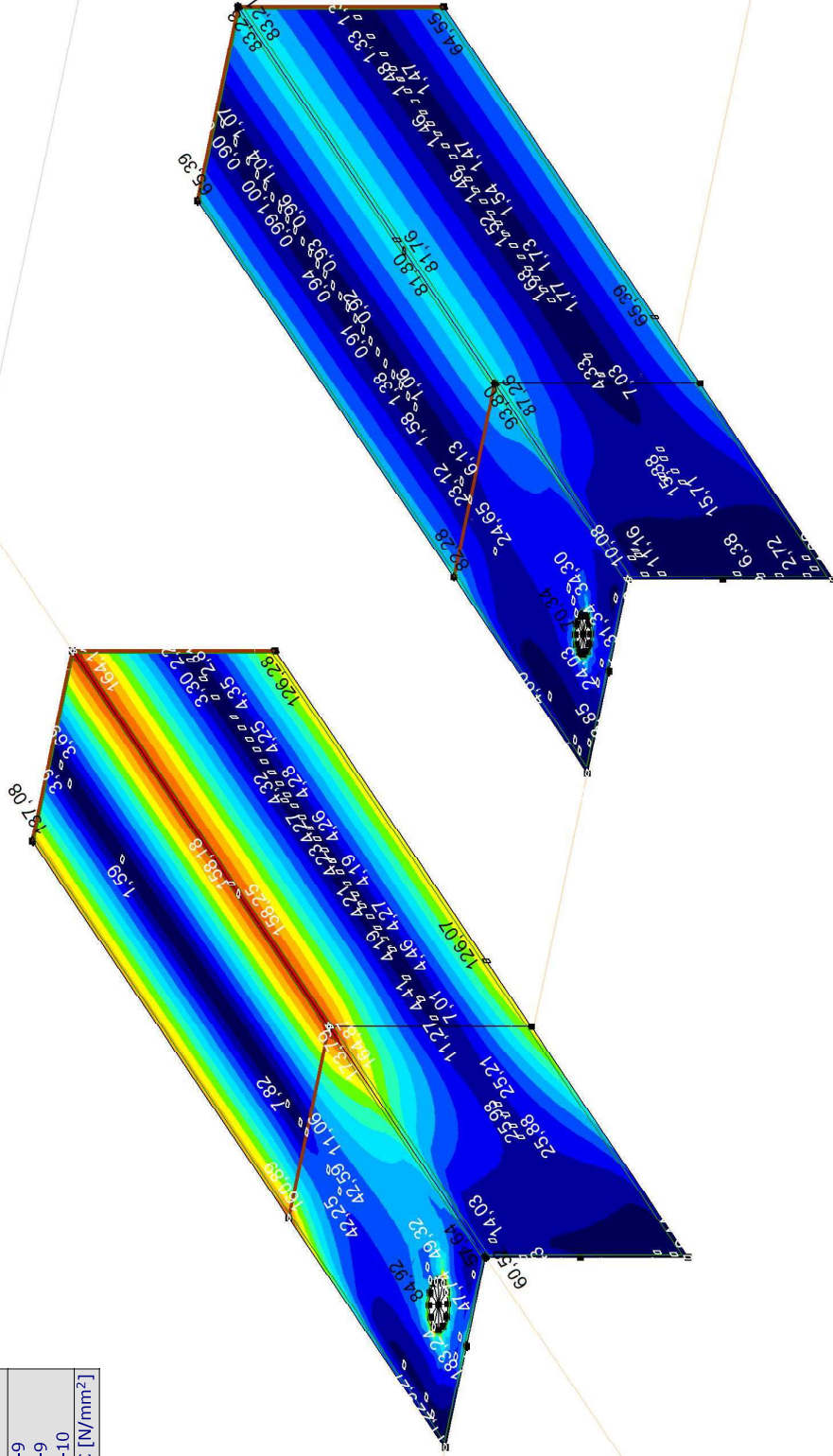
Model: Model 1.axs

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 <sup>2</sup> ]

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



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

**Project:**

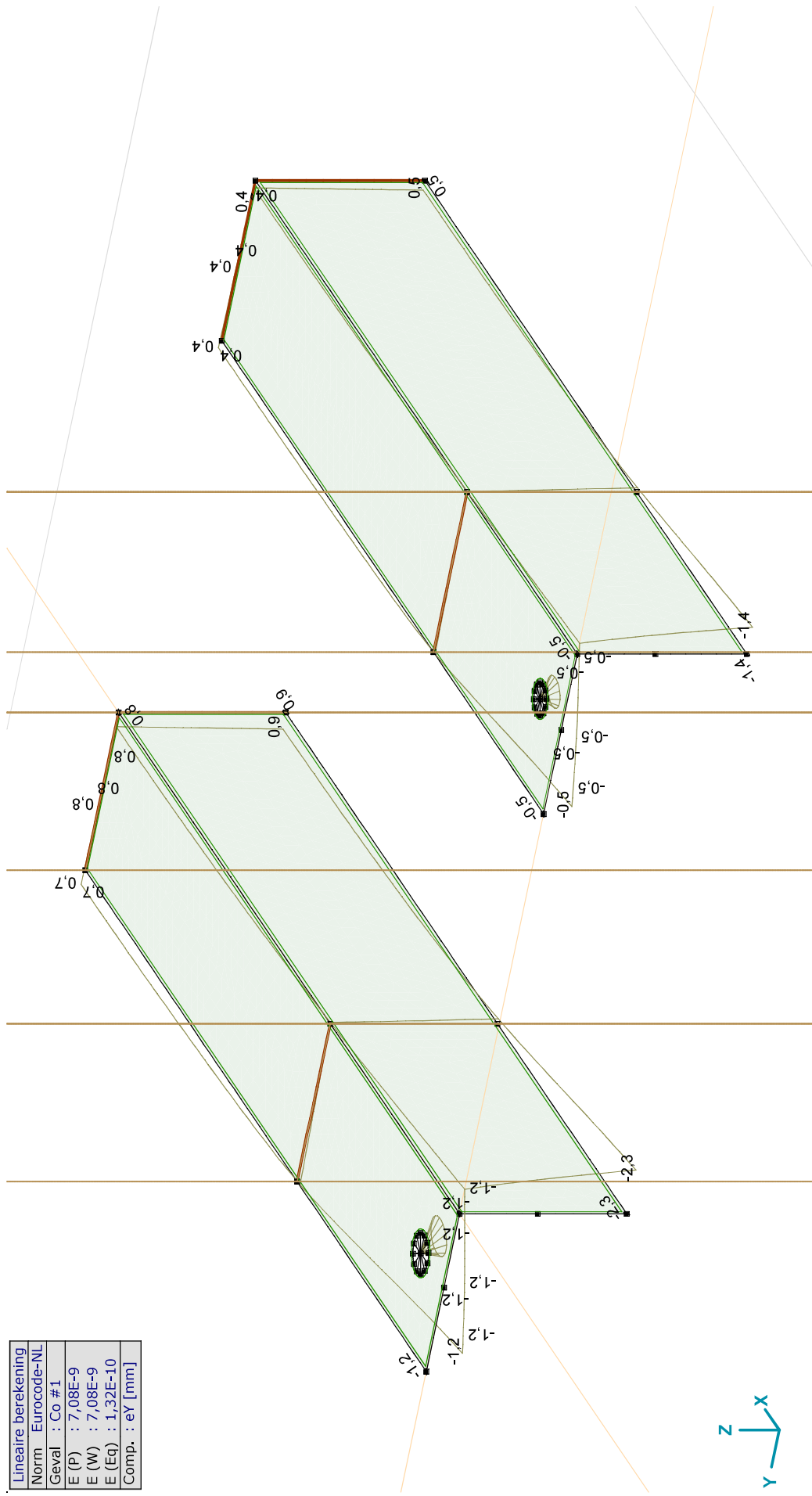
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axis**

21-2-2021

Pag. 19

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



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







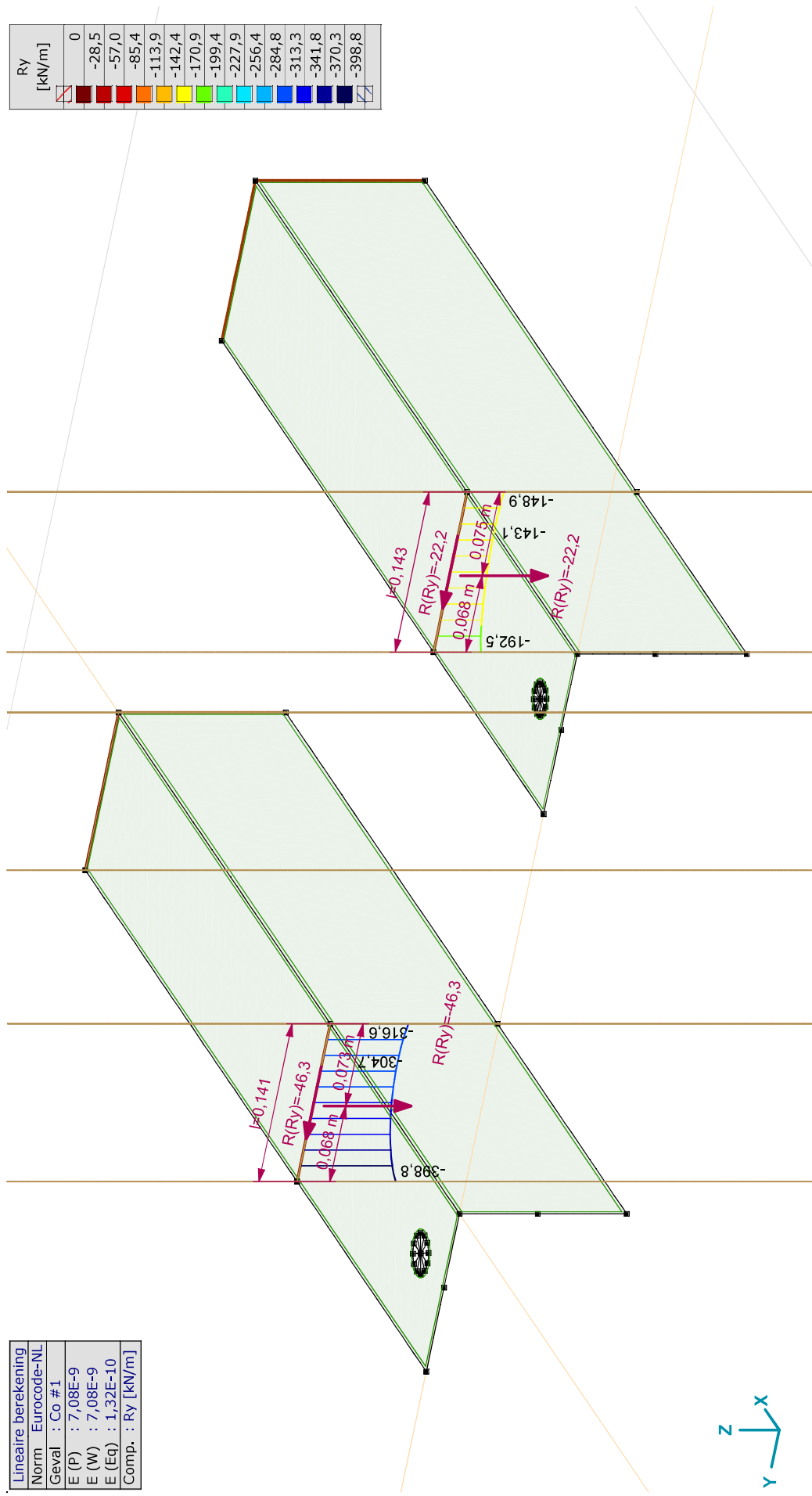
**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: Model 1.axs

21-2-2021

Pag. 23

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

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



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



**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

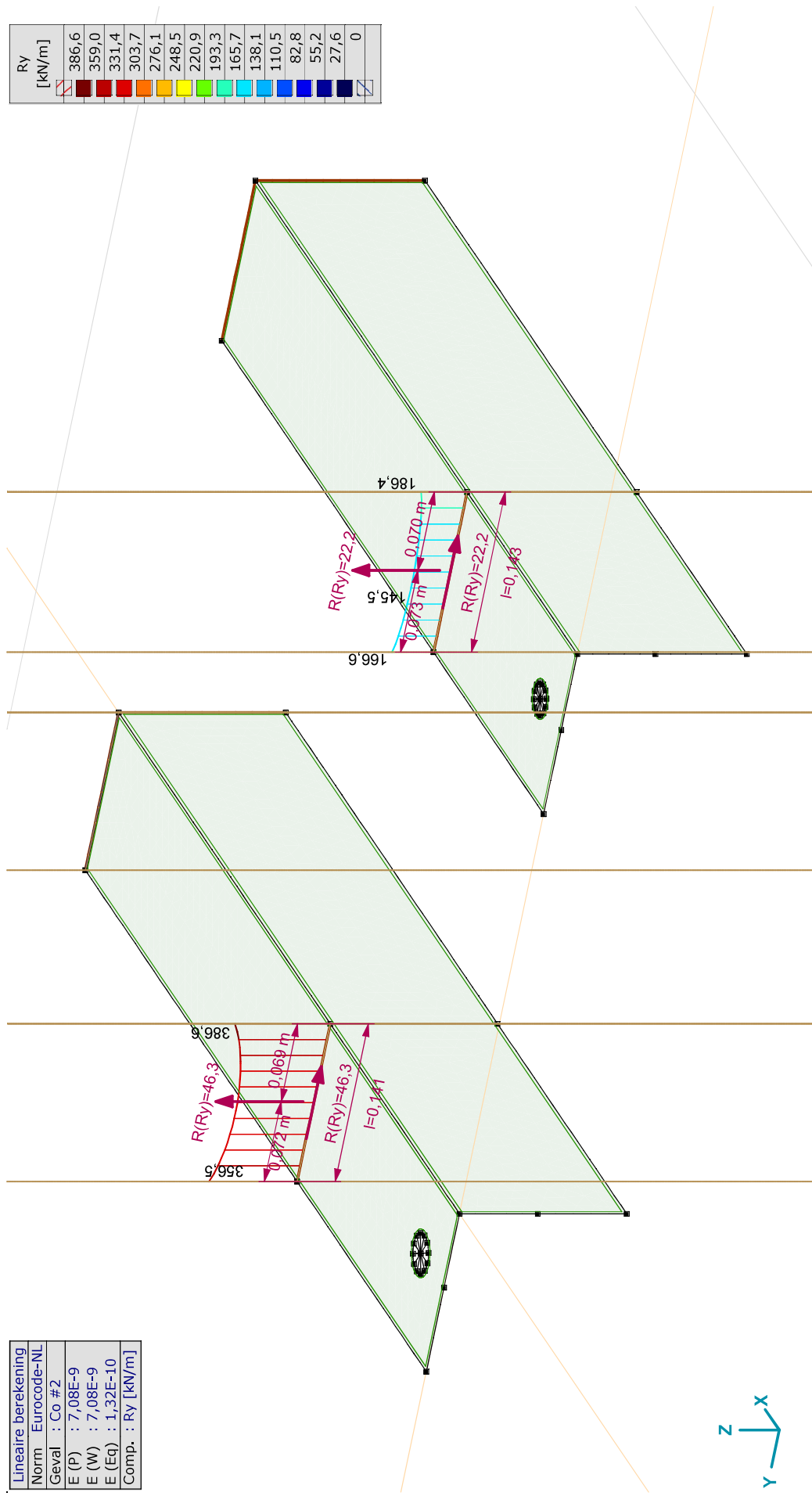
Model: **Model 1.axis**

21-2-2021

Pag. 24

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

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



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

**Project:**

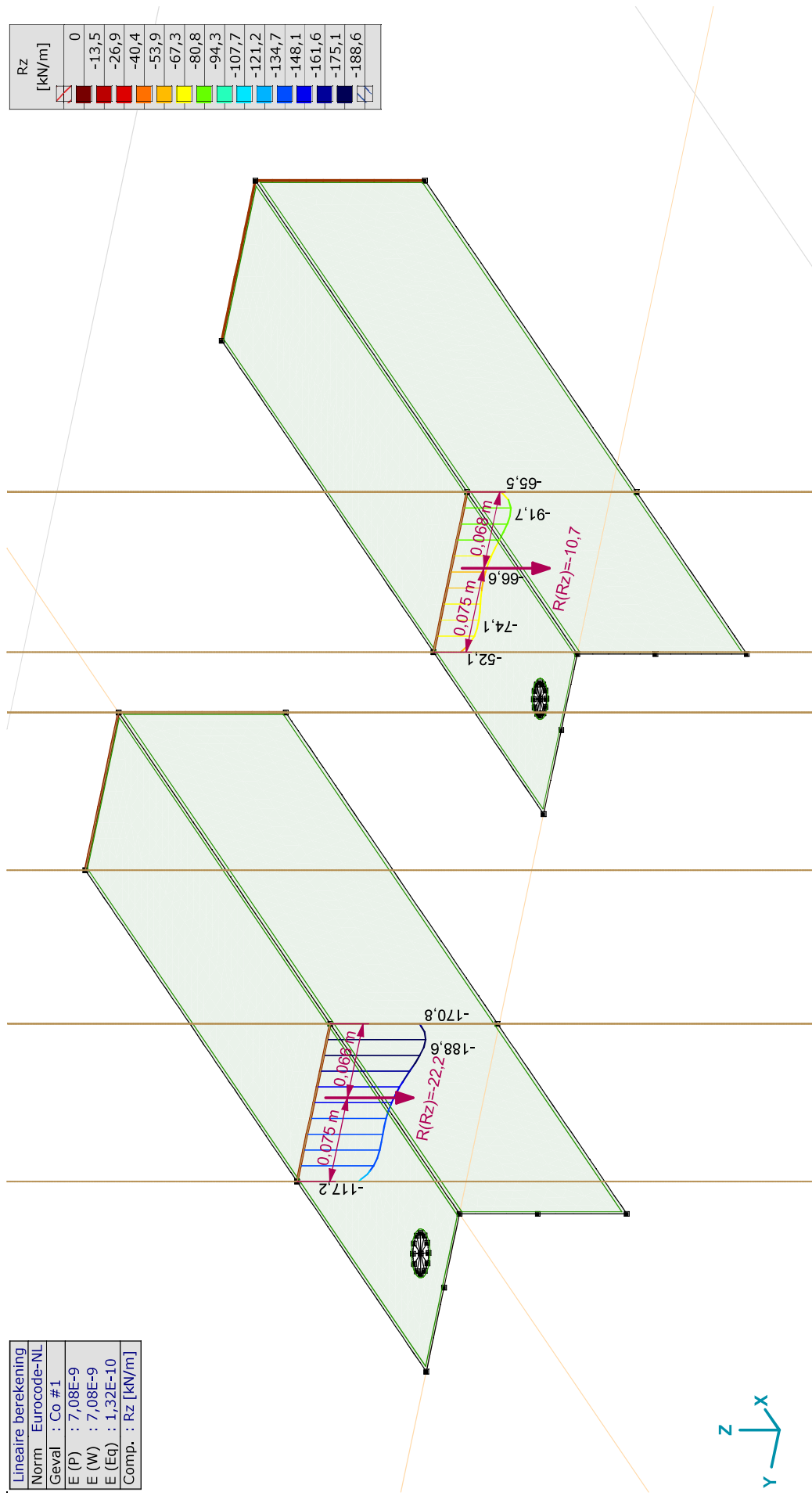
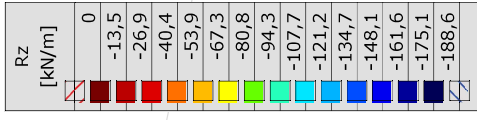
Constructeur: DNV GL - Energy

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]



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



**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

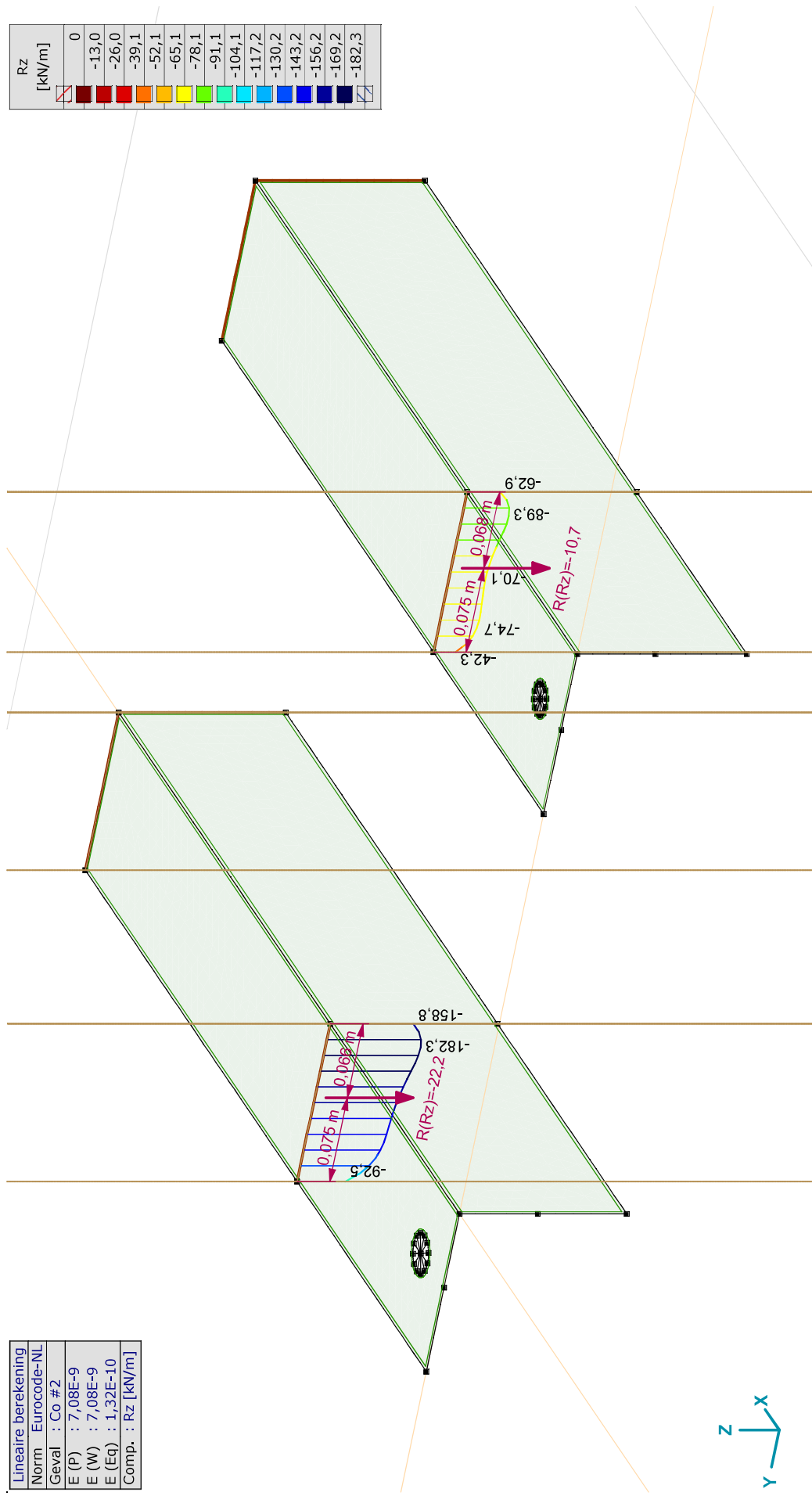
Model: **Model 1.axis**

21-2-2021

Pag. 26

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

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



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

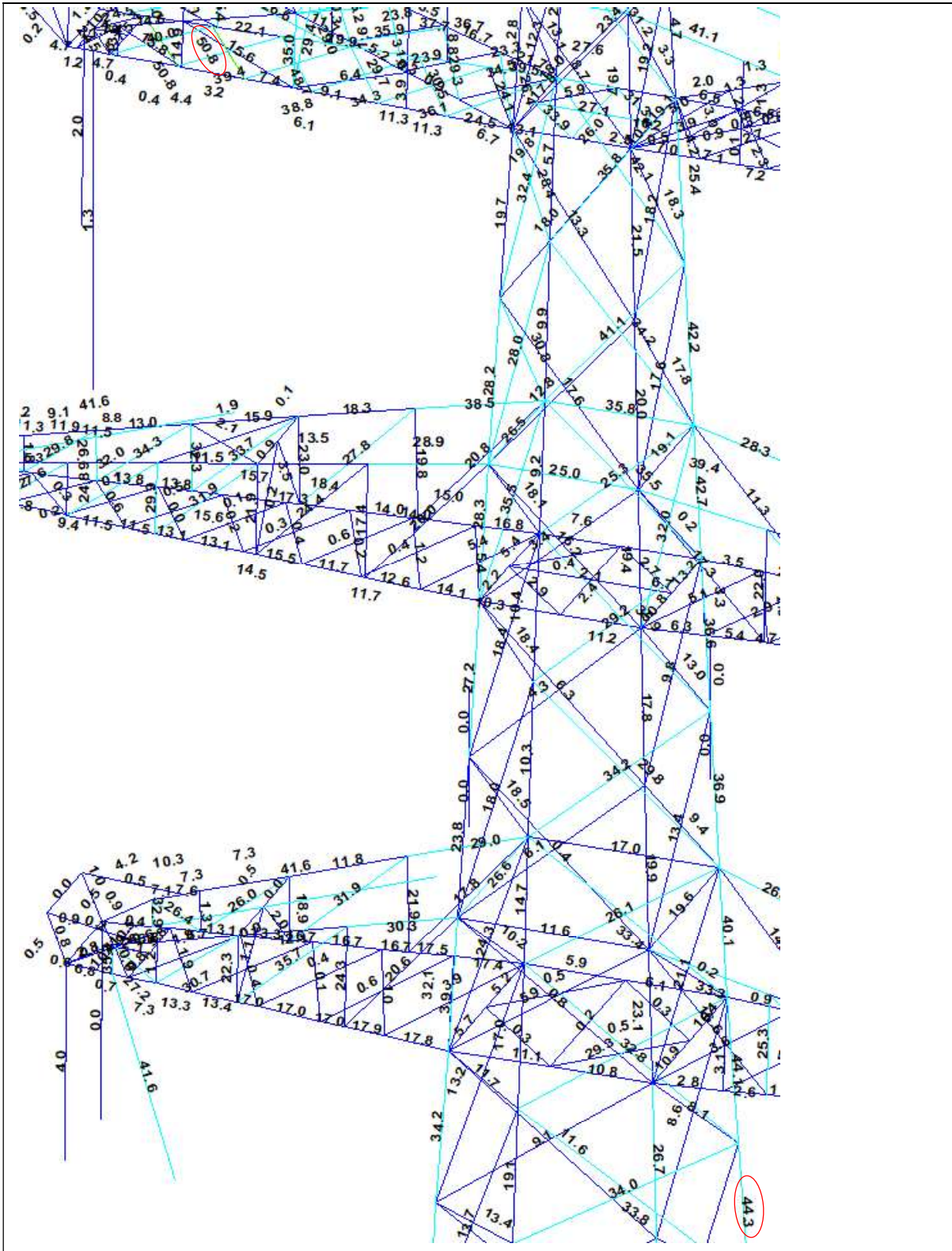


## **APPENDIX F**

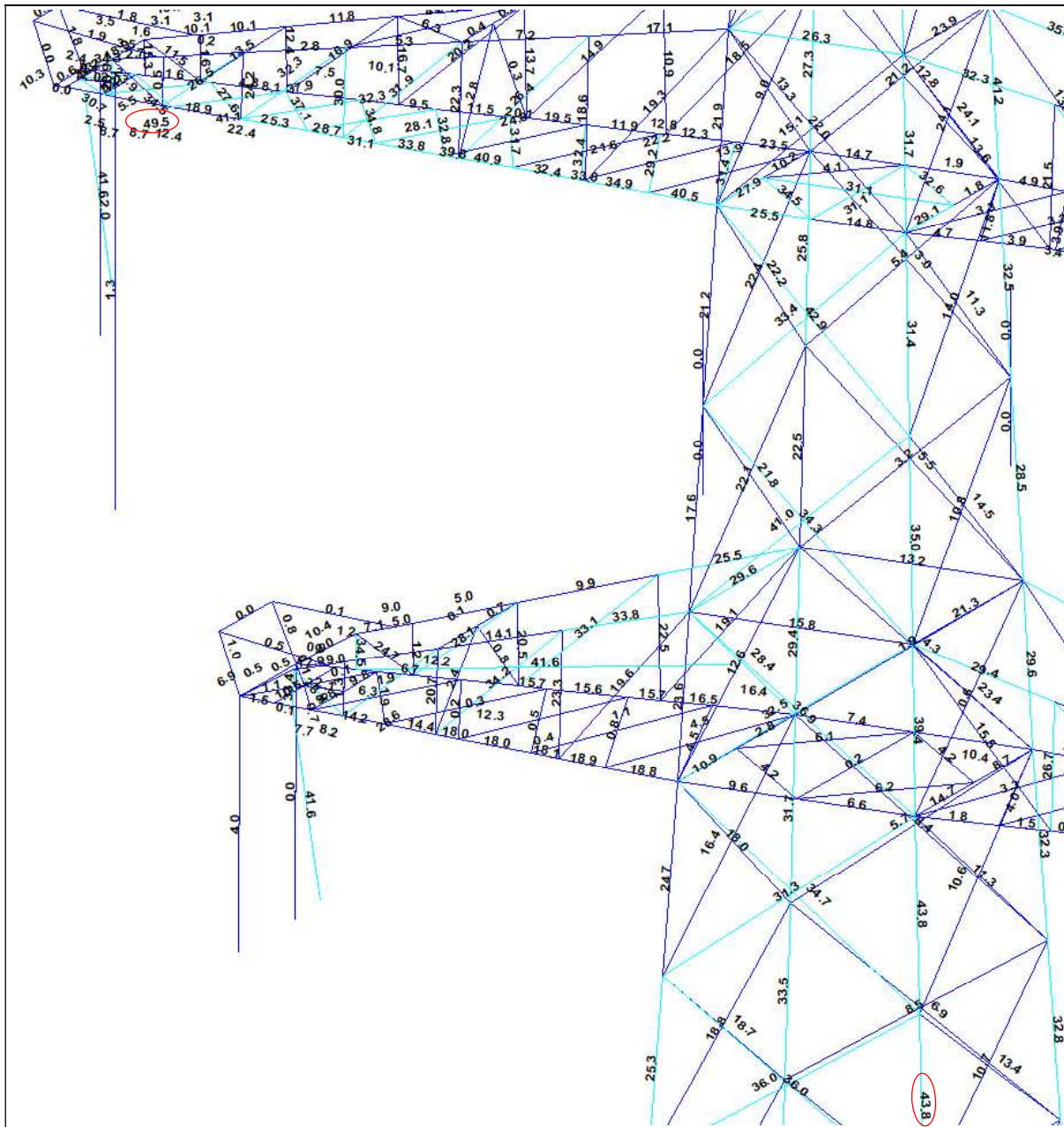
### **Sterkte-coördinatie**

---

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

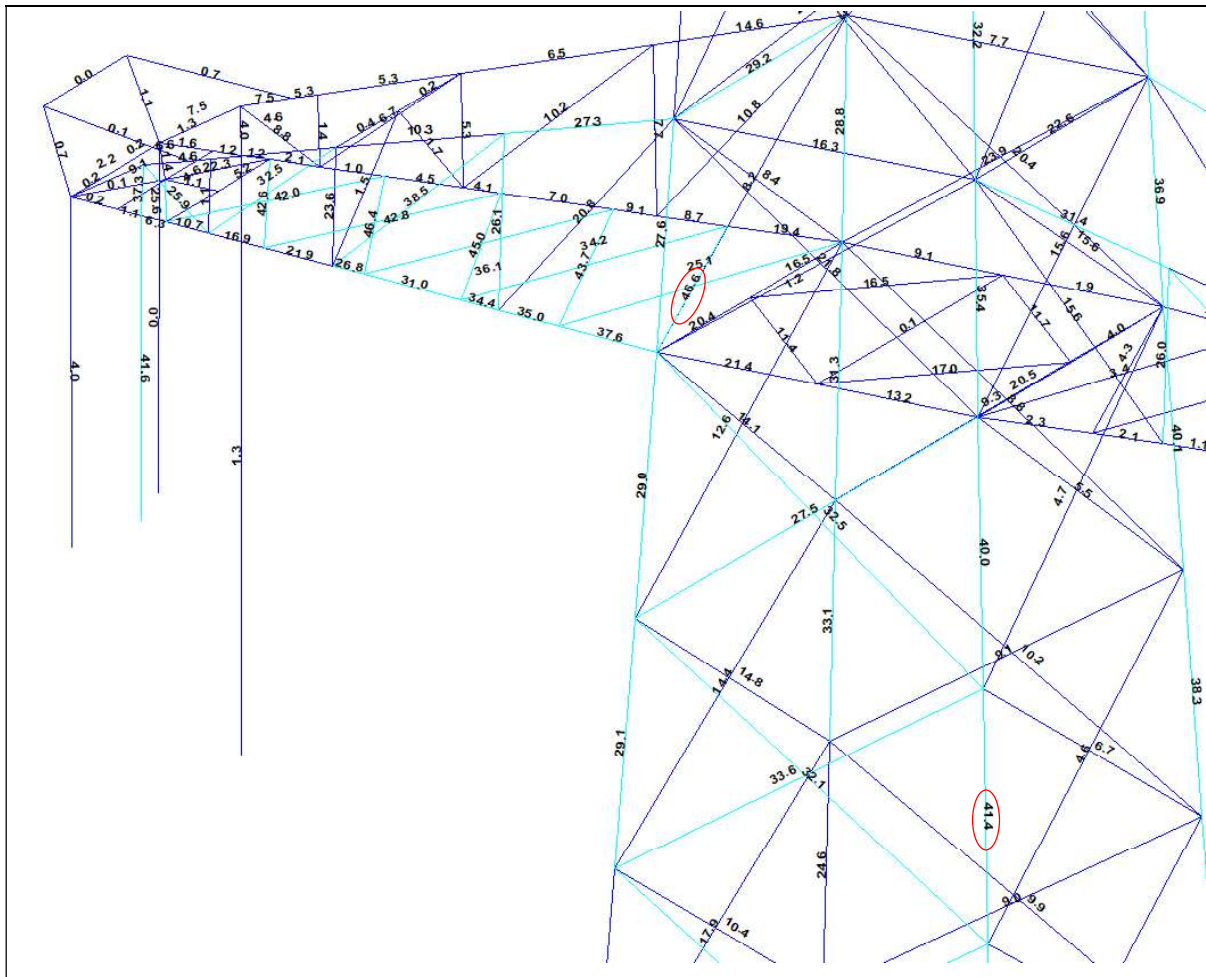


Boventraverse – tussenstuk 2:  $50,8 / 44,3 = 1,14 \geq 1,10$  OK.



Middentraverse – tussenstuk 2:  $49,5 / 43,8 = 1,13 \geq 1,10$  OK.





Ondertraverse – tussenstuk 2:  $46,6 / 41,4 = 1,12 \geq 1,10$  OK

## APPENDIX G

### Galloping

#### Uitgangspunten

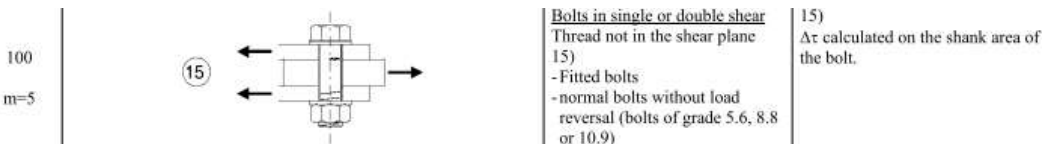
In het uitgangspuntendocument is beschreven dat wordt uitgegaan van een materiaalfactor voor vermoeiing  $\gamma_{mf} = 1,15$ . Dit komt overeen met de “Safe-life methode” met “Low consequence” van tabel 3.1 van NEN-EN 1993-1-9 of met “Damage tolerant” en “High consequence”.

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  $2 \times 10^6$  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/mm<sup>2</sup> bij 1,0EDS levert:

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

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

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

## Resultaten

In de tabellen zijn de resultaten van mast HC+0/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**

Datum: 1-6-2021  
 Auteur: JSN  
 Versie: 1.0

RLI-TLB  
 HC+0/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle buitdoorsnede					
					ΔF;o [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	Ao;jo [Mpa]	DC;o [Mpa]	Δσ;c;o [Mpa]	UC opp.	ΔF;b [kN]	Bout [mm2]	Opp. Bout	Δσ;i;b [Mpa]	DC;b [Mpa]	Δσ;c;b [Mpa]	UC bout		
100	Main leg	80x80x8	2	M20	20.0	1230	1054	19.0	50	43	0.44	27.9	314	44.4	100	87	0.51			
101	Main leg	130x130x12	4	M24	27.0	3000	2688	10.1	50	43	0.23	38.9	452	21.5	100	87	0.25			
102	Main leg	130x130x12	8	M24	50.7	3000	2688	18.9	50	43	0.43	74.4	452	20.6	100	87	0.24			
103	Main leg	150x150x15	8	M24	94.6	4300	3910	24.2	50	43	0.56	134.4	452	37.2	100	87	0.43			
104	Main leg	150x150x15	8	M24	115.0	4300	3910	29.4	50	43	0.68	161.2	452	44.6	100	87	0.51			
105	Main leg	200x200x24	8	M24	164.1	9060	8436	19.4	50	43	0.45	226.4	452	62.6	100	87	0.72			
106	Main leg	200x200x24	0		195.1	9060	9060	21.5	50	43	0.50	267.0	0	0.0	100	87	0.00			
107	Main leg	200x200x24	12	M24	212.8	9060	8436	25.2	50	43	0.58	288.4	452	53.2	100	87	0.61			
108	Main leg	250x250x24	12	M24	243.7	11492	10868	22.4	50	43	0.52	325.9	452	60.1	100	87	0.69			
109	Main leg	250x250x24	14	M24	265.0	11492	10868	24.4	50	43	0.56	350.2	452	55.3	100	87	0.64			
110	Main leg	200x200x24	28	M24	284.9	9060	8436	33.8	50	43	0.78	372.1	452	29.4	100	87	0.34			
111	Main leg	200x200x24	24	M24	296.9	9060	8436	35.2	50	43	0.81	383.5	452	35.4	100	87	0.41			
112	Main leg	200x200x24	24	M24	297.1	9060	8436	35.2	50	43	0.81	378.7	452	34.9	100	87	0.40			
113	Main leg	200x200x24	24	M24	263.2	9060	8436	31.2	50	43	0.72	330.4	452	30.5	100	87	0.35			
114	Main leg	200x200x24	24	M24	262.6	9060	8436	31.1	50	43	0.72	329.6	452	30.4	100	87	0.35			
200	Diag front face	90x90x8	2	M24	20.9	1390	1182	17.7	50	43	0.41	30.3	452	33.5	100	87	0.39			
201	Diag front face	150x150x14	6	M24	125.6	4014	3650	34.4	50	43	0.79	177.0	452	65.3	100	87	0.75			
202	Diag front face	140x140x13	5	M24	102.4	3521	3183	32.2	50	43	0.74	144.1	452	63.7	100	87	0.73			
203	Diag front face	130x130x12	4	M24	75.8	3000	2688	28.2	50	43	0.65	112.4	452	62.2	100	87	0.72			
204	Diag front face	150x150x15	6	M24	114.5	4300	3910	29.3	50	43	0.67	153.5	452	56.6	100	87	0.65			
205	Diag front face	150x150x14	6	M24	103.3	4014	3650	28.3	50	43	0.65	138.2	452	51.0	100	87	0.59			
206	Diag front face	150x150x12	5	M24	85.1	3480	3168	26.8	50	43	0.62	113.7	452	50.3	100	87	0.58			
207	Diag front face	160x160x15	6	M24	83.3	4671	4281	19.5	50	43	0.45	103.7	452	38.3	100	87	0.44			
208	Diag front face	150x150x14	5	M24	73.2	4014	3650	20.0	50	43	0.46	90.6	452	40.1	100	87	0.46			
209	Diag front face	150x150x14	5	M24	67.0	4014	3650	18.4	50	43	0.42	83.3	452	36.8	100	87	0.42			
210	Diag front face	150x150x14	5	M24	63.1	4014	3650	17.3	50	43	0.40	79.1	452	35.0	100	87	0.40			
211	Diag front face	150x150x14	4	M24	60.3	4014	3650	16.5	50	43	0.38	74.9	452	41.4	100	87	0.48			
212	Diag front face	150x150x14	4	M24	46.3	4014	3650	12.7	50	43	0.29	57.4	452	31.8	100	87	0.37			
213	Diag front face	160x160x15	4	M24	45.6	4671	4281	10.6	50	43	0.24	56.5	452	31.2	100	87	0.36			
300	Diag side face	90x90x8	2	M24	16.5	1390	1182	13.9	50	43	0.32	23.3	452	25.8	100	87	0.30			
301	Diag side face	150x150x14	6	M24	120.2	4014	3650	32.9	50	43	0.76	175.2	452	64.6	100	87	0.74			
302	Diag side face	140x140x13	5	M24	97.8	3521	3183	30.7	50	43	0.71	142.6	452	63.1	100	87	0.73			
303	Diag side face	130x130x12	4	M24	77.0	3000	2688	28.6	50	43	0.66	112.6	452	62.3	100	87	0.72			
304	Diag side face	150x150x15	6	M24	104.5	4300	3910	26.7	50	43	0.61	140.6	452	51.8	100	87	0.60			
305	Diag side face	150x150x14	6	M24	94.1	4014	3650	25.8	50	43	0.59	126.5	452	46.6	100	87	0.54			
306	Diag side face	150x150x12	5	M24	79.1	3480	3168	25.0	50	43	0.57	106.1	452	46.9	100	87	0.54			
307	Diag side face	160x160x15	6	M24	87.6	4671	4281	20.5	50	43	0.47	113.2	452	41.7	100	87	0.48			
308	Diag side face	150x150x14	5	M24	77.8	4014	3650	21.3	50	43	0.49	100.5	452	44.5	100	87	0.51			
309	Diag side face	150x150x14	5	M24	72.2	4014	3650	19.8	50	43	0.46	93.5	452	41.4	100	87	0.48			
310	Diag side face	150x150x14	5	M24	66.8	4014	3650	18.3	50	43	0.42	86.6	452	38.3	100	87	0.44			
311	Diag side face	150x150x14	4	M24	65.3	4014	3650	17.9	50	43	0.41	84.7	452	46.9	100	87	0.54			
312	Diag side face	150x150x14	4	M24	50.8	4014	3650	13.9	50	43	0.32	66.1	452	36.6	100	87	0.42			



## Check galloping

Datum: 1-6-2021  
Auteur: JSN  
Versie: 1.0

**DNV**

RLL-TLB  
HC+0/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle buitdoorsnede					
					ΔF;o [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	Ao;jo [Mpa]	DC;o [Mpa]	Δσ;c;o [Mpa]	UC opp.	ΔF;b [kN]	Bout [mm2]	Δσ;i;b [Mpa]	DC;b [Mpa]	Δσ;c;b [Mpa]	UC bout			
313	Diag side face	160x160x15	4	M24	49.0	4671	4281	11.4	50	43	0.26	63.5	452	35.1	100	87	0.40			
400	Horizontal lower ca.	160x160x15	10	M24	68.4	4671	4281	16.0	50	43	0.37	102.4	452	22.7	100	87	0.26			
401	Lower chord lower ca.	140x140x13	10	M24	123.4	3521	3183	38.8	50	43	0.89	188.3	452	41.7	100	87	0.48			
402	Lower chord lower ca.	140x140x13	0		109.9	3521	3521	31.2	50	43	0.72	167.8	0	0.0	100	87	0.00			
403	Lower chord lower ca.	140x140x13	0		73.9	3521	3521	21.0	50	43	0.48	112.8	0	0.0	100	87	0.00			
404	Lower chord lower ca.	140x140x13	0		36.3	3521	3521	10.3	50	43	0.24	55.4	0	0.0	100	87	0.00			
405	Lower chord lower ca.	140x140x13	0		10.1	3521	3521	2.9	50	43	0.07	15.2	0	0.0	100	87	0.00			
410	Horizontal lower ca.	120x120x10	3	M24	20.3	2320	2060	9.9	50	43	0.23	28.1	452	20.7	100	87	0.24			
411	Beam lower ca.	150x150x18 (not coupled)	2	M24	27.4	10200	9732	2.8	50	43	0.06	41.8	452	46.2	100	87	0.53			
413	Beam lower ca.	HEA140	0		1.2	3140	3140	0.4	50	43	0.01	1.8	0	0.0	100	87	0.00			
414	Beam lower ca.	UNP220	0		4.4	3740	3740	1.2	50	43	0.03	6.7	0	0.0	100	87	0.00			
426	Upper chord lower ca.	90x90x8	4	M24	15.7	1390	1182	13.3	50	43	0.31	23.9	452	13.2	100	87	0.15			
427	Upper chord lower ca.	90x90x8	0		11.2	1390	1390	8.1	50	43	0.19	16.9	0	0.0	100	87	0.00			
428	Upper chord lower ca.	90x90x8	0		7.0	1390	1390	5.0	50	43	0.12	9.9	0	0.0	100	87	0.00			
429	Upper chord lower ca.	90x90x8	0		7.0	1390	1390	5.1	50	43	0.12	9.9	0	0.0	100	87	0.00			
430	Upper chord lower ca.	90x90x8	3	M24	6.8	1390	1182	5.8	50	43	0.13	9.6	452	7.1	100	87	0.08			
431	Hand rail	60x60x6	1	M16	0.1	690	582	0.2	50	43	0.00	0.2	201	0.8	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	0.5	100	87	0.01			
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	20.7	100	87	0.24			
441	Vertical side face lower ca.	60x60x6	1	M16	3.9	690	582	6.7	50	43	0.15	5.9	201	29.5	100	87	0.34			
442	Vertical side face lower ca.	50x50x5	1	M16	0.0	480	390	0.1	50	43	0.00	0.1	201	0.3	100	87	0.00			
443	Vertical side face lower ca.	60x60x6	1	M16	7.8	690	582	13.4	50	43	0.31	11.9	201	59.2	100	87	0.68			
460	Diag side face lower ca.	80x80x6	1	M20	3.2	940	808	3.9	50	43	0.09	4.8	314	15.4	100	87	0.18			
461	Diag side face lower ca.	60x60x6	1	M16	6.1	690	582	10.5	50	43	0.24	9.4	201	46.6	100	87	0.54			
462	Diag side face lower ca.	60x60x6	2	M16	9.8	690	582	16.8	50	43	0.39	14.9	201	37.1	100	87	0.43			
463	Diag side face lower ca.	60x60x6	2	M16	8.3	690	582	14.3	50	43	0.33	12.7	201	31.7	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	16.4	810	678	24.1	50	43	0.56	25.0	314	39.8	100	87	0.46			
476	Diag lower plane lower ca.	70x70x6	2	M20	19.5	810	678	28.7	50	43	0.66	29.7	314	47.3	100	87	0.54			
477	Diag lower plane lower ca.	70x70x6	2	M20	21.7	810	678	32.0	50	43	0.74	33.1	314	52.7	100	87	0.61			
478	Diag lower plane lower ca.	70x70x6	2	M20	25.2	810	678	37.2	50	43	0.85	38.5	314	61.3	100	87	0.70			
479	Diag lower plane lower ca.	70x70x7	2	M20	29.1	940	786	37.1	50	43	0.85	44.5	314	70.9	100	87	0.81			
480	Diag lower plane lower ca.	60x60x6	2	M16	12.5	690	582	21.6	50	43	0.50	19.1	201	47.6	100	87	0.55			
481	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	26.3	2320	2060	12.8	50	43	0.29	36.2	452	26.7	100	87	0.31			
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	128.7	5540	5124	25.1	50	43	0.58	193.0	452	42.7	100	87	0.49			
501	Lower chord mid ca.	180x180x16	10	M24	210.1	5540	5124	41.0	50	43	0.94	320.8	452	71.0	100	87	0.82			
502	Lower chord mid ca.	180x180x16	8	M24	201.6	5540	5124	39.4	50	43	0.91	307.8	452	85.1	100	87	0.98			
503	Lower chord mid ca.	160x160x15	8	M24	179.2	4671	4281	41.9	50	43	0.96	273.5	452	75.6	100	87	0.87			

## Check galloping

Datum: 1-6-2021  
 Auteur: JSN  
 Versie: 1.0

RLL-TLB  
 HC+0/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle buitdoorsnede				
					$\Delta F_o$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$A_{oij}$ [Mpa]	$DC_{io}$ [Mpa]	$\Delta\sigma_{cjo}$ [Mpa]	UC opp.	$\Delta F_b$ [kN]	Bout [mm2]	$\Delta\sigma_{ijb}$ [Mpa]	$DC_{jb}$ [Mpa]	$\Delta\sigma_{c;b}$ [Mpa]	UC bout		
504	Lower chord mid ca.	160x160x15	0		146.5	4671	4671	31.4	50	43	0.72	223.6	0	0.0	100	87	0.00		
505	Lower chord mid ca.	160x160x15	0		121.4	4671	4671	26.0	50	43	0.60	185.3	0	0.0	100	87	0.00		
506	Lower chord mid ca.	160x160x15	0		43.6	4671	4671	9.3	50	43	0.21	66.5	0	0.0	100	87	0.00		
507	Lower chord mid ca.	160x160x15	0		43.6	4671	4671	9.3	50	43	0.21	66.6	0	0.0	100	87	0.00		
508	Lower chord mid ca.	160x160x15	0		0.6	4671	4671	0.1	50	43	0.00	0.8	0	0.0	100	87	0.00		
509	Horizontal mid ca.	120x120x10	3	M24	45.3	2320	2060	22.0	50	43	0.51	63.1	452	46.5	100	87	0.53		
510	Beam mid ca.	150x150x18 (not coupled)	2	M24	26.5	10200	9732	2.7	50	43	0.06	40.4	452	44.7	100	87	0.51		
511	Beam mid ca.	HEA140	0		2.9	3140	3140	0.9	50	43	0.02	4.5	0	0.0	100	87	0.00		
512	Beam mid ca.	UNP220	0		8.0	3740	3740	2.1	50	43	0.05	12.2	0	0.0	100	87	0.00		
526	Upper chord mid ca.	100x100x10	4	M24	27.6	1920	1660	16.6	50	43	0.38	41.5	452	23.0	100	87	0.26		
527	Upper chord mid ca.	100x100x10	0		27.6	1920	1920	14.4	50	43	0.33	41.5	0	0.0	100	87	0.00		
528	Upper chord mid ca.	100x100x10	0		26.4	1920	1920	13.8	50	43	0.32	39.8	0	0.0	100	87	0.00		
529	Upper chord mid ca.	100x100x10	0		25.3	1920	1920	13.2	50	43	0.30	38.1	0	0.0	100	87	0.00		
530	Upper chord mid ca.	100x100x10	0		24.5	1920	1920	12.7	50	43	0.29	36.9	0	0.0	100	87	0.00		
531	Upper chord mid ca.	100x100x10	0		24.5	1920	1920	12.7	50	43	0.29	36.9	0	0.0	100	87	0.00		
532	Upper chord mid ca.	100x100x10	3	M24	27.4	1920	1660	16.5	50	43	0.38	41.4	452	30.5	100	87	0.35		
533	Hand rail	60x60x6	1	M16	0.4	690	582	0.7	50	43	0.02	0.6	201	3.2	100	87	0.04		
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		
535	Hand rail	60x60x6	1	M16	0.3	690	582	0.4	50	43	0.01	0.4	201	1.9	100	87	0.02		
536	Stability bracing mid ca.	50x50x5	1	M16	0.1	480	390	0.3	50	43	0.01	0.2	201	0.8	100	87	0.01		
537	Stability bracing mid ca.	50x50x5	1	M16	1.0	480	390	2.5	50	43	0.06	1.5	201	7.3	100	87	0.08		
540	Vertical side face mid ca.	60x60x6	1	M16	1.9	690	582	3.2	50	43	0.07	2.8	201	14.1	100	87	0.16		
541	Vertical side face mid ca.	60x60x6	1	M16	2.1	690	582	3.6	50	43	0.08	3.2	201	16.1	100	87	0.19		
542	Vertical side face mid ca.	50x50x5	2.5		3.2	480	390	6.4	50	43	0.15	3.8	201	19.1	100	87	0.22		
543	Vertical side face mid ca.	50x50x5	1	M16	3.2	480	390	8.3	50	43	0.19	4.9	201	24.6	100	87	0.28		
544	Vertical side face mid ca.	50x50x5	1	M16	0.3	480	390	0.7	50	43	0.02	0.4	201	2.2	100	87	0.03		
545	Vertical side face mid ca.	60x60x6	2	M16	12.0	690	582	20.6	50	43	0.47	18.2	201	45.4	100	87	0.52		
560	Diag side face mid ca.	80x80x6	1	M20	1.6	940	808	2.0	50	43	0.05	2.3	314	7.3	100	87	0.08		
561	Diag side face mid ca.	70x70x6	1	M16	3.3	810	702	4.7	50	43	0.11	5.0	201	24.9	100	87	0.29		
562	Diag side face mid ca.	60x60x6	1	M16	3.9	690	582	6.8	50	43	0.16	6.0	201	29.9	100	87	0.34		
563	Diag side face mid ca.	50x50x5	5.6		5.6	480	390	14.4	50	43	0.33	8.5	201	21.3	100	87	0.24		
564	Diag side face mid ca.	60x60x6	2	M16	7.2	690	582	12.4	50	43	0.29	11.1	201	27.5	100	87	0.32		
565	Diag side face mid ca.	60x60x6	2	M16	7.5	690	582	12.8	50	43	0.29	11.4	201	28.3	100	87	0.33		
566	Stability bracing mid ca.	50x50x5	1	M16	0.1	480	390	0.3	50	43	0.01	0.2	201	0.8	100	87	0.01		
575	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	9.2	690	582	15.9	50	43	0.37	14.1	201	35.1	100	87	0.40		
576	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	12.2	690	582	21.0	50	43	0.48	18.6	201	46.3	100	87	0.53		
577	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	12.5	690	582	21.4	50	43	0.49	19.1	201	47.4	100	87	0.55		
578	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	14.0	690	582	24.0	50	43	0.55	21.3	201	53.1	100	87	0.61		
579	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	15.9	690	582	27.3	50	43	0.63	24.2	201	60.2	100	87	0.69		
580	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	18.4	690	582	31.7	50	43	0.73	28.2	201	70.1	100	87	0.81		
581	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	21.5	690	582	36.9	50	43	0.85	32.8	201	81.5	100	87	0.94		
582	Diag lower plane mid ca.	70x70x7	2	M20	27.4	940	786	34.9	50	43	0.80	41.9	314	66.7	100	87	0.77		

## Check galloping

Datum: 1-6-2021  
 Auteur: JSN  
 Versie: 1.0

RLI-TLB  
 HC+0/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle buitdoorsnede					
					$\Delta F_o$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$A_{oi,j}$ [Mpa]	$DC_{i,o}$ [Mpa]	$\Delta\sigma_{c,j}$ [Mpa]	UC opp.	$\Delta F_{i,b}$ [kN]	Bout [mm2]	$\Delta\sigma_{i,j,b}$ [Mpa]	$DC_{j,b}$ [Mpa]	$\Delta\sigma_{c,b}$ [Mpa]	UC bout			
583	Diag lower plane mid ca.	70x70x7	2	M20	32.4	940	786	41.2	50	43	0.95	49.4	314	78.7	100	87	0.91			
584	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			
585	Plan bracing mid ca.	130x130x12	4	M24	111.6	3000	2688	41.5	50	43	0.96	155.4	452	85.9	100	87	0.99			
586	Plan bracing mid ca.	120x120x10	3	M24	70.1	2320	2060	34.0	50	43	0.78	97.6	452	72.0	100	87	0.83			
600	Horizontal top ca.	180x180x18	10	M24	133.2	6190	5722	23.3	50	43	0.54	198.1	452	43.8	100	87	0.50			
601	Lower chord top ca.	150x150x15	10	M24	168.7	4300	3910	43.1	50	43	0.99	257.5	452	57.0	100	87	0.66			
602	Lower chord top ca.	150x150x15	0		153.4	4300	4300	35.7	50	43	0.82	234.2	0	0.0	100	87	0.00			
603	Lower chord top ca.	150x150x15	0		112.0	4300	4300	26.0	50	43	0.60	170.9	0	0.0	100	87	0.00			
604	Lower chord top ca.	150x150x15	0		73.8	4300	4300	17.2	50	43	0.39	112.6	0	0.0	100	87	0.00			
605	Lower chord top ca.	150x150x15	0		37.8	4300	4300	8.8	50	43	0.20	57.6	0	0.0	100	87	0.00			
606	Lower chord top ca.	150x150x15	0		6.8	4300	4300	1.6	50	43	0.04	9.1	0	0.0	100	87	0.00			
607	Earth peak lower chord	80x80x8	2	M20	8.9	1230	1054	8.4	50	43	0.19	11.9	314	19.0	100	87	0.22			
608	Earth peak lower chord	80x80x8	0		7.9	1230	1230	6.4	50	43	0.15	10.8	0	0.0	100	87	0.00			
609	Earth peak lower chord	80x80x8	2	M20	8.2	1230	1054	7.8	50	43	0.18	11.2	314	17.8	100	87	0.20			
610	Horizontal top ca.	120x120x10	3	M24	46.4	2320	2060	22.5	50	43	0.52	63.8	452	47.1	100	87	0.54			
611	Beam top 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			
612	Beam top ca.	HEB220	0		2.8	9104	9104	0.3	50	43	0.01	4.2	0	0.0	100	87	0.00			
613	Earth peak horizontal	50x50x5	1	M16	0.8	480	390	2.1	50	43	0.05	1.2	201	5.8	100	87	0.07			
614	Earth peak horizontal	50x50x5	1	M16	0.8	480	390	2.1	50	43	0.05	1.2	201	6.0	100	87	0.07			
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	7.7	0	0.0	100	87	0.00			
625	Upper chord top ca.	110x110x10	4	M24	40.8	2112	1852	22.0	50	43	0.51	62.3	452	34.4	100	87	0.40			
626	Upper chord top ca.	110x110x10	4	M24	40.7	2112	1852	22.0	50	43	0.51	62.1	452	34.3	100	87	0.39			
627	Upper chord top ca.	100x100x10	4	M24	16.8	1920	1660	10.1	50	43	0.23	24.9	452	13.8	100	87	0.15			
628	Upper chord top ca.	100x100x10	4	M24	15.9	1920	1660	9.6	50	43	0.22	23.9	452	13.2	100	87	0.15			
629	Upper chord top ca.	100x100x10	3	M24	15.9	1920	1660	9.6	50	43	0.22	24.2	452	17.8	100	87	0.20			
630	Earth peak upper chord	100x100x10	4	M24	57.8	1920	1660	34.8	50	43	0.80	79.3	452	43.8	100	87	0.50			
631	Earth peak upper chord	100x100x10	0		54.5	1920	1920	28.4	50	43	0.65	76.3	0	0.0	100	87	0.00			
632	Earth peak upper chord	100x100x10	4	M24	47.8	1920	1660	28.8	50	43	0.66	67.1	452	37.1	100	87	0.43			
633	Earth peak upper chord	100x100x10	0		44.9	1920	1920	23.4	50	43	0.54	63.1	0	0.0	100	87	0.00			
634	Earth peak upper chord	100x100x10	0		37.4	1920	1920	19.5	50	43	0.45	52.5	0	0.0	100	87	0.00			
635	Earth peak upper chord	100x100x10	0		25.8	1920	1920	13.4	50	43	0.31	36.1	0	0.0	100	87	0.00			
636	Earth peak upper chord	100x100x10	2	M20	17.7	1920	1700	10.4	50	43	0.24	24.8	314	39.4	100	87	0.45			
638	Stability bracing top ca.	60x60x6	2	M20	9.7	690	582	16.7	50	43	0.38	14.7	201	73.1	100	87	0.84			
639	Earth peak beam	HEB160	1	M16	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	1.9	480	390	4.8	50	43	0.11	2.7	201	13.5	100	87	0.16			
641	Vertical side face top ca.	60x60x6	2	M16	14.0	690	582	24.1	50	43	0.55	21.3	201	52.9	100	87	0.61			
642	Vertical side face top ca.	60x60x6	1	M16	3.7	690	582	6.4	50	43	0.15	5.5	201	27.1	100	87	0.31			
643	Vertical side face top ca.	60x60x6	1	M16	0.2	690	582	0.3	50	43	0.01	0.2	201	1.2	100	87	0.01			
644	Vertical side face top ca.	60x60x6	1	M16	6.9	690	582	11.9	50	43	0.27	10.6	201	52.7	100	87	0.61			
645	Earth peak vertical side face	60x60x6	1	M16	0.1	690	582	0.2	50	43	0.01	0.2	201	0.9	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			

## Check galloping

Datum: 1-6-2021  
Auteur: JSN  
Versie: 1.0

**DNV**

RLI-TLB  
HC+0/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Controle netto oppervlak profiel										Controle buitdoorsnede					
				$\Delta F_{i0}$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$A_{oi}j_0$ [Mpa]	$DC_{i0}$ [Mpa]	$\Delta\sigma_{i0}$ [Mpa]	$\Delta\sigma_{i0}$ [Mpa]	UC opp.	$\Delta F_{i0}$ [kN]	Bout [mm2]	Opp. Bout [mm2]	$\Delta\sigma_{i0}$ [Mpa]	$DC_{i0}$ [Mpa]	$\Delta\sigma_{i0}$ [Mpa]	UC bout	
647	Earth peak vertical side face	50x50x5	1 M16	0.4	480	390	1.0	50	50	43	0.02	0.6	201	2.8	100	87	0.03		
660	Diag side face top ca.	60x60x6	1 M16	4.3	690	582	7.4	50	50	43	0.17	6.3	201	31.3	100	87	0.36		
661	Diag side face top ca.	80x80x8	2 M16	6.3	1230	1086	5.8	50	50	43	0.13	9.4	201	23.4	100	87	0.27		
662	Diag side face top ca.	70x70x7	2 M20	7.5	940	786	9.6	50	50	43	0.22	10.6	314	16.9	100	87	0.19		
663	Earth peak diag side face	50x50x5	1 M16	0.1	480	390	0.2	50	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	1.3	50	50	43	0.03	0.7	201	3.4	100	87	0.04		
665	Stability bracing top ca.	80x80x8	2 M16	17.2	1230	1086	15.8	50	50	43	0.36	26.1	201	64.8	100	87	0.75		
674	Diag lower plane top ca.	60x60x6	2 M16	13.9	690	582	23.9	50	50	43	0.55	21.2	201	52.7	100	87	0.61		
675	Diag lower plane top ca.	60x60x6	2 M16	17.2	690	582	29.5	50	50	43	0.68	26.2	201	65.1	100	87	0.75		
676	Diag lower plane top ca.	60x60x6	2 M16	16.4	690	582	28.1	50	50	43	0.65	24.9	201	61.9	100	87	0.71		
677	Diag lower plane top ca.	70x70x6	2 M20	26.2	810	678	38.6	50	50	43	0.89	40.0	314	63.6	100	87	0.73		
678	Diag lower plane top ca.	70x70x7	2 M20	31.5	940	786	40.0	50	50	43	0.92	48.1	314	76.5	100	87	0.88		
679	Diag lower plane top ca.	70x70x7	2 M20	31.9	940	786	40.6	50	50	43	0.93	48.7	314	77.5	100	87	0.89		
680	Diag lower plane top ca.	60x60x6	2 M16	12.2	690	582	21.0	50	50	43	0.48	18.7	201	46.5	100	87	0.53		
681	Earth peak diag lower plane	60x60x6	1 M16	0.4	690	582	0.7	50	50	43	0.02	0.6	201	2.9	100	87	0.03		
682	Earth peak diag lower plane	50x50x5	1 M16	2.4	480	390	6.3	50	50	43	0.14	3.5	201	17.5	100	87	0.20		
683	Earth peak diag upper plane	60x60x6	1 M20	9.2	690	558	16.6	50	50	43	0.38	13.8	314	43.8	100	87	0.50		
684	Earth peak diag upper plane	60x60x6	1 M20	10.0	690	558	18.0	50	50	43	0.41	14.8	314	47.2	100	87	0.54		
685	Earth peak diag upper plane	60x60x6	1 M20	10.6	690	558	18.9	50	50	43	0.44	15.7	314	50.0	100	87	0.58		
686	Earth peak diag upper plane	60x60x8	1 M20	11.6	900	724	16.0	50	50	43	0.37	17.3	314	55.0	100	87	0.63		
687	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1 M16	2.4	480	390	6.1	50	50	43	0.14	3.3	201	16.5	100	87	0.19		
688	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1 M16	2.6	480	390	6.6	50	50	43	0.15	3.6	201	18.1	100	87	0.21		
689	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1 M16	2.9	480	390	7.4	50	50	43	0.17	4.1	201	20.3	100	87	0.23		
690	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1 M16	3.3	480	390	8.5	50	50	43	0.20	4.7	201	23.2	100	87	0.27		
691	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1 M16	3.9	480	390	10.0	50	50	43	0.23	5.5	201	27.2	100	87	0.31		
692	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1 M16	4.7	480	390	12.0	50	50	43	0.28	6.6	201	32.7	100	87	0.38		
693	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1 M16	5.9	480	390	15.2	50	50	43	0.35	8.3	201	41.3	100	87	0.48		
694	Earth peak diag upper plane	50x50x5	2 M16	7.3	480	390	18.8	50	50	43	0.43	10.3	201	25.7	100	87	0.30		
698	Plan bracing top ca.	120x120x10	3 M24	63.4	2320	2060	30.8	50	50	43	0.71	87.5	452	64.5	100	87	0.74		
699	Plan bracing top ca.	130x130x12	4 M24	108.0	3000	2688	40.2	50	50	43	0.92	148.4	452	82.1	100	87	0.94		
700	Hor. plan bracing hip structure	100x100x8	2 M20	2.1	1550	1374	1.5	50	50	43	0.03	2.7	314	4.3	100	87	0.05		
701	Hor. plan bracing hip structure	90x90x8	2 M20	0.4	1390	1214	0.3	50	50	43	0.01	0.6	314	0.9	100	87	0.01		
702	Hor. plan bracing hip structure	100x100x8 (not coupled)	1 M20	0.0	3100	2924	0.0	50	50	43	0.00	0.0	314	0.0	100	87	0.00		
703	2nd plan bracing	150x150x14	4 M24	22.0	4014	3650	6.0	50	50	43	0.14	28.0	452	15.5	100	87	0.18		
704	2nd plan bracing	80x80x8	2 M20	2.3	1230	1054	2.2	50	50	43	0.05	3.0	314	4.7	100	87	0.05		
705	2nd plan bracing	80x80x8 (not coupled)	1 M20	0.0	2460	2284	0.0	50	50	43	0.00	0.0	314	0.0	100	87	0.00		
710	Horizontal top of lower ca.	120x120x10	4 M24	15.2	2320	2060	7.4	50	50	43	0.17	19.8	452	11.0	100	87	0.13		
711	Horizontal top of lower ca.	120x120x10	2 M24	3.9	2320	2060	1.9	50	50	43	0.04	5.4	452	6.0	100	87	0.07		
712	Horizontal top of mid ca.	100x100x10	4 M24	13.8	1920	1660	8.3	50	50	43	0.19	17.8	452	9.8	100	87	0.11		
713	Horizontal top of mid ca.	100x100x10	2 M24	5.3	1920	1660	3.2	50	50	43	0.07	7.5	452	8.3	100	87	0.10		
714	Horizontal top of top ca.	110x110x10	4 M24	22.4	2112	1852	12.1	50	50	43	0.28	31.2	452	17.2	100	87	0.20		
715	Horizontal top of top ca.	100x100x10	2 M24	1.1	1920	1660	0.7	50	50	43	0.02	1.6	452	1.7	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.9 Mastrapportage combi-wisselmast

ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN

# Mastrapport combi-wisselmast WA+0/s

TenneT TSO B.V.

Meridian doc.nr.: 002.678.00 0928556

Rapport nr.: 21-0820, Rev. 1

Datum: 2021-10-18

**DATUM:** 01-11-2021

**STATUS TENNET:** DEFINITIEF

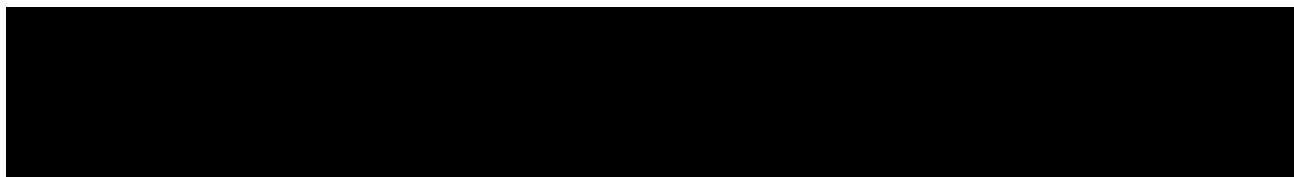
**REVISIE TENNET:** 1.0





Projectnaam: Zuid-West 380 kV Oost Verbindingen  
Rapport titel: Mastrapport combi-wisselmast WA+0/s  
Klant: TenneT TSO B.V.,  
Contactpersoon klant: XXXXXXXXXX  
Datum uitgave: 2021-10-18  
Project nr.: 10124719  
Organisatie unit: TDT  
Meridian doc.nr.: 002.678.00 0928556  
Rapport nr.: 21-0820 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: --

Rev.	Datum	Reden van uitgave	Auteur	Beoordelaar	Goedkeuder
0	2021-09-01	Eerste uitgave			
1	2021-10-18	RFA commentaar verwerkt			



## 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	Fasewisseling	4
3.3	Veerconstructie verticale geleider	5
3.4	Mastbeeld	6
3.5	Uitgangspunten berekening	7
3.6	Mastenlijst	7
3.7	Geleiderbelastingen	7
3.8	Reacties op de fundering	8
3.9	Modellering	8
3.10	Overige controles	8
3.11	Mastgewicht	8
4	TOETSING .....	9
4.1	Resultaat PLS-TOWER	9
4.2	Toetsing overige onderdelen	10
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 basisonwerp 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 solo-wisselmast. In dit masttype dat geschikt is voor twee circuits 380 kV wisselen de klokgetallen van de fasegeleiders van positie.

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.

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

Het ontwerp van de wisselmast is gebaseerd op DNV rapport 21-0971, “E-ontwerp Moldau Wisselmasten WA/s - WA/c - WB/c”, Meridiannummer 002.678.00 0919183.

### 2.5 Materialen

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

**Tabel 3 Materialen aangepaste constructie**

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



Voor de constructie geldt conform TenneT-specificatie:

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

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

## 2.6 Software

De gebruikte software wordt benoemd in Tabel 4.

**Tabel 4 Toegepaste software**

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

### 3 MASTONTWERP

#### 3.1 Masttekeningen

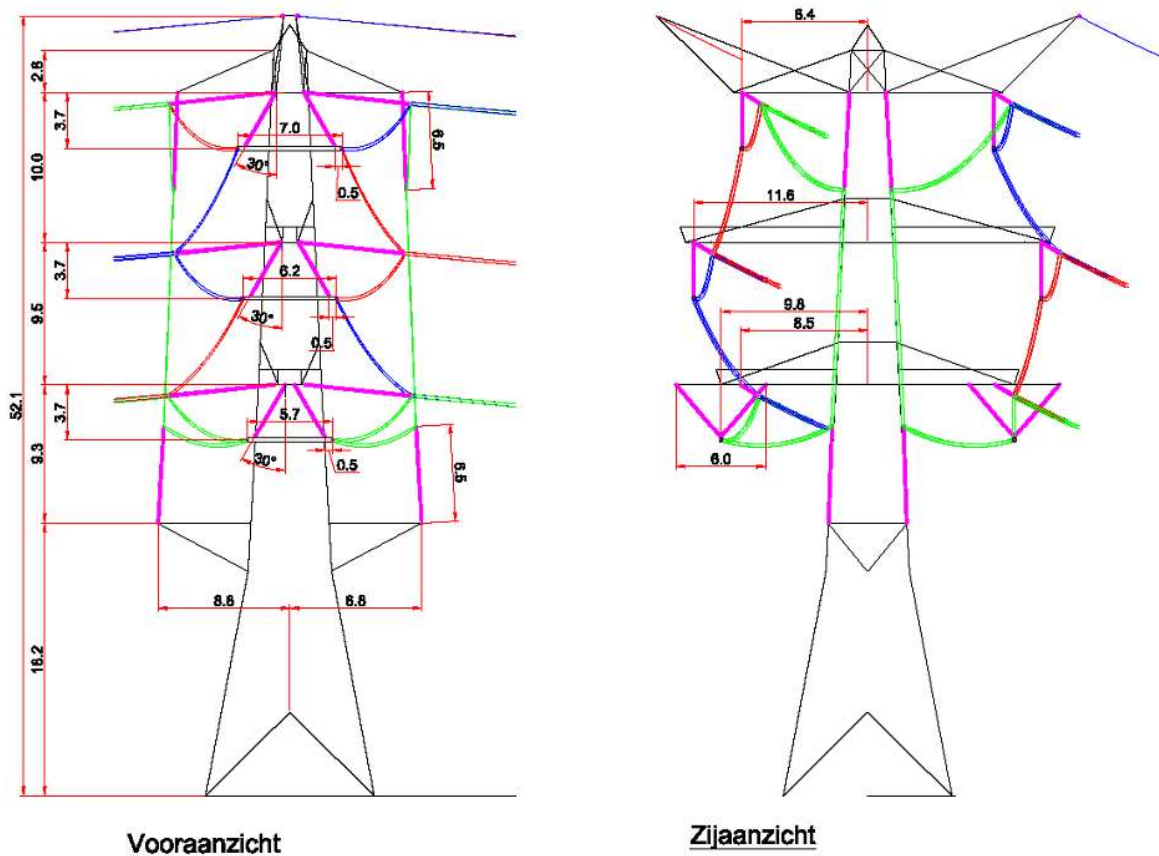
In dit hoofdstuk worden de mastbeelden weergegeven met de belangrijkste maatvoering, voor volledige tekeningen van de masttypen wordt verwezen naar onderstaande tekeningen:

- Mastbeeldtekening bijzondere masten, Meridiannummer 002.678.00 0890101
- Overzichtstekening WA+0/s, Meridiannummer 002.678.00 0919185
- Principedetails solo-wisselmasten, Meridiannummer 002.678.00 0927502.

Masttype WA/s is een solo-wisselmast (hoekmast) voor twee circuits 380 kV. De belastingen grijpen als trekkrachten aan via de afspankettingen. Onder de traverse bevinden zich schuin geplaatste paren van post-isolatoren die de bretellebogen fixeren en de afloop naar de onderliggende traverse verzorgen. De ondertraverse is voorzien van post-isolatoren in de vorm van een tetraëder vorm vanwege de verbinding van de bretelle naar de verticale geleider.

#### 3.2 Fasewisseling

Bijzonderheid van de wisselmast is de verticale geleider voor het mastlichaam langs en de langere verbindingsbretelles tussen de fasegeleiders onderling.



Figuur 1 Principe fasewisseling solo-hoekmast

Het masttype is afgeleid van het basistype combimast van de HA/s serie. Grootste aanpassing betreft de aanvullende traverses aan de voor- en achterzijde voor de verticale geleider. Deze traverses zijn vanwege de benodigde afstand

voor veilig werken uitgevoerd als reguliere traverses met vier vlakken en niet als uitkragende liggers. De onderste traverse is “omgekeerd” met de onderrand in schoor. Constructieve aanpassingen van de wisselmast ten opzichte van de HA/s-mast betreft:

- het aanbrengen van twee paar traverses tegen voor- en achtervlak, puntsymmetrisch ten opzichte middelpunt van de mast;
- aangepaste ophangpunten voor de 380 kV post-isolatoren. Deze wijzen onder een hoek van 30° met de verticaal naar buiten en zijn dubbel uitgevoerd bij de bovenste fasegeleiders, de onderste geleiders hebben een tetraëder-cofiguratie, waarbij de post-isolatoren scharnierend bevestigd worden;
- verlengde ondertraverse voor de bevestiging van de post-isolatoren;
- aanvullende horizontale stabiliteitsverbanden in het mastlichaam ter hoogte van het bovenvlak van de traverses;
- aanvullend horizontaal verband door het centrum van de mast ter hoogte van de onderste traverse;
- aanvullende verticalen door de diagonaalverbanden in twee of vier vlakken van het mastlichaam ter hoogte van de traverses.

De mastranden en diagonalen hebben voldoende capaciteit om de hogere belasting van masttype WA/s op te vangen ten opzichte van HA/s. Deze zijn identiek.

### 3.3 Veerconstructie verticale geleider

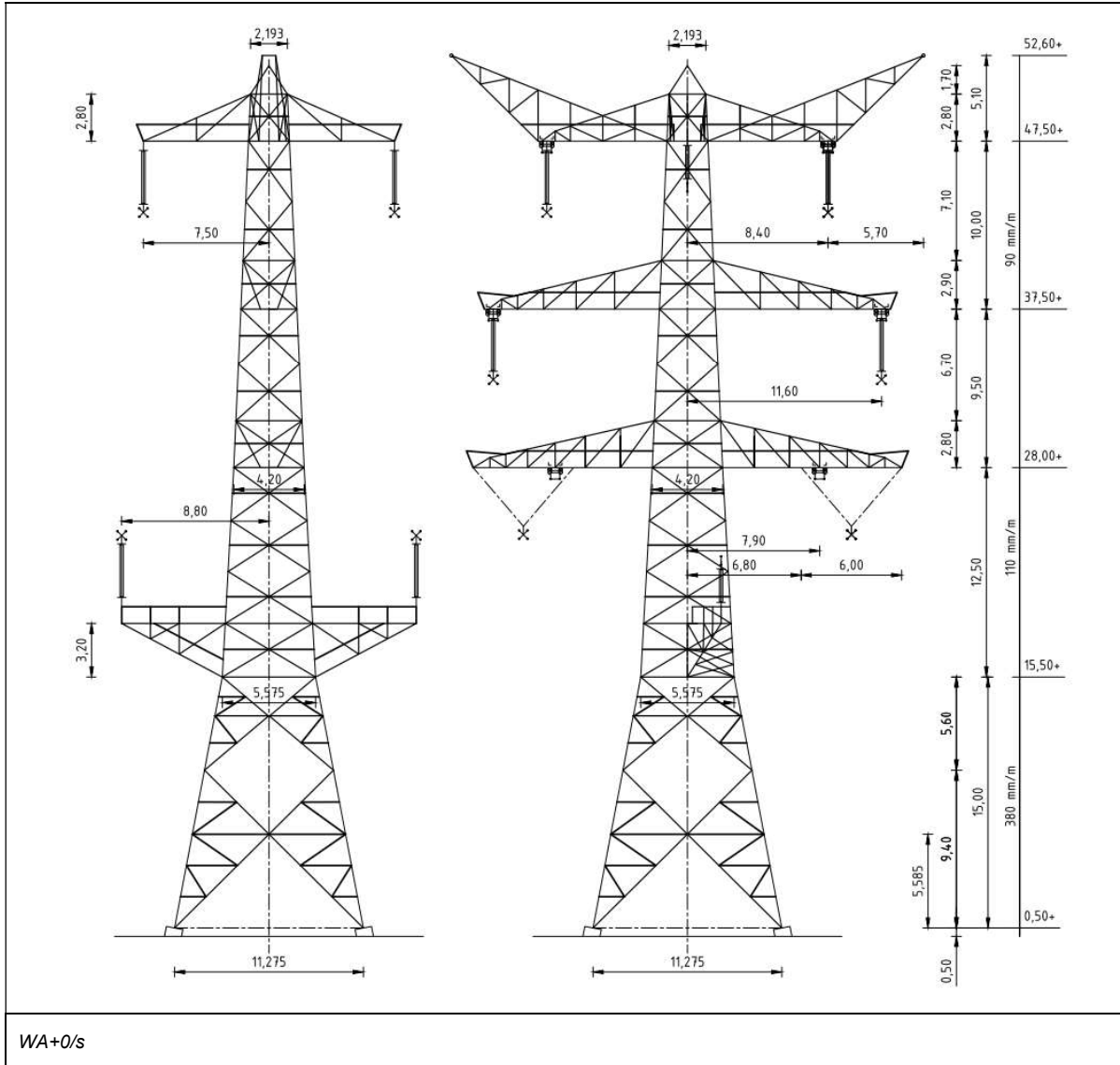
De verticale geleiders dienen met een veerconstructie te worden afgespannen tussen de twee traverses. Deze veer is benodigd vanwege verschillen in temperatuursuizetting van geleider en mast en om vervormingen van de mastconstructie op te vangen. Het uitgangspunt voor de veerconstructie is:

- 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 10 kN
- veerstijfheid in de orde van 200 kN/m (zie hieronder)
- belasting in uiterste grenstoestand 60 kN.

In de berekening is een hogere fictieve veerstijfheid gehanteerd van 1000 kN/m. Dit is een conservatief uitgangspunt waarbij een verplaatsing van 25 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 in de orde (in ieder geval kleiner dan) van 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 WA+0/s

### 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 “zw380oost20210312 vka 1.1 concept 1037-1044\_1086-1118\_1159-1184\_1189-1204.bak [12-3-2021]”. 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 WA+0/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 WA+0/s**

Mast-nummer	Masttype	Lijnhoek (°)	Wind span (m)	Weight span (m)	Hoogteverschil ba+ah (m)	Hoogteverschil back (m)	Hoogteverschil ahead (m)
1053	WA+0_s	180,0	364,2	364,3	0,0	4,9	-4,9
<b>1150</b>	WA+0_s	167,7	373,3	170,5	-41,6	-23,3	-18,3

### 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 voor en achter het mastlichaam zijn berekend met een spreadsheet voor aflopers. Hierin is de invloed van de veerstijfheid meegenomen van de bevestiging.

Vanwege de korte lengte van de verticale geleider is de kortsluitbelasting beschouwd. De IEC-norm 60865-1 is gevolgd. De verticale geleider voldoet niet aan de uitgangspunten in 6.3 van de IEC-norm voor “droppers”, doordat het geldigheidsgebied van de formules in 6.3 is beperkt tot geleiders met een lengte van maximaal 3,3 maal de afstand in het horizontale vlak tussen boven- en onderbevestiging. Een nagenoeg verticale geleider voldoet hier niet aan, de zeeg is te klein. De berekening is daardoor gebaseerd op berekening als horizontale (stations)geleider of met de belasting door samentrekken van de bundel (pinch-force). De berekening is opgenomen in Appendix A. De pinch-force leidt tot de grootste trekkracht, ook met het uitgangspunt van de verkleinde bundelafstand van 0,2 m.



De belasting uit het verloop van de bretelle van de fasegeleider naar de verticale geleider is in de berekening van de liggers Appendix E meegenomen.

### 3.8 Reacties op de fundering

De oplegreacties op de fundering worden ontleend aan de berekening van PLS-TOWER. Dit is in afwijking op andere masttypes uit de reeks, vanwege de bijzonderheid van de traverses haaks op de reguliere traverses. 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% (hoekmast) toeslag gerekend. Diagonalen in voor- en achtervlak respectievelijk de twee zijvlakken zijn samengenomen in een groep.

In Wisselmasten zijn volgens AM-req. 1019 geen antenneopstellingen toegestaan. Vanwege uniformiteit met andere masttypes, is ervoor gekozen om de uitgangspunten voor de antennebelasting te handhaven in de berekening van het WA+0\_s masttype.

### 3.10 Overige controles

In PLS-TOWER zijn niet alle elementen getoetst. Knikverkorterprofielen 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:

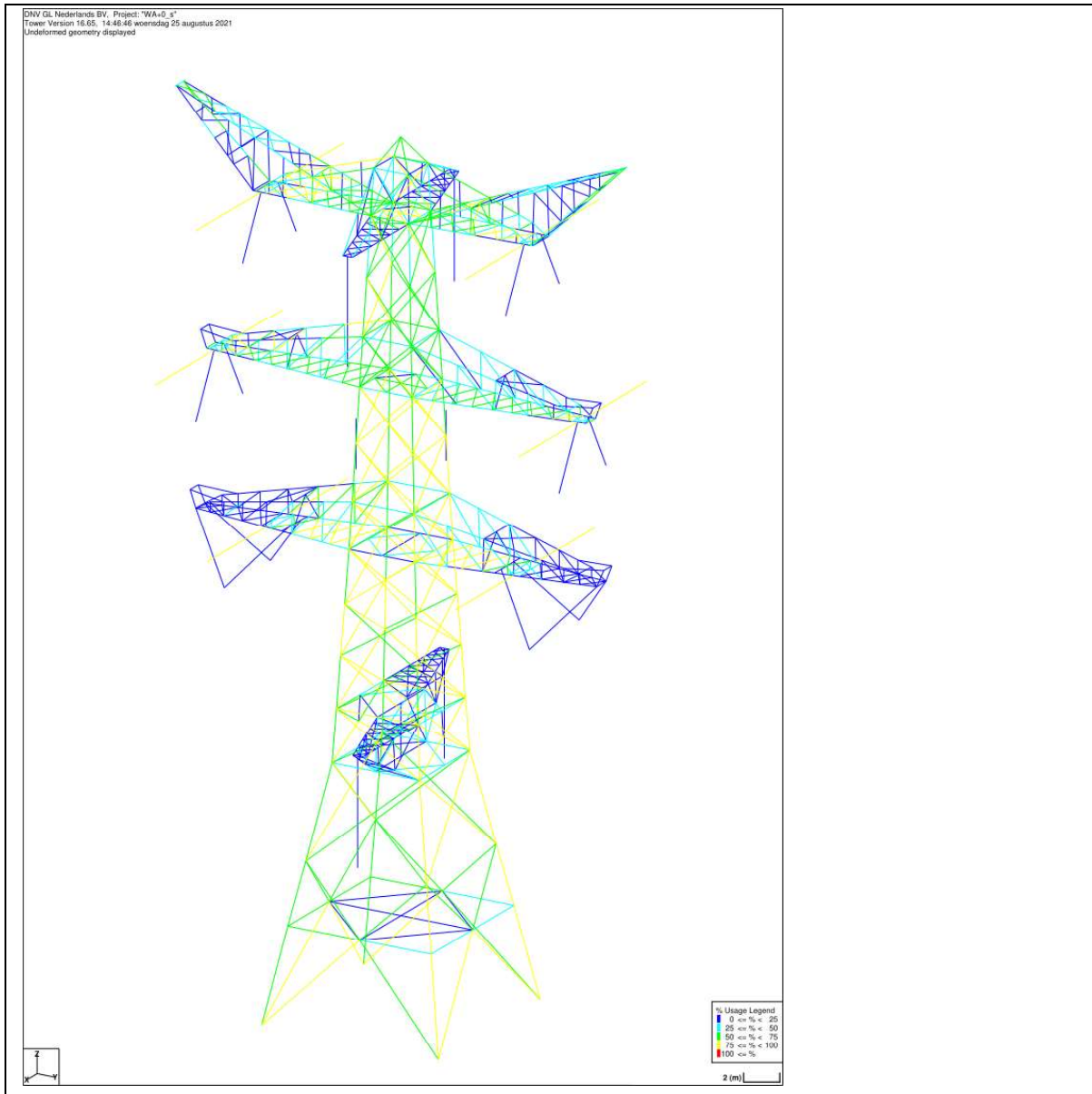
- Masttype WA+0/s 72,1 ton

## 4 TOETSING

### 4.1 Resultaat PLS-TOWER

Het resultaat van de toetsing met PLS-TOWER is weergegeven in Figuur 3.

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 WA+0/s**

De uitnutting van de profielen in de aanvullende traverses is in het algemeen laag. Dit wordt veroorzaakt doordat de traverse anders dan de reguliere traverses nooit door een trekkracht in lijnrichting worden belast. Daarnaast hebben profielen vanwege slankheid en detaillering een minimale afmeting.

## 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
Galopping	Voldoet	Appendix G

## APPENDIX A

### Geleiderbelastingen

---

Geleiderbelastingen opgenomen:

- Masttype WA+0/s
- Masttype WA+0/s bouwfase
- Kortsluitbelasting verticale geleider
- Verticale geleider WA+0/s

De oplegreacties vanwege de extra traverse ontleend aan de uitvoer van PLS-TOWER en zijn achteraan de appendix opgenomen.

Per circuit komt één verticale geleider voor, het spreadsheetprogramma voor de geleiderbelasting van de verticale geleiders gaat echter uit van drie geleiders per circuit. Hierdoor bestaat de invoer uit drie gelijke geleiders per circuit. Aan het einde van de uitvoer is gefilterd op één geleider per circuit.

Niet opgenomen in de rapportage, maar wel gebruikt in de berekening voor WA\_s zijn de “afspannen” load-cases van masttype HA\_s. Voor die belastingen wordt verwezen naar betreffende rapportage van HA\_s-hoekmasten, Meridian-nummer 002.678.00 0930038.



Project: RLL-TLB380  
 Tower: WA+0\_s  
 Number: 1150

Auteur: TBR  
 Versie: v12.0

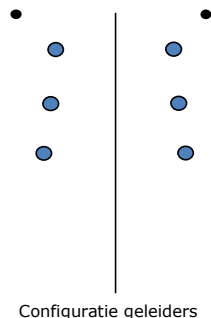
### Geleiderbelastingen

#### Algemeen

Benaming WA+0\_s  
 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  
 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
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	3 %	3 %	1800

#### Geleiders Ahead

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

#### Isolatoren (1)

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <sup>2</sup> ]
Circuit 1	Afspanketting	3,00	6,50	1,50
Circuit 2	Afspanketting	3,00	6,50	1,50
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	47,0 m	47,0 m	-8,4 m
Circuit 1	11	380ct1f2	37,0 m	37,0 m	-11,6 m
Circuit 1	12	380ct1f3	27,5 m	27,5 m	-8,5 m
Circuit 2	20	380ct2f1	47,0 m	47,0 m	8,4 m
Circuit 2	21	380ct2f2	37,0 m	37,0 m	11,6 m
Circuit 2	22	380ct2f3	27,5 m	27,5 m	8,5 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	52,1 m	52,1 m	-14,1 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	52,1 m	52,1 m	14,1 m

Project: RLL-TLB380  
 Tower: WA+0\_s  
 Number: 1150

**Hoogteaanpassing naastgelegen masten** (aanpassing wind- en weight span)

	Back	Ahead	
Verhoging voor windbelasting	24,0 m	19,0 m	(positief: omhoog)
Verlaging voor verticale belasting	-9,0 m	0,0 m	(negatief: omlaag, grotere weight span)
Verlaging:	Niet in 0,9EG-combinaties		

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

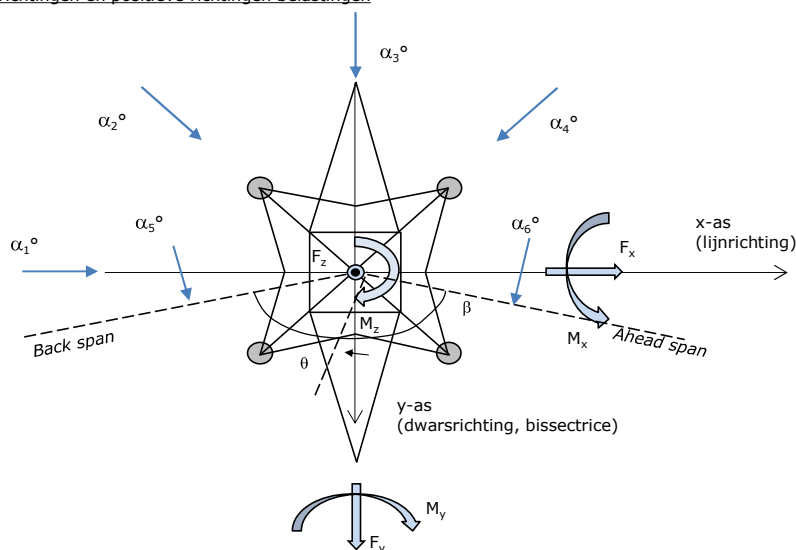
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h$ back	$\Delta h$ ahead	$\Delta y$ back	$\Delta y$ ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
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 $\beta$	160 °	
Rotatie mast t.o.v. bissectrice $\theta$	0 °	
Vaklengte	400	400 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Beschouwde windrichtingen	$\alpha_1$	0 °
Windrichtingen volgens:	$\alpha_2$	45 °
Geleiderbelastingen	$\alpha_3$	90 °
	$\alpha_4$	135 °
	$\alpha_5$	80 °
	$\alpha_6$	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: WA+0\_s  
 Number: 1150

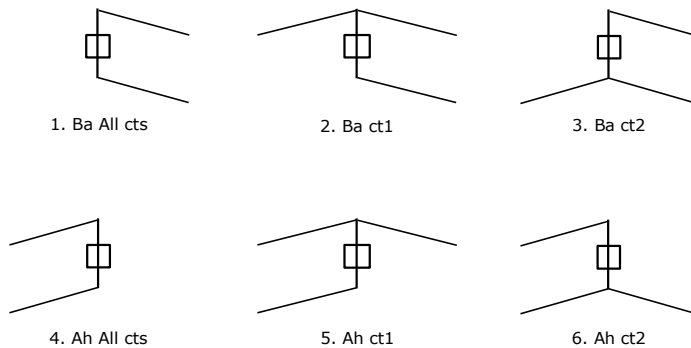
### Geleiderafval

		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	bl1	1	0	1	0	1	0
Bliksemdraad 2	bl2	0	1	1	0	1	0

### Belastingsituaties SPLS

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

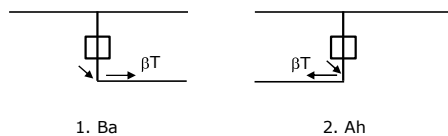
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:





Project: RLL-TLB380  
 Tower: WA+0\_s  
 Number: 1150

**Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud**

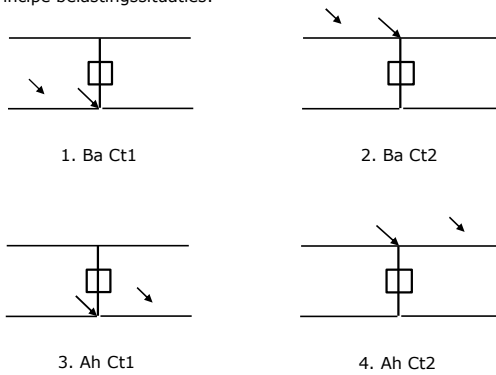
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden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



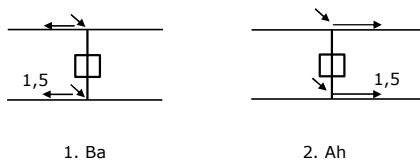
**Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting**

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: WA+0\_s  
 Number: 1150

## Mastconstructie

### Eigenschappen

Masttype	Hoekmast	
Mastbenaming	WA+0_s	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	52,1 m	
Gewicht mast	683,3 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	11,28	11,28 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 <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	15,00	11,28	5,58	15,00	0,190	126,38	29,76	0,24	2,78
Tussenstuk1	21,30	5,58	4,88	6,30	0,055	32,94	11,86	0,36	2,33
Tussenstuk2	27,50	4,88	4,20	6,20	0,055	28,15	9,85	0,35	2,37
Bovenstuk1	37,00	4,20	3,35	9,50	0,045	35,84	14,43	0,40	2,21
Bovenstuk2	49,80	3,35	2,19	12,80	0,045	35,44	12,83	0,36	2,33
Topstuk	51,50	2,19		1,70		1,86	0,32	0,17	3,05
Ondertraverse	27,50	6,80		2,80		9,52	2,88	0,30	2,52
Middentraverse	37,00	10,45		2,90		15,16	4,57	0,30	2,53
Boventraverse	47,00	13,85		2,84		19,64	5,55	0,28	2,60
Boventraverse d	47,00	6,30		2,80		8,82	2,21	0,25	2,72

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

Omschrijving	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	15,00	11,28	5,58	15,00	0,190	126,38	29,76	0,24	2,78
Tussenstuk1	21,30	5,58	4,88	6,30	0,055	32,94	11,86	0,36	2,33
Tussenstuk2	27,50	4,88	4,20	6,20	0,055	28,15	9,85	0,35	2,37
Bovenstuk1	37,00	4,20	3,35	9,50	0,045	35,84	14,43	0,40	2,21
Bovenstuk2	49,80	3,35	2,19	12,80	0,045	35,44	12,83	0,36	2,33
Topstuk	51,50	2,19		1,70		1,86	0,32	0,17	3,05
Ondertraverse	27,50	6,80		2,80		9,52	2,88	0,30	2,52
Middentraverse	37,00	10,45		2,90		15,16	4,57	0,30	2,53
Boventraverse	47,00	13,85		2,84		19,64	5,55	0,28	2,60
Boventraverse d	47,00	6,30		2,80		8,82	2,21	0,25	2,72

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

Project: RLL-TLB380  
 Tower: WA+0\_s  
 Number: 1150

#### Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m <sup>2</sup> /m)	Factor	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk	0,14	0,71	15,0	1,5
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 <sup>2</sup> )	h (m)	C <sub>i</sub> (m)
Antenne top			
Antenne o.t.	4,7	33,7	1,5

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>x1</sub> [kN]	F <sub>x2</sub> [kN]	F <sub>x3</sub> [kN]	F <sub>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>y1</sub> [kNm]	M <sub>y2</sub> [kNm]	M <sub>y3</sub> [kNm]	M <sub>y4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,70	58,0	49,2	0,0	-49,2	7,5	435,2	369,3	0,0	-369,3
Tussenstuk1	0,85	23,6	20,0	0,0	-20,0	18,2	428,2	363,4	0,0	-363,4
Tussenstuk2	0,93	21,7	18,4	0,0	-18,4	24,4	529,8	449,6	0,0	-449,6
Bovenstuk1	1,01	32,3	27,4	0,0	-27,4	32,3	1042,2	884,3	0,0	-884,3
Bovenstuk2	1,09	32,7	27,7	0,0	-27,7	43,4	1418,6	1203,7	0,0	-1203,7
Topstuk	1,14	1,1	1,0	0,0	-1,0	50,7	57,0	48,3	0,0	-48,3
Ondertraverse	0,97	14,2	8,4	0,0	-8,4	28,4	402,9	239,3	0,0	-239,3
Middentraverse	1,06	24,4	14,5	0,0	-14,5	38,0	926,0	550,0	0,0	-550,0
Boventraverse	1,12	32,4	19,2	0,0	-19,2	47,9	1553,3	922,6	0,0	-922,6
Boventraverse d	1,12	13,5	8,0	0,0	-8,0	47,9	646,3	383,9	0,0	-383,9
<b>Totaal</b>		<b>253,9</b>	<b>193,9</b>	<b>0,0</b>	<b>-193,9</b>		<b>7439,6</b>	<b>5414,5</b>	<b>0,0</b>	<b>-5414,5</b>

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>y1</sub> [kN]	F <sub>y2</sub> [kN]	F <sub>y3</sub> [kN]	F <sub>y4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>x1</sub> [kNm]	M <sub>x2</sub> [kNm]	M <sub>x3</sub> [kNm]	M <sub>x4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,70	0,0	49,2	58,0	49,2	7,5	0,0	369,3	435,2	369,3
Tussenstuk1	0,85	0,0	20,0	23,6	20,0	18,2	0,0	363,4	428,2	363,4
Tussenstuk2	0,93	0,0	18,4	21,7	18,4	24,4	0,0	449,6	529,8	449,6
Bovenstuk1	1,01	0,0	27,4	32,3	27,4	32,3	0,0	884,3	1042,2	884,3
Bovenstuk2	1,09	0,0	27,7	32,7	27,7	43,4	0,0	1203,7	1418,6	1203,7
Topstuk	1,14	0,0	1,0	1,1	1,0	50,7	0,0	48,3	57,0	48,3
Ondertraverse	0,97	0,0	8,4	5,7	8,4	28,4	0,0	239,3	161,2	239,3
Middentraverse	1,06	0,0	14,5	9,8	14,5	38,0	0,0	550,0	370,4	550,0
Boventraverse	1,12	0,0	19,2	13,0	19,2	47,9	0,0	922,6	621,3	922,6
Boventraverse d	1,12	0,0	8,0	5,4	8,0	47,9	0,0	383,9	258,5	383,9
<b>Totaal</b>		<b>0,0</b>	<b>193,9</b>	<b>203,2</b>	<b>193,9</b>		<b>0,0</b>	<b>5414,5</b>	<b>5322,4</b>	<b>5414,5</b>

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

Belasting / windrichting	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Permanente belasting	0	0	683	0	0	0
Windrichting 0°	261	0	0	0	7682	0
Windrichting 45°	199	199	0	5586	5586	0
Windrichting 90°	0	210	0	5565	0	0
Windrichting 135°	-199	199	0	5586	-5586	0

Project: RLL-TLB380  
 Tower: WA+0\_s  
 Number: 1150

### Tussenresultaten geleiderbelastingen

#### Geleiders back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	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 <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
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 <sup>2</sup> ]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	3,00	1	3	6,5	1,5	47,50	1,12	1,2	2,02
380ct1f2	3,00	1	3	6,5	1,5	37,50	1,05	1,2	1,89
380ct1f3	3,00	1	3	6,5	1,5	28,00	0,97	1,2	1,74
380ct2f1	3,00	1	3	6,5	1,5	47,50	1,12	1,2	2,02
380ct2f2	3,00	1	3	6,5	1,5	37,50	1,05	1,2	1,89
380ct2f3	3,00	1	3	6,5	1,5	28,00	0,97	1,2	1,74
bl1	0,20	1	0,2	0,2	0,1	52,60	1,15	1,2	0,14
bl2	0,20	1	0,2	0,2	0,1	52,60	1,15	1,2	0,14

Project: RLL-TLB380  
 Tower: WA+0\_s  
 Number: 1150

#### 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 <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	52,1	1,15	0,62	0,68	0,96	33,37	90,8	99,9	51,8	177,2	194,8
380ct1f2	42,1	1,09	0,60	0,66	0,98	33,37	85,3	93,8	51,8	163,0	179,3
380ct1f3	32,6	1,01	0,58	0,64	1,00	33,37	78,7	86,6	51,8	147,0	161,8
380ct2f1	52,1	1,15	0,62	0,68	0,96	33,37	90,8	99,9	51,8	177,2	194,8
380ct2f2	42,1	1,09	0,60	0,66	0,98	33,37	85,3	93,8	51,8	163,0	179,3
380ct2f3	32,6	1,01	0,58	0,64	1,00	33,37	78,7	86,6	51,8	147,0	161,8
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 <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	49,6	1,13	0,62	0,68	0,96	33,37	89,6	98,5	51,8	173,8	191,2
380ct1f2	39,6	1,07	0,60	0,66	0,98	33,37	83,7	92,1	51,8	159,1	175,0
380ct1f3	30,1	0,99	0,58	0,64	1,01	33,37	76,7	84,4	51,8	142,2	156,5
380ct2f1	49,6	1,13	0,62	0,68	0,96	33,37	89,6	98,5	51,8	173,8	191,2
380ct2f2	39,6	1,07	0,60	0,66	0,98	33,37	83,7	92,1	51,8	159,1	175,0
380ct2f3	30,1	0,99	0,58	0,64	1,01	33,37	76,7	84,4	51,8	142,2	156,5
bl1	54,7	1,16	0,62	0,69	1,18	22,45	19,2	21,1	63,8	55,5	61,0
bl2	54,7	1,16	0,62	0,69	1,18	22,35	19,2	21,1	63,7	55,4	60,9

NB: belastingen  $w_v$  gelden voor bundel

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: WA+0\_s  
 Mast: 1150

Auteur: TBR  
 Versie: v12.0

### Geleiderbelastingen

#### Uitgangspunten

Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2  
 Referentieperiode 50 jaar

ULS (bezwijksterkte)		NEN-EN50341-2-15:2019						
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$\gamma_G$		$\gamma_Q$			$\gamma_a$ $A_k$
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	
ULS 1a	Wind	10°	1,20	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
<b>SPLS</b> (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)			$\gamma_G$		$\gamma_Q$			
			$G_k$	$G_k$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$
SPLS 1a	Wind	10°	1,20	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
<b>SLS</b> (controle van de vervormingen, vermoeiing, EDS)			$G_k$		$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$
SLS 1a	Wind	10°	1,00	1,00	0,0	1,00	0,0	0,0
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,30	1,00	0,0
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0
SLS 7	PB (EDS, geen wind)	10°	1,00	1,00	0,0	0,00	0,0	0,0

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

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: WA+0\_s  
 Mast: 1150

### 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	16,8	11,2	9,7
380ct1f1	-265,2	264,3	74,9	74,2	39,8	33,7
380ct1f2	-261,6	260,6	71,7	70,8	39,7	33,7
380ct1f3	-257,7	256,6	67,9	66,8	39,6	33,7
380ct2f1	-265,2	264,3	74,9	74,2	39,8	33,7
380ct2f2	-261,6	260,6	71,7	70,8	39,7	33,7
380ct2f3	-257,7	256,6	67,9	66,8	39,6	33,7
bl2	-65,2	65,0	16,7	16,6	11,1	9,6
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
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	440,6	449,2	440,5
380ct1f1	440,5	448,3	440,5
380ct1f2	440,5	448,2	440,5
380ct1f3	440,5	448,0	440,5
380ct2f1	440,5	448,3	440,5
380ct2f2	440,5	448,2	440,5
380ct2f3	440,5	448,0	440,5
bl2	440,6	449,3	440,5

Post-isolator 1

Post-isolator 2

Post-isolator 3

Post-isolator 4

Post-isolator 5

Post-isolator 6

#### Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	490,9	432,4
380ct1f1	466,7	440,7
380ct1f2	464,4	440,1
380ct1f3	461,7	439,5
380ct2f1	466,7	440,7
380ct2f2	464,4	440,1
380ct2f3	461,7	439,5
bl2	492,3	432,2

Post-isolator 1

Post-isolator 2

Post-isolator 3

Post-isolator 4

Post-isolator 5

Post-isolator 6

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

Voor alle geleiders

Max. weight span	492,3 m
Min. weight span	-162,3 m

Wind / Weight span verhouding

	1,231 -
	-0,406 -

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: WA+0\_s  
 Mast: 1150

**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	39,3	33,2	11,2	-68,0	67,8
380ct1f1	206,5	145,7	39,8	-272,3	271,3
380ct1f2	202,6	139,4	39,7	-268,4	267,3
380ct1f3	198,5	131,8	39,6	-264,2	263,0
380ct2f1	206,5	145,7	39,8	-272,3	271,3
380ct2f2	202,6	139,4	39,7	-268,4	267,3
380ct2f3	198,5	131,8	39,6	-264,2	263,0
bl2	38,8	32,9	11,1	-67,1	66,9
Post-isolato	1,7	1,7	2,7	0,0	
Post-isolato	1,9	1,9	2,7	0,0	
Post-isolato	2,0	2,0	5,4	0,0	
Post-isolato	3,5	3,5	2,7	0,0	
Post-isolato	1,9	1,9	2,7	0,0	
Post-isolato	2,0	2,0	5,4	0,0	

**EDS-belastingen geleiders**

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[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
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	2,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	2,0	0,0	
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	
Post-isolato	0,0	0,0	4,0	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
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	
Post-isolato	0,0	
Post-isolato	0,0	
Post-isolato	0,0	



Project: RLL-TLB380  
 Masttype: WA+0\_s  
 Mast: 1150

**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	901	318	34571	-560	0
ULS 1a_0,9_0		15	331	175	12521	544	17
ULS 1a_0,9_0,9_90		-17	874	53	33563	-612	0
ULS 3_0		5	552	498	21125	183	5
SLS 7		0	286	254	10791	0	0

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

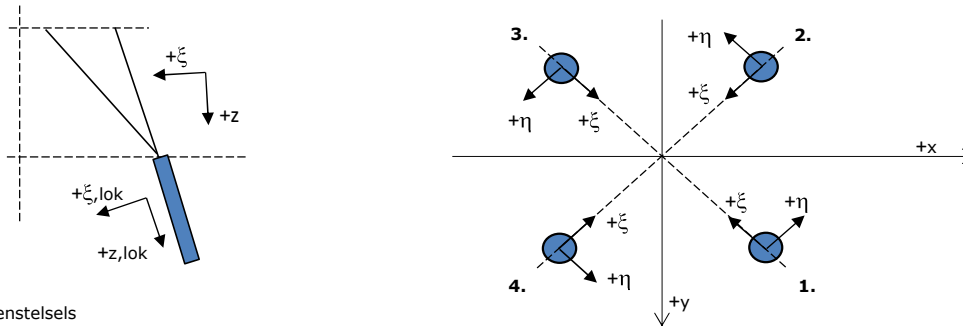
Combinatie	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_90	-15	1217	1138	42919	-560	0
ULS 1a_0,9_0,9_90	-17	1190	668	41911	-612	0
SLS 7	0	286	937	10791	0	0

**Fundatiebelastingen, selectie belastingcombinaties op basis grootste waarde**

Combinatie	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_0,9_90	-15	1217	725	<b>42920</b>	-560	0
SPLS 3_90 Ah All Cts	-1285	353	1041	12590	<b>-49037</b>	8
SPLS 3_80 Ba Ct1	622	478	1090	18139	23529	<b>-6326</b>
SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-1279	356	722	<b>12726</b>	<b>-49014</b>	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]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_100 Ba All Cts	488	593	<b>2976</b>	-75	-765	35	3081
2	SPLS 3_0 Ba All Cts	289	-425	<b>1938</b>	96	-505	16	2006
3	ULS 8 Ba	-280	-423	<b>1923</b>	-101	-497	19	1991
4	SPLS 3_80 Ah All Cts	-492	598	<b>2998</b>	75	-771	35	3104

**Maximale trekbelasting**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	-167	-329	<b>-1436</b>	115	350	-36	-1487
2	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-400	505	<b>-2557</b>	-74	640	-47	-2648
3	SPLS 3_0,9_100 Ba All Cts	397	502	<b>-2538</b>	74	635	-47	-2628
4	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	197	-333	<b>-1498</b>	-96	375	-27	-1551

**Maximale torsiebelasting (positief)**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_90 Ah Ct1	204	-188	-8	<b>277</b>	-11	-13	-8
2	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct2	-101	-283	496	<b>272</b>	-128	5	514
3	SPLS 3_90 Ba Ct2	119	428	-1550	<b>219</b>	387	-30	-1605
4	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct1	-229	528	2078	<b>211</b>	-535	24	2152

**Maximale torsiebelasting (negatief)**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct1	225	525	2058	<b>-212</b>	-530	23	2131
2	SPLS 3_90 Ah Ct2	-123	430	-1571	<b>-217</b>	391	-31	-1626
3	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	98	-285	513	<b>-271</b>	-132	6	531
4	SPLS 3_90 Ba Ct1	-207	-186	10	<b>-279</b>	-15	-12	10

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: WA+0\_s  
 Mast: 1150

#### Combinatie Ftrek+Fhor

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	-167	-329	<b>-1436</b>	<b>115</b>	350	-36	-1487
2	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-400	505	<b>-2557</b>	<b>-74</b>	640	-47	-2648
3	SPLS 3_0,9_100 Ba All Cts	397	502	<b>-2538</b>	<b>74</b>	635	-47	-2628
4	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	197	-333	<b>-1498</b>	<b>-96</b>	375	-27	-1551

#### Permanente belasting

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 7	149	120	713	20	-190	1	738
2	SLS 7	-51	22	-244	20	52	-14	-253
3	SLS 7	51	22	-244	-20	52	-14	-253
4	SLS 7	-149	120	713	-20	-190	1	738

#### Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
Max. druk	SPLS 3_80 Ah All Cts	-492	598	<b>2998</b>	75	-771	35	3104
Max. trek	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-400	505	<b>-2557</b>	-74	640	-47	-2648
Max. pos. torsie	SPLS 3_90 Ah Ct1	204	-188	-8	<b>277</b>	-11	-13	-8
Max. neg. torsie	SPLS 3_90 Ba Ct1	-207	-186	10	<b>-279</b>	-15	-12	10
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-400	505	<b>-2557</b>	<b>-74</b>	640	-47	-2648

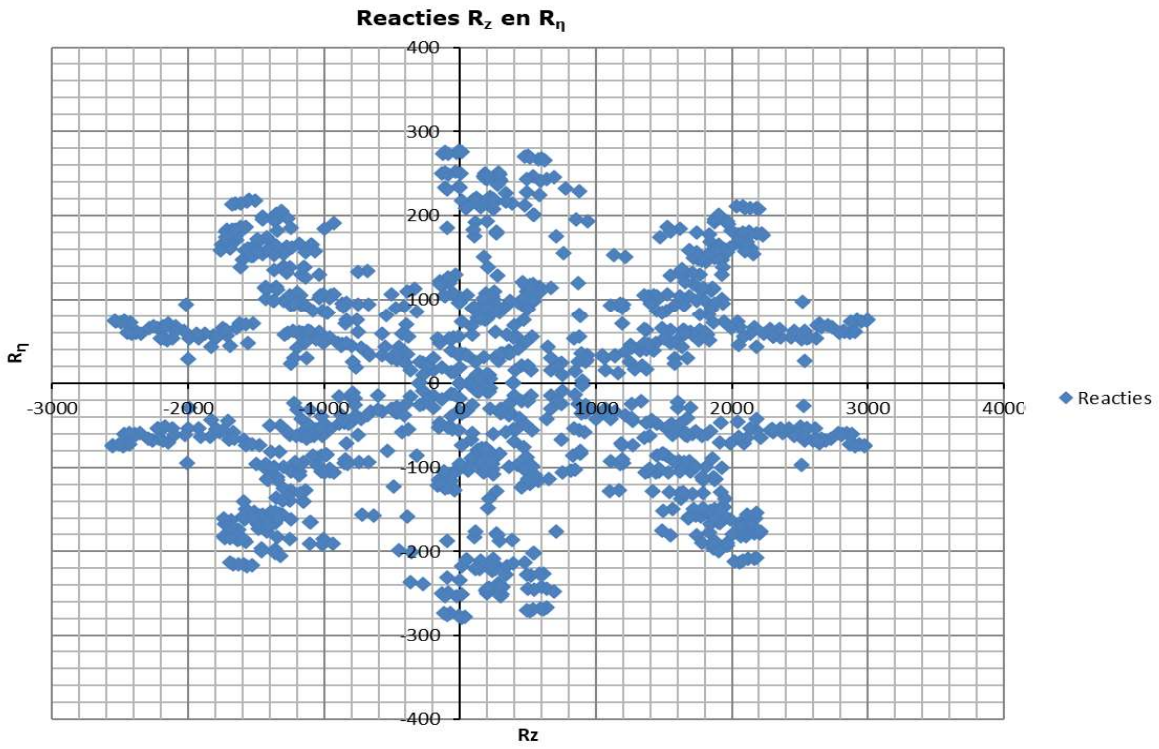
#### Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-164	-328	<b>-1429</b>	116	348	-36	-1479
2	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-400	505	<b>-2557</b>	-74	640	-47	-2648
3	SPLS 1a_0,9_100 Ba Ct2	179	436	<b>-1723</b>	181	435	-28	-1784
4	SPLS 3_0,9_100 Ba Ct2	96	68	<b>-136</b>	116	20	-17	-141

#### Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 1a_100 Ba Ct2	509	291	<b>2154</b>	154	-565	14	2231
2	SPLS 3_100 Ba Ct2	-75	-301	<b>623</b>	266	-160	7	645
3	SPLS 3_80 Ah All Cts	-256	-419	<b>1869</b>	-115	-478	24	1936
4	SPLS 3_80 Ah All Cts	-492	598	<b>2998</b>	75	-771	35	3104

Project: RLL-TLB380  
Masttype: WA+0\_s  
Mast: 1150





Project: RLL-TLB380  
 Tower: WA+0\_s (bouwfase)  
 Number: 1150

Auteur: TBR  
 Versie: v12.0

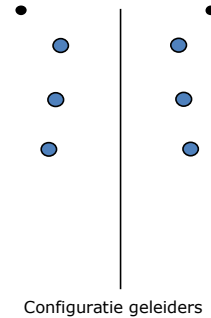
### Geleiderbelastingen

#### Algemeen

Benaming WA+0\_s (bouwfase)  
 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.  
 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
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 <sup>2</sup> ]
Circuit 1	Afspanketting	3,00	6,50	1,50
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	47,0 m	47,0 m	-8,4 m
Circuit 1	11	380ct1f2	37,0 m	37,0 m	-11,6 m
Circuit 1	12	380ct1f3	27,5 m	27,5 m	-8,5 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	52,1 m	52,1 m	-14,1 m

Project: RLL-TLB380  
 Tower: WA+0\_s (bouwfase)  
 Number: 1150

**Hoogteaanpassing naastgelegen masten** (aanpassing wind- en weight span)

	Back	Ahead	
Verhoging voor windbelasting	24,0 m	19,0 m	(positief: omhoog)
Verlaging voor verticale belasting	-9,0 m	0,0 m	(negatief: omlaag, grotere weight span)
Verlaging:	Niet in 0,9EG-combinaties		

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

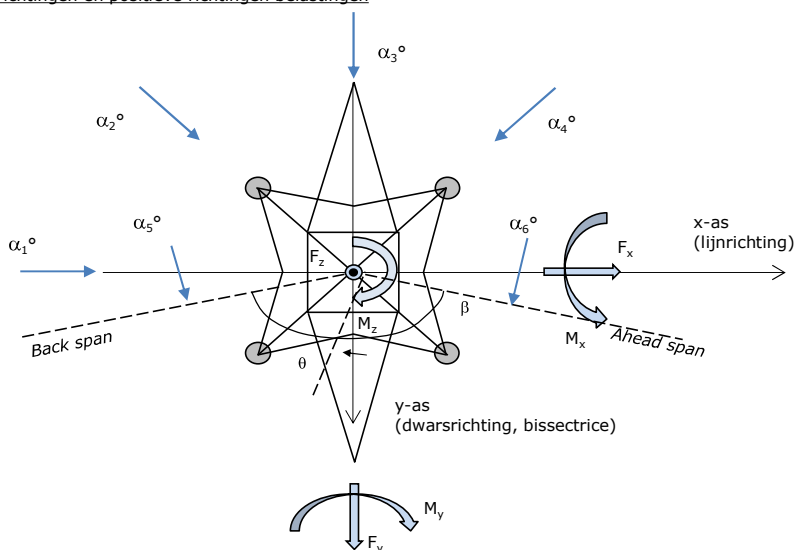
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h$ back	$\Delta h$ ahead	$\Delta y$ back	$\Delta y$ ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m

**Lijn- en mastgegevens**

	Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3/\Sigma L)}$	400,0	400,0 m
Lijnhoek	$\beta$	160 °
Rotatie mast t.o.v. bissectrice	$\theta$	0 °
Vaklengte	400	400 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Beschouwde windrichtingen	$\alpha_1$	0 °
Windrichtingen volgens:	$\alpha_2$	45 °
Geleiderbelastingen	$\alpha_3$	80 °
	$\alpha_4$	90 °
	$\alpha_5$	225 °
	$\alpha_6$	270 °

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

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



**Beschouwd aantal windrichtingen**

1a	6
3	6
4	1
6	1
Overig	1

Project: RLL-TLB380  
 Tower: WA+0\_s (bouwfase)  
 Number: 1150

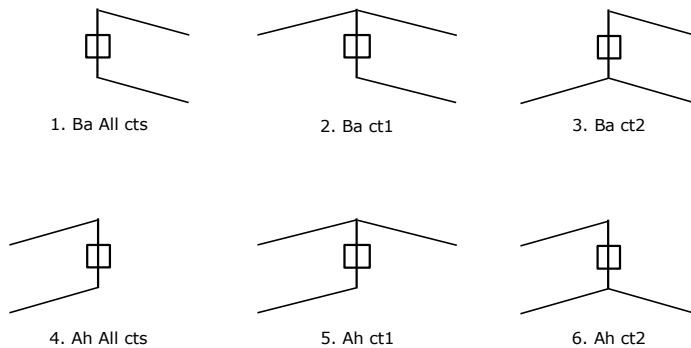
### Geleiderafval

		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

### Belastingssituaties SPLS

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

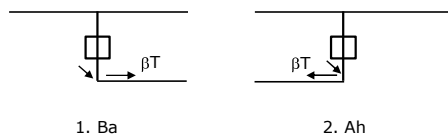
Principe belastingssituaties:



### Belastingssituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: RLL-TLB380  
 Tower: WA+0\_s (bouwfase)  
 Number: 1150

### Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

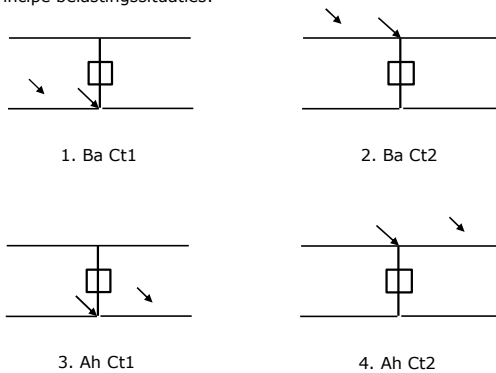
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden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



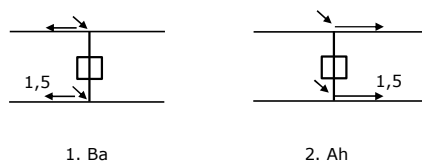
### Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

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: WA+0\_s (bouwfase)  
 Number: 1150

## Mastconstructie

### Eigenschappen

Masttype	Hoekmast	
Mastbenaming	WA+0_s (bouwfase)	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	52,1 m	
Gewicht mast	683,3 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>		
	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	11,28	11,28 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 <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	15,00	11,28	5,58	15,00	0,190	126,38	29,76	0,24	2,78
Tussenstuk1	21,30	5,58	4,88	6,30	0,055	32,94	11,86	0,36	2,33
Tussenstuk2	27,50	4,88	4,20	6,20	0,055	28,15	9,85	0,35	2,37
Bovenstuk1	37,00	4,20	3,35	9,50	0,045	35,84	14,43	0,40	2,21
Bovenstuk2	49,80	3,35	2,19	12,80	0,045	35,44	12,83	0,36	2,33
Topstuk	51,50	2,19		1,70		1,86	0,32	0,17	3,05
Ondertraverse	27,50	6,80		2,80		9,52	2,88	0,30	2,52
Middentraverse	37,00	10,45		2,90		15,16	4,57	0,30	2,53
Boventraverse	47,00	13,85		2,84		19,64	5,55	0,28	2,60
Boventraverse d	47,00	6,30		2,80		8,82	2,21	0,25	2,72

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

Omschrijving	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	15,00	11,28	5,58	15,00	0,190	126,38	29,76	0,24	2,78
Tussenstuk1	21,30	5,58	4,88	6,30	0,055	32,94	11,86	0,36	2,33
Tussenstuk2	27,50	4,88	4,20	6,20	0,055	28,15	9,85	0,35	2,37
Bovenstuk1	37,00	4,20	3,35	9,50	0,045	35,84	14,43	0,40	2,21
Bovenstuk2	49,80	3,35	2,19	12,80	0,045	35,44	12,83	0,36	2,33
Topstuk	51,50	2,19		1,70		1,86	0,32	0,17	3,05
Ondertraverse	27,50	6,80		2,80		9,52	2,88	0,30	2,52
Middentraverse	37,00	10,45		2,90		15,16	4,57	0,30	2,53
Boventraverse	47,00	13,85		2,84		19,64	5,55	0,28	2,60
Boventraverse d	47,00	6,30		2,80		8,82	2,21	0,25	2,72

NB: oppervlakte traverse dwarsrichting van de tabel wordt in berekening gereduceerd.

NB: oppervlakte traverse per zijde, dus helft van totaal van twee traverses.

Project: RLL-TLB380  
 Tower: WA+0\_s (bouwfase)  
 Number: 1150

#### Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m <sup>2</sup> /m)	Factor	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk	0,14	0,71	15,0	1,5
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 <sup>2</sup> )	h (m)	C <sub>i</sub> (m)
Antenne top			
Antenne o.t.	4,7	33,7	1,5

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>x1</sub> [kN]	F <sub>x2</sub> [kN]	F <sub>x3</sub> [kN]	F <sub>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>y1</sub> [kNm]	M <sub>y2</sub> [kNm]	M <sub>y3</sub> [kNm]	M <sub>y4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,70	58,0	49,2	10,3	0,0	7,5	435,2	369,3	77,3	0,0
Tussenstuk1	0,85	23,6	20,0	4,2	0,0	18,2	428,2	363,4	76,1	0,0
Tussenstuk2	0,93	21,7	18,4	3,9	0,0	24,4	529,8	449,6	94,2	0,0
Bovenstuk1	1,01	32,3	27,4	5,7	0,0	32,3	1042,2	884,3	185,2	0,0
Bovenstuk2	1,09	32,7	27,7	5,8	0,0	43,4	1418,6	1203,7	252,1	0,0
Topstuk	1,14	1,1	1,0	0,2	0,0	50,7	57,0	48,3	10,1	0,0
Ondertraverse	0,97	14,2	8,4	1,1	0,0	28,4	402,9	239,3	29,9	0,0
Middentraverse	1,06	24,4	14,5	1,8	0,0	38,0	926,0	550,0	68,8	0,0
Boventraverse	1,12	32,4	19,2	2,4	0,0	47,9	1553,3	922,6	115,4	0,0
Boventraverse d	1,12	13,5	8,0	1,0	0,0	47,9	646,3	383,9	48,0	0,0
<b>Totaal</b>		<b>253,9</b>	<b>193,9</b>	<b>36,4</b>	<b>0,0</b>		<b>7439,6</b>	<b>5414,5</b>	<b>957,2</b>	<b>0,0</b>

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>y1</sub> [kN]	F <sub>y2</sub> [kN]	F <sub>y3</sub> [kN]	F <sub>y4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>x1</sub> [kNm]	M <sub>x2</sub> [kNm]	M <sub>x3</sub> [kNm]	M <sub>x4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,70	0,0	49,2	58,5	58,0	7,5	0,0	369,3	438,6	435,2
Tussenstuk1	0,85	0,0	20,0	23,8	23,6	18,2	0,0	363,4	431,6	428,2
Tussenstuk2	0,93	0,0	18,4	21,9	21,7	24,4	0,0	449,6	534,0	529,8
Bovenstuk1	1,01	0,0	27,4	32,6	32,3	32,3	0,0	884,3	1050,3	1042,2
Bovenstuk2	1,09	0,0	27,7	32,9	32,7	43,4	0,0	1203,7	1429,7	1418,6
Topstuk	1,14	0,0	1,0	1,1	1,1	50,7	0,0	48,3	57,4	57,0
Ondertraverse	0,97	0,0	8,4	6,0	5,7	28,4	0,0	239,3	169,8	161,2
Middentraverse	1,06	0,0	14,5	10,3	9,8	38,0	0,0	550,0	390,2	370,4
Boventraverse	1,12	0,0	19,2	13,7	13,0	47,9	0,0	922,6	654,5	621,3
Boventraverse d	1,12	0,0	8,0	5,7	5,4	47,9	0,0	383,9	272,4	258,5
<b>Totaal</b>		<b>0,0</b>	<b>193,9</b>	<b>206,4</b>	<b>203,2</b>		<b>0,0</b>	<b>5414,5</b>	<b>5428,5</b>	<b>5322,4</b>

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

Belasting / windrichting	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Permanente belasting	0	0	683	0	0	0
Windrichting 0°	261	0	0	0	7682	0
Windrichting 45°	199	199	0	5586	5586	0
Windrichting 80°	38	213	0	5667	999	0
Windrichting 90°	0	210	0	5565	0	0

Project: RLL-TLB380  
 Tower: WA+0\_s (bouwfase)  
 Number: 1150

### Tussenresultaten geleiderbelastingen

#### Geleiders back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	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 <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
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 <sup>2</sup> ]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	3,00	1	3	6,5	1,5	47,50	1,12	1,2	2,02
380ct1f2	3,00	1	3	6,5	1,5	37,50	1,05	1,2	1,89
380ct1f3	3,00	1	3	6,5	1,5	28,00	0,97	1,2	1,74
bl1	0,20	1	0,2	0,2	0,1	52,60	1,15	1,2	0,14

Project: RLL-TLB380  
 Tower: WA+0\_s (bouwfase)  
 Number: 1150

#### 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 <sup>2</sup> ]									
380ct1f1	52,1	1,15	0,62	0,68	0,96	33,37	90,8	99,9	51,8	177,2	194,8
380ct1f2	42,1	1,09	0,60	0,66	0,98	33,37	85,3	93,8	51,8	163,0	179,3
380ct1f3	32,6	1,01	0,58	0,64	1,00	33,37	78,7	86,6	51,8	147,0	161,8
bl1	57,2	1,18	0,63	0,69	1,18	22,45	19,5	21,4	63,8	56,4	62,0

#### Windbelasting ahead

Geleider	hoogte		$G_{c\_dwars}$	$G_{c\_trek}$	$C_c$	$d_{toeslag}$	$w_y$	$w_{y,vak}$	$D_{ijs,toeslag}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,vak}$
	wind [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]									
380ct1f1	49,6	1,13	0,62	0,68	0,96	33,37	89,6	98,5	51,8	173,8	191,2
380ct1f2	39,6	1,07	0,60	0,66	0,98	33,37	83,7	92,1	51,8	159,1	175,0
380ct1f3	30,1	0,99	0,58	0,64	1,01	33,37	76,7	84,4	51,8	142,2	156,5
bl1	54,7	1,16	0,62	0,69	1,18	22,45	19,2	21,1	63,8	55,5	61,0

NB: belastingen  $w_v$  gelden voor bundel

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: WA+0\_s (bouwfase)  
 Mast: 1150

Auteur: TBR  
 Versie: v12.0

### Geleiderbelastingen

**Uitgangspunten**  
 Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2  
 Referentieperiode 15 jaar

<b>ULS</b> (bezwijksterkte)		<b>NEN-EN50341-2-15:2019</b>			$\gamma_Q$			$\gamma_a$
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$\gamma_G$ $G_{k,mast}$	$\gamma_G$ $G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$
ULS 1a	Wind	10°	1,20	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
<b>SPLS</b> (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)				$\gamma_G$ $G_k$	$\gamma_Q$			$A_k$
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
<b>SLS</b> (controle van de vervormingen, vermoeiing, EDS)				$G_k$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$
SLS 1a	Wind	10°	1,00	1,00	0,0	0,87	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: WA+0\_s (bouwfase)  
 Mast: 1150

### Samenvattingstabellen geleiderbelastingen

In de onderstaande vier tabellen is weergegeven:

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

#### Maximale waarden voor back en ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-55,3	55,1	13,9	13,6	8,4	7,1
380ct1f1	-242,9	242,1	65,8	63,8	35,6	30,1
380ct1f2	-239,6	238,8	63,1	61,1	35,5	30,1
380ct1f3	-236,2	235,2	60,0	57,9	35,5	30,1
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	440,6	448,6	440,5
380ct1f1	440,5	448,1	440,5
380ct1f2	440,5	447,9	440,5
380ct1f3	440,5	447,8	440,5
Post-isolator 1			
Post-isolator 2			
Post-isolator 3			

#### Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	480,9	436,4
380ct1f1	460,5	441,7
380ct1f2	458,6	441,1
380ct1f3	456,4	440,6
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	480,9 m 1,202 -
Min. weight span	-89,0 m -0,222 -

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: WA+0\_s (bouwfase)  
 Mast: 1150

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

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	39,3	27,3	8,4	-55,8	55,2
380ct1f1	207,4	128,2	35,6	-245,5	243,5
380ct1f2	203,7	123,0	35,5	-242,2	240,3
380ct1f3	199,6	116,8	35,5	-238,7	236,9
Post-isolato	1,4	1,4	2,7	0,0	
Post-isolato	1,6	1,6	2,7	0,0	
Post-isolato	1,7	1,7	5,4	0,0	

**EDS-belastingen geleiders**

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[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	2,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	2,0	0,0	
Post-isolato	0,0	0,0	4,0	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	

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: WA+0\_s (bouwfase)  
 Mast: 1150

**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_80		-45	389	158	13378	-1723	439
ULS 1a_0,9_0		5	166	88	5416	207	-54
ULS 1a_0,9_0,9_80		-51	372	36	13952	-1942	496
ULS 3_0		2	249	220	7324	71	-18
SLS 7		0	143	127	4171	0	0

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

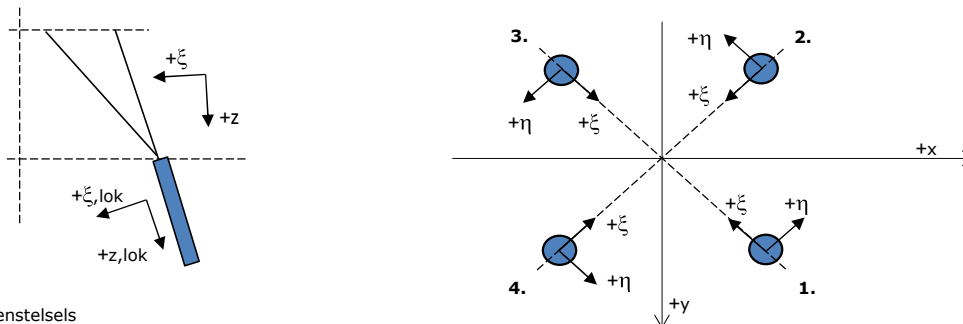
Combinatie	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_80	2	656	978	20480	-471	439
ULS 1a_0,9_0,9_80	-3	640	650	21054	-690	496
SLS 7	0	143	810	4171	0	0

**Fundatiebelastingen, selectie belastingcombinaties op basis grootste waarde**

Combinatie	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_0,9_90	-6	660	678	<b>21575</b>	-229	61
SPLS 3_225 Ah All Cts	-681	19	929	372	<b>-25198</b>	5943
SPLS 3_270 Ah All Cts	-650	14	930	340	-24818	<b>6355</b>
SPLS 1a_0,9_90 Ah All Cts	-571	319	664	<b>9799</b>	<b>-21757</b>	5566

*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]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 1a_80 Ba All Cts	159	448	<b>1603</b>	-204	-429	2	1660
2	SPLS 1a_270 Ba All Cts	350	-156	<b>1360</b>	-137	-358	7	1408
3	SPLS 1a_225 Ah All Cts	-365	-186	<b>1462</b>	127	-389	4	1514
4	SPLS 1a_90 Ah All Cts	-154	453	<b>1607</b>	212	-429	3	1664

**Maximale trekbelasting**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 1a_0,9_225 Ah All Cts	-47	-333	<b>-1046</b>	202	269	-12	-1083
2	SPLS 1a_0,9_90 Ah All Cts	-322	123	<b>-1233</b>	141	315	-16	-1277
3	SPLS 1a_0,9_80 Ba All Cts	318	126	<b>-1221</b>	-136	314	-14	-1265
4	SPLS 1a_0,9_270 Ba All Cts	13	-326	<b>-953</b>	-221	239	-16	-986

**Maximale torsiebelasting (positief)**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	81	-277	-608	<b>253</b>	139	-25	-629
2	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-327	105	-1217	<b>157</b>	305	-22	-1260
3	SPLS 3_270 Ah All Cts	-349	-134	1318	<b>152</b>	-342	13	1365
4	SPLS 3_270 Ah All Cts	-73	423	1348	<b>247</b>	-351	11	1396

**Maximale torsiebelasting (negatief)**

Index	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_270 Ba All Cts	74	420	1345	<b>-245</b>	-349	12	1392
2	SPLS 3_270 Ba All Cts	345	-133	1303	<b>-150</b>	-338	12	1349
3	SPLS 3_0,9_90 Ba All Cts	325	106	-1208	<b>-155</b>	304	-20	-1251
4	SPLS 3_0,9_90 Ba All Cts	-76	-276	-618	<b>-249</b>	142	-24	-640



Project: RLL-TLB380  
 Masttype: WA+0\_s (bouwfase)  
 Mast: 1150

#### Combinatie Ftrek+Fhor

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 1a_0,9_225 Ah All Cts	-47	-333	<b>-1046</b>	<b>202</b>	269	-12	-1083
2	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	-328	107	<b>-1221</b>	<b>156</b>	307	-21	-1265
3	SPLS 3_0,9_90 Ba All Cts	325	106	<b>-1208</b>	<b>-155</b>	304	-20	-1251
4	SPLS 3_0,9_270 Ba All Cts	-21	-330	<b>-890</b>	<b>-249</b>	218	-21	-922

#### Permanente belasting

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 7	81	78	388	2	-112	-8	401
2	SLS 7	4	-7	18	2	-7	-3	18
3	SLS 7	-4	-7	18	-2	-7	-3	18
4	SLS 7	-81	78	388	-2	-112	-8	401

#### Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
Max. druk	SPLS 1a_90 Ah All Cts	-154	453	<b>1607</b>	212	-429	3	1664
Max. trek	SPLS 1a_0,9_90 Ah All Cts	-322	123	<b>-1233</b>	141	315	-16	-1277
Max. pos. torsie	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	81	-277	-608	<b>253</b>	139	-25	-629
Max. neg. torsie	SPLS 3_0,9_90 Ba All Cts	-76	-276	-618	<b>-249</b>	142	-24	-640
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	-328	107	<b>-1221</b>	<b>156</b>	307	-21	-1265

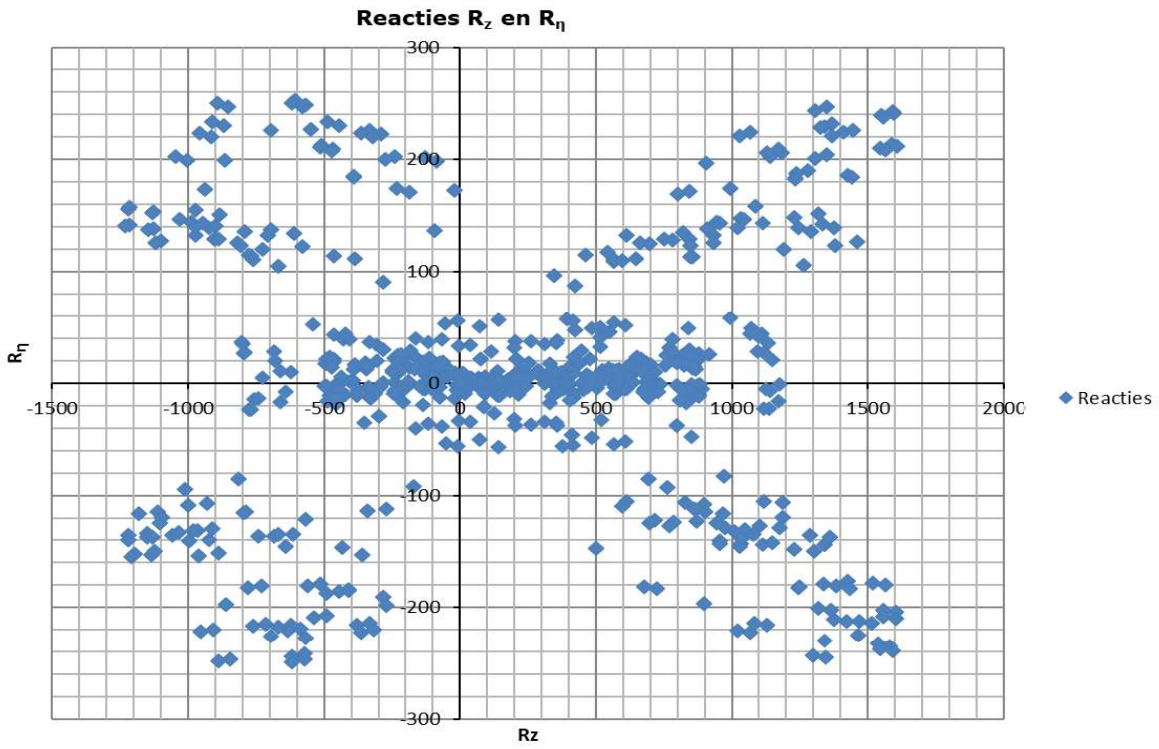
#### Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	81	-277	<b>-608</b>	253	139	-25	-629
2	SPLS 3_0,9_80 Ah All Cts	-327	105	<b>-1217</b>	157	305	-22	-1260
3	SPLS 4_0,9_80 Ba All Cts	268	82	<b>-982</b>	-131	247	-17	-1017
4	SPLS 4_0,9_80 Ba All Cts	-60	-235	<b>-535</b>	-209	124	-20	-554

#### Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 4_80 Ba All Cts	113	399	<b>1364</b>	-203	-362	5	1413
2	SPLS 4_80 Ba All Cts	260	-83	<b>943</b>	-125	-242	11	976
3	SPLS 3_80 Ah All Cts	-289	-80	<b>1032</b>	148	-261	17	1069
4	SPLS 3_80 Ah All Cts	-125	469	<b>1592</b>	243	-420	8	1648

Project: RLL-TLB380  
Masttype: WA+0\_s (bouwfase)  
Mast: 1150



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

Number of loops	Number of Different Scenarios Considered	14	WA+0/s
			<b>11</b>
	<b>Name of the Span / Location / Scenario</b>		
CT_min	Conductor Bundle Tension of dropper at specified min. temp	(N)	10000
CT_max	Conductor Bundle Tension of dropper at specified max. temp	(N)	10000
CT_10	Conductor Bundle Tension of dropper at 10°C	(N)	10000
<b>SHORT CIRCUIT CURRENT PARAMETERS</b>			
I <sub>sc</sub>	Short Circuit Current	(A)	50000
Tk1	Duration of the current flow	(s)	0,5
<b>SYSTEM PARAMETERS</b>			
A	Factor for calculation of the first current flow	-	1,81
f <sub>req</sub>	System Frequency	(Hz)	50
k	Factor for calculation of peak short-circuit current	-	1,81
τ - tau	Time Constant of the network	-	0,044
<b>CONDUCTOR PARAMETERS</b>			
Con_Def	Conductor Definition	(-)	AMS620
Con_Mat	Conductor Material	(-)	Al
cth (m <sup>4</sup> /(A <sup>2</sup> *s))	Constant for conductor (m <sup>4</sup> /(A <sup>2</sup> *s)) (Page.31 and comment)	(m <sup>4</sup> /(A <sup>2</sup> *s))	2,70E-19
d	Diameter of the conductor	(m)	0,0324
m's	Mass per unit length	(kg/m)	1,806
As	Overall conductor cross-sectional area	(m <sup>2</sup> )	6,21E-04
E	Young's Modulus	(N/m <sup>2</sup> )	8,66E+10
σ <sub>fin</sub>	Lowest value of the cable stress when Young's modulus becomes constant	(N/m <sup>2</sup> )	5,00E+07
<b>SPAN AND BUNDLE GEOMETRY</b>			
n	Number of Subconductors in Bundle		4
span	Ahead span		5
a	Centre line Distance between phase conductors	(m)	6
as	Centre line Distance between sub-conductors	(m)	0,2
l	Centre line distance between supports	(m)	28,8
li	Length of Insulator Chain	(m)	6,6
lc	Chord Length of Flexible Main Conductor in Span	(m)	15,6
ls	Centre line distance between connecting pieces or between one connecting piece and the adjacent support. <b>Manually insert if spacers/droppers are not equally spaced</b>	(m)	5,20
n <sub>cs</sub>	Number of Spacers	(-)	2
m <sub>cs</sub>	Weight of a Spacer	(kg)	2
m <sub>sc</sub>	Resulting mass per unit length of 1 subconductor	(kg)	1,870
S	Resultant spring constant of both supports of one span	(N/m)	6,00E+05
Dropper?	Does the span have a dropper?	(YES/NO)	NO
<b>PARAMETERS RELATED TO DROPPERS</b>			
n <sub>c</sub>	Number of connections (droppers) to main conductor	(-)	
n <sub>c'</sub>	Equivalent number of connection to main conductor (Value to be used in calculations)	(-)	
m <sub>c</sub>	Average weight of 1 connection (Dropper)	(kg)	
n <sub>cb</sub>	Number of subconductors in 1 dropper	(-)	
<b>PARAMETERS RELATED TO DROPPERS</b>			
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)	
<b>Dimensions</b>			
lv	Cord Length of Dropper (straight wire length)	(m)	28,8
h	Height of Dropper (vertical value)	(m)	28,8
w	Width of Dropper (horizontal value)	(m)	1,3
lvf	Length of the cable (actual cable length per conductor)	(m)	28,9
<b>CALCULATION RESULTS</b>			
	Check if force should be calculated as a dropper or main conductor		Calculate as dropper
	Check validity of chapter 6.3		Invalid
Short Circuit Force using Minimum Temperature	F <sub>t,d</sub> , Short Circuit Force of one phase (N) as main conductor	(N)	12475
	F <sub>t,d</sub> , Short Circuit Force of one phase (N) as dropper	(N)	89257,6
	F <sub>pi,d</sub> , Pinch Force of one phase (N) as main conductor	(N)	<b>58145</b>
	F <sub>pi,d</sub> , Pinch Force of one phase (N) as dropper	(N)	0,00
	b <sub>m</sub> , Maximum Horizontal Displacement (m)	(m)	
	a <sub>min</sub> , Distance between the midpoints of the two phases - Minimum air clearance (m)	(m)	
Short Circuit Force using Maximum Temperature	F <sub>t,d</sub> , Short Circuit Force of one phase (N) as main conductor	(N)	12475,23
	F <sub>t,d</sub> , Short Circuit Force of one phase (N) as dropper	(N)	89257,61
	F <sub>pi,d</sub> , Pinch Force of one phase (N) as main conductor	(N)	58144,56
	F <sub>pi,d</sub> , Pinch Force of one phase (N) as dropper	(N)	<b>0,00</b>
	b <sub>m</sub> , Maximum Horizontal Displacement (m)	(m)	
	a <sub>min</sub> , Distance between the midpoints of the two phases - Minimum air clearance (m)	(m)	
Short Circuit Force using 10°C	F <sub>t,d</sub> , Short Circuit Force of one phase (N) as main conductor	(N)	12475
	F <sub>t,d</sub> , Short Circuit Force of one phase (N) as dropper	(N)	89258
	F <sub>pi,d</sub> , Pinch Force of one phase (N) as main conductor	(N)	58145
	F <sub>pi,d</sub> , Pinch Force of one phase (N) as dropper	(N)	<b>0</b>
	b <sub>m</sub> , Maximum Horizontal Displacement (m)	(m)	
	a <sub>min</sub> , Distance between the midpoints of the two phases - Minimum air clearance (m)	(m)	
	<b>Short Circuit Force to be applied (N)</b>	(N)	
	<b>b<sub>m</sub>, Maximum Horizontal Displacement (m)</b>	(m)	
	<b>a<sub>min</sub>, Distance between the midpoints of the two phases - Minimum air clearance (m)</b>	(m)	
	<b>Direction of resulting force exerted on the conductor</b>		



Project: RLL-TLB  
 Tower: WA+0\_s  
 Number: 1150

Auteur: TBR  
 Versie: v2.1

### Geleiderbelastingen afloper

#### Algemeen

Benaming WA+0\_s  
 Masttype Hoekmast  
 Aantal circuits 2  
 Configuratie 2-circuit-donau  
 Aantal bliksemgeleiders 0

#### Uitgangspunten

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

#### Geleiders

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

#### Isolatoren (1)

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

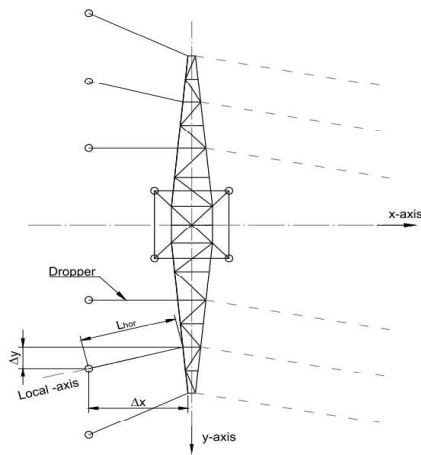
1. *Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset*

#### Ophanghoogte en positie in mast

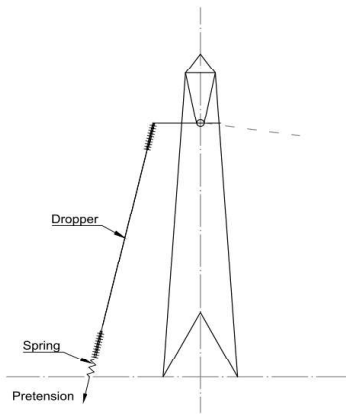
Circuits	Nummer	Aanduiding	Ophanghoogte	Aangrijppunt
Circuit 1	10	380ct1f1	47,0 m	47,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	47,0 m	47,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	47,0 m	47,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	47,0 m	47,0 m
Circuit 2	21	380ct2f2	47,0 m	47,0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	47,0 m	47,0 m

Project: RLL-TLB  
 Tower: WA+0\_s  
 Number: 1150

**Principe hoekmast met aflopers**



Top view tower



Side view tower

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

Circuits	Nummer	Aanduiding	Hoogteverschil	Richtingsverandering		Lokaal Δx	Lengte overspanning
			Δh	Δy	Δx	Lhor	L
Circuit 1	10	380ct1f1	28,8 m	0,0	1,3	1,3	28,8 m
Circuit 1	11	380ct1f2	28,8 m	0,0	1,3	1,3	28,8 m
Circuit 1	12	380ct1f3	28,8 m	0,0	1,3	1,3	28,8 m
Circuit 2	20	380ct2f1	28,8 m	0,0	-1,3	-1,3	28,8 m
Circuit 2	21	380ct2f2	28,8 m	0,0	-1,3	-1,3	28,8 m
Circuit 2	22	380ct2f3	28,8 m	0,0	-1,3	-1,3	28,8 m

**Voorspanning en veerstijfheid**

Circuits	Nummer	Aanduiding	Voorspanning	Veerstijfheid	Effectieve rekstijfheid
			$F_{pr}$	k	$EA_{rict}$
Circuit 1	10	380ct1f1	10,0 kN	1000 kN/m	17333 kN/m
Circuit 1	11	380ct1f2	10,0 kN	1000 kN/m	17333 kN/m
Circuit 1	12	380ct1f3	10,0 kN	1000 kN/m	17333 kN/m
Circuit 2	20	380ct2f1	10,0 kN	1000 kN/m	17333 kN/m
Circuit 2	21	380ct2f2	10,0 kN	1000 kN/m	17333 kN/m
Circuit 2	22	380ct2f3	10,0 kN	1000 kN/m	17333 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: WA+0\_s  
 Number: 1150

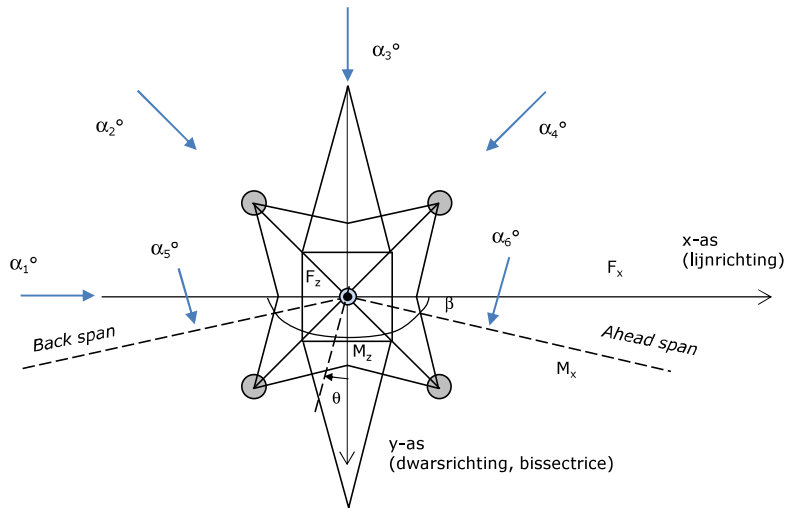
**Lijn- en mastgegevens**

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

Lijnhoek	$\beta$	160 °
Rotatie mast t.o.v. bissectrice	$\theta$	0 °
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld		0,5 m
Beschouwde windrichtingen	$\alpha_1$	0 °
Windrichtingen volgens:	$\alpha_2$	45 °
Geleiderbelastingen	$\alpha_3$	90 °
	$\alpha_4$	135 °
	$\alpha_5$	80 °
	$\alpha_6$	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: WA+0\_s  
 Number: 1150

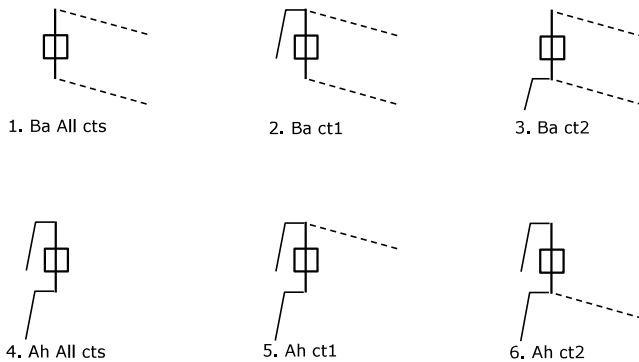
### Geleiderafval

		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

### Belastingsituaties SPLS

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

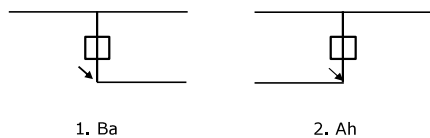
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:





Project: RLL-TLB  
 Tower: WA+0\_s  
 Number: 1150

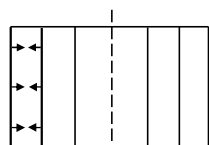
### Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

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.

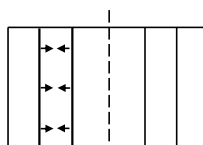
	Fase	Bliksem
Lijnwagen (nvt.)	0,0 kN	0,0 kN
Puntlast op traverse	1,0 kN	1,0 kN

### Belastingsituaties 8. Kortsluiting

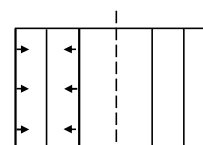
Principe belastingssituaties:



1. 10-11



2. 11-12



3. 10-12

#### Kortsluitkrachten

(Zie separate berekening)

Geleider	Kortsluitkracht	$F_x$	$F_y$	$F_z$	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
10	380ct1f1	58,1	2,6	0,0	58,0
11	380ct1f2	58,1	2,6	0,0	58,0
12	380ct1f3	58,1	2,6	0,0	58,0
20	380ct2f1	58,1	-2,6	0,0	58,0
21	380ct2f2	58,1	-2,6	0,0	58,0
22	380ct2f3	58,1	-2,6	0,0	58,0

#### Belastingcombinaties kortsluiting

##### Belastingcombinatie

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

Project: RLL-TLB  
 Tower: WA+0\_s  
 Number: 1150

### Tussenresultaten geleiderbelastingen

#### Geleiders

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	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

#### Verticale belasting

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsgedebied	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

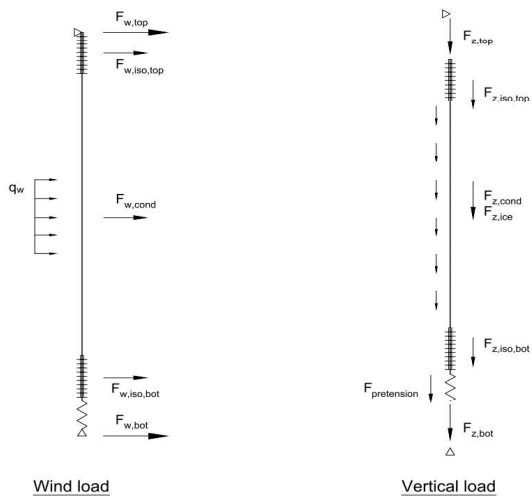
#### Schema voor berekenen horizontale en verticale belasting

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.



Project: RLL-TLB  
 Tower: WA+0\_s  
 Number: 1150

Geleider	G <sub>isolator</sub> [kN]	Lengte [m]	Boven			Onder			F <sub>h,iso</sub> [kN]	
			Windopp. [m <sup>2</sup> ]	Vormfactor [-]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>h,iso</sub> [kN]	Windhoogte [m]		Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]
380ct1f1	3,00	4,5	1,1	1,2	45,25	1,11	1,46	20,95	0,89	1,18
380ct1f2	3,00	4,5	1,1	1,2	45,25	1,11	1,46	20,95	0,89	1,18
380ct1f3	3,00	4,5	1,1	1,2	45,25	1,11	1,46	20,95	0,89	1,18
380ct2f1	3,00	4,5	1,1	1,2	45,25	1,11	1,46	20,95	0,89	1,18
380ct2f2	3,00	4,5	1,1	1,2	45,25	1,11	1,46	20,95	0,89	1,18
380ct2f3	3,00	4,5	1,1	1,2	45,25	1,11	1,46	20,95	0,89	1,18

### Horizontale belasting

Geleider	wind hoogte		G <sub>c</sub> [-]	C <sub>c</sub> [-]	d <sub>toestag</sub> [mm]	w <sub>y</sub> [N/m]	D <sub>ijs,toestag</sub> [mm]	w <sub>y,ijs</sub> [N/m]	F <sub>w,geleider</sub> [kN]	F <sub>w,boven</sub> [kN]	F <sub>w,onder</sub> [kN]
	[m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]									
380ct1f1	33,1	1,02	0,99	1,00	33,37	134,5	51,8	251,5	1,33	2,8	2,5
380ct1f2	33,1	1,02	0,99	1,00	33,37	134,5	51,8	251,5	1,33	2,8	2,5
380ct1f3	33,1	1,02	0,99	1,00	33,37	134,5	51,8	251,5	1,33	2,8	2,5
380ct2f1	33,1	1,02	0,99	1,00	33,37	134,5	51,8	251,5	1,33	2,8	2,5
380ct2f2	33,1	1,02	0,99	1,00	33,37	134,5	51,8	251,5	1,33	2,8	2,5
380ct2f3	33,1	1,02	0,99	1,00	33,37	134,5	51,8	251,5	1,33	2,8	2,5

### Verticale belasting

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

Geleider	w <sub>z,G</sub> [N/m]	w <sub>z,ijs</sub> [N/m]	L <sub>geleider</sub> [m]	F <sub>z,iso</sub> [kN]	F <sub>z,gel</sub> [kN]	F <sub>z,ijs</sub> [kN]	Pretension [kN]	F <sub>z,boven</sub> [kN]	F <sub>t,mid</sub> [kN]	F <sub>z,onder</sub> [kN]
380ct1f1	73,0	41,9	19,8	3,0	1,4	0,8	10,0	17,4	13,7	-10,0
380ct1f2	73,0	41,9	19,8	3,0	1,4	0,8	10,0	17,4	13,7	-10,0
380ct1f3	73,0	41,9	19,8	3,0	1,4	0,8	10,0	17,4	13,7	-10,0
380ct2f1	73,0	41,9	19,8	3,0	1,4	0,8	10,0	17,4	13,7	-10,0
380ct2f2	73,0	41,9	19,8	3,0	1,4	0,8	10,0	17,4	13,7	-10,0
380ct2f3	73,0	41,9	19,8	3,0	1,4	0,8	10,0	17,4	13,7	-10,0

Project: RLL-TLB  
 Masttype: WA+0\_s  
 Mast: 1150

Auteur: TBR  
 Versie: v2.1

**Geleiderbelastingen**

**Uitgangspunten**

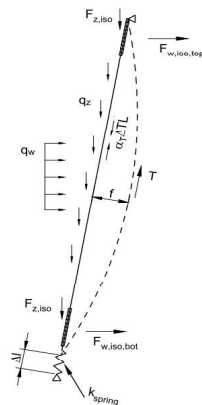
Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2  
 Referentieperiode 50 jaar

ULS (bezwijksterkte)		NEN-EN50341-2-15:2019			$\gamma_Q$			$\gamma_A$	
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$\gamma_G$ $G_{k,mast}$	$\gamma_G$ $G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$	
ULS 1a	Wind	10°	1,20	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)			$\gamma_G$		$\gamma_Q$			$\gamma_A$	
SPLS		Temp °C	$G_k$	$G_k$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$	
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)			$G_k$		$Q_{pk}$			$Q_{ik}$	$A_k$
SLS		Temp °C	$G_k$	$G_k$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$	
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 53  
 Aantal belastingcombinaties SPLS 210  
 Aantal belastingcombinaties SLS 15  
 Aantal knooplasten 5004

**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: WA+0\_s  
 Mast: 1150

### 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]
<b>380ct1f1</b>	SLS 1a	0,56	0,017	0,031	13,7	30,8
	SLS 3	0,35	0,013	0,026	14,1	26,4
	SLS 4	0,13	0,013	0,026	13,7	26,5
	SLS 6	0,19	0,004	0,018	13,7	17,6
	SLS 7	0,05	0,000	0,014	13,7	13,7
	ULS 1a	0,67	0,025	0,038	17,4	38,2
	ULS 3	0,45	0,017	0,031	18,1	30,7
	ULS 4	0,18	0,014	0,027	17,4	27,4
	ULS 6b	0,28	0,006	0,020	17,4	19,9
<b>380ct2f1</b>	SLS 1a	0,56	0,017	0,031	13,7	30,9
	SLS 3	0,36	0,013	0,027	14,1	26,6
	SLS 4	0,13	0,013	0,026	13,7	26,5
	SLS 6	0,19	0,004	0,018	13,7	17,6
	SLS 7	0,05	0,000	0,014	13,7	13,7
	ULS 1a	0,67	0,025	0,038	17,4	38,4
	ULS 3	0,45	0,017	0,031	18,1	30,9
	ULS 4	0,18	0,014	0,027	17,4	27,4
	ULS 6b	0,28	0,006	0,020	17,4	20,1

#### Controle iteratieproces

Geleider	Iteratie
	<b>Fixatie v</b> (leeg)
	<b>Fixatie v</b> (leeg)
	<b>Fixatie v</b> (leeg)
	<b>Fixatie v</b> (leeg)
	<b>Fixatie v</b> (leeg)
	<b>Fixatie v</b> (leeg)
	<b>380ct1f</b> : OK
	<b>380ct1f</b> : OK
	<b>380ct1f</b> : OK
	<b>380ct2f</b> : OK
	<b>380ct2f</b> : OK
	<b>380ct2f</b> : OK

Project: RLL-TLB  
 Masttype: WA+0\_s  
 Mast: 1150

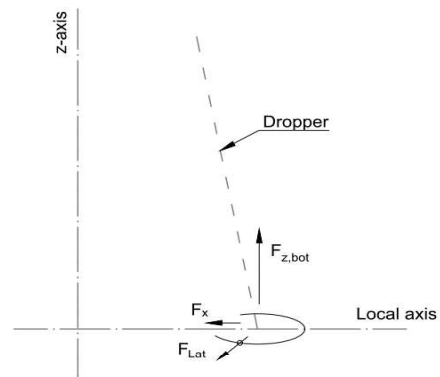
### Belastingen in lokale richting geleider

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

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

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

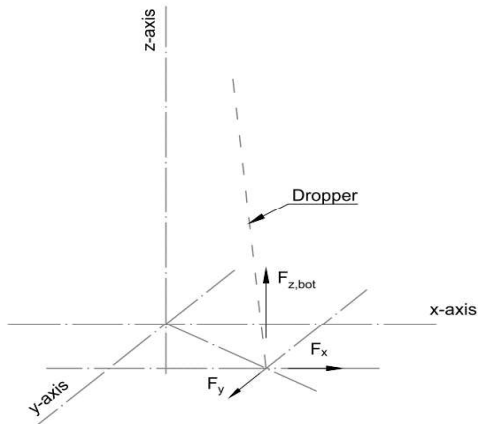
Combinatie1	F <sub>x,lok,bot</sub> [kN]	F <sub>lat,bot</sub> [kN]	F <sub>z,bot</sub> [kN]
SLS 1a	1,4	2,5	-27,0
SLS 3	1,2	1,1	-22,3
SLS 4	1,2	0,5	-22,7
SLS 6	0,8	0,5	-13,9
SLS 7	0,6	0,0	-10,0
ULS 1a	1,7	3,8	-33,8
ULS 3	1,4	1,6	-25,6
ULS 4	1,2	0,8	-23,0
ULS 6b	0,9	0,8	-15,4
SLS 1a	1,4	2,5	-27,2
SLS 3	1,2	1,1	-22,5
SLS 4	1,2	0,5	-22,7
SLS 6	0,8	0,5	-13,9
SLS 7	0,6	0,0	-10,0
ULS 1a	1,7	3,8	-33,9
ULS 3	1,4	1,6	-25,8
ULS 4	1,2	0,8	-23,0
ULS 6b	0,9	0,8	-15,6



Project: RLL-TLB  
 Masttype: WA+0\_s  
 Mast: 1150

### Maximale waarden in globale assenstelsel

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



Geleider	Combinatie	Fx_top [kN]	Fy_top [kN]	Fz_top [kN]	Fx_bot [kN]	Fy_bot [kN]	Fz_bot [kN]
<b>380ct1f1</b>	SLS 1a	4,6	3,4	34,5	-3,7	0,0	-27,0
	SLS 3	2,5	1,5	30,5	-2,3	0,0	-22,3
	SLS 4	1,1	0,7	30,2	-1,3	0,0	-22,7
	SLS 6	0,7	0,7	21,4	-0,9	0,0	-13,9
	SLS 7	0,5	0,0	17,4	-0,7	0,0	-10,0
	ULS 1a	6,7	5,1	42,7	-5,1	0,0	-33,8
	ULS 3	3,4	2,3	35,7	-3,0	0,0	-25,6
	ULS 4	1,1	1,0	31,9	-1,3	0,0	-23,0
	ULS 6b	1,7	1,0	24,3	-1,7	0,0	-15,4
	ULS 7	0,5	0,0	18,8	-0,7	0,0	-8,7
<b>380ct2f1</b>	SLS 1a	2,1	3,4	34,7	-0,8	0,0	-27,2
	SLS 3	0,4	1,5	30,8	0,0	0,0	-22,5
	SLS 4	0,0	0,7	30,2	0,0	0,0	-22,7
	SLS 6	0,0	0,7	21,4	0,0	0,0	-13,9
	SLS 7	0,0	0,0	17,4	0,0	0,0	-10,0
	ULS 1a	3,5	5,1	42,9	-1,5	0,0	-33,9
	ULS 3	1,0	2,3	36,0	-0,1	0,0	-25,8
	ULS 4	0,0	1,0	31,9	0,0	0,0	-23,0
	ULS 6b	0,2	1,0	24,5	0,0	0,0	-15,6
	ULS 7	0,0	0,0	18,8	0,0	0,0	-8,7

Project: RLL-TLB  
Masttype: WA+0\_s  
Mast: 1150



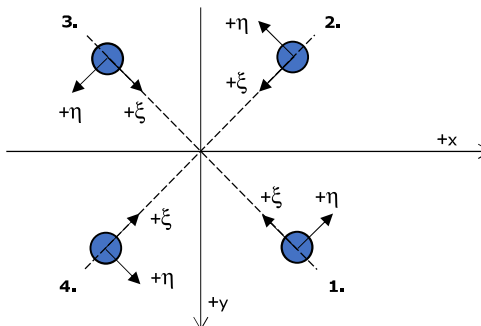
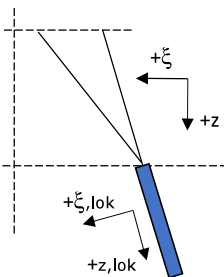
Project: ZW-Oost RLL-TLB  
 Masttype: WA+0/s  
 Mast: 1150



**Oplegreacties per randstijl**

Auteur: TBR  
 Versie: 1.4

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



Assenstelsels

**Maximale drukbelasting**

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_90 Ba All Cts	-477	-561	<b>-3017</b>	-60	-734	-62	-3104
2	ULS 8 Ah	-291	383	<b>-1937</b>	65	-477	-35	-1995
3	ULS 8 Ba	290	382	<b>-1937</b>	-65	-475	-36	-1994
4	SPLS 3_90 Ah All Cts	484	-569	<b>-3054</b>	60	-744	-62	-3143

**Maximale trekbelasting**

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	ULS 8 Ba	180	292	<b>1430</b>	80	334	43	1468
2	SPLS 3_0_9_90 Ah All Cts	399	-466	<b>2577</b>	-47	612	68	2648
3	SPLS 3_0_9_90 Ba All Cts	-397	-463	<b>2557</b>	46	608	67	2628
4	SPLS 3_0_9_0 Ba All Cts	-202	307	<b>1515</b>	-74	360	40	1557

**Maximale torsiebelasting (positief)**

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_90 Ah Ct1	-196	163	<b>-30</b>	254	-23	15	-35
2	SPLS 3_0_9_90 Ba Ct2	85	259	<b>-494</b>	243	-123	-8	-509
3	SPLS 3_80 Ba Ct2	-111	-401	<b>1540</b>	205	362	44	1581
4	SPLS 3_270 Ah All Cts_Bouw	71	-404	<b>-1345</b>	235	-335	-20	-1386

**Maximale torsiebelasting (negatief)**

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_270 Ba All Cts_Bouw	-69	-400	<b>-1344</b>	-234	-331	-23	-1384
2	SPLS 3_100 Ah Ct2	114	-403	<b>1560</b>	-204	366	46	1601
3	SPLS 3_0_9_90 Ah Ct2	-83	259	<b>-504</b>	-242	-124	-9	-519
4	SPLS 3_90 Ba Ct1	198	161	<b>-49</b>	-254	-26	13	-54

**Combinatie Ftrek+Fh**

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 1a_0_9_225 Ah All Cts_Bouw	58	326	<b>1126</b>	190	272	25	1158
2	SPLS 3_0_9_90 Ah All Cts	399	-466	<b>2577</b>	-47	612	68	2648
3	SPLS 3_0_9_90 Ba All Cts	-397	-463	<b>2557</b>	46	608	67	2628
4	SPLS 3_0_9_0 Ba All Cts	-202	307	<b>1515</b>	-74	360	40	1557

**Permanente belasting**

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 7	-141	-122	<b>-728</b>	13	-186	-7	-752
2	SLS 7	42	-20	<b>231</b>	15	44	17	234
3	SLS 7	-43	-21	<b>231</b>	-15	45	16	234
4	SLS 7	142	-123	<b>-731</b>	-13	-187	-6	-755

### Omhullenden ongeacht stijl

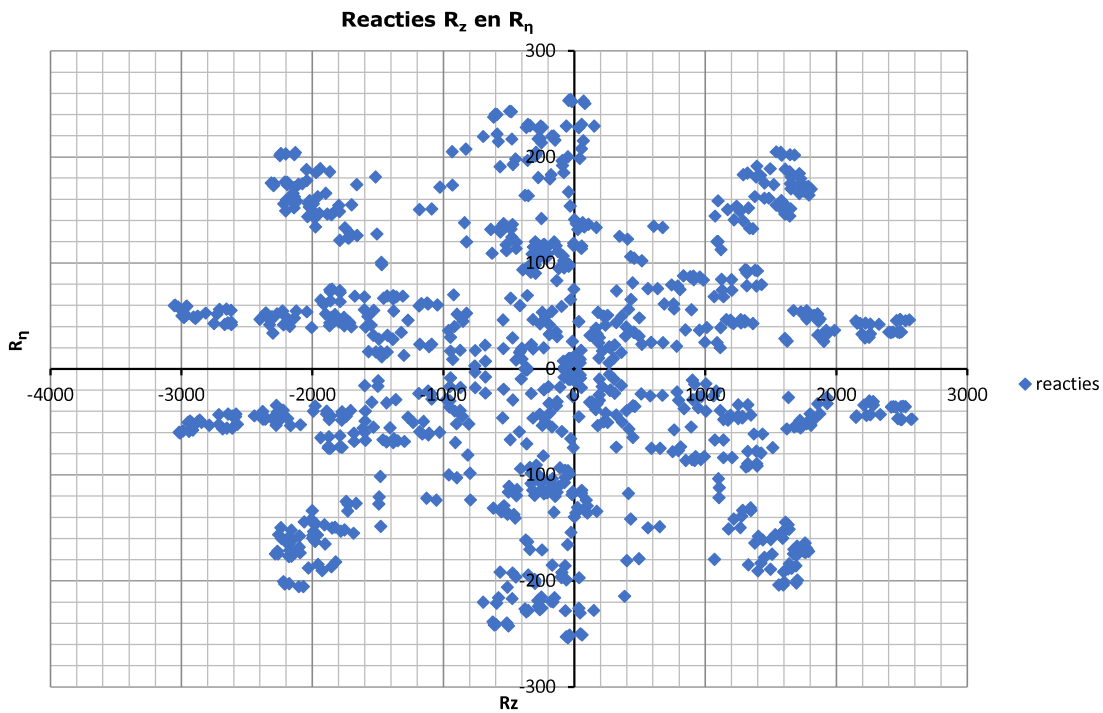
Belasting	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_n$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
Max. druk	SPLS 3_90 Ah All Cts	484	-569	<b>-3054</b>	60	-744	-62	-3143
Max. trek	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	399	-466	<b>2577</b>	-47	612	68	2648
Max. pos. torsie	SPLS 3_90 Ah Ct1	-196	163	-30	<b>254</b>	-23	15	-35
Max. neg. torsie	SPLS 3_90 Ba Ct1	198	161	-49	<b>-254</b>	-26	13	-54
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	399	-466	<b>2577</b>	<b>-47</b>	612	68	2648

### Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_n$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_45	-378	-309	<b>-1853</b>	49	-486	-3	-1916
2	SLS 1a_0	-41	64	<b>-209</b>	16	-75	20	-221
3	ULS 5a Ah 20	-24	60	<b>-95</b>	-59	-26	1	-98
4	ULS 1a_135	380	-312	<b>-1871</b>	-48	-490	-4	-1934

### Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_n$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 5a Ah 20	-75	-88	<b>-405</b>	-10	-115	8	-421
2	ULS 1a_0,9_135	276	-215	<b>1364</b>	43	347	13	1407
3	ULS 1a_0,9_45	-272	-211	<b>1347</b>	-44	342	14	1389
4	SLS 1a_0	58	-38	<b>-291</b>	-14	-68	-9	-299





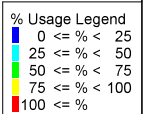
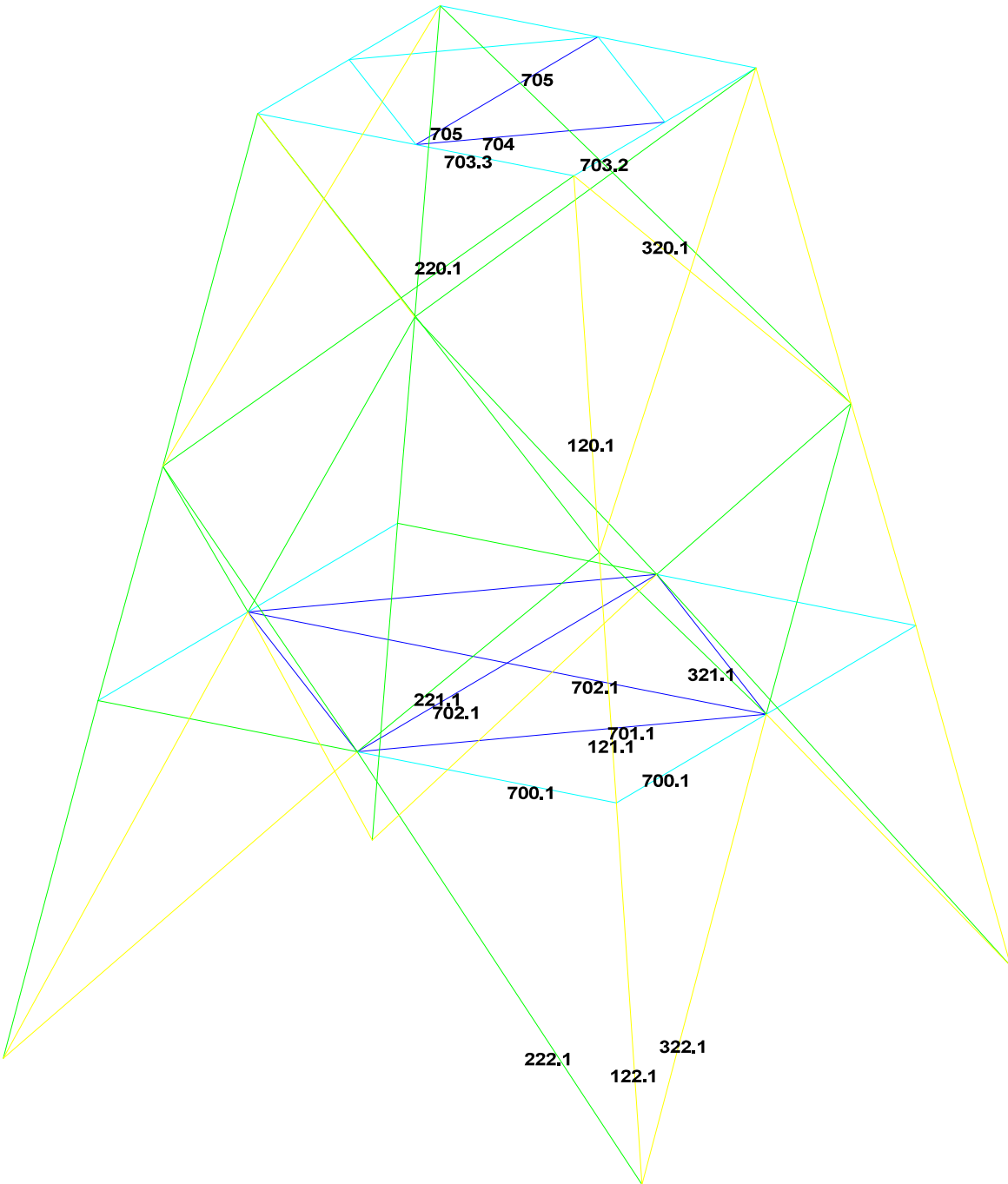
## **APPENDIX B**

### **Resultaten PLS-TOWER**

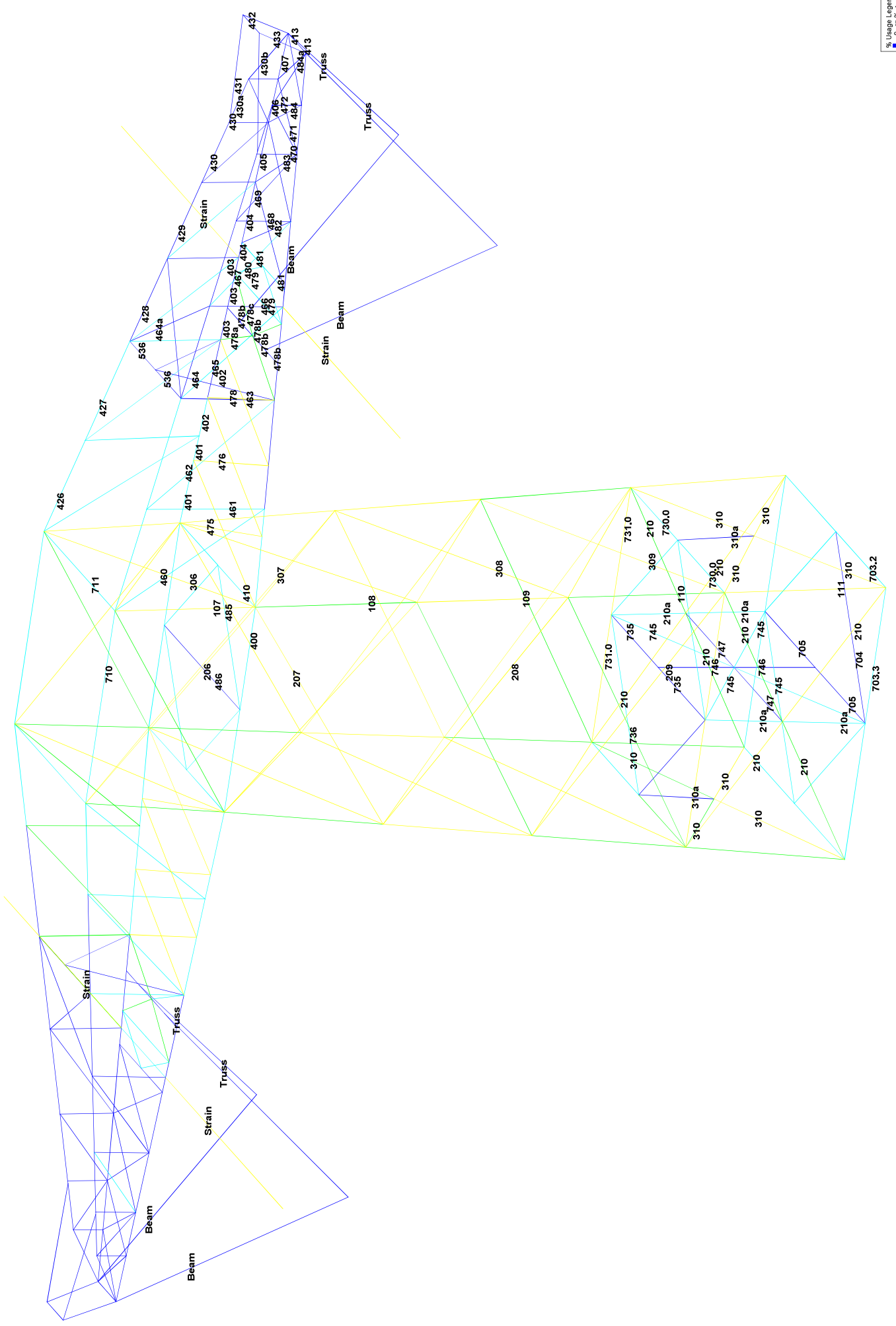
---

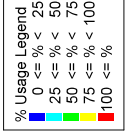
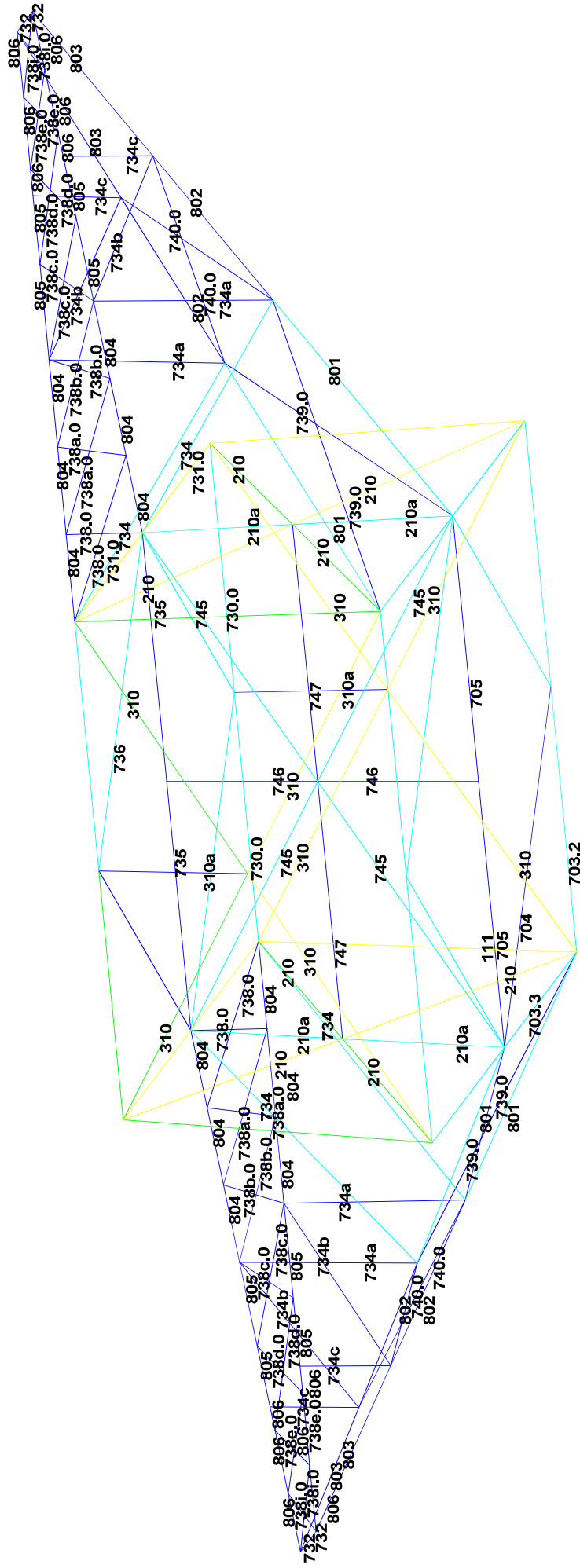
Deze Appendix bevat de resultaten uit PLS-TOWER.

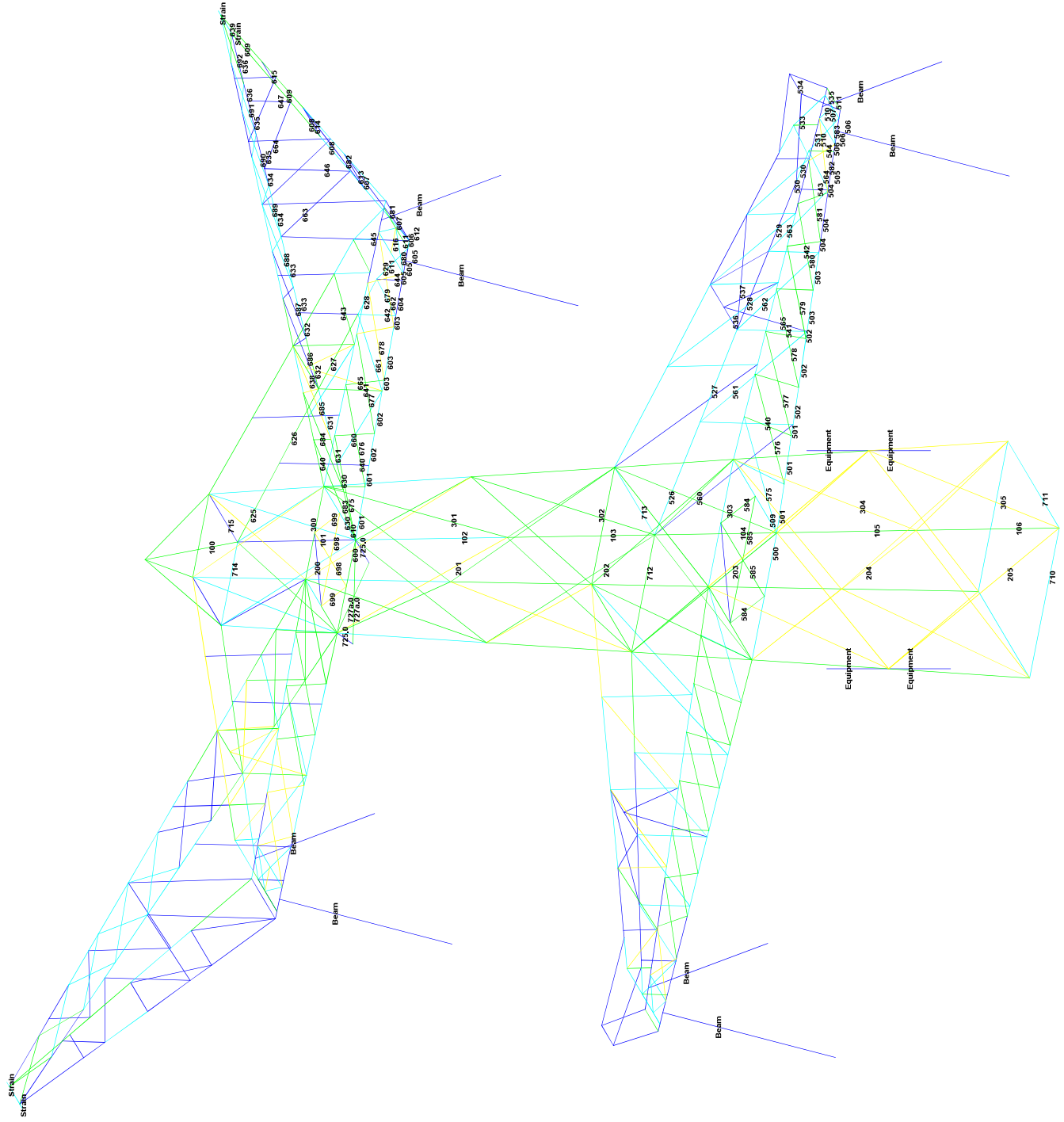




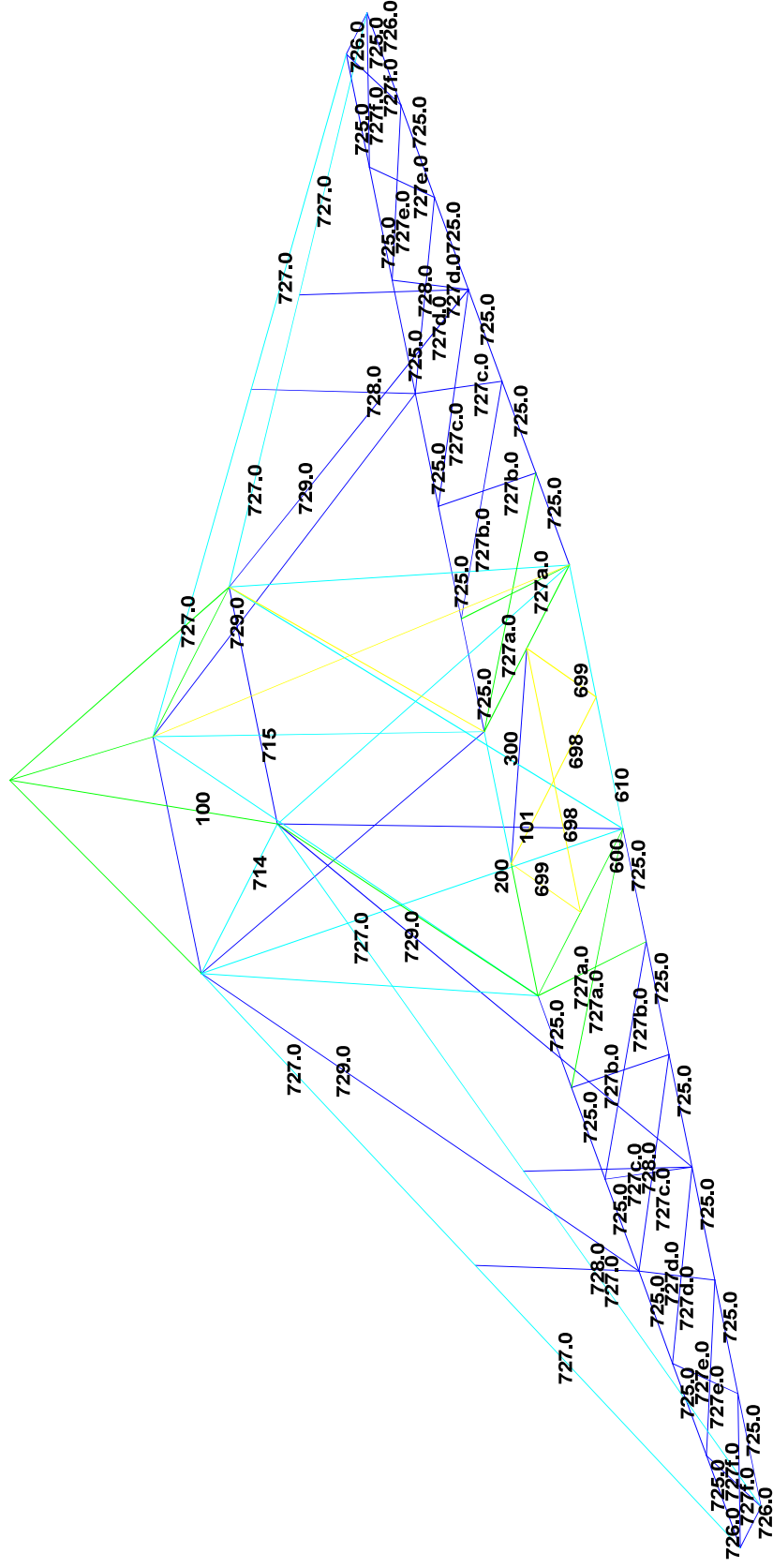
1 (m)















Date 25-06-2021  
 Author TBR  
 Version 1.0

Assessment of angle groups

RLI-TLB  
 WA+0/5

Group Label	Description	Type	Profile	Steel Qualities	#Shel1	c2	p1	RLX	RLY	RIZ	Slenderness	Compression	Lead Case	(Compression)	Buckling	Shear	(Comp) atting	(Comp)	U.C.C.	(Comp) ledance	(Comp)	Lead Case	(Tension)	Net Section	ear	(Tens) Jump	(Tens)	U.C.	(Tens)
488	Beam top ex.	EA	S355	S355	190x48-R	1	55	40	80	2.00	1.00	1.00	135	0.0	U.S 18.0	94.1	48.2	0.37	2832.4	1253.9	2832.4	1253.9	107.0	1253.9	2626.2	0.30	48.2		
489	Beam bottom ex.	EA	S355	S355	190x48-R	1	55	40	80	2.00	1.00	1.00	135	0.0	U.S 18.0	94.1	48.2	0.37	2832.4	1253.9	2832.4	1253.9	107.0	1253.9	2626.2	0.30	48.2		
500	Horizontal mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	55	40	80	2.00	1.00	1.00	135	-45.4	SPL 3.40	282.4	122.3	0.30	2822.3	1253.9	2822.3	1253.9	107.0	1253.9	2626.2	0.30	48.2		
501	Lower chord mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	55	40	80	2.00	1.00	1.00	135	-45.4	SPL 3.40	282.4	122.3	0.30	2822.3	1253.9	2822.3	1253.9	107.0	1253.9	2626.2	0.30	48.2		
502	Upper chord mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	55	40	80	2.00	1.00	1.00	135	-45.4	SPL 3.40	282.4	122.3	0.30	2822.3	1253.9	2822.3	1253.9	107.0	1253.9	2626.2	0.30	48.2		
503	Lower chord mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	55	40	80	2.00	1.00	1.00	135	-45.4	SPL 3.40	282.4	122.3	0.30	2822.3	1253.9	2822.3	1253.9	107.0	1253.9	2626.2	0.30	48.2		
504	Lower chord mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	55	40	80	2.00	1.00	1.00	135	-45.4	SPL 3.40	282.4	122.3	0.30	2822.3	1253.9	2822.3	1253.9	107.0	1253.9	2626.2	0.30	48.2		
505	Lower chord mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	55	40	80	2.00	1.00	1.00	135	-45.4	SPL 3.40	282.4	122.3	0.30	2822.3	1253.9	2822.3	1253.9	107.0	1253.9	2626.2	0.30	48.2		
506	Lower chord mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	55	40	80	2.00	1.00	1.00	135	-45.4	SPL 3.40	282.4	122.3	0.30	2822.3	1253.9	2822.3	1253.9	107.0	1253.9	2626.2	0.30	48.2		
507	Lower chord mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	55	40	80	2.00	1.00	1.00	135	-45.4	SPL 3.40	282.4	122.3	0.30	2822.3	1253.9	2822.3	1253.9	107.0	1253.9	2626.2	0.30	48.2		
508	Lower chord mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	55	40	80	2.00	1.00	1.00	135	-45.4	SPL 3.40	282.4	122.3	0.30	2822.3	1253.9	2822.3	1253.9	107.0	1253.9	2626.2	0.30	48.2		
509	Lower chord mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	55	40	80	2.00	1.00	1.00	135	-45.4	SPL 3.40	282.4	122.3	0.30	2822.3	1253.9	2822.3	1253.9	107.0	1253.9	2626.2	0.30	48.2		
510	Beam mid ex.	DFA	S355	S355	100x24-R (not)	2	55	40	80	2.00	2.00	2.00	284.9	-45.4	SPL 3.40	542.2	635.0	0.31	542.2	635.0	542.2	635.0	170.1	542.2	593.3	0.34	635.0		
511	Beam mid ex.	HFA	S355	S355	100x24-R	1	55	40	80	2.00	1.00	1.00	174	-45.4	SPL 3.40	64.7	64.7	0.29	64.7	64.7	64.7	64.7	69.0	64.7	69.0	48.9	0.27	64.7	
512	Upper chord mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	55	40	80	2.00	1.00	1.00	174	-45.4	SPL 3.40	64.7	64.7	0.29	64.7	64.7	64.7	64.7	69.0	64.7	69.0	48.9	0.27	64.7	
513	Upper chord mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	55	40	80	2.00	1.00	1.00	174	-45.4	SPL 3.40	64.7	64.7	0.29	64.7	64.7	64.7	64.7	69.0	64.7	69.0	48.9	0.27	64.7	
514	Upper chord mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	55	40	80	2.00	1.00	1.00	174	-45.4	SPL 3.40	64.7	64.7	0.29	64.7	64.7	64.7	64.7	69.0	64.7	69.0	48.9	0.27	64.7	
515	Upper chord mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	55	40	80	2.00	1.00	1.00	174	-45.4	SPL 3.40	64.7	64.7	0.29	64.7	64.7	64.7	64.7	69.0	64.7	69.0	48.9	0.27	64.7	
516	Upper chord mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	55	40	80	2.00	1.00	1.00	174	-45.4	SPL 3.40	64.7	64.7	0.29	64.7	64.7	64.7	64.7	69.0	64.7	69.0	48.9	0.27	64.7	
517	Hand rail	EA	S355	S355	30x24-R	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	8.9	-45.4	SPL 3.40	59.2	4.0	0.14	59.2	4.0	59.2	4.0	8.9	59.2	4.0	6.0	0.19	4.0	
518	Hand rail	EA	S355	S355	30x24-R	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	8.9	-45.4	SPL 3.40	59.2	4.0	0.14	59.2	4.0	59.2	4.0	8.9	59.2	4.0	6.0	0.19	4.0	
519	Hand rail	EA	S355	S355	30x24-R	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	8.9	-45.4	SPL 3.40	59.2	4.0	0.14	59.2	4.0	59.2	4.0	8.9	59.2	4.0	6.0	0.19	4.0	
520	Stability bracing mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	55	40	80	2.00	2.00	1.00	188	-45.4	SPL 3.40	73.5	73.5	0.06	73.5	73.5	73.5	73.5	62.7	73.5	62.7	66.3	44.5	0.12	73.5
521	Stability bracing mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	55	40	80	2.00	2.00	1.00	188	-45.4	SPL 3.40	73.5	73.5	0.06	73.5	73.5	73.5	73.5	62.7	73.5	62.7	66.3	44.5	0.12	73.5
522	Stability bracing mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	55	40	80	2.00	2.00	1.00	188	-45.4	SPL 3.40	73.5	73.5	0.06	73.5	73.5	73.5	73.5	62.7	73.5	62.7	66.3	44.5	0.12	73.5
523	Stability bracing mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	55	40	80	2.00	2.00	1.00	188	-45.4	SPL 3.40	73.5	73.5	0.06	73.5	73.5	73.5	73.5	62.7	73.5	62.7	66.3	44.5	0.12	73.5
524	Stability bracing mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	55	40	80	2.00	2.00	1.00	188	-45.4	SPL 3.40	73.5	73.5	0.06	73.5	73.5	73.5	73.5	62.7	73.5	62.7	66.3	44.5	0.12	73.5
525	Stability bracing mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	55	40	80	2.00	2.00	1.00	188	-45.4	SPL 3.40	73.5	73.5	0.06	73.5	73.5	73.5	73.5	62.7	73.5	62.7	66.3	44.5	0.12	73.5
526	Diag side face mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	35	30	55	1.00	1.00	1.00	143	-21.1	SPL 3.40	211.7	188.9	0.02	211.7	188.9	211.7	188.9	188.9	188.9	182.9	182.9	0.69	182.9	
527	Diag side face mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	35	30	55	1.00	1.00	1.00	143	-21.1	SPL 3.40	211.7	188.9	0.02	211.7	188.9	211.7	188.9	188.9	188.9	182.9	182.9	0.69	182.9	
528	Diag side face mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	35	30	55	1.00	1.00	1.00	143	-21.1	SPL 3.40	211.7	188.9	0.02	211.7	188.9	211.7	188.9	188.9	188.9	182.9	182.9	0.69	182.9	
529	Diag side face mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	35	30	55	1.00	1.00	1.00	143	-21.1	SPL 3.40	211.7	188.9	0.02	211.7	188.9	211.7	188.9	188.9	188.9	182.9	182.9	0.69	182.9	
530	Diag side face mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	35	30	55	1.00	1.00	1.00	143	-21.1	SPL 3.40	211.7	188.9	0.02	211.7	188.9	211.7	188.9	188.9	188.9	182.9	182.9	0.69	182.9	
531	Diag side face mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	35	30	55	1.00	1.00	1.00	143	-21.1	SPL 3.40	211.7	188.9	0.02	211.7	188.9	211.7	188.9	188.9	188.9	182.9	182.9	0.69	182.9	
532	Diag side face mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	35	30	55	1.00	1.00	1.00	143	-21.1	SPL 3.40	211.7	188.9	0.02	211.7	188.9	211.7	188.9	188.9	188.9	182.9	182.9	0.69	182.9	
533	Diag side face mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	35	30	55	1.00	1.00	1.00	143	-21.1	SPL 3.40	211.7	188.9	0.02	211.7	188.9	211.7	188.9	188.9	188.9	182.9	182.9	0.69	182.9	
534	Diag side face mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	35	30	55	1.00	1.00	1.00	143	-21.1	SPL 3.40	211.7	188.9	0.02	211.7	188.9	211.7	188.9	188.9	188.9	182.9	182.9	0.69	182.9	
535	Diag side face mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	35	30	55	1.00	1.00	1.00	143	-21.1	SPL 3.40	211.7	188.9	0.02	211.7	188.9	211.7	188.9	188.9	188.9	182.9	182.9	0.69	182.9	
536	Diag side face mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	35	30	55	1.00	1.00	1.00	143	-21.1	SPL 3.40	211.7	188.9	0.02	211.7	188.9	211.7	188.9	188.9	188.9	182.9	182.9	0.69	182.9	
537	Diag side face mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	35	30	55	1.00	1.00	1.00	143	-21.1	SPL 3.40	211.7	188.9	0.02	211.7	188.9	211.7	188.9	188.9	188.9	182.9	182.9	0.69	182.9	
538	Diag side face mid ex.	EA	S355	S355	100x24-R	1	35	30	55	1.00	1.00	1.00	143	-21.1	SPL 3.40	211.7	188.9	0.02	211.7	188.9									

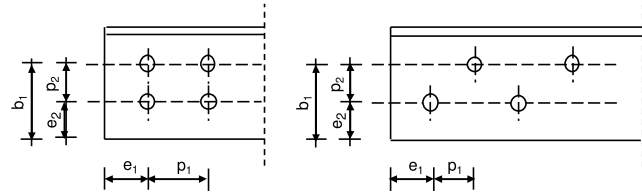
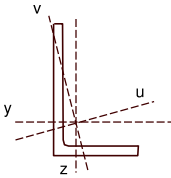


**Angle check**

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

Datum: 2021-09-01  
Auteur: TBR  
Versie: 3.0

Member name	Group 120.1	Conclusion
Section	XEA 200x200x20	U.C. (compression) <b>0,85 &lt; 1,0 OK</b> U.C. (tension) <b>0,67 &lt; 1,0 OK</b>



Steel grade **S355**

**Member loads**

Compressive force  $N_{Ed} =$  **-3568 kN**  
Tensile force **3136 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  $L_{y,buc} =$  **1,68 m**  
System length z-axis  $L_{z,buc} =$  **1,68 m**  
System length v-axis  $L_{v,buc} =$  **1,68 m**  
System length x-axis  $L_{tk,buc} =$  **1,68 m**  
Member type **Leg**  
Type bracing **Non staggered**

**End conditions**

Begin **More than one bolt**  
End **Continuous**  
Restraint code TOWER **C6**

**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 //  $p_1 =$  **80 mm** **Ok**  
Separation distance |  $p_2 =$  **55 mm** **Ok**  
End distance  $e_2 =$  **55 mm** **Ok**  
Double strap or single strap **Double**  
Tie plate  $b_p =$  **180 mm** **OK**  
 $t_p =$  **15 mm** **OK**  
 $e_2 =$  **40 mm** **OK**

A **15350 mm<sup>2</sup>**  
G **122,8 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**

$M_{y,Ed} = 1/4 F_{Ed} L_{pr} =$  **0,63 kNm**  
U.C. = **0,00 < 1,00 OK**

**Results stability**

	$\lambda_{eff,rel}$	$\lambda_{eff}$	$\lambda_{eff,mod}$	$\chi_{buc}$	$\eta$	$N_{b,Rd} = \eta \chi A_f \gamma_{M1}$
$L_{y,buc} =$ 1,68 m	0,26	1,00	0,26	0,98	1	5324 <b>0,67</b>
$L_{z,buc} =$ 1,68 m	0,26	1,00	0,26	0,98	1	5324 <b>0,67</b>
$L_{v,buc} =$ 1,68 m	0,29	0,10+0,80	0,29	0,97	1	5281 <b>0,68</b>
$L_{tk,buc} =$ 1,68 m	0,62			0,77	1	4215 <b>0,85</b>

**Bolted connection**

	$F_{Rd}$ (kN)	U.C.		$F_{Rd}$ (kN)	U.C.
Compression			Tension		
Cross section angle	$F_{u;Rd} =$ 5449	<b>0,65</b>	Net section angle	$F_{u;Rd} =$ 4682	<b>0,67</b>
Cross section tie plate	$F_{u;Rd} =$ 7668	<b>0,47</b>	Net section tie plate	$F_{u;Rd} =$ 6520	<b>0,48</b>
Shear strength	$F_{v;Rd} =$ 6506	<b>0,55</b>	Block shear	$F_{u;Rd} =$ 7499	<b>0,42</b>
Bearing strength	$F_{b;Rd} =$ 8757	<b>0,41</b>	Shear strength	$F_{v;Rd} =$ 6506	<b>0,48</b>
Combined effect	$F_{v;Rd} =$ 6506	<b>0,55</b> elastisch	Bearing strength	$F_{b;Rd} =$ 8624	<b>0,36</b>
			Combined effect	$F_{v;Rd} =$ 6506	<b>0,48</b> 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:

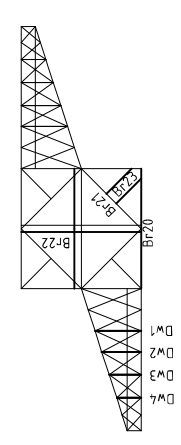
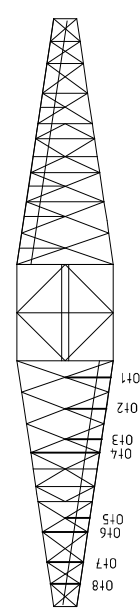
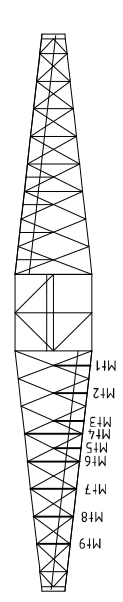
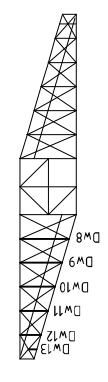
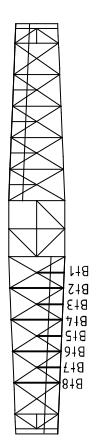
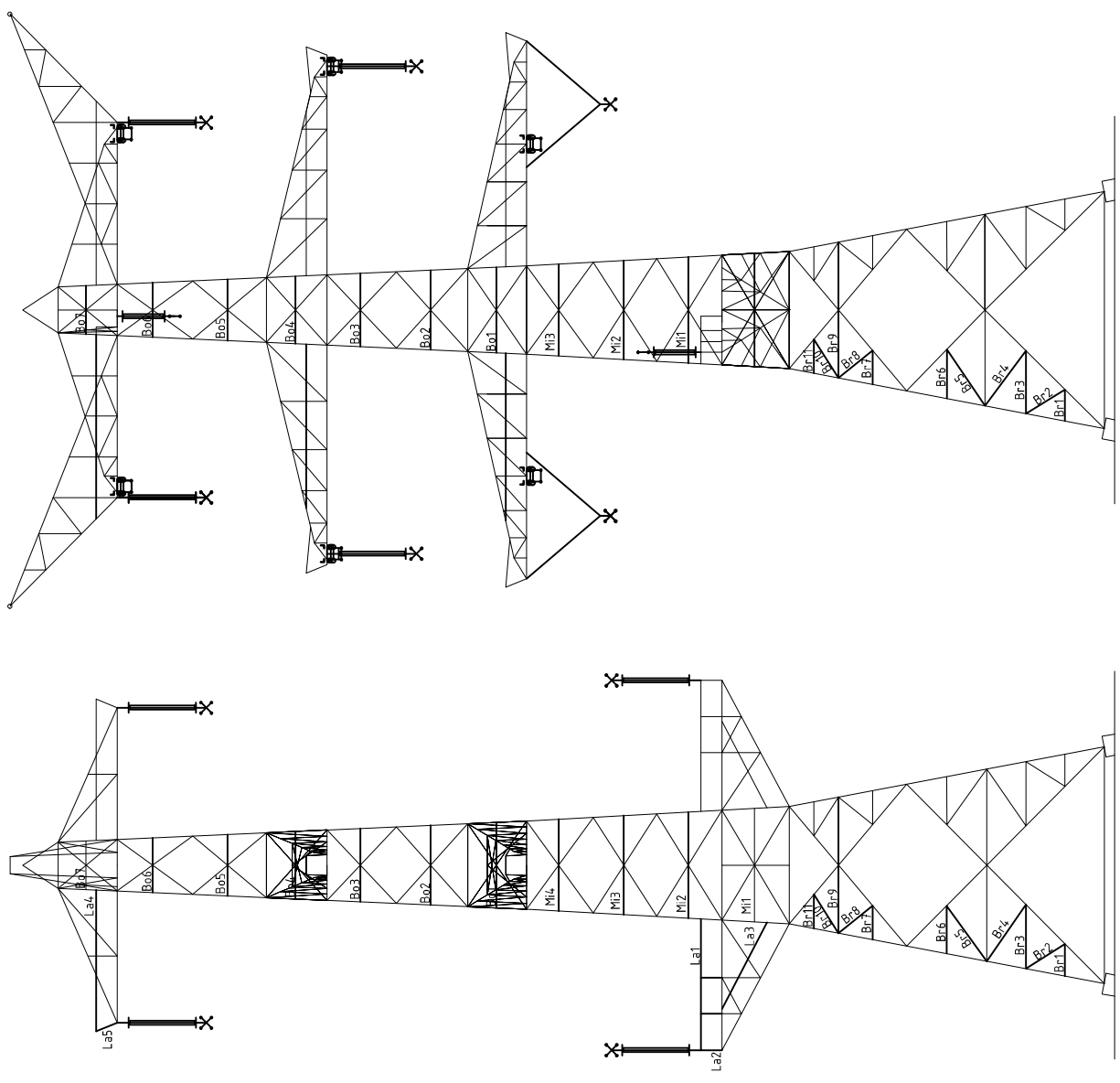
- voldoende trek- of druksterkte als steungevend profiel voor randstijl, 1% van de knikcapaciteit van de randstijl;
- slankheid;
- klimbelasting.

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.

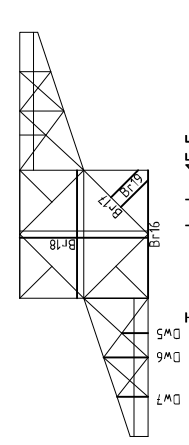
Profielen uit horizontaalverbanden van het onderstuk zijn in PLS-TOWER aanwezig maar worden in deze Appendix aanvullend getoetst op buiging. Profielafmeting en boutverbinding uit PLS-TOWER is leidend.



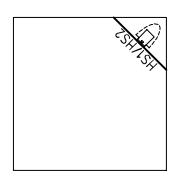
# Overzicht knikverkorters - WA+0/s



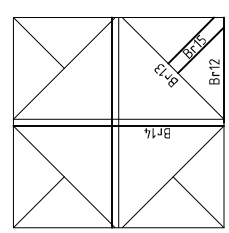
Tussenschot +18,7m



Tussenschot +15,5m



Standaard frame



Tussenschot +6,08m



**Redundant members**

Date: 2021/09/01  
 Author: ICP  
 Version: 1.9

RLI-TLB  
 WA+0\_S

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt Quality	Length (m)	Angle (°)	Slenderness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Max. usage	Notes
Br1	Broekstuk	Enkele staaf	L55x6	S3550	M16	8.8	1.53	0	143	41.8	0.57	52.0	60.3	51.5	75.3	1.15	0.81	Bearing
Br2	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S3550	M16	8.8	2.20	58	160	41.8	0.00	57.1	60.3	52.3	122.3	1.99	0.80	Bearing
Br3	Broekstuk	Enkele staaf	L80x6	S3550	M16	8.8	3.05	0	194	41.8	1.14	49.8	60.3	52.3	145.8	2.68	0.84	Buckling
Br4	Broekstuk	Enkele staaf	L80x6	S3550	M16	8.8	3.28	35	209	41.8	0.00	44.6	60.3	52.3	145.8	2.68	0.94	Buckling
Br5	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S3550	M16	8.8	3.27	36	208	41.8	0.00	44.8	60.3	52.3	145.8	2.68	0.93	Buckling
Br6	Broekstuk	Enkele staaf	L80x6	S3550	M16	8.8	2.28	0	166	41.8	0.86	54.3	60.3	52.3	122.3	1.99	0.80	Bearing
Br7	Broekstuk	Enkele staaf	L55x6	S3550	M16	8.8	1.62	0	151	42.2	0.61	48.1	60.3	51.5	75.3	1.15	0.88	Buckling
Br8	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S3550	M16	8.8	2.10	51	153	42.2	0.00	61.0	60.3	52.3	122.3	1.99	0.81	Bearing
Br9	Broekstuk	Enkele staaf	L80x6	S3550	M16	8.8	3.24	0	206	42.2	1.22	45.5	60.3	52.3	145.8	2.68	0.93	Buckling
Br10	Broekstuk	Enkele staaf	L55x6	S3550	M16	8.8	1.62	0	151	42.2	0.61	48.1	60.3	51.5	75.3	1.15	0.88	Buckling
Br11	Broekstuk	Enkele staaf	L55x6	S3550	M16	8.8	1.62	0	151	42.2	0.61	48.1	60.3	51.5	75.3	1.15	0.88	Buckling
Br12	Tussenschot +6,08m	Enkele staaf	L100x8	S3550	M20	8.8	4.58	0	232	0.0	1.72	62.5	94.1	95.0	244.6	5.49	0.33	Bending
Br13	Tussenschot +6,08m	Kniksteun op 0,5L	L100x8	S3550	M20	8.8	6.58	0	214	0.0	2.47	59.8	94.1	95.0	244.6	7.19	0.34	Bending
Br14	Tussenschot +6,08m	Kruisende staaf halverwege	L100x8	S3550	M20	8.8	9.15	0	232	0.0	1.72	62.4	94.1	95.0	244.6	7.19	0.24	Bending
Br15	Tussenschot +6,08m	Enkele staaf	L70x6	S3550	M16	8.8	3.11	0	227	0.0	1.17	34.0	60.3	52.3	122.3	1.99	0.61	Bending
Br16	Tussenschot +15,5m	Kniksteun op 0,5L	L150x12	S3550	M24	8.8	5.56	0	121	0.0	2.09	278.4	135.6	180.9	583.3	24.04	0.09	Bending
Br17	Tussenschot +15,5m	Kruisende staaf halverwege	L80x8	S3550	M16	8.8	3.94	0	163	0.0	1.48	68.9	94.1	95.0	181.9	4.46	0.33	Bending
Br18	Tussenschot +15,5m	Kruisende staaf halverwege	L60x6	S3550	M16	8.8	5.58	0	239	0.0	1.05	26.7	60.3	52.3	98.8	1.88	0.56	Bending
Br19	Tussenschot +15,5m	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	1.97	0	202	0.0	0.74	24.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.94	Bending
Br20	Tussenschot +18,7m	Kniksteun op 0,5L	L100x10	S3550	M24	8.8	5.23	0	172	0.0	1.96	99.7	135.6	150.8	290.1	8.75	0.22	Bending
Br21	Tussenschot +18,7m	Kniksteun op 0,5L	L80x8	S3550	M20	8.8	3.70	0	153	0.0	1.39	74.6	94.1	95.0	181.9	4.46	0.31	Bending
Br22	Tussenschot +18,7m	Kruisende staaf halverwege	L55x6	S3550	M16	8.8	5.23	0	244	0.0	0.98	23.5	60.3	51.5	75.3	1.56	0.63	Bending
Br23	Tussenschot +18,7m	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	1.85	0	190	0.0	0.69	26.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.88	Bending
M1	Tussenstuk1	Enkele staaf	L70x6	S3550	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	S3550	M16	8.8	2.52	0	184	38.3	0.95	47.0	60.3	52.3	122.3	1.99	0.81	Buckling
M3	Tussenstuk2	Enkele staaf	L70x6	S3550	M16	8.8	2.35	0	171	37.8	0.88	52.0	60.3	52.3	122.3	1.99	0.73	Buckling
M4	Tussenstuk2	Enkele staaf	L60x6	S3550	M16	8.8	2.18	0	187	37.8	0.82	38.9	60.3	52.3	98.8	1.40	0.97	Buckling
Bo1	Bovenstuk1	Enkele staaf	L55x6	S3550	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	S3550	M16	8.8	1.90	0	195	24.0	0.71	25.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.94	Buckling
Bo3	Bovenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	1.74	0	179	24.0	0.65	28.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.83	Buckling
Bo4	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	1.61	0	165	12.0	0.60	32.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.77	Bending
Bo5	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S3550	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	S3550	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	S3550	M16	8.8	1.16	0	119	8.5	0.43	49.9	60.3	41.3	43.1	0.8	0.55	Bending
O1	Ondertaverse	Enkele staaf	L60x6	S3550	M16	8.8	2.00	0	171	0.0	0.75	44.3	60.3	52.3	98.8	1.4	0.55	Bending
O2	Ondertaverse	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	1.79	0	184	0.0	0.67	27.7	60.3	41.3	43.1	0.8	0.86	Bending
O3	Ondertaverse	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	1.60	0	164	0.0	0.60	32.6	60.3	41.3	43.1	0.8	0.76	Bending
O4	Ondertaverse	Enkele staaf	L70x6	S3550	M16	8.8	3.00	0	219	0.0	1.13	36.0	60.3	52.3	122.3	2.0	0.59	Bending
O5	Ondertaverse	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	1.08	0	111	0.0	0.41	54.0	60.3	41.3	43.1	0.8	0.52	Bending
O6	Ondertaverse	Enkele staaf	L60x6	S3550	M16	8.8	1.97	0	166	0.0	0.74	45.3	60.3	52.3	98.8	1.4	0.54	Bending
O7	Ondertaverse	Enkele staaf	L60x6	S3550	M16	8.8	1.59	0	136	0.0	0.60	60.7	60.3	52.3	98.8	1.4	0.44	Bending
O8	Ondertaverse	Enkele staaf	L60x6	S3550	M16	8.8	1.30	0	111	0.0	0.49	77.5	60.3	52.3	98.8	1.4	0.36	Bending
M1	Middentaverse	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	1.60	0	164	0.0	0.60	32.6	60.3	41.3	43.1	0.8	0.76	Bending
M2	Middentaverse	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	1.47	0	151	0.0	0.55	36.6	60.3	41.3	43.1	0.8	0.70	Bending
M3	Middentaverse	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	1.34	0	137	0.0	0.50	41.7	60.3	41.3	43.1	0.8	0.64	Bending
M4	Middentaverse	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	2.54	0	237	0.0	0.95	24.6	60.3	41.3	43.1	1.2	0.85	Bending
M5	Middentaverse	Enkele staaf	L50x5	S3550	M16	8.8	1.20	0	123	0.0	0.45	47.6	60.3	41.3	43.1	0.8	0.57	Bending
M6	Middentaverse	Enkele staaf	L55x6	S3550	M16	8.8	2.28	0	212	0.0	0.85	29.3	60.3	51.5	75.3	1.2	0.76	Bending





**Redundant members**

Date: 2021/09/01  
 Author: ICP  
 Version: 1.9

RLI-TLB  
 WA+0\_s

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt Quality	Length (m)	Angle (°)	Slenderness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Max. usage	Notes
M7	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.01	0	206	0.0	0.75	23.3	60.3	41.3	43.1	0.8	0.96	Bending
M8	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.74	0	179	0.0	0.65	26.9	60.3	41.3	43.1	0.8	0.83	Bending
M9	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.22	0	125	0.0	0.46	46.8	60.3	41.3	43.1	0.8	0.58	Bending
B1	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.19	0	122	0.0	0.45	48.2	60.3	41.3	43.1	0.8	0.57	Bending
B2	Boventraverse	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.33	0	218	0.0	0.88	28.1	60.3	51.5	75.3	1.2	0.78	Bending
B3	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.14	0	117	0.0	0.43	50.8	60.3	41.3	43.1	0.8	0.54	Bending
B4	Boventraverse	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.22	0	208	0.0	0.83	30.3	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	32.8	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	56.9	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	0.98	Bending
Dw1	Dwastraverse	Enkele staaf	L50x6	S355J0	M16	8.8	2.92	0	173	0.0	0.76	25.7	60.3	48.8	48.8	1.4	0.86	Bending
Dw2	Dwastraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.20	0	144	0.0	0.53	36.2	60.3	41.3	43.1	0.8	0.67	Bending
Dw3	Dwastraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.20	0	144	0.0	0.53	36.2	60.3	41.3	43.1	0.8	0.67	Bending
Dw4	Dwastraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.07	0	110	0.0	0.40	54.6	60.3	41.3	43.1	0.8	0.51	Bending
Dw5	Dwastraverse	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
Dw6	Dwastraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.93	0	198	0.0	0.72	24.7	60.3	41.3	43.1	0.8	0.92	Bending
Dw7	Dwastraverse	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
Dw8	Dwastraverse	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.14	0	200	0.0	0.80	32.1	60.3	51.5	75.3	1.2	0.72	Bending
Dw9	Dwastraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.83	0	188	0.0	0.69	26.8	60.3	41.3	43.1	0.8	0.87	Bending
Dw10	Dwastraverse	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
Dw11	Dwastraverse	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	0.58	Bending
Dw12	Dwastraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	0.91	0	93	0.0	0.34	64.7	60.3	41.3	43.1	0.8	0.44	Bending
Dw13	Dwastraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	0.40	0	41	0.0	0.15	96.9	60.3	41.3	43.1	0.8	0.19	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

## APPENDIX D

### Blokdeuvels

De belastingen op de fundatie uit Appendix A ontleend aan de berekening in PLS TOWER zijn uitgangspunt voor de berekening van de ingestorte rand met blokdeuvels. De belastingen in de richting van de randstijl zijn van toepassing. In de tabellen is dit opgenomen in de laatste kolom  $R_{z,lok}$ . De controles zijn uitgevoerd met een spreadsheet. Vanwege de helling van de drukdiagonaal wordt per krachtrichting bepaald hoeveel deuvels effectief zijn. In onderstaande tabel zijn reacties op de fundering van WA+0/s opgenomen.

#### Masttype WA+0/s

Belasting	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
Max. druk	SPLS 3_90 Ah All Cts	484	-569	<b>-3054</b>	60	-744	-62	-3143
Max. trek	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	399	-466	<b>2577</b>	-47	612	68	2648
Max. pos. torsie	SPLS 3_90 Ah Ct1	-196	163	-30	<b>254</b>	-23	15	-35
Max. neg. torsie	SPLS 3_90 Ba Ct1	198	161	-49	<b>-254</b>	-26	13	-54
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	399	-466	<b>2577</b>	<b>-47</b>	612	68	2648

Er wordt voor gekozen om de blokdeuvels universeel voor solo-hoekmasten uit te werken ongeacht het profiel van de randstijl, dit betreft een XEA200x200x20 of XEA200x200x24-profiel. Het gaat om 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/s;
- Masttype WA+0/s

De blokdeuvels worden getoetst op de maatgevende belasting van bovenstaande masttypen en het minimale profiel XEA200x200x20. 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 blokdeugel 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.



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	<b>XEA 200x200x20</b>	
Type	Double (XEA)	
Steel material	S355	
Cross section	15270 mm <sup>2</sup>	
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 <sup>2</sup>
$A_{f2} = A_{f2,out} + A_{f2,in} =$	25087.5 mm <sup>2</sup>
Slope	1 : 5
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}} =$	1.79
$f_{jd} = C_A \times f_{cd} =$	27.0 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} =$	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 <sup>2</sup>
$c = t\sqrt{(f_{yd} / 3f_{jd})} =$	53 mm
$m^* = \min(c, m) =$	30 mm
Type foot plate	Extending
Effective for	Compr. and tension
$A_{p,c} =$	66870 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = A_{p,druk} \times f_{jd} =$	1742 kN
$A_{p,t} =$	51600 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd} =$	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
$F_{Rd,c} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate} =$	<b>5107 kN</b>
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
$F_{Rd,t} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate} =$	<b>4710 kN</b>
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 <sup>2</sup>	
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 <sup>2</sup>
$A_{f2} =$	48578 mm <sup>2</sup>
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}} =$	2.01 -
$f_{jd} = K_d \times f_{cd} =$	30.3 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} \times C_{red} =$	<b>5809 kN</b>
U.C. compression	0.72 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} \times C_{red} =$	<b>5809 kN</b>
U.C. tension	0.64 < 1,00 OK
U.C. welds	0.46 < 1,00 OK

#### Design value concrete strength

Material factor	$\gamma_c$	1.5
Add. mat. factor	$\gamma_m$	1.33 -
$f_{cd} =$	15.0 N/mm <sup>2</sup>	

#### "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 <sup>2</sup>
Capacity tubular pile	7100 kN/m	
U.C.	0.25 < 1,00 OK	

#### Steel tower stub

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

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

### Welds of shear blocks of main leg

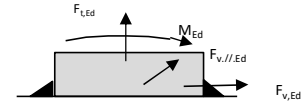
Out-of-plane loading

#### Plate

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

#### Welds

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



#### Member forces

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

#### Stress components

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


---

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

#### Check

$\sigma_{vw,Ed} = 212 \text{ N/mm}^2 \leq f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.49 OK**  
 $\sigma_1 = 106 \text{ N/mm}^2 \leq 0,9f_u / \gamma_{M2} = 353 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.30 OK**

### Welds of shear blocks of pile

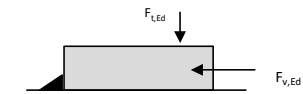
Out-of-plane loading

#### Plate

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

#### Welds

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



#### Member forces

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

#### Stress components

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


---

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

#### Check

$\sigma_{vw,Ed} = 200 \text{ N/mm}^2 \leq f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.46 OK**  
 $\sigma_1 = 100 \text{ N/mm}^2 \leq 0,9f_u / \gamma_{M2} = 353 \text{ N/mm}^2$  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

---

## BEREKENING LIGGERS

### 1 INLEIDING

#### 1.1 Inleiding

In deze Appendix worden de volgende onderdelen berekend:

- De belastingen op de post-isolatoren van onder-, boven- en middentraverse door wind en eigen gewicht;
- De dimensionering van de ligger voor de post-isolator van de boven- en middentraverse;
- De dimensionering van de liggers voor de post-isolatoren van de ondertraverse;
- De dimensionering van de liggers voor de verticale geleider van de extra traverses.
- De afspanliggers van de 380 kV-fasegeleiders.

Berekeningen worden uitgevoerd voor:

1. 380 kV-post-isolatorpaar met aluminium buis, vast bevestigd onder de afspanliggers (boven- en middentraverse);
2. 380 kV-post-isolatorpaar met aluminium buis in tetraëder-configuratie, scharnierend bevestigd aan liggers in de traverse.

#### 1.2 Uitgangspunten & afmetingen post-isolatoren

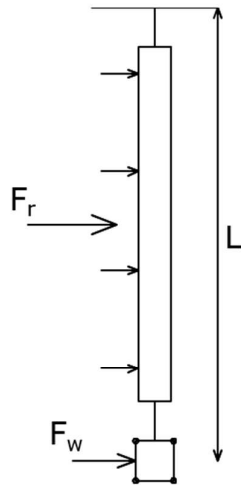
Voor het berekenen van de liggers voor de ophanging van de post-isolatoren in de mastkoppen van de HA-masten wordt één berekening gemaakt met de volgende uitgangspunten:

- Windgebied II;
  - Windhoogte 54,5m (gebaseerd op hoogste mast WA+6/c);
  - Onbebouwd;
- Referentieperiode 50 jaar;
- Belastingfactor 1,5.

De volgende factoren volgens NEN-EN 50341-2-15:2019 en PVE05.000 en worden gehanteerd:

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

Onderstaand zijn de optredende belastingen geschematiseerd:



**Figuur 1 Belastingenschema**

Conform het uitgangspuntendocument zijn de afmetingen als volgt:

**Tabel 1 Gegevens post-isolatoren**

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m]
Fasegeleider 380 kV	Bretelfixatie	2,0	4,5	1,0
Fasegeleider 150 kV	Bretelfixatie	1,5	2,7	0,7

De diameter van de geleiders in de bundel is 32 mm. Lengte van geleiderbundel per post-isolator wordt hierna bepaald.

Voor de aluminium buis wordt op basis isolatortekening 10124719-040-1042 uitgegaan van  $\text{Ø}250 \times 10$  met gewicht van ca. 21 kg/m. De lengte van de buis op de ondertraverse is maximaal met circa 6 m. Per isolator wordt de helft (3 m) gedragen.

**Tabel 2 Gegevens aluminium buis**

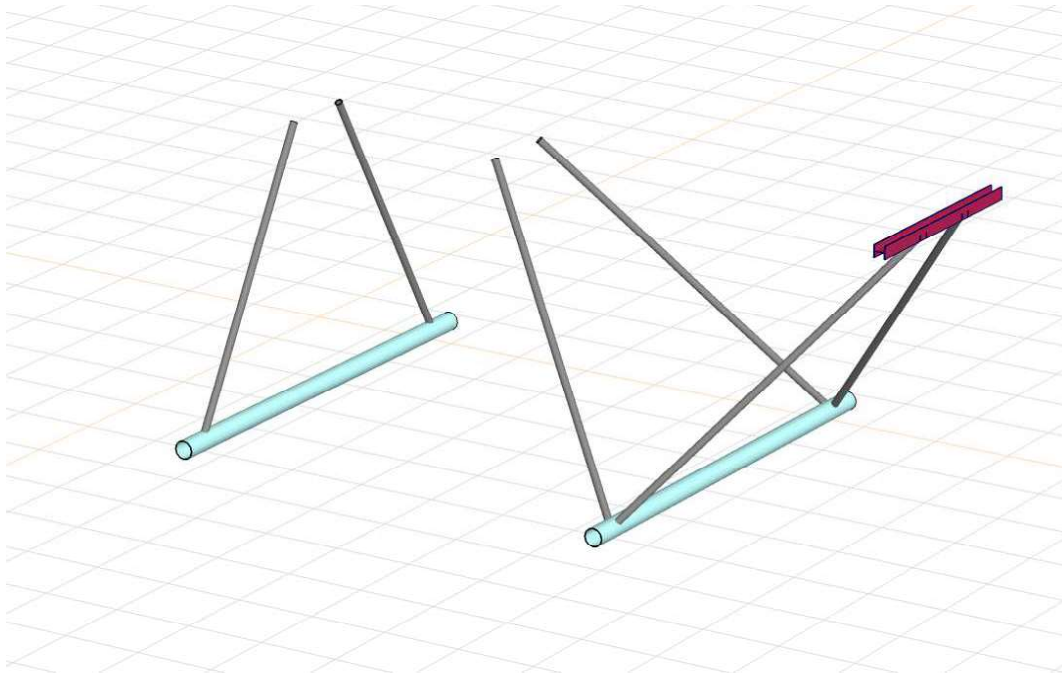
Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m]
Wisseling 380 kV	Alu $\text{Ø}250 \times 10$	0,6 kN	3,0	0,7



## 2 BEREKENING ISOLATORCONSTRUCTIE

### 2.1 Model

In Figuur 2 is het staafelementenmodel van de constructie weergegeven.



Figuur 2 Model van post-isolatoren met buis

### 2.2 Belastingen

Windbelasting	Gebied II, onbebouwd	
	$P_w =$	1,41 kN/m <sup>2</sup>
	Hoogte component $\leq$	54,5 m
	Dragfactor isolator $C_t =$	1,2
	Dragfactor geleider $C_t =$	0,9
	Structural factor $C_s =$	1,0

Er komen wat betreft belasting twee varianten voor:

1. 380 kV geleiderbundel en aluminium buis met twee post-isolatoren;
  - o Lengte geleider naar fase aan post-isolator 5 m.
  - o Lengte geleider naar onderliggende fase aan post-isolator ca. 8 m.
  - o Lengte alu-buis aan post-isolator ca. 6 m
2. 380 kV geleiderbundel en aluminium buis met twee maal twee post-isolatoren;
  - o Lengte geleider naar fase aan post-isolator ca. 5 m.
  - o Lengte geleider naar onderliggende fase 2 aan post-isolator ca. 8 m.
  - o De geleider loopt in horizontale richting af naar de verticale geleider voor de mast, de overspanning is 10 meter, uitgegaan wordt van een 60° hoek.

- o Lengte alu-buis aan post-isolator ca. 6 m

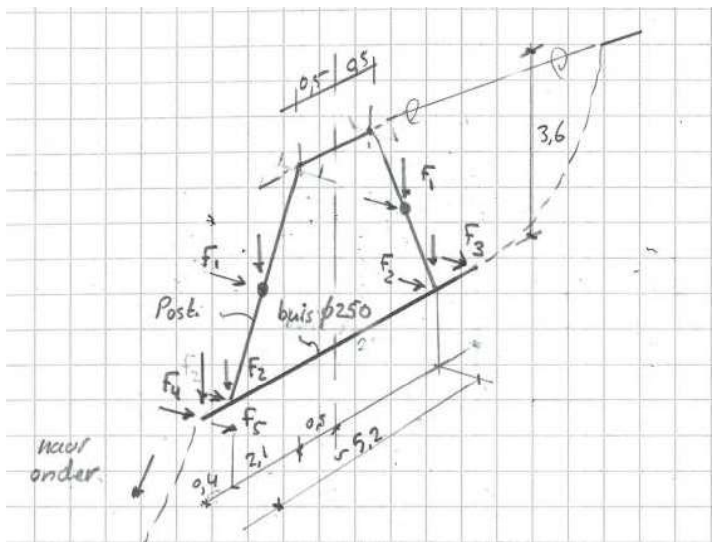
De trekkracht in de bretelle veroorzaakt door de dwarscomponent een extra horizontale kracht op de buisbevestiging. Bij de boven- en middentraverse is de richtingsverandering gering, gerekend wordt met 0,5 kN belasting haaks op de buis.

Bij de ondertraverse verloopt de geleider naar de verticale geleider voor het mastvlak. De trekkracht wordt bepaald uitgaande van het verticale gewicht van de geleiderbundel en de zeeg tussen verticale geleider en afspanisolator.

De lengte van de verbindingsgeleider is circa 8 m. Uitgangspunt is 0,1 m zeeg vanwege mogelijk bewegingen in verticale geleider en daardoor aantrekken bij windbelasting. De geleider maakt een hoek van circa 60° met de richting van aluminium buis. De krachten zijn dan gelijk aan:

- $F_{h,evenw} = 1/8 \cdot q \cdot L^2 / u = 1/8 \cdot 0,0708 \text{ kN/m} \cdot (8 \text{ m})^2 / 0,2 \text{ m} = 3 \text{ kN};$
- $F_{h,ge1} = 3 \text{ kN} \cdot \sin 60 = 2,6 \text{ kN}.$

## 2.3 Schema boven- en middentraverse



Figuur 3 Schema met puntlasten

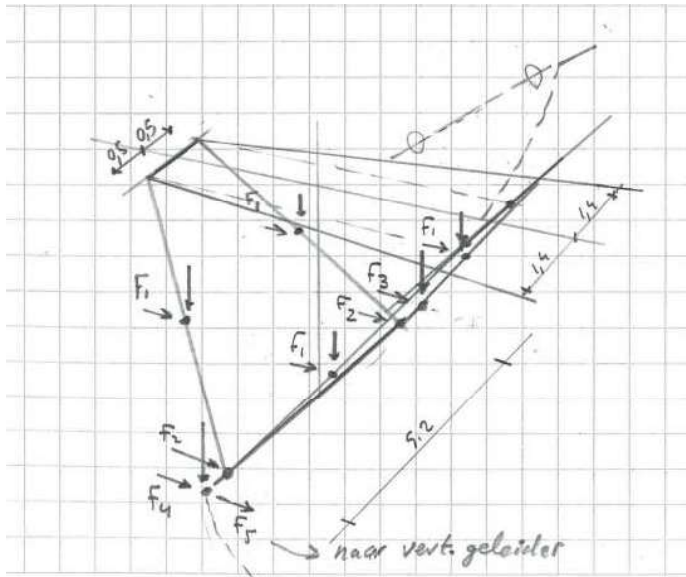
### Gewichtsbelastingen

F1	E.G. Post		2,7 kN
F2	E.G. buis	$3 \text{ m} \times 0,21 + 0,3 \text{ (verbinding)} =$	0,9 kN
F3	Geleider 1	$0 \text{ m} \times 4 \times 0,0177 + 0,3 \text{ (afstandhouders)}$	0,0 kN
F4	Geleider 2	$8 \text{ m} \times 4 \times 0,0177 + 0,3 \text{ (afstandhouders)}$	0,9 kN

### Horizontale belasting

F1	Wind op post	$1,2 \times 1,0 \times 1,41 \times 1 \text{ m}^2 =$	1,7 kN
F2	Wind op buis	$1,2 \times 1,0 \times 1,41 \times 3 \text{ m} \times 0,25 \text{ m}^2 =$	1,3 kN
F3	Wind op geleider 1	$0,9 \times 1,0 \times 1,41 \times 4 \times 0,032 \times 1/2 \times 5 \text{ m} =$	0,4 kN
F4	Wind op geleider 2	$0,9 \times 1,0 \times 1,41 \times 4 \times 0,032 \times 1/2 \times 8 \text{ m} =$	0,6 kN
F5	Schuine afloop		0,5 kN

## 2.4 Schema ondertraverse



**Figuur 4 Schema isolatoren ondertraverse**

Gewichtsbelastingen

F1	E.G. Post		2,7 kN
F2	E.G. buis	$3 \text{ m} \times 0,21 + 0,3 \text{ (verbinding)} =$	0,9 kN
F3	Geleider 1	$0 \text{ m} \times 4 \times 0,0177 + 0,3 \text{ (afstandhouders)}$	0,0 kN
F4	Geleider 2	$1/2 \times 8 \text{ m} \times 4 \times 0,0177 + 0,3 \text{ (afstandhouders)}$	0,6 kN

Horizontale belasting

F1	Wind op post	$1,2 \times 1,0 \times 1,41 \times 1 \text{ m}^2 =$	1,7 kN
F2	Wind op buis	$1,2 \times 1,0 \times 1,41 \times 3 \text{ m} \times 0,25 \text{ m}^2 =$	1,3 kN
F3	Wind op geleider 1	$0,9 \times 1,0 \times 1,41 \times 4 \times 0,032 \times 1/2 \times 5 \text{ m} =$	0,4 kN
F4	Wind op geleider 2	$0,9 \times 1,0 \times 1,41 \times 4 \times 0,032 \times 1/2 \times 8 \text{ m} \cos 60 =$	0,3 kN
F5	Schuine afloop		2,6 kN

## 2.5 Resultaat

De berekening is uitgevoerd met AxisVM en achterin deze appendix opgenomen.

De oplegreacties van de isolatoren van dit model van de boven- en middentraverse worden gebruikt voor de berekening van de HEB-liggers waar de post-isolatoren mee wordt verbonden.

De dubbele post-isolatoren van de ondertraverse zijn scharnierend verbonden via een HEB-ligger in de traverse. Deze HEB-ligger is direct in het model meegenomen ter verificatie. Hierbij is rekening gehouden met de excentrische verbinding.

Uit de berekening blijkt dat de ligger voldoet. Een maximale buigspanning van  $30 \text{ N/mm}^2$  is gevonden.

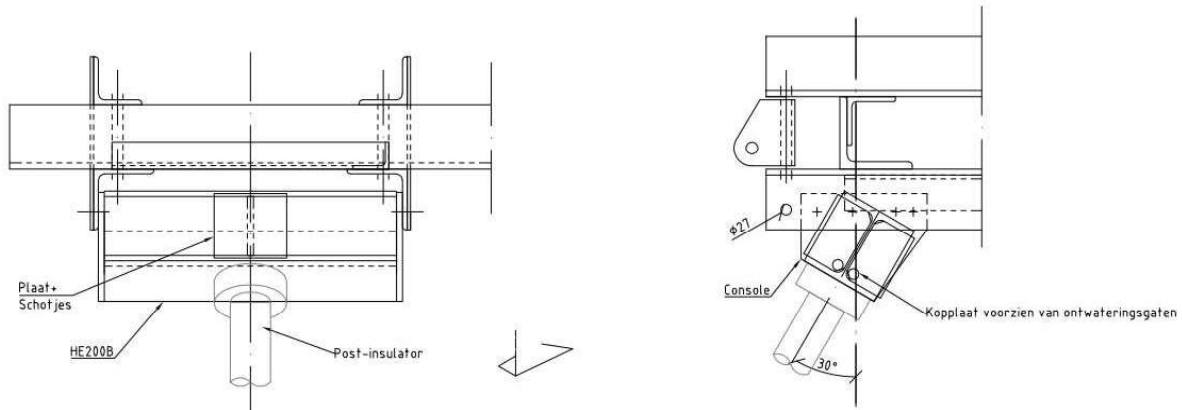
U.C. =  $30 / 355 = 0,08 \leq 1,00$  OK.

### 3 380 KV – POST-ISOLATOR BOVEN- EN MIDENTRVERSE

De 380 kV-post-isolatoren worden bij de midden- en boventraverse via een korte ligger uit HE200B-profiel bevestigd. De ligger wordt aangebracht onder de afspanliggers.

#### 3.1 Model

In Figuur 5 is het principedetail opgenomen.



**Figuur 5 Principedetail ophanging boven- en middentraverse**

De HE200B-ligger is met het programma AxisVM getoetst tegen de buiging vanuit de post-insulator.

#### 3.2 Belastingen

De belastingen zijn ontnomen uit het AxisVM-model van de post-insulator. De twee belastinggevallen volgens Tabel 3 zijn berekend.

**Tabel 3 Staafkrachten post-insulator**

Belasting	Wind Loodrecht	Wind evenw	
<b>Nx</b>	5,6	4,5	kN
<b>Vy</b>	6,2	-5,0	kN
<b>Vz</b>	1,4	0,8	kN
<b>Tx</b>	0	0	kNm
<b>My</b>	2,6	0	kNm
<b>Mz</b>	-20,7	15,6	kNm

#### 3.3 Toetsing

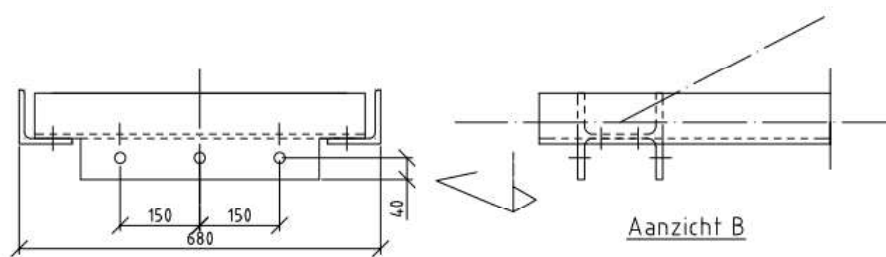
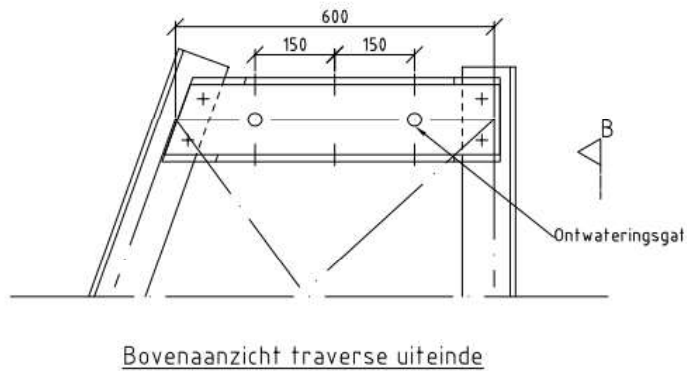
Zie verder de uitvoer van AxisVM.

U.C. =  $202 \text{ N/mm}^2 / 355 \text{ N/mm}^2 = 0,57 \leq 1,00$  OK.

Profiel HE200B voldoet.

## 4 LIGGERS VERTICALE GELEIDER

De verticale geleider wordt via een HE-profiel met flenzen verticaal georiënteerd bevestigd (zie Figuur 6)..



**Figuur 6 Ligger voor bevestiging verticale geleider**

Het profiel wordt gecontroleerd op buiging. Maatgevend is de belasting door kortsluiting.

Op basis van de uitvoer van Appendix A wordt gerekend met een verticale puntlast van 60 kN (rekenwaarde). Als horizontale belasting wordt uitgegaan van 10° schieffstand van de geleider in combinatie met de trekkracht.

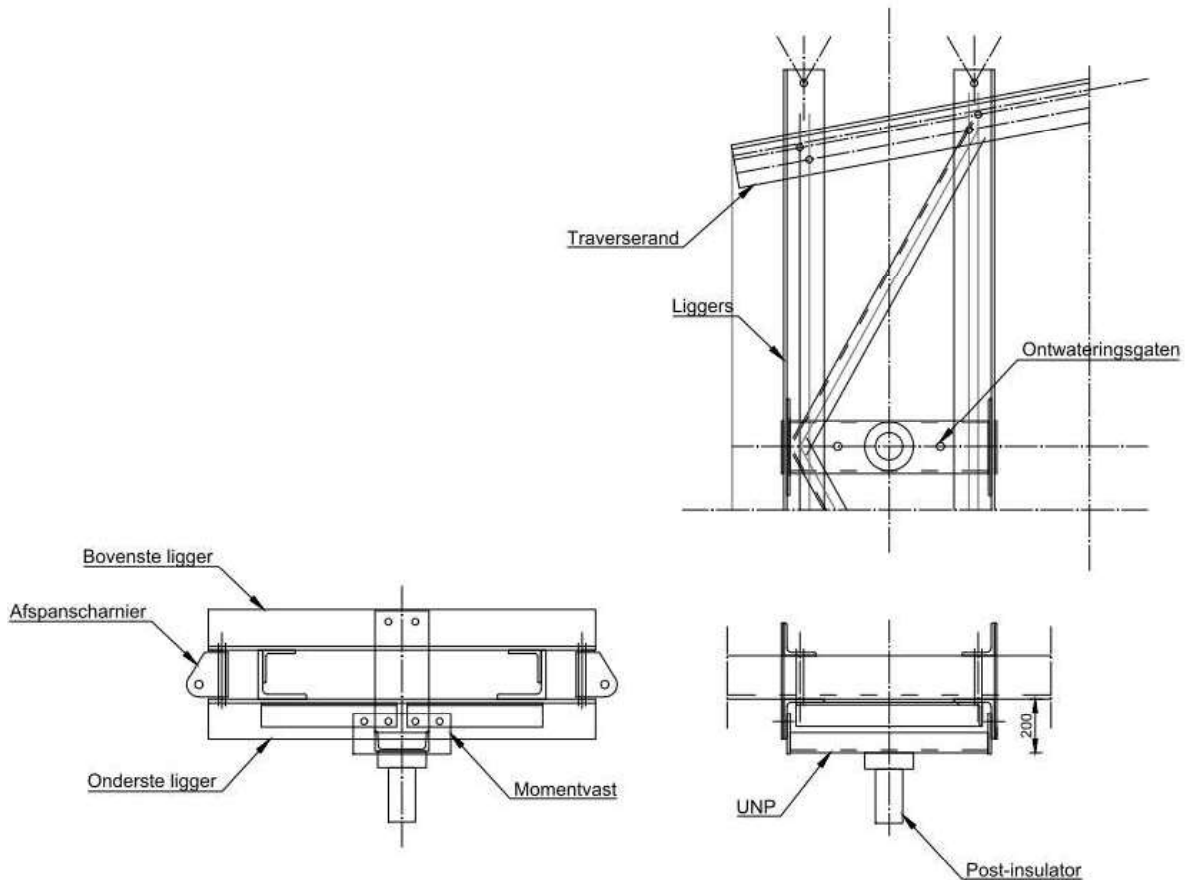
Zie uitvoer spreadsheet achterin deze appendix:

U.C. = 0,30 ≤ 1,00 OK.

Profiel HE160B voldoet

## 5 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 7 Principe van de afspanliggers. De uitkragende ligger wordt in het geval van een lijnhoek op buiging belast door de kracht uit de afspanketting (detail post-isolator in deze figuur niet van toepassing bij WA+0\_s)**

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

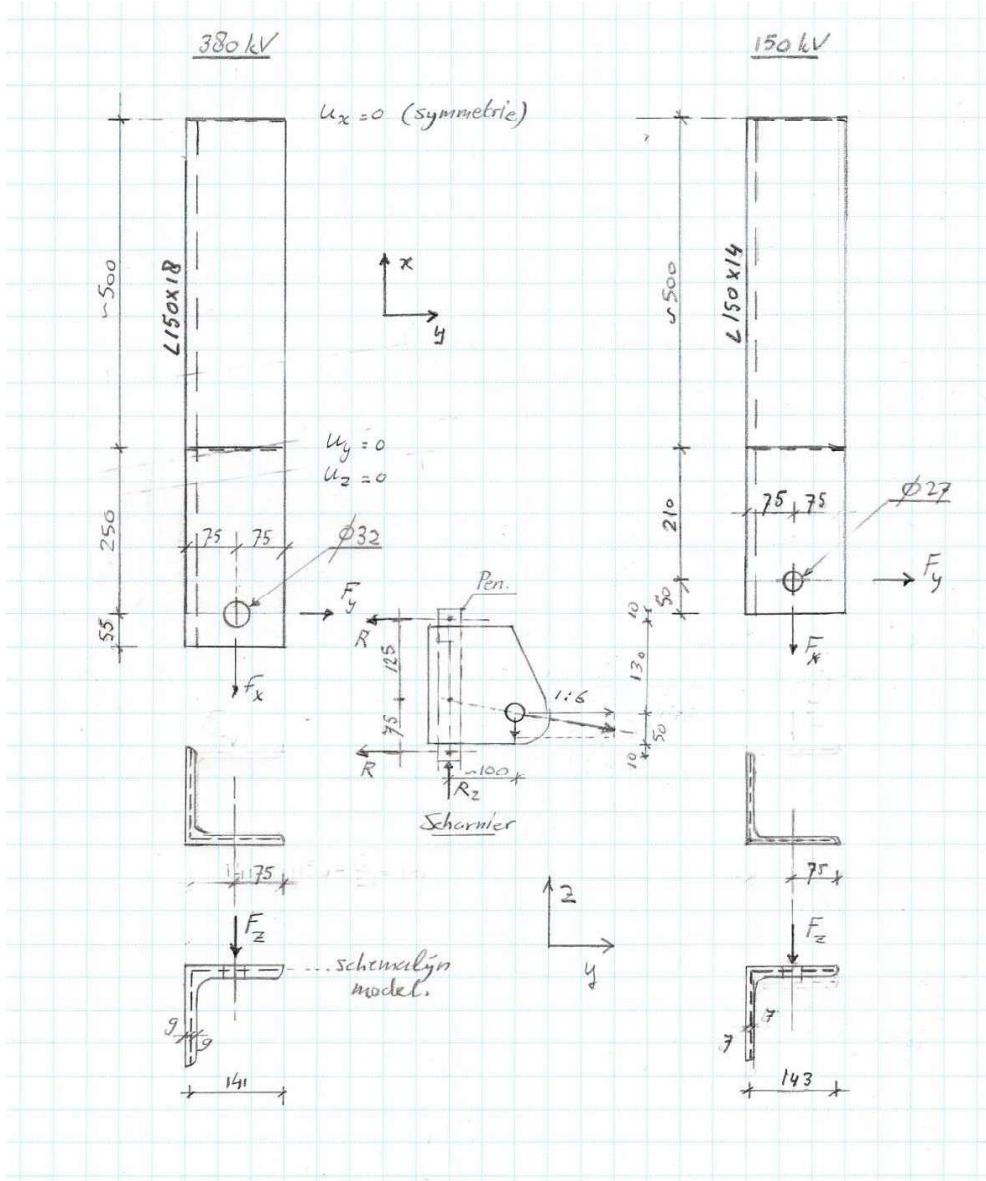
Vanwege uniformiteit over de masttypes in afspanscharnieren wordt de controle uitgevoerd op basis van het masttype met de grootste lijnhoek en de grootste uitkraging. Dit is de HC+0-mast van het solo-type, omdat de ondertraverse de grootste breedteverandering heeft, met bijbehorend grootste uitkraging.

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

Twee profielen worden in één berekening gecontroleerd: het profiel voor de 150 kV-afspankettingen (L150x150x14) en het profiel voor de 380 kV-afspankettingen (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.

## 5.1 Schema



**Figuur 8 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.

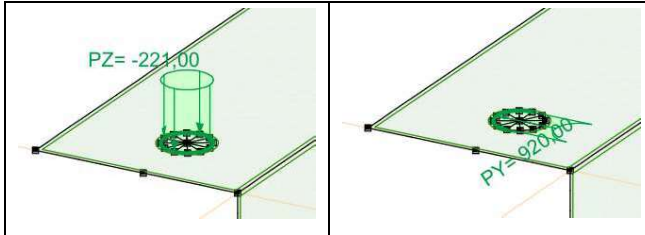
## 5.2 Belastingen

In Tabel 4 zijn belastingen weergegeven, afgeleid uit de berekende geleiderbelastingen.

**Tabel 4 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 9 Invoer van belastingen als lijnlast rondom boutgat**

De belasting van Tabel 4 wordt verdeeld over twee kettingen. Vanwege de geometrie van het afspanscharnier wordt circa 65% van de belasting verdeeld naar de onderste ligger.

**Tabel 5 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 6 zijn de lijnlasten berekend met bovenstaande formule. Deze zijn in AxisVM ingevoerd.

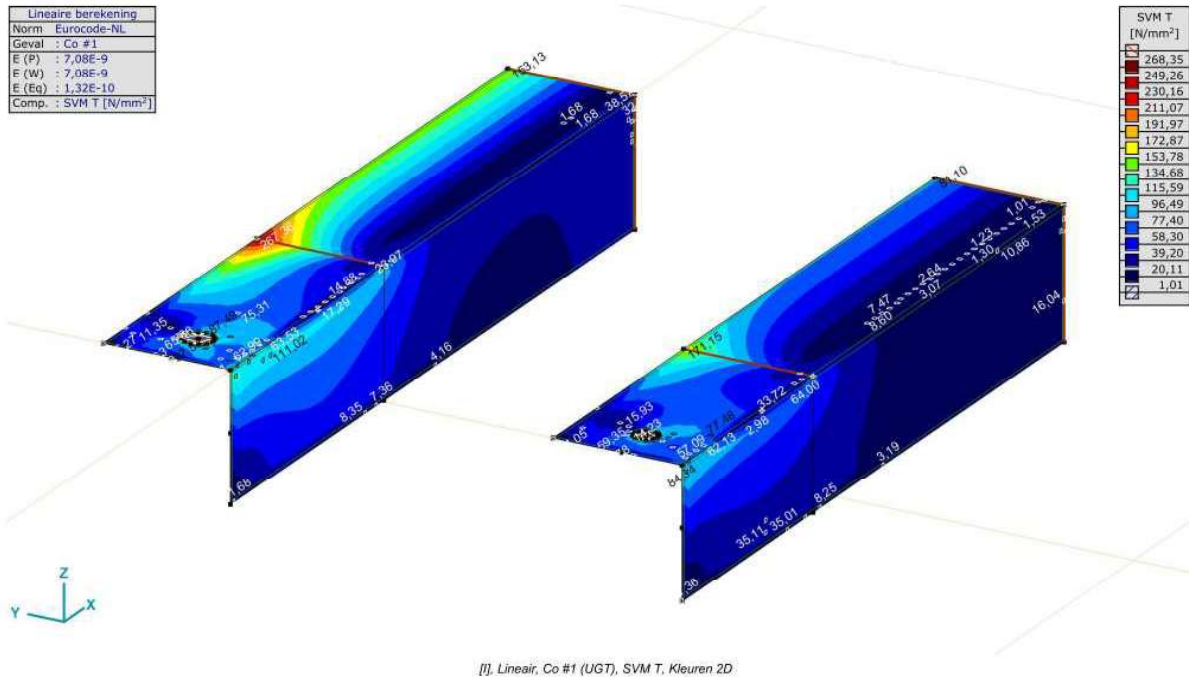
**Tabel 6 lijnlast rond gat**

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



### 5.3 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 10 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**

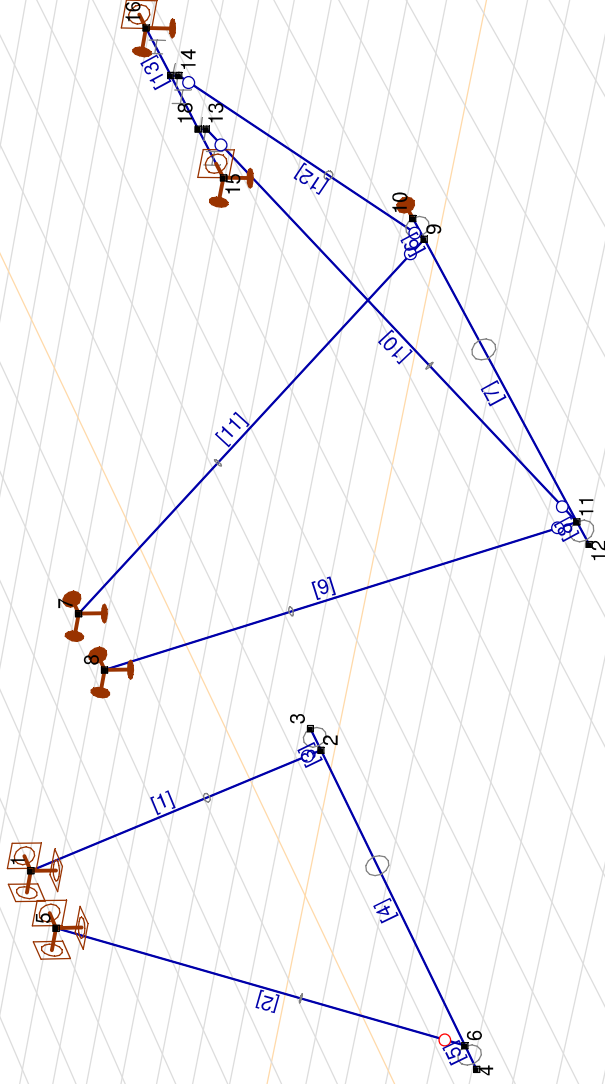
AxisVM X6 R1h - Geregistreerd aan DNV GL - Energy  
Model 380 kV wisseling.axs

**Rapport**

## Rapport, Inhoudsopgave

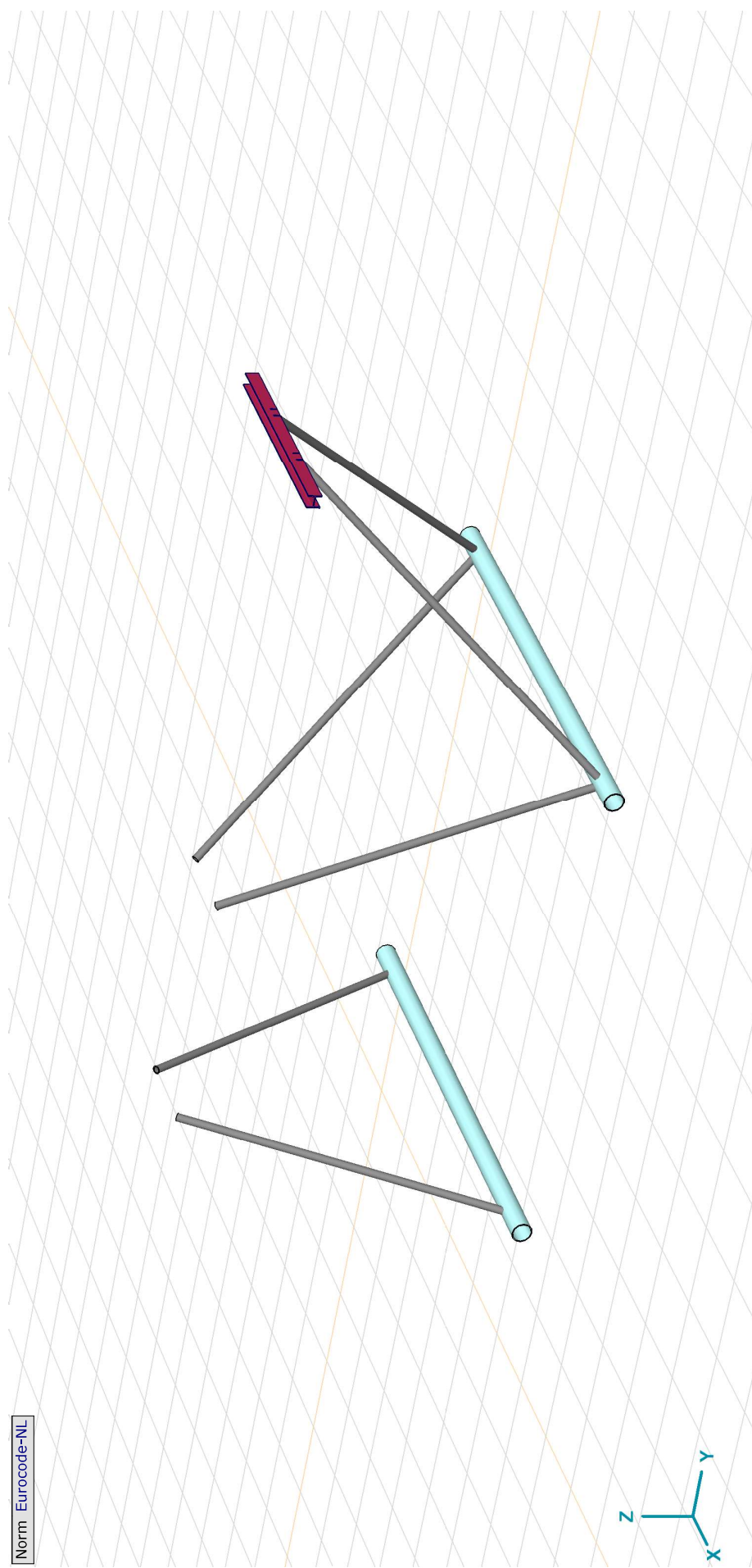
<i>Onderdeel</i>	<i>Pagina</i>	<i>Onderdeel</i>	<i>Pagina</i>
Tekening	3	Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen	14
Tekening2	4	[I], Linear: Omhullende (UGT), My, Lijnen (gevuld)	15
Materialen	5	[I], Linear: Omhullende (UGT), Mz, Lijnen (gevuld)	16
Profielen	6	[I], Linear: Omhullende (UGT), Nx, Lijnen (gevuld)	17
Knoppen	7	[I], Linear: Omhullende (UGT), Tx, Lijnen (gevuld)	18
Knoopopleggingen	7	[I], Linear: Omhullende (UGT), Vy, Lijnen (gevuld)	19
EG	8	[I], Linear: Omhullende (UGT), Vz, Lijnen (gevuld)	20
EG: Geconcentreerde belastingen op staven	9	Staafrachten [Linear, Co #2 (UGT)]	21
EG: Verdeelde belastingen op staven en ribben	9	Staafrachten [Linear, Co #1 (UGT)]	21
Bretel	10	[I], Linear: Co #1 (UGT), Rxyyz (knoopopl.), Lijnen	28
Bretel: Knoopbelastingen	11	[I], Linear: Co #1 (UGT), Rxyz (knoopopl.), Lijnen	29
Wind Loodrecht	11	[I], Linear: Co #2 (UGT), Rxyyz (knoopopl.), Lijnen	30
Wind Loodrecht: Knoopbelastingen	12	[I], Linear: Co #2 (UGT), Rxyz (knoopopl.), Lijnen	31
Wind Loodrecht: Geconcentreerde belastingen op staven	12	Interne krachten knoopoplegging [Linear, Co #2 (UGT)]	32
Wind evenwijdig	13	Interne krachten knoopoplegging [Linear, Co #1 (UGT)]	33
Wind evenwijdig: Geconcentreerde belastingen op staven	14		

Norm Eurocode-NL



Tekening

Norm Eurocode-NL



Tekening2

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 380 kV wisseling.axs**

30-8-2021

Pag. 5

**Materialen**

Naam	Type	Nationale norm	Materiaalnorm	Model	$E_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$E_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\nu$	$\alpha_T$ [1/°C]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Materiaal kleur	Contour kleur	Structuur		
1 Aluminium	Ander	Eurocode-NL		Linear	70000	70000	0,15	2E-5	2700			-		
2 Polymer	Ander	Eurocode-NL		Linear	10000	10000	0,30	0	1000			-		
3 S 355	Staal	Eurocode-NL	10025-2	Linear	210000	210000	0,30	1,2E-5	7850			Steel		
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 Aluminium														
2 Polymer														
3 S 355	$f_y$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 355,00	$f_{t0}$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 510,00	$f_y^c$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 335,00	$f_{t0}^c$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 470,00										

Naam: Materiaalnaam; Type: Type materiaal; Model: Materiaal model;  $E_x$ : Elasticiteitsmodulus in lokale x richting;  $E_y$ : Elasticiteitsmodulus in lokale y richting;  $\nu$ : Poisson's verhouding;  $\alpha_T$ : Warmteuitzettingscoëfficiënt;  $\rho$ : 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: **Model 380 kV wisseling.axs**

30-8-2021

Pag. 6

**Profielen**

Naam	Tekening	Productie	Vorm	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	r <sub>1</sub> [mm]	r <sub>2</sub> [mm]	r <sub>3</sub> [mm]	A <sub>x</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>y</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>z</sub> [mm <sup>2</sup> ]	I <sub>x</sub> [mm <sup>4</sup> ]	I <sub>y</sub> [mm <sup>4</sup> ]	I <sub>z</sub> [mm <sup>4</sup> ]
1		Gewalst	Buis	160,0	160,0	8,0	8,0	0	0	0	3819,40	1918,35	1918,52	2,2E+07	1,1E+07	1,1E+07
2		Gewalst	Buis	100,0	100,0	10,0	10,0	0	0	0	2826,86	1442,47	1442,47	5788669,0	2896942,0	2896942,0
3		Gewalst	Buis	250,0	250,0	10,0	10,0	0	0	0	7538,29	3779,67	3780,07	1,1E+08	5,4E+07	5,4E+07
4		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

Naam	I <sub>yz</sub> [mm <sup>4</sup> ]	I <sub>1</sub> [mm <sup>4</sup> ]	I <sub>2</sub> [mm <sup>4</sup> ]	α [°]	I <sub>ω</sub> [mm <sup>6</sup> ]	W <sub>1,el,t</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>1,el,b</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>2,el,t</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>2,el,b</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>1,op</sub> [mm <sup>2</sup> ]	W <sub>2,op</sub> [mm <sup>2</sup> ]	i <sub>y</sub> [mm]	i <sub>z</sub> [mm]	H <sub>y</sub> [mm]	H <sub>z</sub> [mm]
1	0	1,1E+07	1,1E+07	0	0	138234,2	138234,2	138234,2	138234,2	184946,3	184947,5	53,8	53,8	160,0	160,0
2	0	2896942,0	2896942,0	0	0	57938,8	57938,8	57938,8	57938,8	81308,6	81309,1	32,0	32,0	100,0	100,0
3	0	5,4E+07	5,4E+07	0	0	434871,1	434871,1	434871,1	434871,1	576157,8	576161,5	84,9	84,9	250,0	250,0
4	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

Naam	γ <sub>G</sub> [mm]	z <sub>G</sub> [mm]	γ <sub>s</sub> [mm]	z <sub>s</sub> [mm]	β <sub>y</sub> [mm]	β <sub>z</sub> [mm]	β <sub>w</sub> [mm]	S.p.
1	80,0	80,0	0	0	0	0	0	5
2	50,0	50,0	0	0	0	0	0	5
3	125,0	125,0	0	0	0	0	0	5
4	80,0	80,0	0	0	0	0	0	9

**Naam:** Doorsnede naam; **Productie:** Productieproces; **Vorm:** Profiel; **h:** Doorsnede hoogte; **b:** Doorsnede breedte; **tw:** Lijfdikte; **tf:** Flensdikte; **r<sub>1</sub>, r<sub>2</sub>, r<sub>3</sub>:** Af rondingswaarde; **Ax:** Doorsnede-oppervlak; **Ay, Az:** Afschuivingsoppervlak; **I<sub>x</sub>, I<sub>y</sub>, I<sub>z</sub>:** Buigtraagheidsmoment; **I<sub>yz</sub>:** Centrifugaal traagheidsmoment; **I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>:** Hoofdbuigtraagheidsmoment; **α:** Hoofdrichtingen; **I<sub>ω</sub>:** Krommingsconstante; **W<sub>1,el,t</sub>, W<sub>1,el,b</sub>, W<sub>2,el,t</sub>, W<sub>2,el,b</sub>:** Elasticiteit modulus; **i<sub>y</sub>, i<sub>z</sub>:** Traagheidsstraal; **H<sub>y</sub>, H<sub>z</sub>:** Afmeting in lokale Y-richting; **H<sub>x</sub>:** Afmeting in lokale Z-richting; **γ<sub>G</sub>:** Z-coördinaat van het zwaartepunt; **γ<sub>s</sub>:** Y-coördinaat van het zwaartepunt; **z<sub>G</sub>:** Z-coördinaat van het afschuivingsmiddelpunt (torsie); **z<sub>s</sub>:** Y-coördinaat van het afschuivingsmiddelpunt (torsie); **β<sub>y</sub>, β<sub>z</sub>, β<sub>w</sub>:** Wagner's coëfficiënt; **S.p.:** Spanningspunten;

**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model 380 kV wisseling.axs**

**Knoppen**

	X [m]	Y [m]	Z [m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	
1	-0,500	0	2,700	-0,500	3,000	2,700	13	0,500	9,000	2,700
2	-2,600	0	-0,900	0,500	3,000	2,700	14	-0,500	9,000	2,700
3	-3,000	0	-0,900	-2,600	6,000	-0,900	15	1,400	9,000	2,780
4	3,000	0	-0,900	-3,000	6,000	-0,900	16	-1,400	9,000	2,780
5	0,500	0	2,700	2,600	6,000	-0,900	17	-0,500	9,000	2,780
6	2,600	0	-0,900	3,000	6,000	-0,900	18	0,500	9,000	2,780

**Knoopopleggingen**

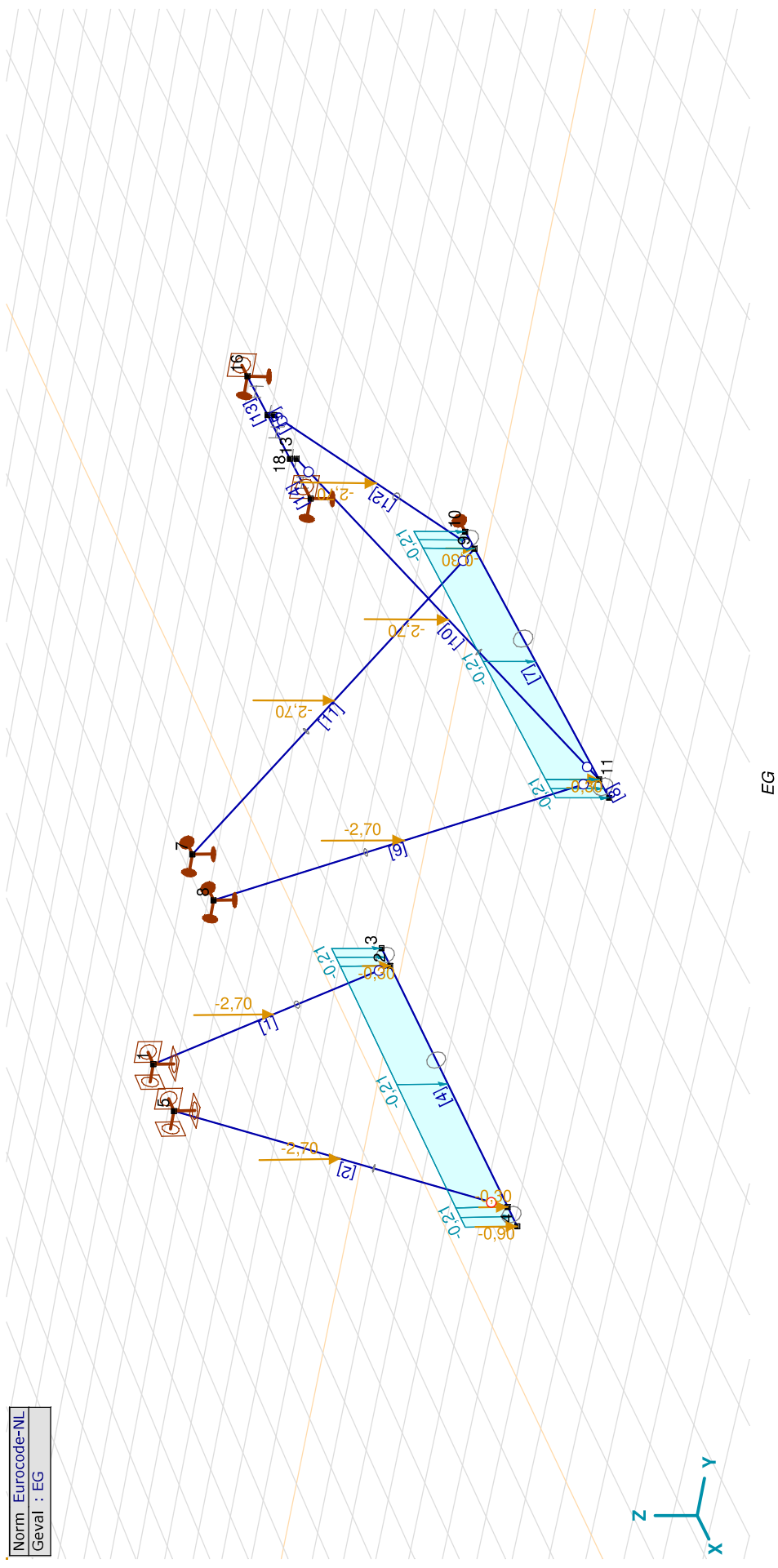
Knoop	X [m]	Y [m]	Z [m]	Type	Naam <sub>x</sub>	K <sub>x</sub> [kN/m]	K <sub>yV</sub> [kN/m]	Naam <sub>y</sub>	K <sub>y</sub> [kN/m]	K <sub>yV</sub> [kN/m]	Naam <sub>z</sub>	K <sub>z</sub> [kN/m]	K <sub>zV</sub> [kN/m]	Naam <sub>xx</sub>
1	-0,500	0	2,700	Glob.	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - rotatie
2	0,500	0	2,700	Glob.	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - rotatie
3	-0,500	3,000	2,700	Glob.	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	—
4	0,500	3,000	2,700	Glob.	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	—
5	-3,000	6,000	-0,900	Glob.	Lineair 1E+1 kN/m	1E+1	1E+1	—	—	—	—	—	—	—
6	1,400	9,000	2,780	Glob.	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - rotatie
7	-1,400	9,000	2,780	Glob.	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - rotatie

Knoop	K <sub>xx</sub> [kNm/rad]	K <sub>xyV</sub> [kNm/rad]	Naam <sub>xy</sub>	K <sub>yy</sub> [kNm/rad]	K <sub>yyV</sub> [kNm/rad]	Naam <sub>zz</sub>	K <sub>zz</sub> [kNm/rad]	K <sub>zzV</sub> [kNm/rad]
1	1E+10	1E+10	Vast - rotatie	1E+10	1E+10	Vast - rotatie	1E+10	1E+10
2	1E+10	1E+10	Vast - rotatie	1E+10	1E+10	Vast - rotatie	1E+10	1E+10
3	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—
6	1E+10	1E+10	—	—	—	—	—	—
7	1E+10	1E+10	—	—	—	—	—	—

**Knoop:** Ondersteunde knoop: **Type:** Opleggingstype: K<sub>x</sub>, K<sub>y</sub>, K<sub>z</sub>, K<sub>xx</sub>, K<sub>xy</sub>, K<sub>yy</sub>, K<sub>zz</sub>; Initiële stijfheid:



Norm Eurocode-NL  
Geval : EG



**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 380 kV wisseling.axs**

30-8-2021

Pag. 9

**EG: Geconcentreerde belastingen op staven**

Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	Excentriciteit	e <sub>y</sub> [mm]	e <sub>z</sub> [mm]
1	Staaft G	4,168	a	0,500	0	-2,70	0	0	0	Geen excentriciteit		
2	Staaft G	4,168	a	0,500	0	-2,70	0	0	0	Geen excentriciteit		
9	Staaft G	5,135	a	0,500	0	-2,70	0	0	0	Geen excentriciteit		
10	Staaft G	5,135	a	0,500	0	-2,70	0	0	0	Geen excentriciteit		
11	Staaft G	5,135	a	0,500	0	-2,70	0	0	0	Geen excentriciteit		
12	Staaft G	5,135	a	0,500	0	-2,70	0	0	0	Geen excentriciteit		

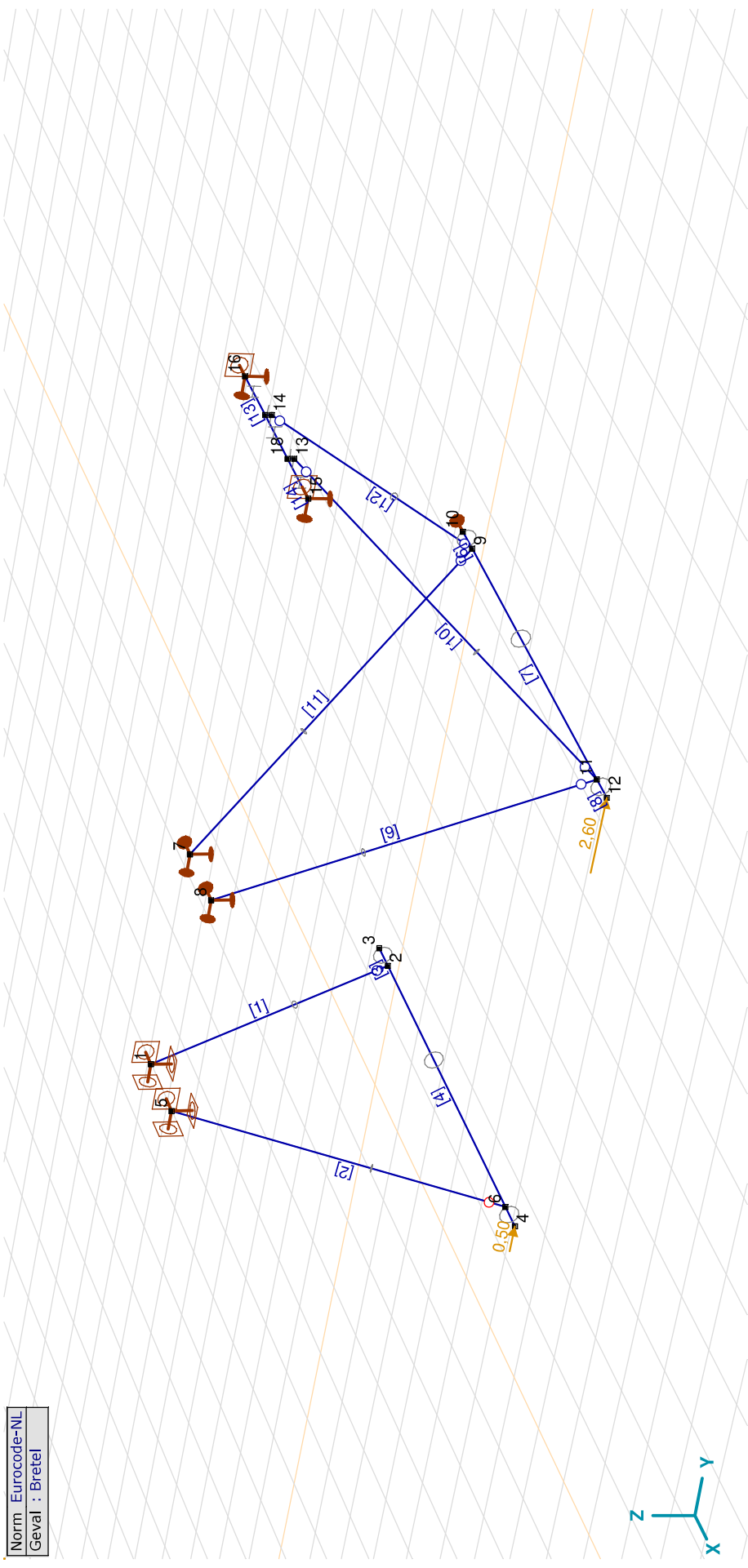
Type: Belastingtype; Lengte: Elementlengte; a/d: Positie als verhouding (a) of lengte (d); Pos.: Positie als verhouding (a) of lengte (d); F<sub>x</sub>, F<sub>y</sub>, F<sub>z</sub>: Belastingkracht component; M<sub>x</sub>, M<sub>y</sub>, M<sub>z</sub>: Belastingmoment component;**EG: Verdeelde belastingen op staven en ribben**

Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	p <sub>x</sub> [kN/m]	p <sub>y</sub> [kN/m]	p <sub>z</sub> [kN/m]	m <sub>tor</sub> [kNm/m]	m <sub>y</sub> [kNm/m]	m <sub>z</sub> [kNm/m]	Excentriciteit	e <sub>y</sub> [mm]	e <sub>z</sub> [mm]
3	Staaft G ln.	0,400	a	0	0	-0,21	0	0	0	Geen excentriciteit		
4	Staaft G ln.	5,200	a	0	0	-0,21	0	0	0	Geen excentriciteit		
5	Staaft G ln.	0,400	a	0	0	-0,21	0	0	0	Geen excentriciteit		
6	Staaft G ln.	0,400	a	0	0	-0,21	0	0	0	Geen excentriciteit		
7	Staaft G ln.	5,200	a	0	0	-0,21	0	0	0	Geen excentriciteit		
8	Staaft G ln.	0,400	a	0	0	-0,21	0	0	0	Geen excentriciteit		

Type: Belastingtype; Lengte: Elementlengte; a/d: Positie als verhouding (a) of lengte (d); Pos.: Positie als verhouding (a) of lengte (d); p<sub>x</sub>, p<sub>y</sub>, p<sub>z</sub>: Belastingkracht component; m<sub>tor</sub>: Torsiemoment; m<sub>y</sub>, m<sub>z</sub>: Buigend moment in lokale y-richting; m<sub>z</sub>: Buigend moment in lokale z-richting;

**Project:**  
Construeteur: DNV GL - Energy  
Model: Model 380 kV wisseling.axs

Norm Eurocode-NL  
Geval : Breitel

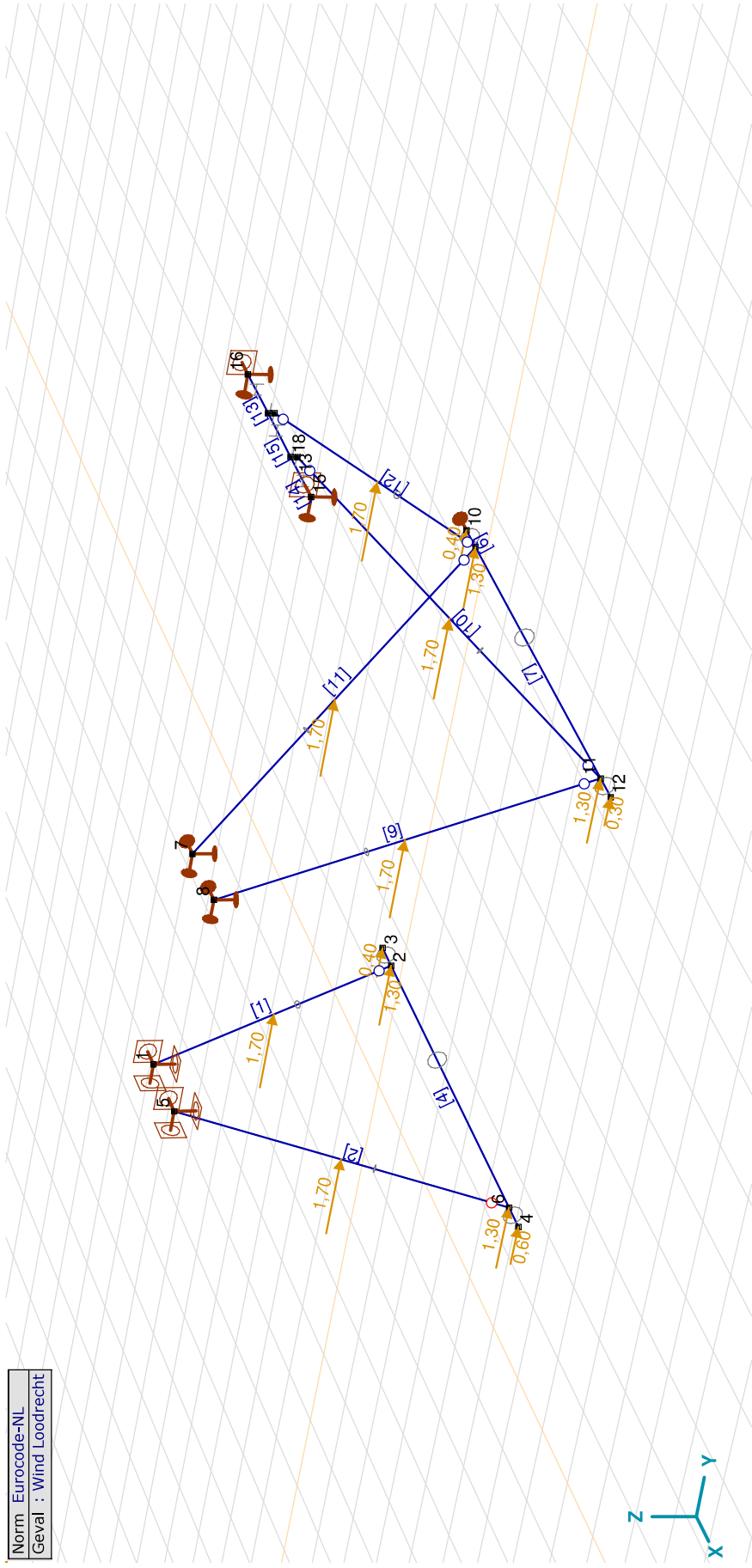


**Bretel: Knoopbelastingen**

	Richting	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
4	Globaal	0	0,50	0	0	0	0
12	Globaal	0	2,60	0	0	0	0

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

Norm Eurocode-NL  
 Geval : Wind Loodrecht



Wind Loodrecht

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model 380 kV wisseling.axs**

**Wind Loodrecht: Knoopbelastingen**

	Richting	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
2	Global	0	1,30	0	0	0	0
3	Global	0	0,40	0	0	0	0
4	Global	0	0,60	0	0	0	0
6	Global	0	1,30	0	0	0	0
9	Global	0	1,30	0	0	0	0
10	Global	0	0,40	0	0	0	0
11	Global	0	1,30	0	0	0	0
12	Global	0	0,30	0	0	0	0

**F<sub>x</sub>, F<sub>y</sub>, F<sub>z</sub>:** Belastingkracht component; **M<sub>x</sub>, M<sub>y</sub>, M<sub>z</sub>:** Belastingmoment component;

**Wind Loodrecht: Geconcentreerde belastingen op staven**

	Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	Excentriciteit	$e_y$ [mm]	$e_z$ [mm]
1	Staal G	4,168	a	0,500	0	1,70	0	0	0	0	Geen excentriciteit		
2	Staal G	4,168	a	0,500	0	1,70	0	0	0	0	Geen excentriciteit		
9	Staal G	5,135	a	0,500	0	1,70	0	0	0	0	Geen excentriciteit		
10	Staal G	5,135	a	0,500	0	1,70	0	0	0	0	Geen excentriciteit		
11	Staal G	5,135	a	0,500	0	1,70	0	0	0	0	Geen excentriciteit		
12	Staal G	5,135	a	0,500	0	1,70	0	0	0	0	Geen excentriciteit		

**Type:** Belastingtype; **Lengte:** Elementlengte; **a/d:** Positie als verhouding (a) of lengte (d); **Pos.:** Positie; **F<sub>x</sub>, F<sub>y</sub>, F<sub>z</sub>:** Belastingkracht component; **M<sub>x</sub>, M<sub>y</sub>, M<sub>z</sub>:** Belastingmoment component;



**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model 380 kV wisseling.axs**

30-8-2021

Pag. 14

**Wind evenwijdig: Geconcentreerde belastingen op staven**

Type	Lengte [m]	ald	Pos.	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	Excentriciteit	e <sub>y</sub> [mm]	e <sub>z</sub> [mm]
1	Staafl G	4,168	a	0,500	-1,70	0	0	0	0	0	Geen excentriciteit	
2	Staafl G	4,168	a	0,500	-1,70	0	0	0	0	0	Geen excentriciteit	
9	Staafl G	5,135	a	0,500	-1,70	0	0	0	0	0	Geen excentriciteit	
10	Staafl G	5,135	a	0,500	-1,70	0	0	0	0	0	Geen excentriciteit	
11	Staafl G	5,135	a	0,500	-1,70	0	0	0	0	0	Geen excentriciteit	
12	Staafl G	5,135	a	0,500	-1,70	0	0	0	0	0	Geen excentriciteit	

Type: Belastingtype; Lengte: Elementlengte; ald: Positie als verhouding (a) of lengte (d); Pos.: Positie; F<sub>x</sub>, F<sub>y</sub>, F<sub>z</sub>: Belastingkracht component; M<sub>x</sub>, M<sub>y</sub>, M<sub>z</sub>: Belastingmoment component;

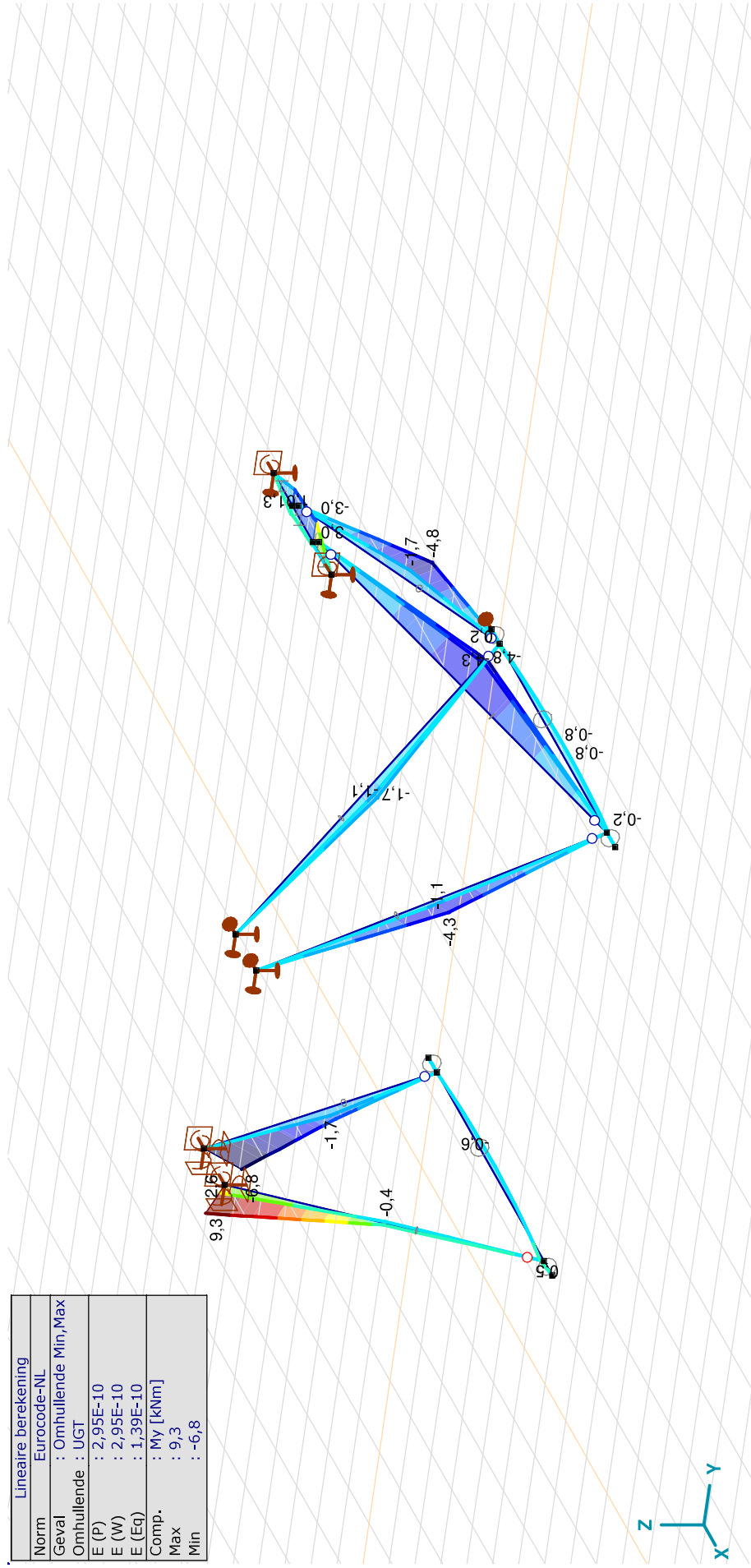
**Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen**

Naam	Type	EG (PERM1)	Bretel (VER1)	Wind Loodrecht (VER1)	Wind evenwijdig (VER1)	Commentaar
1	Co #1	UGT	1,20	1,50	0	
2	Co #2	UGT	1,20	1,50	1,50	

Naam: Naam belastingcombinatie; Type: Type belastingcombinatie; EG (PERM1): Bretel (VER1), Wind Loodrecht (VER1), Wind evenwijdig (VER1); Factor:

**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model 380 kV wisseling.axs**

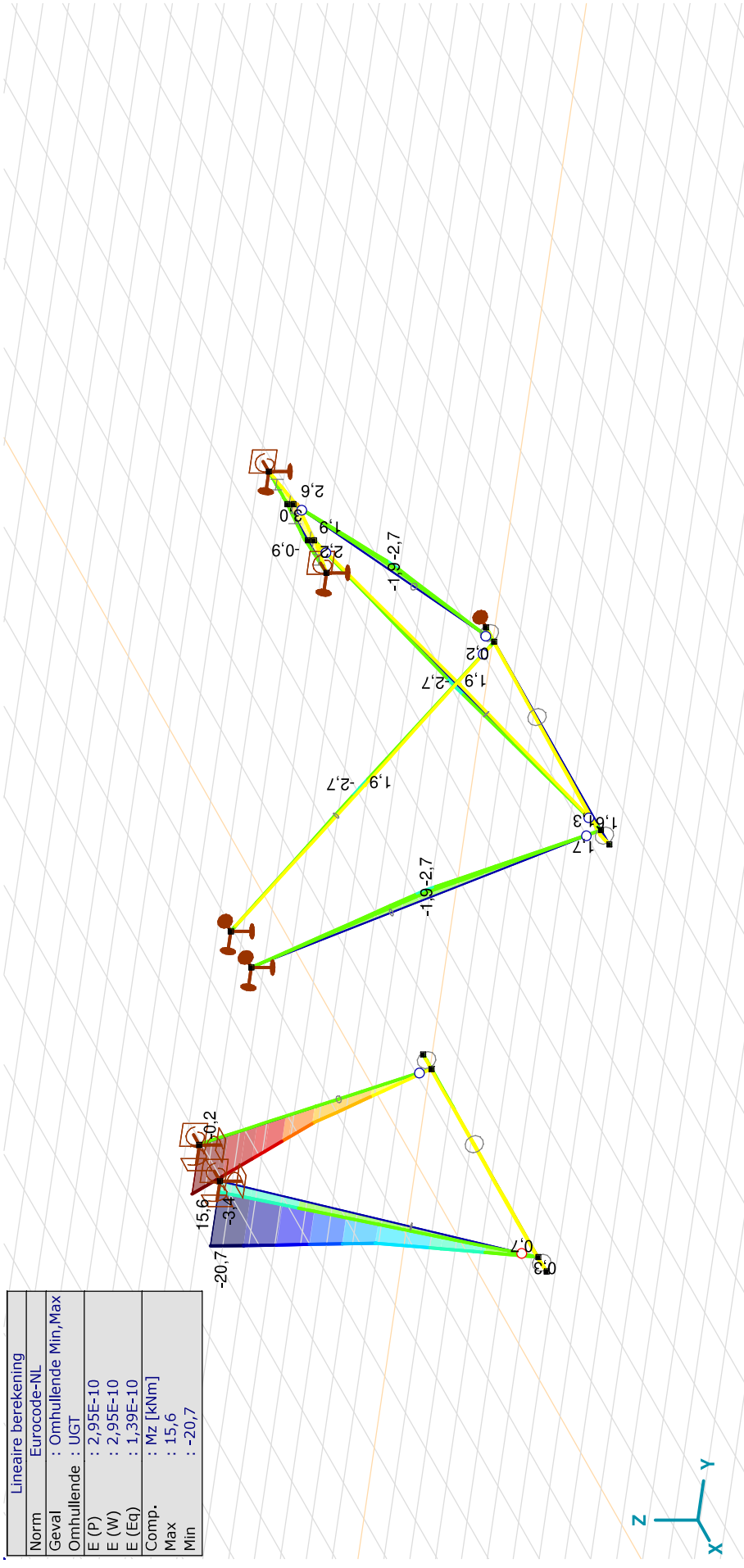
Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: UGT
E (P)	: 2,95E-10
E (W)	: 2,95E-10
E (Eq)	: 1,39E-10
Comp.	: My [kNm]
Max	: 9,3
Min	: -6,8



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



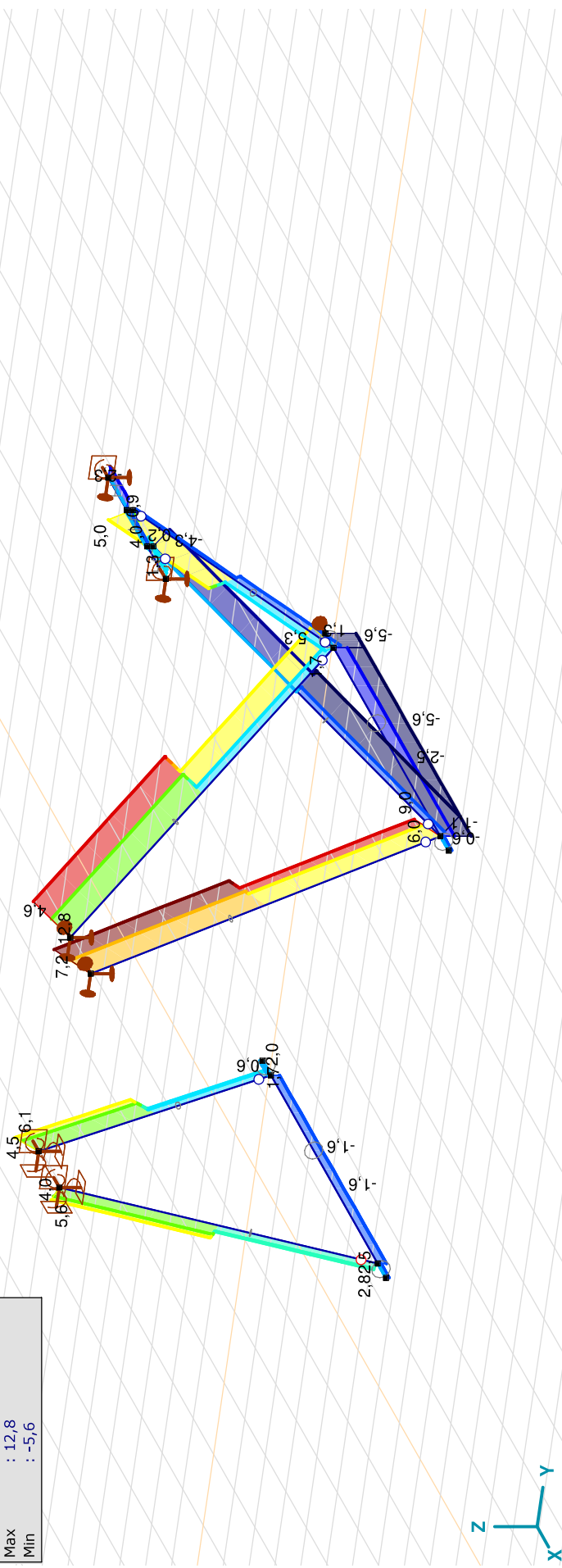
**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model 380 kV wisseling.axs**



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

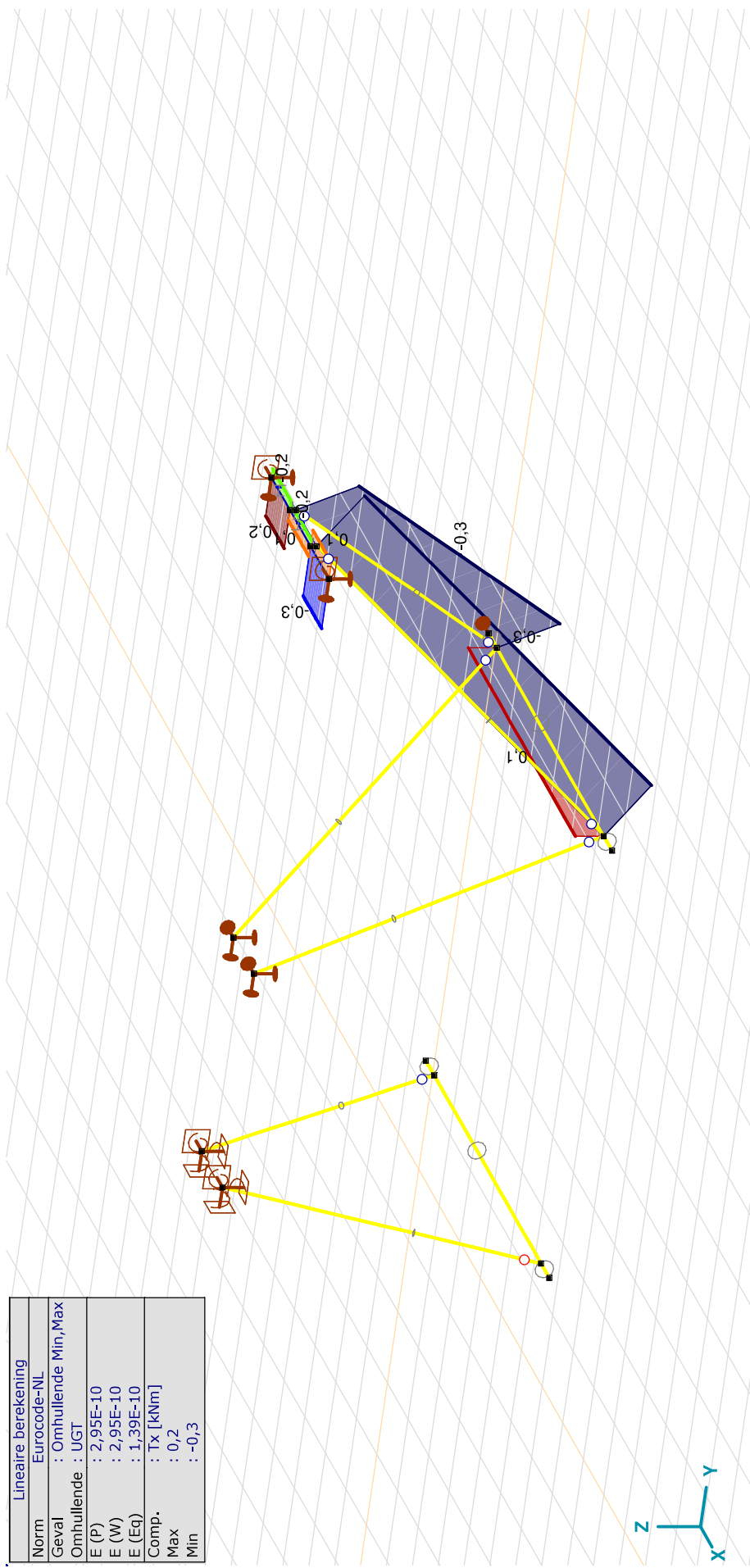
**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: Model 380 kV wisseling.axs

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: UGT
E (P)	: 2,95E-10
E (W)	: 2,95E-10
E (Eq)	: 1,39E-10
Comp.	: Nx [kN]
Max	: 12,8
Min	: -5,6



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

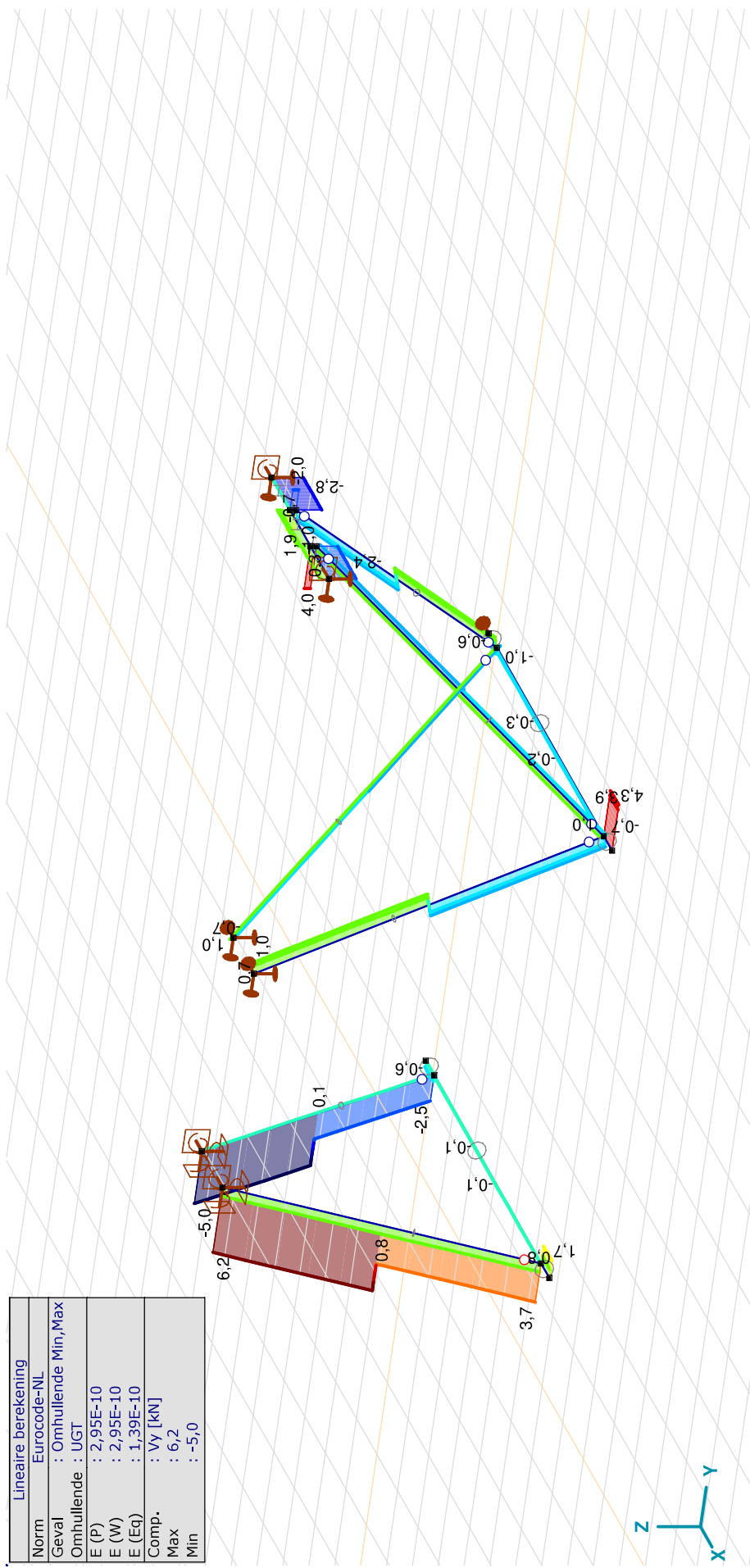
**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model 380 kV wisseling.axs**



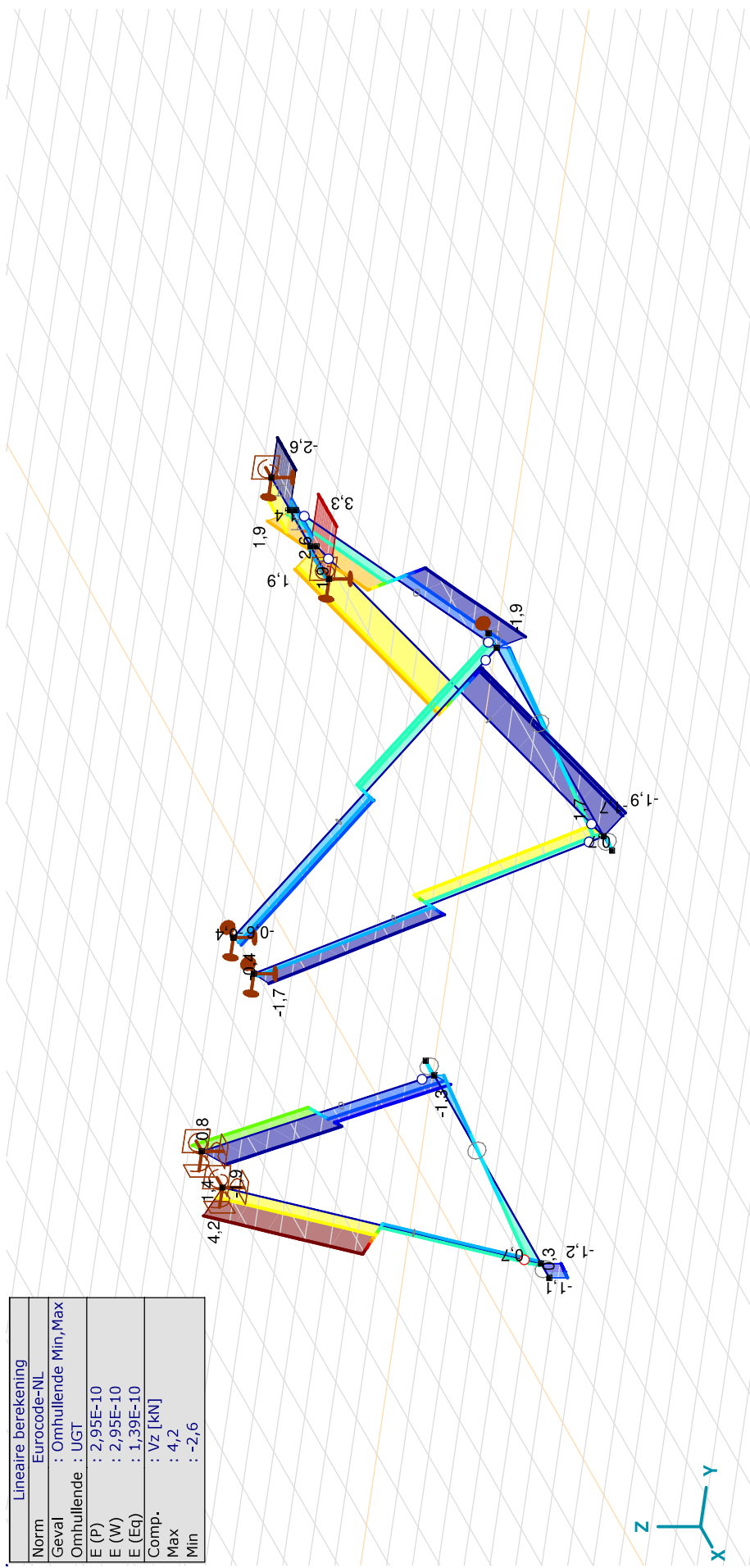
[1]. Lineair, Omhullende (UGT), Tx, Lijnen (gevuld)

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: UGT
E (P)	: 2,95E-10
E (W)	: 2,95E-10
E (Eq)	: 1,39E-10
Comp.	: Tx [kNm]
Max	: 0,2
Min	: -0,3

**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model 380 kV wisseling.axs**



**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model 380 kV wisseling.axs**



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

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: UGT
E (P)	: 2,95E-10
E (W)	: 2,95E-10
E (Eq)	: 1,39E-10
Comp.	: Vz [kN]
Max	: 4,2
Min	: -2,6

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 380 kV wisseling.axs**

30-8-2021

Pag. 21

## Staaftkrachten [Lineair, Co #2 (UGT)]

Prof.	Doorsnede naam	Pos. [m]	Knoop	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	B [kNm <sup>2</sup> ]
Ext.										
7	O 250x10	0	*	-5,6	*	*	*	*	*	*
9	O 100x10	0	*	7,2	*	*	*	*	*	*
13	HE 160 B	0	*	*	-2,8	*	*	*	*	*
8	O 250x10	0	*	*	3,9	*	*	*	*	*
1	O 100x10	2,084	*	*	*	-1,9	*	*	*	*
2	O 100x10	2,084	*	*	*	4,2	*	*	*	*
10	O 100x10	0	*	*	*	-0,3	*	*	*	*
12	O 100x10	0	*	*	*	-0,3	*	*	*	*
7	O 250x10	0	*	*	*	0,1	*	*	*	*
1	O 100x10	4,168	(1)	6,1	0,1	-1,9	0	-6,8	-0,2	0
2	O 100x10	4,168	(5)	4,0	0,8	4,2	0	9,3	-3,4	0
2	O 100x10	4,168	(5)	4,0	0,8	4,2	0	9,3	-3,4	0
15	HE 160 B	0	(17)	0,4	1,1	-0,5	0	1,0	3,0	0

Prof.: Profiel; 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;

## Staaftkrachten [Lineair, Co #1 (UGT)]

Prof.	Doorsnede naam	Pos. [m]	Knoop	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	B [kNm <sup>2</sup> ]
1	O 100x10	L=4,168								
		0	(2)	1,7	-2,5	-0,8	0	0	0	0
		0,417		1,7	-2,5	-0,8	0	-0,3	1,0	0
		0,834		1,7	-2,5	-0,8	0	-0,7	2,1	0
		1,250		1,7	-2,5	-0,8	0	-1,0	3,1	0
		1,667		1,7	-2,5	-0,8	0	-1,4	4,1	0
		2,084		1,7	-2,5	-0,8	0	-1,7	5,1	0
		2,084		1,7	-2,5	-0,8	0	-1,7	5,1	0
		2,084		4,5	-5,0	0,8	0	-1,7	5,1	0
		2,501		4,5	-5,0	0,8	0	-1,4	7,2	0
		2,917		4,5	-5,0	0,8	0	-1,0	9,3	0
		3,334		4,5	-5,0	0,8	0	-0,7	11,4	0
		3,751		4,5	-5,0	0,8	0	-0,4	13,5	0
		4,168	(1)	4,5	-5,0	0,8	0	0	15,6	0
2	O 100x10	L=4,168								
		0	(6)	2,8	3,7	-0,2	0	0	0	0
		0,417		2,8	3,7	-0,2	0	-0,1	-1,5	0

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 380 kV wisseling.axs**

30-8-2021

Pag. 22

## Staaftkrachten [Lineair, Co #1 (UGT)]

Prof.	Doorsnede naam	Pos. [m]	Knoop	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	B [kNm <sup>2</sup> ]
3	O 250x10	0,834		2,8	3,7	-0,2	0	-0,2	-3,1	0
		1,250		2,8	3,7	-0,2	0	-0,2	-4,6	0
		1,667		2,8	3,7	-0,2	0	-0,3	-6,1	0
		2,084		2,8	3,7	-0,2	0	-0,4	-7,7	0
		2,084		2,8	3,7	-0,2	0	-0,4	-7,7	0
		2,084		5,6	6,2	1,4	0	-0,4	-7,7	0
		2,501		5,6	6,2	1,4	0	0,2	-10,3	0
		2,917		5,6	6,2	1,4	0	0,8	-12,9	0
		3,334		5,6	6,2	1,4	0	1,4	-15,5	0
		3,751		5,6	6,2	1,4	0	2,0	-18,1	0
		4,168		5,6	6,2	1,4	0	2,6	-20,7	0
			(5)							
3	O 250x10	L=0,400		0	-0,6	0	0	0	0	0
		0	(3)	0	-0,6	0	0	0	0	0
		0,040		0	-0,6	0	0	0	0	0
		0,080		0	-0,6	0	0	0	0	0
		0,120		0	-0,6	0	0	0	0,1	0
		0,160		0	-0,6	0	0	0	0,1	0
		0,200		0	-0,6	0,1	0	0	0,1	0
		0,240		0	-0,6	0,1	0	0	0,1	0
		0,280		0	-0,6	0,1	0	0	0,2	0
		0,320		0	-0,6	0,1	0	0	0,2	0
		0,360		0	-0,6	0,1	0	0	0,2	0
		0,400		0	-0,6	0,1	0	0	0,2	0
			(2)							
4	O 250x10	L=5,200		-1,6	-0,1	-0,6	0	0	0,2	0
		0	(2)	-1,6	-0,1	-0,4	0	-0,2	0,3	0
		0,520		-1,6	-0,1	-0,3	0	-0,4	0,3	0
		1,040		-1,6	-0,1	-0,2	0	-0,6	0,4	0
		1,560		-1,6	-0,1	0	0	-0,6	0,4	0
		2,080		-1,6	-0,1	0,1	0	-0,6	0,5	0
		2,600		-1,6	-0,1	0,2	0	-0,5	0,5	0
		3,120		-1,6	-0,1	0,3	0	-0,4	0,5	0
		3,640		-1,6	-0,1	0,5	0	-0,2	0,6	0
		4,160		-1,6	-0,1	0,6	0	0,1	0,6	0
		4,680		-1,6	-0,1	0,7	0	0,5	0,7	0
		5,200		-1,6	-0,1					
			(6)							
5	O 250x10	L=0,400		0	1,7	-1,2	0	0,5	0,7	0
		0	(6)	0	1,7	-1,2	0	0,5	0,7	0

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model 380 kV wisseling.axs**

30-8-2021

Pag. 23

## Staaftkrachten [Lineair, Co #1 (UGT)]

Prof.	Doorsnede naam	Pos. [m]	Knoop	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	B [kNm <sup>2</sup> ]	
6	3 O 250x10	L=0,400									
		0	(10)	0	-0,6	0	0	0	0	0	
		0,040		0	-0,6	0	0	0	0	0	0
		0,080		0	-0,6	0	0	0	0	0	0
		0,120		0	-0,6	0	0	0	0	0,1	0
		0,160		0	-0,6	0	0	0	0	0,1	0
		0,200		0	-0,6	0	0	0	0	0,1	0
		0,240		0	-0,6	0,1	0	0	0	0,1	0
		0,280		0	-0,6	0,1	0	0	0	0,1	0
		0,320		0	-0,6	0,1	0	0	0	0,2	0
		0,360		0	-0,6	0,1	0	0	0	0,2	0
0,400		0	-0,6	0,1	0	0	0	0,2	0		
		0,400	(4)	0	1,7	-1,1	0	0	0	0	
		0,280		0	1,7	-1,1	0	0,1	0,2	0	
		0,160		0	1,7	-1,1	0	0,3	0,3	0	
		0,040		0	1,7	-1,2	0	0,4	0,6	0	
		0,080		0	1,7	-1,2	0	0,4	0,5	0	
		0,120		0	1,7	-1,2	0	0,3	0,5	0	
		0,160		0	1,7	-1,1	0	0,3	0,4	0	
		0,200		0	1,7	-1,1	0	0,2	0,3	0	
		0,240		0	1,7	-1,1	0	0,2	0,3	0	
		0,280		0	1,7	-1,1	0	0,1	0,2	0	
		0,320		0	1,7	-1,1	0	0,1	0,1	0	
		0,360		0	1,7	-1,1	0	0	0,1	0	
		0,400		0	1,7	-1,1	0	0	0	0	
		L=0,400									
		0	(10)	0	-0,6	0	0	0	0	0	
		0,040		0	-0,6	0	0	0	0	0	
		0,080		0	-0,6	0	0	0	0	0	
		0,120		0	-0,6	0	0	0	0,1	0	
		0,160		0	-0,6	0	0	0	0,1	0	
		0,200		0	-0,6	0	0	0	0,1	0	
		0,240		0	-0,6	0,1	0	0	0,1	0	
		0,280		0	-0,6	0,1	0	0	0,1	0	
		0,320		0	-0,6	0,1	0	0	0,2	0	
		0,360		0	-0,6	0,1	0	0	0,2	0	
		0,400	(9)	0	-0,6	0,1	0	0	0,2	0	
		L=5,200									
		0	(9)	-2,5	-0,3	-0,7	0	0	0,2	0	
		0,520		-2,5	-0,3	-0,5	0	-0,3	0,4	0	
		1,040		-2,5	-0,3	-0,4	0	-0,5	0,5	0	
		1,560		-2,5	-0,3	-0,3	0	-0,7	0,7	0	
		2,080		-2,5	-0,3	-0,1	0	-0,8	0,8	0	
		2,600		-2,5	-0,3	0	0	-0,8	1,0	0	
		3,120		-2,5	-0,3	0,1	0	-0,8	1,1	0	
		3,640		-2,5	-0,3	0,3	0	-0,7	1,3	0	
		4,160		-2,5	-0,3	0,4	0	-0,5	1,4	0	
		4,680		-2,5	-0,3	0,5	0	-0,3	1,6	0	
		5,200	(11)	-2,5	-0,3	0,7	0	0	1,7	0	
		L=0,400									
		0	(11)	0	4,3	-0,1	0	0	1,7	0	
		0,040		0	4,3	-0,1	0	0	1,6	0	



**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 380 kV wisseling.axs**

30-8-2021

Pag. 24

## Staaftkrachten [Lineair, Co #1 (UGT)]

Prof.	Doorsnede naam	Pos. [m]	Knoop	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	B [kNm <sup>2</sup> ]
9	2 O 100x10	L=5,135								
		0	(8)	12,8	0,7	-0,4	0	0	0	0
		0,514		12,8	0,7	-0,4	0	-0,2	-0,4	0
		1,027		12,8	0,7	-0,4	0	-0,4	-0,8	0
		1,541		12,8	0,7	-0,4	0	-0,7	-1,1	0
		2,054		12,8	0,7	-0,4	0	-0,9	-1,5	0
		2,567		12,8	0,7	-0,4	0	-1,1	-1,9	0
		2,568		12,8	0,7	-0,4	0	-1,1	-1,9	0
		2,568		9,0	-0,7	0,4	0	-1,1	-1,9	0
		3,081		9,0	-0,7	0,4	0	-0,9	-1,5	0
		3,595		9,0	-0,7	0,4	0	-0,7	-1,1	0
		4,108		9,0	-0,7	0,4	0	-0,4	-0,8	0
4,622		9,0	-0,7	0,4	0	-0,2	-0,4	0		
5,135		9,0	-0,7	0,4	0	0	0	0		
			(11)							
10	2 O 100x10	L=5,135								
		0	(11)	-5,1	-0,7	-1,9	0	0	0	0
		0,514		-5,1	-0,7	-1,9	0	-1,0	0,4	0
		1,027		-5,1	-0,7	-1,9	0	-1,9	0,8	0
		1,541		-5,1	-0,7	-1,9	0	-2,9	1,1	0
		2,054		-5,1	-0,7	-1,9	0	-3,9	1,5	0
		2,567		-5,1	-0,7	-1,9	0	-4,8	1,9	0
		2,568		-5,1	-0,7	-1,9	0	-4,8	1,9	0
		2,568		-4,3	0,7	1,9	0	-4,8	1,9	0
		3,081		-4,3	0,7	1,9	0	-3,9	1,5	0
		3,595		-4,3	0,7	1,9	0	-2,9	1,1	0
		4,108		-4,3	0,7	1,9	0	-1,9	0,8	0
4,622		-4,3	0,7	1,9	0	-1,0	0,4	0		
5,135		-4,3	0,7	1,9	0	0	0	0		
			(13)							

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model 380 kV wisseling.axs**

30-8-2021

Pag. 25

## Staaftkrachten [Lineair, Co #1 (UGT)]

Prof.	Doorsnede naam	Pos. [m]	Knoop	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	B [kNm <sup>2</sup> ]
11	2 O 100x10	L=5,135	(7)	9,1	-0,7	-0,4	0	0	0	0
		0		9,1	-0,7	-0,4	0	-0,2	0,4	0
		0,514		9,1	-0,7	-0,4	0	-0,4	0,8	0
		1,027		9,1	-0,7	-0,4	0	-0,7	1,1	0
		1,541		9,1	-0,7	-0,4	0	-0,9	1,5	0
		2,054		9,1	-0,7	-0,4	0	-1,1	1,9	0
		2,567		9,1	-0,7	-0,4	0	-1,1	1,9	0
		2,568		5,3	0,7	0,4	0	-1,1	1,9	0
		2,568		5,3	0,7	0,4	0	-0,9	1,5	0
		3,081		5,3	0,7	0,4	0	-0,7	1,1	0
		3,595		5,3	0,7	0,4	0	-0,4	0,8	0
4,108	5,3	0,7	0,4	0	-0,2	0,4	0			
4,622	5,135	0,4	0	0	0	0	0	0		
5,135	(9)	0,4	0	0	0	0	0	0	0	
12	2 O 100x10	L=5,135	(9)	-1,4	0,7	-1,9	0	0	0	0
		0		-1,4	0,7	-1,9	0	-1,0	-0,4	0
		0,514		-1,4	0,7	-1,9	0	-1,9	-0,8	0
		1,027		-1,4	0,7	-1,9	0	-2,9	-1,1	0
		1,541		-1,4	0,7	-1,9	0	-3,9	-1,5	0
		2,054		-1,4	0,7	-1,9	0	-4,8	-1,9	0
		2,567		-1,4	0,7	-1,9	0	-4,8	-1,9	0
		2,568		-1,4	0,7	-1,9	0	-4,8	-1,9	0
		2,568		-0,6	-0,7	1,9	0	-3,9	-1,5	0
		3,081		-0,6	-0,7	1,9	0	-2,9	-1,1	0
		3,595		-0,6	-0,7	1,9	0	-1,9	-0,8	0
4,108	-0,6	-0,7	1,9	0	-1,0	-0,4	0			
4,622	-0,6	-0,7	1,9	0	0	0	0	0		
5,135	(14)	1,9	0	0	0	0	0	0	0	
13	4 HE 160 B	L=0,900	(16)	-0,3	0	-2,6	0,2	0	0	0
		0		-0,3	0	-2,6	0,2	-0,2	0	0
		0,090		-0,3	0	-2,6	0,2	-0,5	0	0
		0,180		-0,3	0	-2,6	0,2	-0,7	0	0
		0,270		-0,3	0	-2,6	0,2	-0,9	0	0
		0,360		-0,3	0	-2,6	0,2	-1,2	0	0
		0,450		-0,3	0	-2,6	0,2	-1,4	0	0
		0,540		-0,3	0	-2,6	0,2	-1,6	0	0
		0,630		-0,3	0	-2,6	0,2	-1,8	0	0
		0,720		-0,3	0	-2,6	0,2	0	0	0

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model 380 kV wisseling.axs**

30-8-2021

Pag. 26

## Staaftkrachten [Lineair, Co #1 (UGT)]

Prof.	Doorsnede naam	Pos. [m]	Knoop	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	B [kNm <sup>2</sup> ]
		0,810		-0,3	0	-2,6	0,2	-2,1	0	0
		0,900	(17)	-0,3	0	-2,6	0,2	-2,3	0	0
14	4 HE 160 B	L=0,900								
		0	(15)	1,2	0,8	3,3	-0,3	0	0	0
		0,090		1,2	0,8	3,3	-0,3	0,3	-0,1	0
		0,180		1,2	0,8	3,3	-0,3	0,6	-0,1	0
		0,270		1,2	0,8	3,3	-0,3	0,9	-0,2	0
		0,360		1,2	0,8	3,3	-0,3	1,2	-0,3	0
		0,450		1,2	0,8	3,3	-0,3	1,5	-0,4	0
		0,540		1,2	0,8	3,3	-0,3	1,8	-0,4	0
		0,630		1,2	0,8	3,3	-0,3	2,1	-0,5	0
		0,720		1,2	0,8	3,3	-0,3	2,4	-0,6	0
		0,810		1,2	0,8	3,3	-0,3	2,7	-0,7	0
		0,900	(18)	1,2	0,8	3,3	-0,3	3,0	-0,7	0
15	4 HE 160 B	L=1,000								
		0	(17)	-0,8	0,9	-0,7	0,1	-2,3	0	0
		0,100		-0,8	0,9	-0,7	0,1	-2,4	-0,1	0
		0,200		-0,8	0,9	-0,7	0,1	-2,4	-0,2	0
		0,300		-0,8	0,9	-0,7	0,1	-2,5	-0,3	0
		0,400		-0,8	0,9	-0,7	0,1	-2,6	-0,4	0
		0,500		-0,8	0,9	-0,7	0,1	-2,7	-0,4	0
		0,600		-0,8	0,9	-0,7	0,1	-2,7	-0,5	0
		0,700		-0,8	0,9	-0,7	0,1	-2,8	-0,6	0
		0,800		-0,8	0,9	-0,7	0,1	-2,9	-0,7	0
		0,900		-0,8	0,9	-0,7	0,1	-2,9	-0,8	0
		1,000	(18)	-0,8	0,9	-0,7	0,1	-3,0	-0,9	0
16	4 HE 160 B	L=0,080								
		0	(14)	0,9	1,9	-0,4	0	0	0	0
		0,008		0,9	1,9	-0,4	0	0	0	0
		0,016		0,9	1,9	-0,4	0	0	0	0
		0,024		0,9	1,9	-0,4	0	0	0	0
		0,032		0,9	1,9	-0,4	0	0	-0,1	0
		0,040		0,9	1,9	-0,4	0	0	-0,1	0
		0,048		0,9	1,9	-0,4	0	0	-0,1	0
		0,056		0,9	1,9	-0,4	0	0	-0,1	0
		0,064		0,9	1,9	-0,4	0	0	-0,1	0
		0,072		0,9	1,9	-0,4	0	0	-0,1	0

**Project:**

Constructureur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model 380 kV wisseling.axs**

30-8-2021

Pag. 27

## Staaftkrachten [Lineair, Co #1 (UGT)]

Prof.	Doorsnede naam	Pos. [m]	Knoop	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	B [kNm <sup>2</sup> ]
17	4 HE 160 B	0,080	(17)	0,9	1,9	-0,4	0	0	-0,2	0
		L=0,080								
		0	(13)	-1,7	4,0	1,9	0	0	0	0
		0,008		-1,7	4,0	1,9	0	0	0	0
		0,016		-1,7	4,0	1,9	0	0	-0,1	0
		0,024		-1,7	4,0	1,9	0	0	-0,1	0
		0,032		-1,7	4,0	1,9	0	0,1	-0,1	0
		0,040		-1,7	4,0	1,9	0	0,1	-0,2	0
		0,048		-1,7	4,0	1,9	0	0,1	-0,2	0
		0,056		-1,7	4,0	1,9	0	0,1	-0,2	0
		0,064		-1,7	4,0	1,9	0	0,1	-0,3	0
		0,072		-1,7	4,0	1,9	0	0,1	-0,3	0
		0,080	(18)	-1,7	4,0	1,9	0	0,2	-0,3	0
Ext.										
10	2 O 100x10	0	*	-5,1	*	*	*	*	*	*
9	2 O 100x10	0	*	12,8	*	*	*	*	*	*
1	2 O 100x10	2,084	*	*	-5,0	*	*	*	*	*
2	2 O 100x10	2,084	*	*	6,2	*	*	*	*	*
13	4 HE 160 B	0	*	*	*	-2,6	*	*	*	*
14	4 HE 160 B	0	*	*	*	3,3	*	*	*	*
14	4 HE 160 B	0	*	*	*	*	-0,3	*	*	*
13	4 HE 160 B	0	*	*	*	*	0,2	*	*	*
10	2 O 100x10	2,568	*	*	*	*	*	-4,8	*	*
12	2 O 100x10	2,568	*	*	*	*	*	-4,8	*	*
14	4 HE 160 B	0,900	(18)	1,2	0,8	3,3	-0,3	3,0	-0,7	0
2	2 O 100x10	4,168	(5)	5,6	6,2	1,4	0	2,6	-20,7	0
1	2 O 100x10	4,168	(1)	4,5	-5,0	0,8	0	0	15,6	0

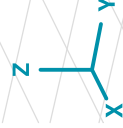
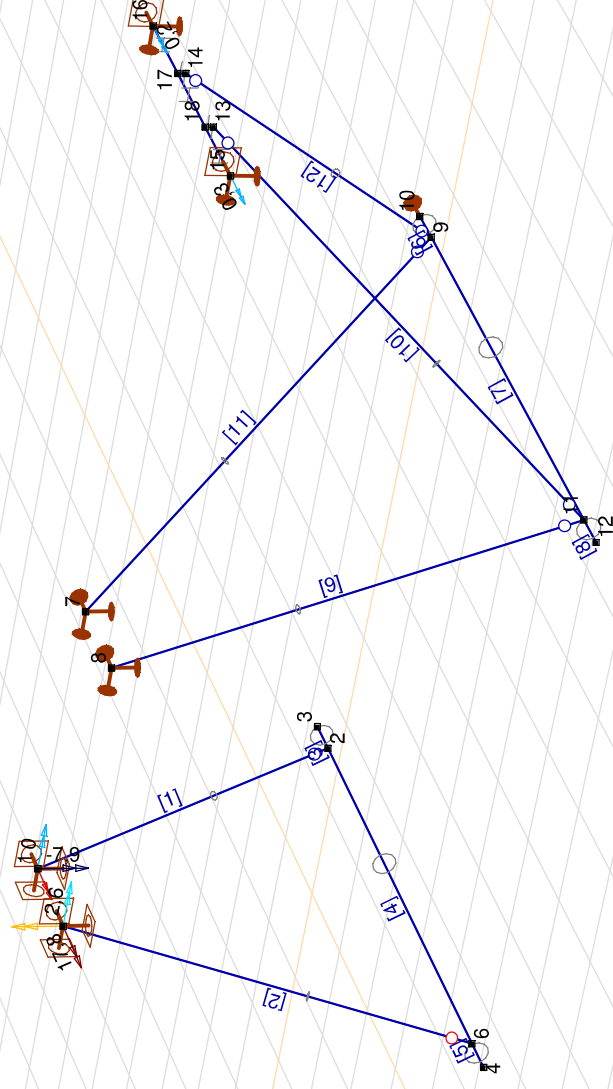
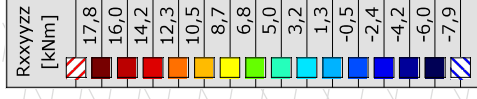
Prof.: Profiel; Pos.: Lokale X-positie van de doorsnede op de staaf; Nx: Normaalkracht; Vy: Dwarskracht in lokale y-richting; Vz: Dwarskracht in lokale z-richting; Tx: Torsiemoment; My: Buigend moment in lokale y-richting; Mz: Buigend moment in lokale z-richting;

**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model 380 kV wisseling.axs**

30-8-2021

Pag. 28

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #1
E (P)	: 2,95E-10
E (W)	: 2,95E-10
E (Eq)	: 1,39E-10
Comp.	: Rxyyzz [kNm]
Max	: 17,8
Min	: -7,9

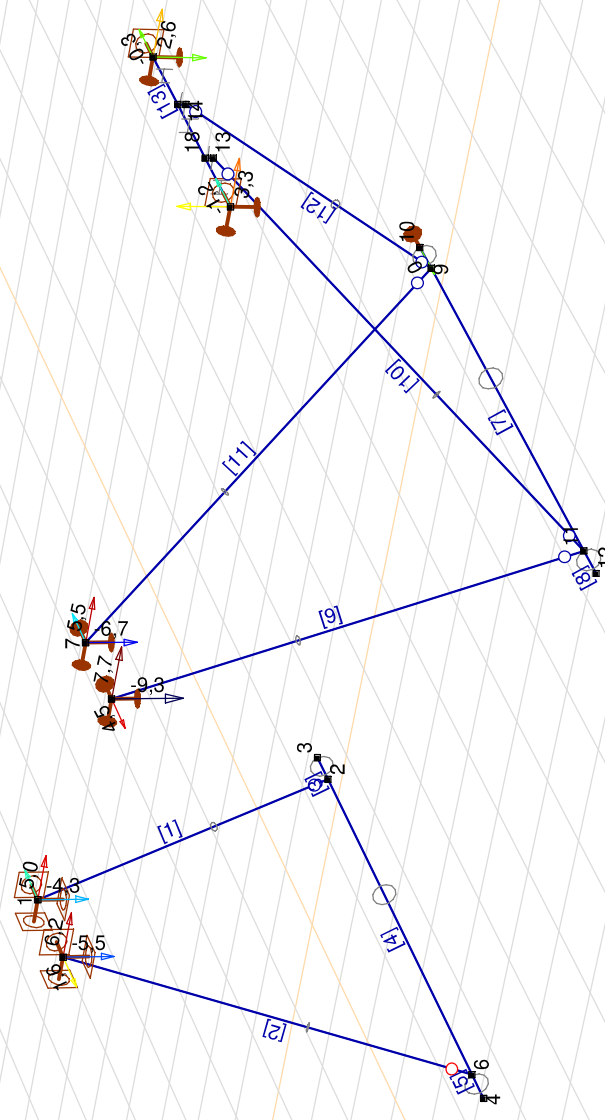


[1], Lineair, Co #1 (UGT), Rxyyzz (knooppopl.), Lijnen

**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model 380 kV wisseling.axs**

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #1
E (P)	: 2,95E-10
E (W)	: 2,95E-10
E (Eq)	: 1,39E-10
Comp.	: Rxyz [kN]
Max	: 7,7
Min	: -9,3

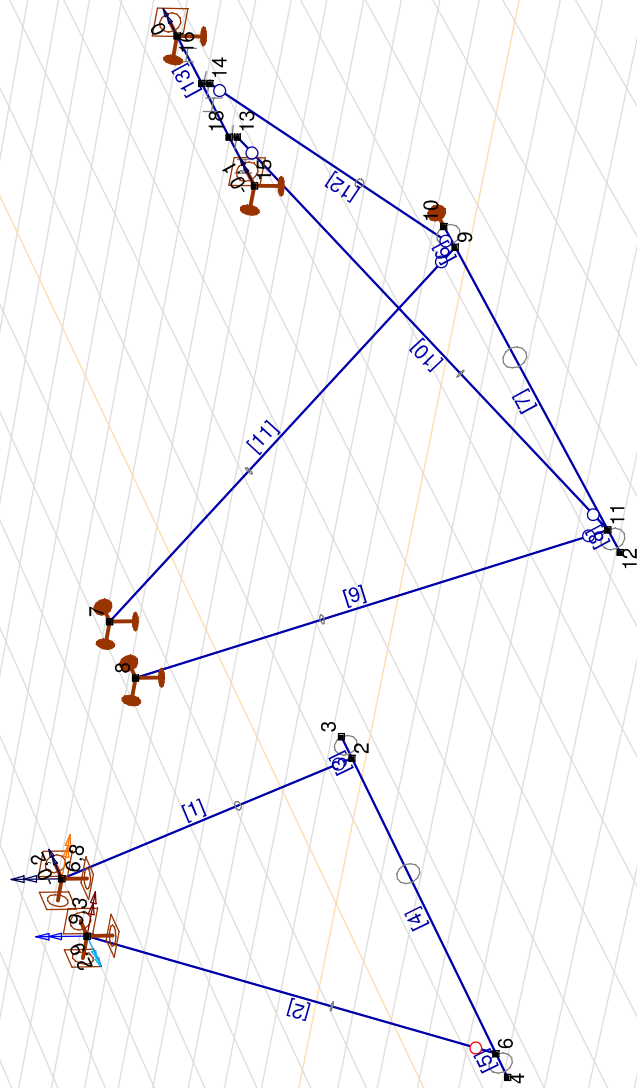
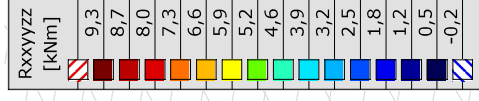
RXYZ [kN]	Color
7,7	Red
6,4	Dark Red
5,2	Red-Orange
4,0	Orange
2,8	Yellow-Orange
1,6	Yellow
0,4	Light Green
-0,8	Green
-2,0	Light Blue
-3,2	Blue
-4,4	Dark Blue
-5,7	Very Dark Blue
-6,9	Black
-8,1	Dark Blue
-9,3	White



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

**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model 380 kV wisseling.axs**

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #2
E (P)	: 2,95E-10
E (W)	: 2,95E-10
E (Eq)	: 1,39E-10
Comp.	: Rxyyzz [kNm]
Max	: 9,3
Min	: -0,2

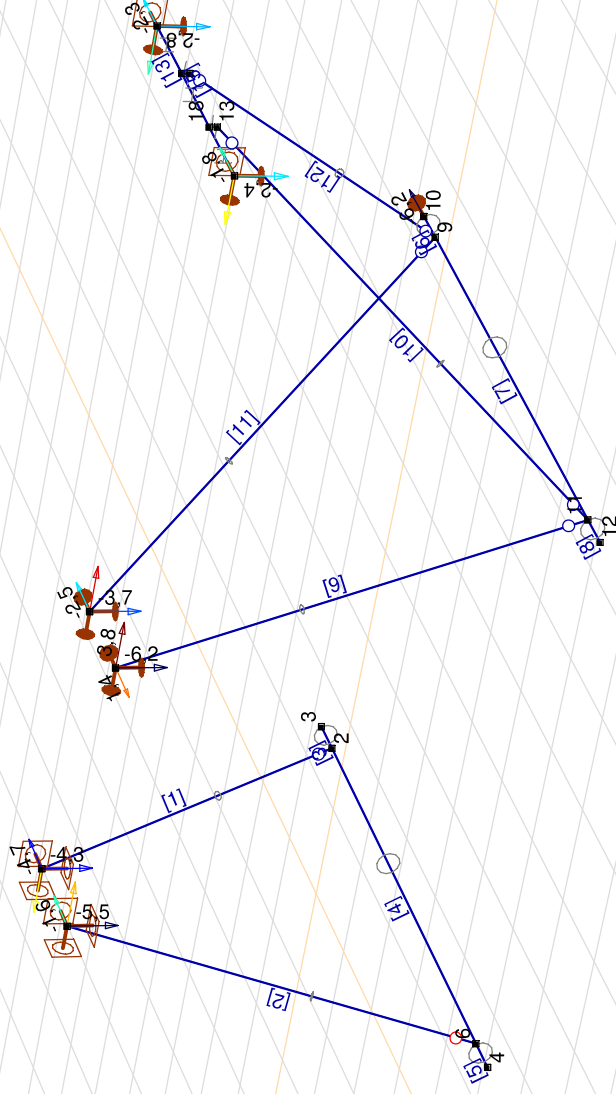


[1], Lineair, Co #2 (UGT), Rxyyzz (knooppnl.), Lijnen

**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model 380 kV wisseling.axs**

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #2
E (P)	: 2,95E-10
E (W)	: 2,95E-10
E (Eq)	: 1,39E-10
Comp.	: Rxyz [kN]
Max	: 3,8
Min	: -6,2

RXYZ [kN]	
3,8	[Red]
3,1	[Dark Red]
2,4	[Red-Orange]
1,7	[Orange]
1,0	[Yellow-Orange]
0,2	[Yellow]
-0,5	[Light Green]
-1,2	[Green]
-1,9	[Cyan]
-2,6	[Blue-Cyan]
-3,3	[Blue]
-4,1	[Dark Blue]
-4,8	[Navy]
-5,5	[Dark Navy]
-6,2	[Black]



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



**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 380 kV wisseling.axs**

30-8-2021

Pag. 32

**Interne krachten knooppogging [Lineair, Co #2 (UGT)]**

Knoop	X [m]	Y [m]	Z [m]	Type	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>r</sub> [kN]	R <sub>xx</sub> [kNm]	R <sub>yy</sub> [kNm]	R <sub>zz</sub> [kNm]	R <sub>rr</sub> [kNm]	αR
1	-0,500	0	2,700	Glob.	-4,7	-0,1	-4,3	6,4	-0,2	6,8	0,1	6,8	-1,101
2	0,500	0	2,700	Glob.	-1,6	0,8	-5,5	5,8	2,9	9,3	1,7	9,9	-0,324
3	-0,500	3,000	2,700	Glob.	-2,5	1,7	-3,7	4,8					-0,820
4	0,500	3,000	2,700	Glob.	1,4	3,8	-6,2	7,4					-0,657
5	-3,000	6,000	-0,900	Glob.	-6,2			6,2					
6	1,400	9,000	2,780	Glob.	-1,8	-0,3	-2,4	3,0	-0,1			0,1	-0,771
7	1,400	9,000	2,780	Glob.	-1,8	-0,3	-2,4	3,0	-0,1			0,1	-0,771
8	0,500	3,000	2,700	Glob.	1,4	3,8	-6,2	7,4					-0,657
1	-0,500	0	2,700	Glob.	-4,7	-0,1	-4,3	6,4	-0,2	6,8	0,1	6,8	-1,101
2	0,500	0	2,700	Glob.	-1,6	0,8	-5,5	5,8	2,9	9,3	1,7	9,9	-0,324
1	-0,500	0	2,700	Glob.	-4,7	-0,1	-4,3	6,4	-0,2	6,8	0,1	6,8	-1,101
2	0,500	0	2,700	Glob.	-1,6	0,8	-5,5	5,8	2,9	9,3	1,7	9,9	-0,324
1	-0,500	0	2,700	Glob.	-4,7	-0,1	-4,3	6,4	-0,2	6,8	0,1	6,8	-1,101
2	0,500	0	2,700	Glob.	-1,6	0,8	-5,5	5,8	2,9	9,3	1,7	9,9	-0,324
7	-1,400	9,000	2,780	Glob.	-2,3	-1,4	-2,8	3,9	0			0	-0,939
2	0,500	0	2,700	Glob.	-1,6	0,8	-5,5	5,8	2,9	9,3	1,7	9,9	-0,324
1	-0,500	0	2,700	Glob.	-4,7	-0,1	-4,3	6,4	-0,2	6,8	0,1	6,8	-1,101
2	0,500	0	2,700	Glob.	-1,6	0,8	-5,5	5,8	2,9	9,3	1,7	9,9	-0,324

**Knoop:** Ondersteunde knoop; **Type:** Opleggingstype; **Rx:** X-component opleggingsreactiekracht; **Ry:** Y-component opleggingsreactiekracht; **Rz:** Z-component opleggingsreactiekracht; **Rxx:** X-component opleggingsreactiemoment; **Ryy:** Y-component opleggingsreactiemoment; **Rzz:** Z-component opleggingsreactiemoment; **Rrr:** Resultierend opleggingsreactiemoment; **αR:** Verhouding verticale oplegkracht / horizontale oplegkracht;

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 380 kV wisseling.axs**

30-8-2021

Pag. 33

**Interne krachten knooppoplegging [Lineair, Co #1 (UGT)]**

Knoop	X [m]	Y [m]	Z [m]	Type	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>r</sub> [kN]	R <sub>xx</sub> [kNm]	R <sub>yy</sub> [kNm]	R <sub>zz</sub> [kNm]	R <sub>rr</sub> [kNm]	αR
1	-0,500	0	2,700	Glob.	-1,6	5,0	-4,3	6,8	13,5	0	-7,9	15,6	-1,230
2	0,500	0	2,700	Glob.	1,6	6,2	-5,5	8,5	17,8	2,6	10,4	20,8	-1,164
3	-0,500	3,000	2,700	Glob.	-3,0	5,5	-6,7	9,1					-0,933
4	0,500	3,000	2,700	Glob.	4,5	7,7	-9,3	12,8					-0,955
5	-3,000	6,000	-0,900	Glob.	0			0					
6	1,400	9,000	2,780	Glob.	-1,2	3,3	0,8	3,6	0,3			0,3	4,387
7	-1,400	9,000	2,780	Glob.	-0,3	2,6	0	2,6	0,2			0,2	-80,699
Ext.													
3	-0,500	3,000	2,700	Glob.	<b>-3,0</b>	5,5	-6,7	9,1					-0,933
4	0,500	3,000	2,700	Glob.	<b>4,5</b>	7,7	-9,3	12,8					-0,955
7	-1,400	9,000	2,780	Glob.	-0,3	<b>2,6</b>	0	2,6	0,2			0,2	-80,699
4	0,500	3,000	2,700	Glob.	4,5	<b>7,7</b>	-9,3	12,8					-0,955
4	0,500	3,000	2,700	Glob.	4,5	7,7	<b>-9,3</b>	12,8					-0,955
6	1,400	9,000	2,780	Glob.	-1,2	3,3	<b>0,8</b>	3,6	0,3			0,3	4,387
5	-3,000	6,000	-0,900	Glob.	0			<b>0</b>					
4	0,500	3,000	2,700	Glob.	4,5	7,7	-9,3	<b>12,8</b>					-0,955
7	-1,400	9,000	2,780	Glob.	-0,3	2,6	0	2,6	<b>0,2</b>			0,2	-80,699
2	0,500	0	2,700	Glob.	1,6	6,2	-5,5	8,5	<b>17,8</b>	2,6	10,4	20,8	-1,164
1	-0,500	0	2,700	Glob.	-1,6	5,0	-4,3	6,8	13,5	<b>0</b>	-7,9	15,6	-1,230
2	0,500	0	2,700	Glob.	1,6	6,2	-5,5	8,5	17,8	<b>2,6</b>	10,4	20,8	-1,164
1	-0,500	0	2,700	Glob.	-1,6	5,0	-4,3	6,8	13,5	0	<b>-7,9</b>	15,6	-1,230
2	0,500	0	2,700	Glob.	1,6	6,2	-5,5	8,5	17,8	2,6	<b>10,4</b>	20,8	-1,164
7	-1,400	9,000	2,780	Glob.	-0,3	2,6	0	2,6	0,2			<b>0,2</b>	-80,699
2	0,500	0	2,700	Glob.	1,6	6,2	-5,5	8,5	17,8	2,6	10,4	<b>20,8</b>	-1,164
7	-1,400	9,000	2,780	Glob.	-0,3	2,6	0	2,6	0,2			0,2	-80,699
6	1,400	9,000	2,780	Glob.	-1,2	3,3	0,8	3,6	0,3			0,3	4,387

**Knoop:** Ondersteunde knoop; **Type:** Opleggingstype; **Rx:** X-component opleggingsreactiekracht; **Ry:** Y-component opleggingsreactiekracht; **Rz:** Z-component opleggingsreactiekracht; **Rxx:** X-component opleggingsreactiemoment; **Ryy:** Y-component opleggingsreactiemoment; **Rzz:** Z-component opleggingsreactiemoment; **αR:** Resultierende opleggingsreactiekracht; **Rr:** Resultierende opleggingsreactiemoment; **Rxx:** X-component opleggingsreactiekracht; **Ryy:** Y-component opleggingsreactiekracht; **Rzz:** Z-component opleggingsreactiekracht; **Rxx:** X-component opleggingsreactiemoment; **Ryy:** Y-component opleggingsreactiemoment; **Rzz:** Z-component opleggingsreactiemoment; **αR:** Resultierende opleggingsreactiekracht / horizontale oplegkracht;

## **Project:**

**Constructeur: DNV GL - Energy**

AxisVM X6 R1h • Geregistreerd aan DNV GL - Energy  
Model HE-ligger.axs

**Rapport**

## Rapport, Inhoudsopgave

Onderdeel		Pagina
Tekening		3
Tekening I		4
Materialen		5
Profielen		6
Knoppen		7
Staven		7
Wind L: Knoopbelastingen		7
Wind L		8
Wind Evenw: Knoopbelastingen		9
Wind Evenw		9
Knooppoleggingen		10
[I], Linear, Omhullende (Belastinggevallen), My, Lijnen (gevuld)		11
[I], Linear, Omhullende (Belastinggevallen), Mz, Lijnen (gevuld)		12
[I], Linear, Omhullende (Belastinggevallen), Nx, Lijnen (gevuld)		13
Onderdeel		Pagina
[I], Linear, Omhullende (Belastinggevallen), Tx, Lijnen (gevuld)		14
[I], Linear, Omhullende (Belastinggevallen), Vy, Lijnen (gevuld)		15
[I], Linear, Omhullende (Belastinggevallen), Vz, Lijnen (gevuld)		16
Staafrachten [Linear, Wind L]		16
[I], Linear, Wind L, cR, Lijnen		19
[I], Linear, Wind L, Rxyyz (knoopopl.), Lijnen		20
[I], Linear, Wind L, Ryz (knoopopl.), Lijnen		21
Interne krachten knooppolegging [Linear, Wind L]		22
[I], Linear, Wind Evenw, Rxyyz (knoopopl.), Lijnen		23
[I], Linear, Wind Evenw, Ryz (knoopopl.), Lijnen		24
Interne krachten knooppolegging [Linear, Wind Evenw]		25
[St], Linear, Omhullende (Belastinggevallen), Sominmax, Lijnen (gevuld)		26
[St], Linear, Omhullende (Belastinggevallen), Unity-check UGT, Lijnen (gevuld)		27

**Project:**

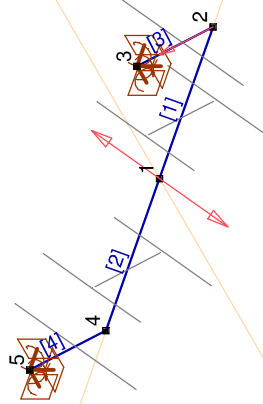
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model HE-ligger.axs**

30-8-2021

Pag. 3

Norm Eurocode-NL
Geval : Wind L



Tekening

**Project:**

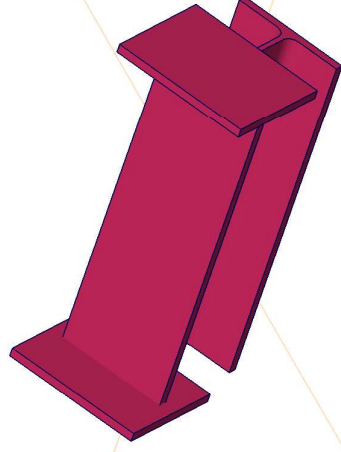
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model HE-ligger.axs**

30-8-2021

Pag. 4

Norm Eurocode-NL
Geval : Wind L



Tekening1

**Project:**




Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model HE-ligger.axs**

30-8-2021

Pag. 5

**Materialen**

Naam	Type	Nationale norm	Materialnorm	Model	$E_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$E_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\nu$	$\alpha_T$ [1/°C]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Material 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 <sup>2</sup> ] = 355.00

Naam	$f_u$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_c$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_c^c$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	$P_6$	$P_7$	$P_8$	$P_9$	$P_{10}$	$P_{11}$	$P_{12}$	$P_{13}$	$P_{14}$
1	S 355	$f_u$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 510.00	$f_c$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 510.00	$f_t$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 335.00	$f_c^c$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 470.00												

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

**Project:**




Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model HE-ligger.axs**

30-8-2021

Pag. 6

**Profielen**

Naam	Tekening	Productie	Vorm	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	r <sub>1</sub> [mm]	r <sub>2</sub> [mm]	r <sub>3</sub> [mm]	A <sub>x</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>y</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>z</sub> [mm <sup>2</sup> ]	I <sub>x</sub> [mm <sup>4</sup> ]	I <sub>y</sub> [mm <sup>4</sup> ]	I <sub>z</sub> [mm <sup>4</sup> ]
1 U 220		Gewalst	U	220,0	80,0	9,0	12,5	12,5	6,5	0	3744,43	1053,63	1818,46	162853,10	2,69E+07	1958777,00
2 HE 200 B		Gewalst	I	200,0	200,0	9,0	15,0	18,0	0	0	7809,42	5398,31	1742,91	606300,80	5,7E+07	2E+07
3 250x15		Gewalst	Recht.	15,0	250,0	0	0	0	0	0	3750,00	3125,00	3125,00	270553,80	70312,50	1,95E+07

Naam	I <sub>yz</sub> [mm <sup>4</sup> ]	I <sub>1</sub> [mm <sup>4</sup> ]	I <sub>2</sub> [mm <sup>4</sup> ]	α [°]	I <sub>ω</sub> [mm <sup>6</sup> ]	W <sub>1,el,t</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>1,el,b</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>2,el,t</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>2,el,b</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>1,pl</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>2,pl</sub> [mm <sup>3</sup> ]	i <sub>y</sub> [mm]	i <sub>z</sub> [mm]	H <sub>y</sub> [mm]	H <sub>z</sub> [mm]
1 U 220	0	2,69E+07	1958777,00	0	1,4E+10	244651,80	244651,80	33453,48	91327,91	291491,00	64408,49	84,8	22,9	80,0	220,0
2 HE 200 B	0	5,7E+07	2E+07	0	1,7E+11	569697,50	569697,50	200338,90	200338,90	642648,60	305826,50	85,4	50,6	200,0	200,0
3 250x15	0	1,95E+07	70312,50	90,00	3,6E+08	156250,00	156250,00	9375,00	9375,00	234375,00	14062,50	4,3	72,2	250,0	15,0

Naam	γ <sub>G</sub> [mm]	z <sub>G</sub> [mm]	γ <sub>S</sub> [mm]	z <sub>S</sub> [mm]	β <sub>y</sub> [mm]	β <sub>z</sub> [mm]	β <sub>w</sub> [°]	S <sub>p</sub>
1 U 220	21,4	110,0	-41,3	0	0	226,0	0	8
2 HE 200 B	100,0	100,0	0	0	0	0	0	9
3 250x15	125,0	7,5	0	0	0	0	0	5

**Naam:** Doorsnede naam; **Productieproces:** Vorm; **Profiel:** h: Doorsnede hoogte; b: Doorsnede breedte; tw: Lijfdikte; tf: Flensdikte; r<sub>1</sub>, r<sub>2</sub>, r<sub>3</sub>: Afrondingswaarde; **Ax:** Doorsnede-oppervlak; **Ay, Az:** Afschuivingsoppervlak; **Ix:** Torsie draagheidsmoment; **Iy, Iz:** Bui draagheidsmoment; **Iyz:** Centrifugaal draagheidsmoment; **I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>:** Hoofddraagheidsmoment; **α:** Hoofdrichtingen; **I<sub>ω</sub>:** Krommingsconstante; **W<sub>1,el</sub>, W<sub>2,el</sub>, W<sub>1,pl</sub>, W<sub>2,pl</sub>:** Elasticiteit modulus; **i<sub>y</sub>, i<sub>z</sub>:** Traagheidsstraal; **H<sub>y</sub>:** Afmeting in lokale Y-richting; **H<sub>z</sub>:** Afmeting in lokale Z-richting; **γ<sub>s</sub>:** Y-coördinaat van het zwaartepunt; **γ<sub>s</sub>:** Y-coördinaat van het zwaartepunt; **z<sub>s</sub>:** Z-coördinaat van het afschuivingsmiddelpunt (torsie); **z<sub>s</sub>:** Z-coördinaat van het afschuivingsmiddelpunt (torsie); **β<sub>y</sub>, β<sub>z</sub>, β<sub>w</sub>:** Wagner's coëfficiënt; **S<sub>p</sub>:** Spanningspunten;



**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model HE-ligger.axs**

30-8-2021

Pag. 7

**Knopen**

	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	0	0	0
2	0	-0,300	0
3	-0,100	-0,300	0,173
4	0	0,300	0
5	-0,100	0,300	0,173

**Staven**

	Start-punt	Eind-punt	Lengte	Lokaal X	Materiaal	Doorsnede	Ref <sub>z</sub>
1	1	2	0,300	i-j	S 355	2	R4
2	4	1	0,300	j-i	S 355	2	R4
3	2	3	0,200	i-j	S 355	3	R2
4	4	5	0,200	i-j	S 355	3	R2

Lengte: Elementlengte; **Lokaal X**: Lokale X-richting; **Ref<sub>z</sub>**: Referentie voor lokale Z-richting;

**Wind L: Knoopbelastingen**

	Richting	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
1	Global	1,6	6,2	-5,5	17,8	2,6	10,4

F<sub>x</sub>, F<sub>y</sub>, F<sub>z</sub>: Belastingkracht component; **M<sub>x</sub>**, **M<sub>y</sub>**, **M<sub>z</sub>**: Belastingmoment component;

**Project:**

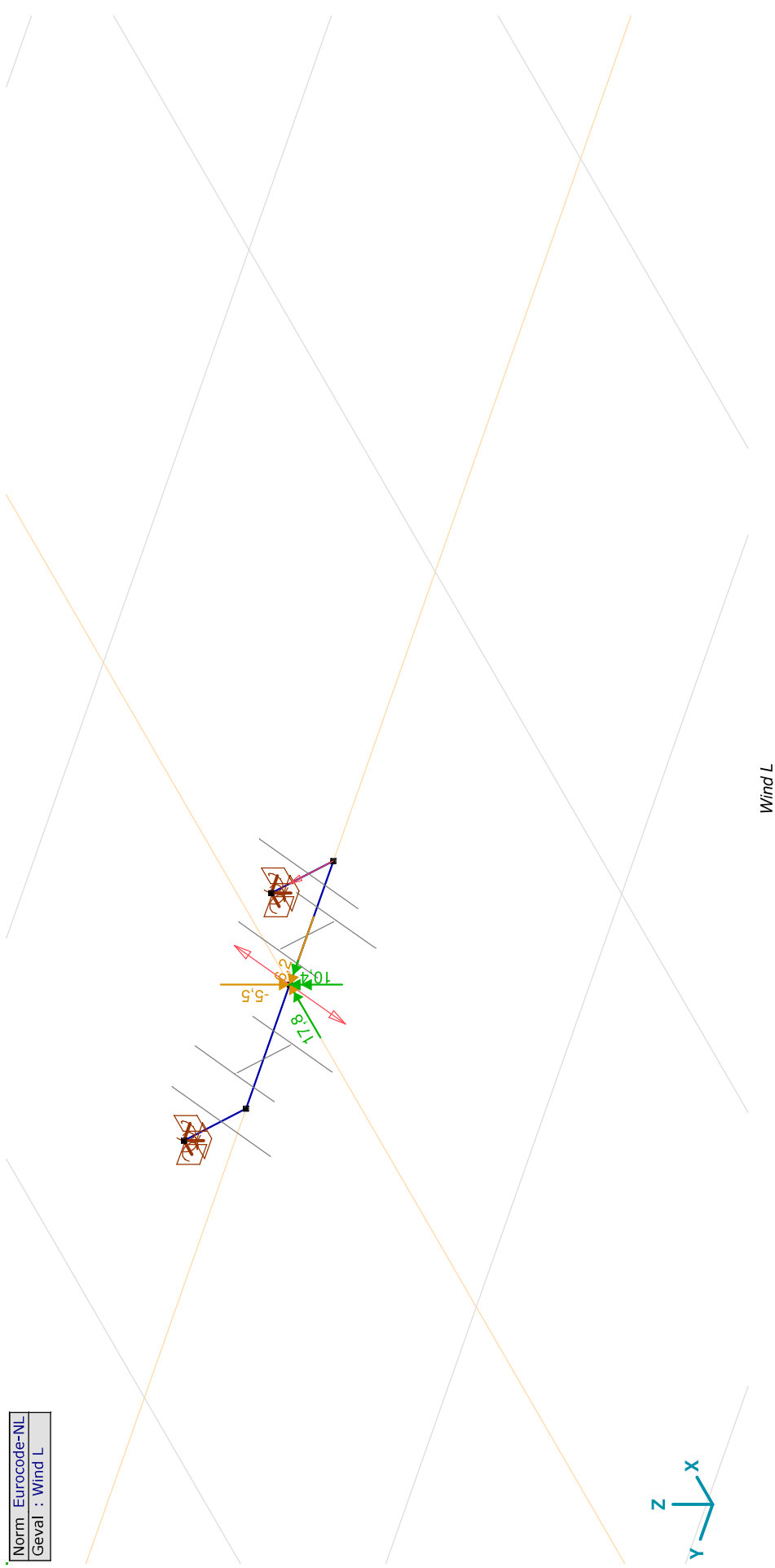
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model HE-ligger.axs**

30-8-2021

Pag. 8

Norm Eurocode-NL
Geval : Wind L



Wind L



**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

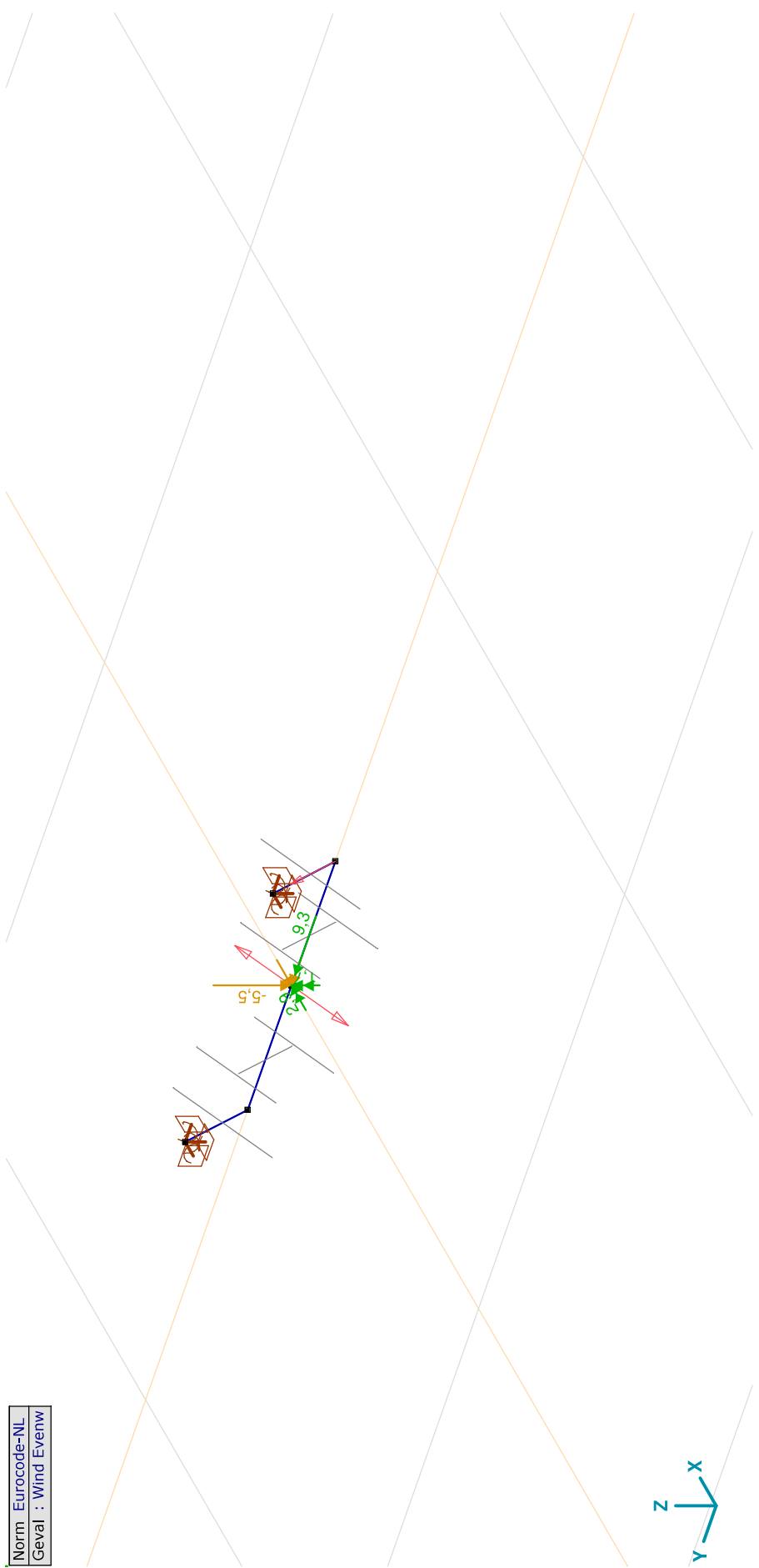
Model: **Model HE-ligger.axs**

**Wind Evenw: Knoopbelastingen**

	Richting	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
1	Global	-1,6	0,8	-5,5	2,9	9,3	1,7

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

Norm Eurocode-NL  
Geval : Wind Evenw



Wind Evenw

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model HE-ligger.axs**

30-8-2021

Pag. 10

**Knooppopleggingen**

	<i>Knoop</i>	<i>X [m]</i>	<i>Y [m]</i>	<i>Z [m]</i>	<i>Type</i>	<i>Naam<sub>x</sub></i>	<i>K<sub>x</sub></i> [kN/m]	<i>K<sub>xV</sub></i> [kN/m]	<i>Naam<sub>y</sub></i>	<i>K<sub>y</sub></i> [kN/m]	<i>K<sub>yV</sub></i> [kN/m]	<i>Naam<sub>z</sub></i>	<i>K<sub>z</sub></i> [kN/m]	<i>K<sub>zV</sub></i> [kN/m]	<i>Naam<sub>xx</sub></i>
1	3	-0,100	-0,300	0,173	Glob.	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - rotatie
2	5	-0,100	0,300	0,173	Glob.	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - translatie	1E+10	1E+10	Vast - rotatie

	<i>Knoop</i>	<i>K<sub>xx</sub></i> [kNm/rad]	<i>K<sub>xyV</sub></i> [kNm/rad]	<i>Naam<sub>yy</sub></i>	<i>K<sub>yy</sub></i> [kNm/rad]	<i>K<sub>yyV</sub></i> [kNm/rad]	<i>Naam<sub>zz</sub></i>	<i>K<sub>zz</sub></i> [kNm/rad]	<i>K<sub>zzV</sub></i> [kNm/rad]
1	3	1E+10	1E+10	Vast - rotatie	1E+10	1E+10	Vast - rotatie	1E+10	1E+10
2	5	1E+10	1E+10	Vast - rotatie	1E+10	1E+10	Vast - rotatie	1E+10	1E+10

**Knoop:** Ondersteunde knoop; **Type:** Opleggingstype: *K<sub>x</sub>*, *K<sub>y</sub>*, *K<sub>z</sub>*, *K<sub>xx</sub>*, *K<sub>yy</sub>*, *K<sub>zz</sub>*: Initiele stijfheid;

**Project:**

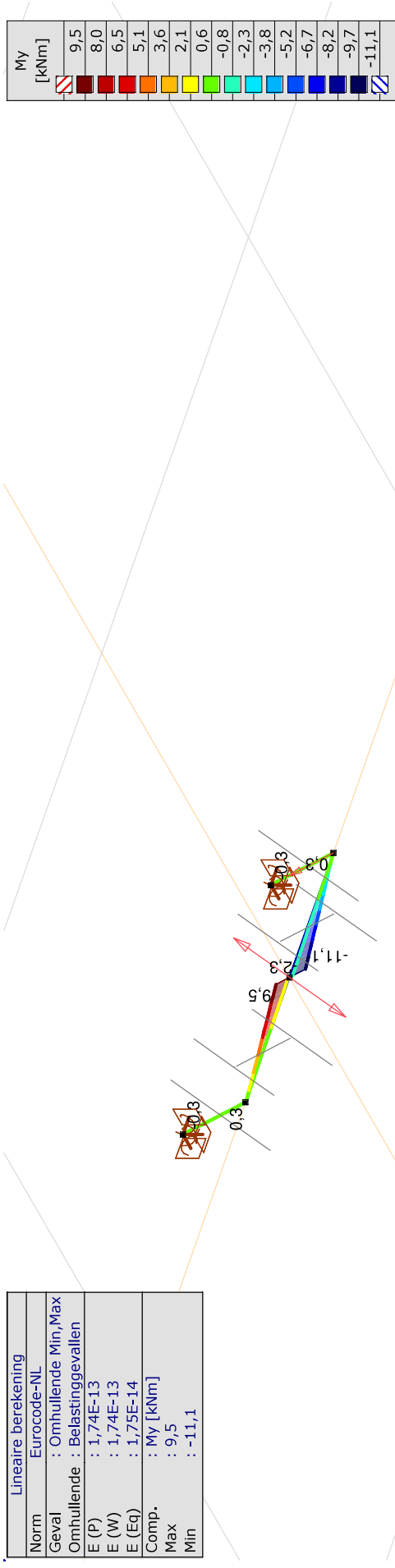
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model HE-ligger.axs**

30-8-2021

Pag. 11

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Belastinggevallen
E (P)	: 1,74E-13
E (W)	: 1,74E-13
E (Eq)	: 1,75E-14
Comp.	: My [kNm]
Max	: 9,5
Min	: -11,1



[[], Lineair, Omhullende (Belastinggevallen), My, Lijnen (gevuld)

**Project:**

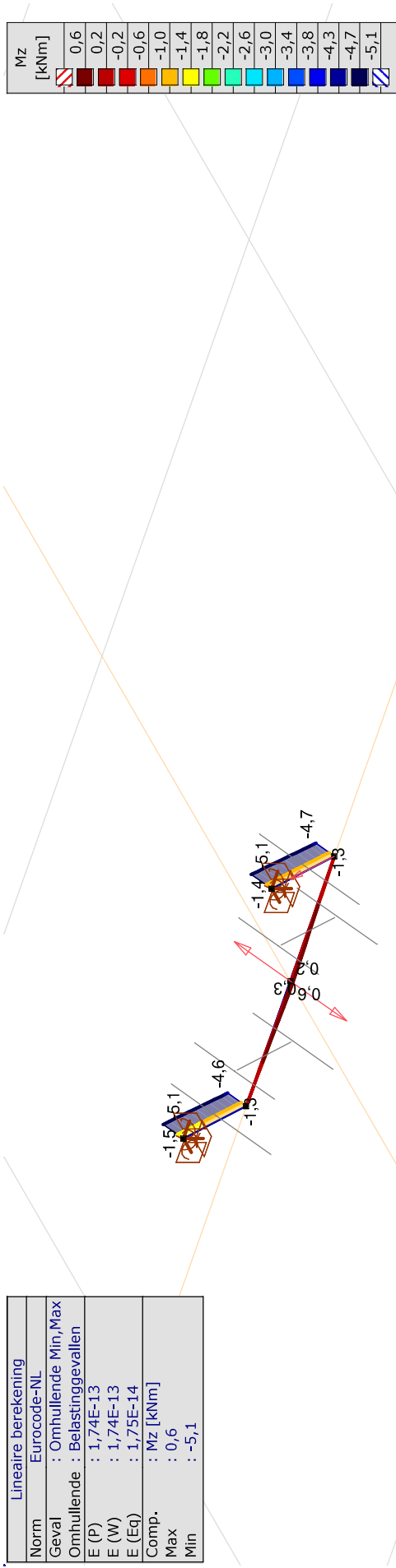
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model HE-ligger.axs**

30-8-2021

Pag. 12

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Belastinggevallen
E (P)	: 1,74E-13
E (W)	: 1,74E-13
E (Eq)	: 1,75E-14
Comp.	: Mz [kNm]
Max	: 0,6
Min	: -5,1



[[J], Lineair, Omhullende (Belastinggevallen), Mz, Lijnen (gevuld)

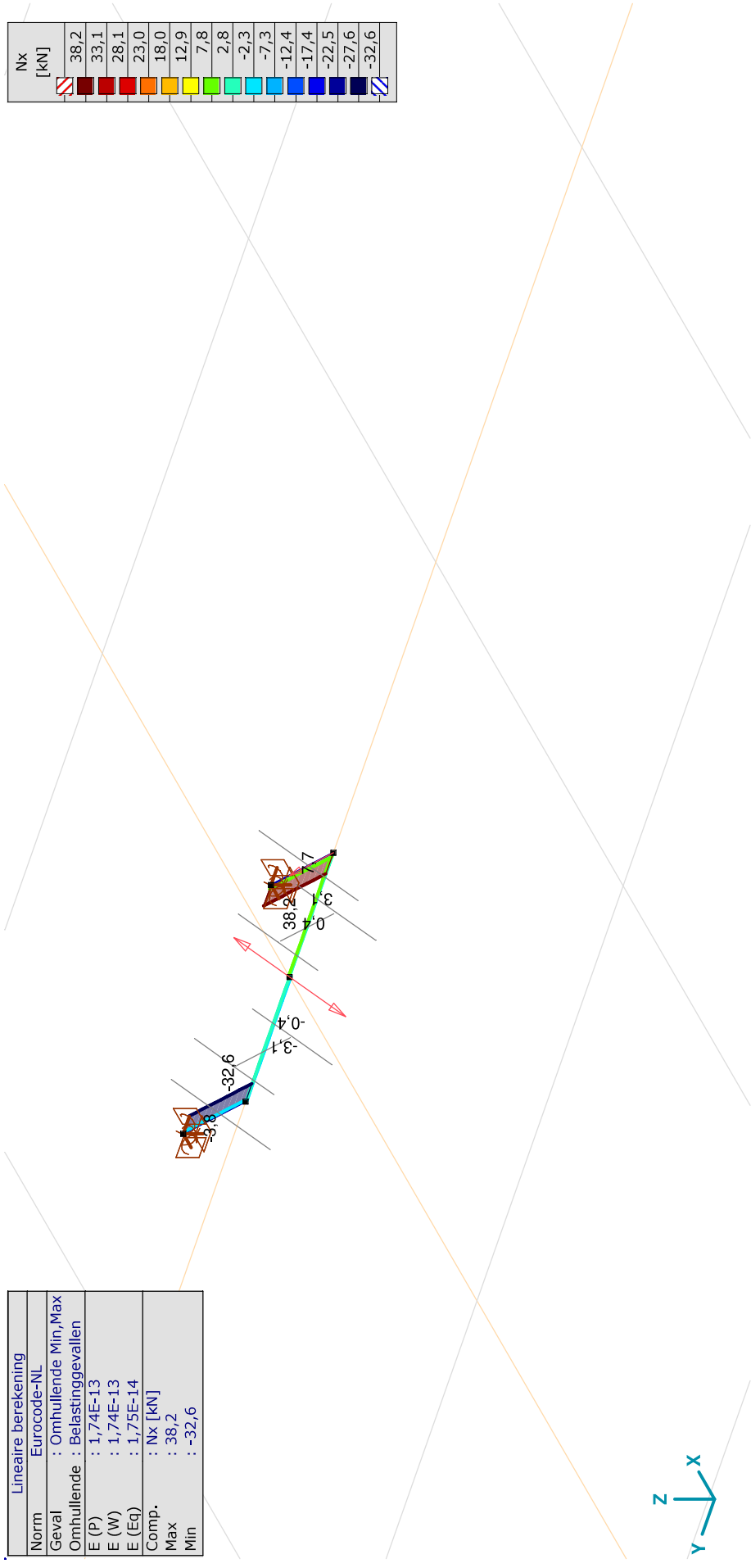
**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model HE-ligger.axs**

30-8-2021

Pag. 13



Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Belastinggevallen
E (P)	: 1,74E-13
E (W)	: 1,74E-13
E (Eg)	: 1,75E-14
Comp.	: Nx [kN]
Max	: 38,2
Min	: -32,6

[I], Lineair, Omhullende (Belastinggevallen), Nx, Lijnen (gevuld)

**Project:**

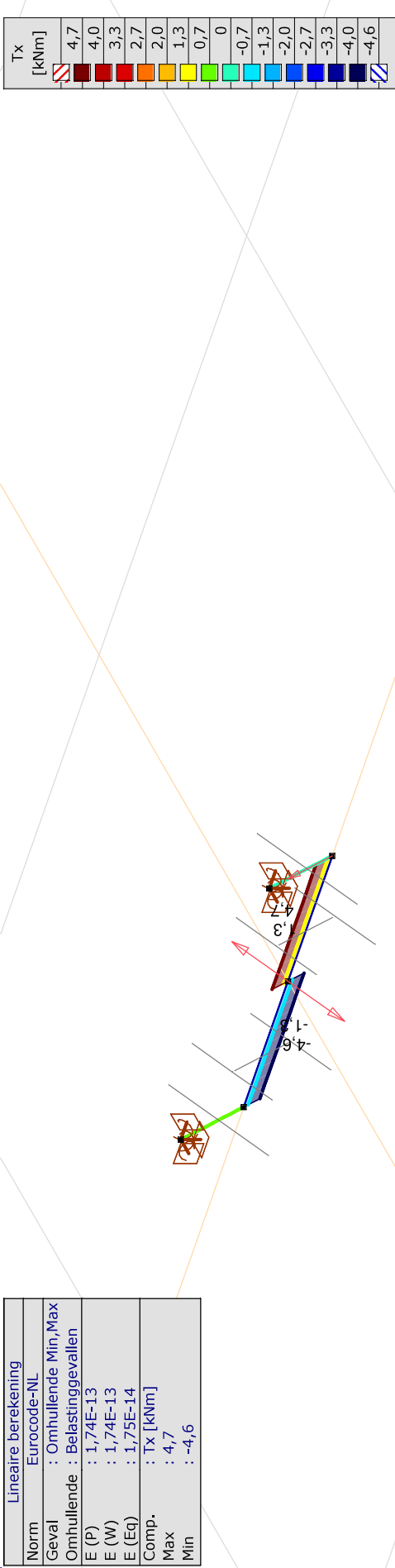
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model HE-ligger.axs**

30-8-2021

Pag. 14

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Belastinggevallen
E (P)	: 1,74E-13
E (W)	: 1,74E-13
E (Eq)	: 1,75E-14
Comp.	: Tx [kNm]
Max	: 4,7
Min	: -4,6



[I], Lineair, Omhullende (Belastinggevallen), Tx, Lijnen (gevuld)



**Project:**

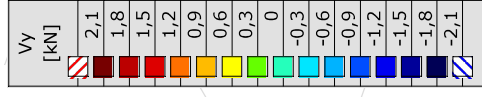
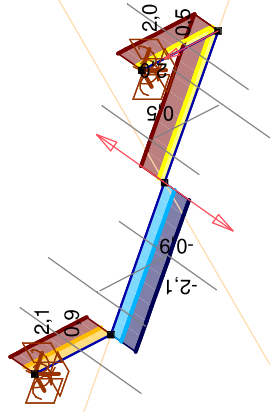
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model HE-ligger.axs**

30-8-2021

Pag. 15

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Belastinggevallen
E (P)	: 1,74E-13
E (W)	: 1,74E-13
E (Eq)	: 1,75E-14
Comp.	: Vy [kN]
Max	: 2,1
Min	: -2,1

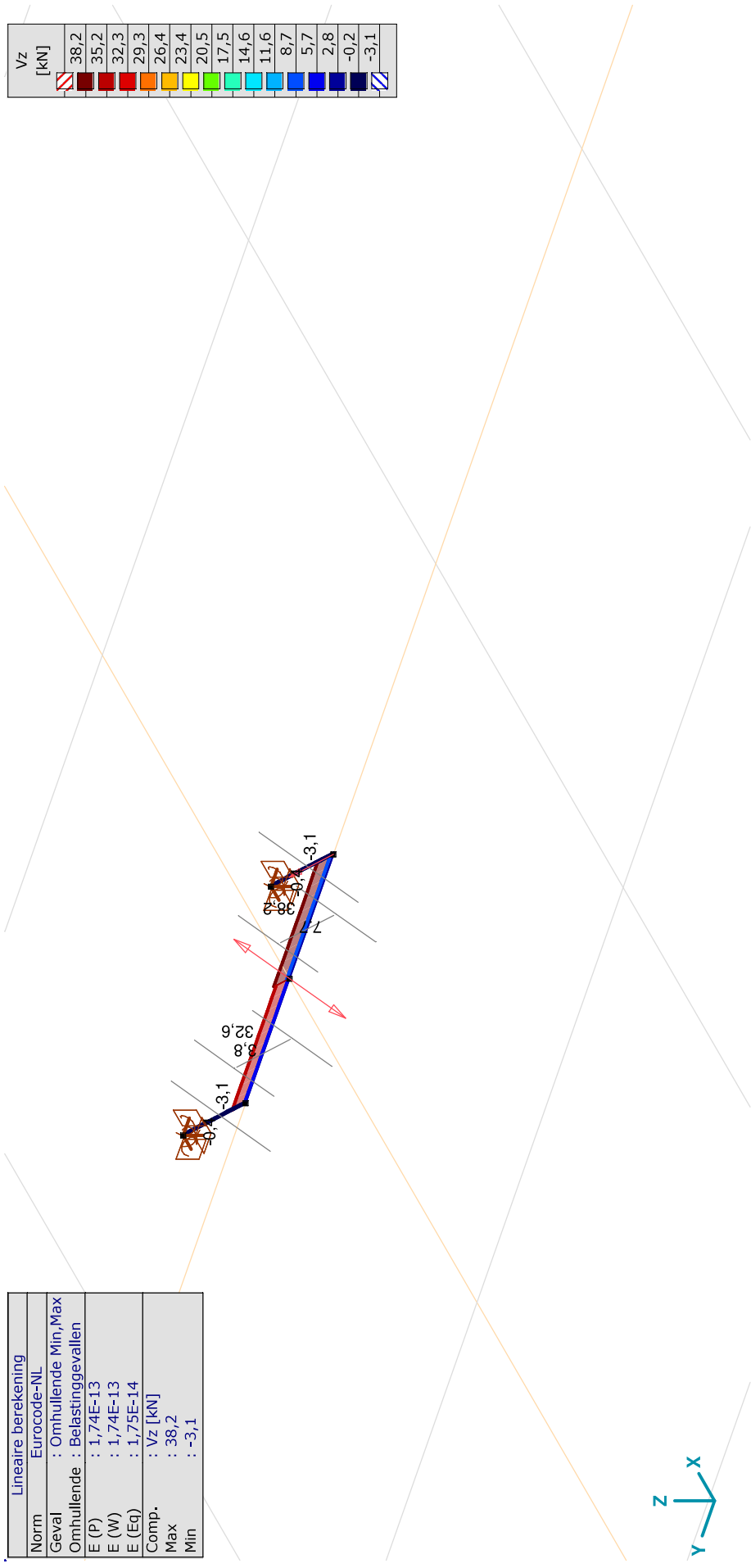
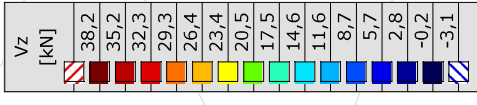


[1], Lineair, Omhullende (Belastinggevallen), Vy, Lijnen (gevuld)

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model HE-ligger.axs**

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Belastinggevallen
E (P)	: 1,74E-13
E (W)	: 1,74E-13
E (Eq)	: 1,75E-14
Comp.	: Vz [kN]
Max	: 38,2
Min	: -3,1



[I], Lineair, Omhullende (Belastinggevallen), Vz, Lijnen (gevuld)

Staaftkrachten [Lineair, Wind L]

Prof.	Doorsnede naam	Pos. [m]	Knoop	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	B [kNm <sup>2</sup> ]
1	2	HE 200 B	L=0,300							

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model HE-ligger.axs**

30-8-2021

Pag. 17

## Staaftkrachten [Lineair, Wind L]

Prof.	Doorsnede naam	Pos. [m]	Knoop	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	B [kNm <sup>2</sup> ]
		0	(1)	3,1	0,5	38,2	1,3	-11,1	0,2	0
		0,030		3,1	0,5	38,2	1,3	-10,0	0,1	0
		0,060		3,1	0,5	38,2	1,3	-8,8	0,1	0
		0,090		3,1	0,5	38,2	1,3	-7,7	0,1	0
		0,120		3,1	0,5	38,2	1,3	-6,6	0,1	0
		0,150		3,1	0,5	38,2	1,3	-5,4	0,1	0
		0,180		3,1	0,5	38,2	1,3	-4,3	0,1	0
		0,210		3,1	0,5	38,2	1,3	-3,1	0	0
		0,240		3,1	0,5	38,2	1,3	-2,0	0	0
		0,270		3,1	0,5	38,2	1,3	-0,8	0	0
		0,300	(2)	3,1	0,5	38,2	1,3	0,3	0	0
2	2 HE 200 B	L=0,300								
		0	(4)	-3,1	-0,9	32,6	-1,3	-0,3	0	0
		0,030		-3,1	-0,9	32,6	-1,3	0,7	0	0
		0,060		-3,1	-0,9	32,6	-1,3	1,6	0,1	0
		0,090		-3,1	-0,9	32,6	-1,3	2,6	0,1	0
		0,120		-3,1	-0,9	32,6	-1,3	3,6	0,1	0
		0,150		-3,1	-0,9	32,6	-1,3	4,6	0,1	0
		0,180		-3,1	-0,9	32,6	-1,3	5,6	0,2	0
		0,210		-3,1	-0,9	32,6	-1,3	6,5	0,2	0
		0,240		-3,1	-0,9	32,6	-1,3	7,5	0,2	0
		0,270		-3,1	-0,9	32,6	-1,3	8,5	0,2	0
		0,300	(1)	-3,1	-0,9	32,6	-1,3	9,5	0,3	0
3	3 250x15	L=0,200								
		0	(2)	38,2	0,5	-3,1	0	0,3	-1,3	0
		0,020		38,2	0,5	-3,1	0	0,3	-1,3	0
		0,040		38,2	0,5	-3,1	0	0,2	-1,3	0
		0,060		38,2	0,5	-3,1	0	0,1	-1,3	0
		0,080		38,2	0,5	-3,1	0	0,1	-1,3	0
		0,100		38,2	0,5	-3,1	0	0	-1,4	0
		0,120		38,2	0,5	-3,1	0	-0,1	-1,4	0
		0,140		38,2	0,5	-3,1	0	-0,1	-1,4	0
		0,160		38,2	0,5	-3,1	0	-0,2	-1,4	0
		0,180		38,2	0,5	-3,1	0	-0,2	-1,4	0
		0,200	(3)	38,2	0,5	-3,1	0	-0,3	-1,4	0
4	4 250x15	L=0,200								
		0	(4)	-32,6	0,9	-3,1	0	0,3	-1,3	0

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model HE-ligger.axs**

30-8-2021

Pag. 18

## Staaftkrachten [Lineair, Wind L]

Prof.	Doorsnede naam	Pos. [m]	Knoop	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	B [kNm <sup>2</sup> ]
		0,020		-32,6	0,9	-3,1	0	0,2	-1,3	0
		0,040		-32,6	0,9	-3,1	0	0,2	-1,3	0
		0,060		-32,6	0,9	-3,1	0	0,1	-1,4	0
		0,080		-32,6	0,9	-3,1	0	0,1	-1,4	0
		0,100		-32,6	0,9	-3,1	0	0	-1,4	0
		0,120		-32,6	0,9	-3,1	0	-0,1	-1,4	0
		0,140		-32,6	0,9	-3,1	0	-0,1	-1,4	0
		0,160		-32,6	0,9	-3,1	0	-0,2	-1,4	0
		0,180		-32,6	0,9	-3,1	0	-0,2	-1,5	0
		0,200	(5)	-32,6	0,9	-3,1	0	-0,3	-1,5	0
Ext.										
4	3	250x15	*	-32,6	*	*	*	*	*	*
3	3	250x15	*	38,2	*	*	*	*	*	*
2	2	HE 200 B	*	*	-0,9	*	*	*	*	*
4	3	250x15	*	*	0,9	*	*	*	*	*
3	3	250x15	*	*	*	-3,1	*	*	*	*
1	2	HE 200 B	*	*	*	38,2	*	*	*	*
2	2	HE 200 B	*	*	*	*	-1,3	*	*	*
1	2	HE 200 B	*	*	*	*	1,3	*	*	*
1	2	HE 200 B	*	*	*	*	*	*	*	*
2	2	HE 200 B	(1)	3,1	0,5	38,2	1,3	-11,1	0,2	0
2	2	HE 200 B	(1)	-3,1	-0,9	32,6	-1,3	9,5	0,3	0
4	3	250x15	(5)	-32,6	0,9	-3,1	0	-0,3	-1,5	0
2	2	HE 200 B	(1)	-3,1	-0,9	32,6	-1,3	9,5	0,3	0
1	2	HE 200 B	*	*	*	*	*	*	*	0
1	2	HE 200 B	*	*	*	*	*	*	*	0

Prof.: Profiel; 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;

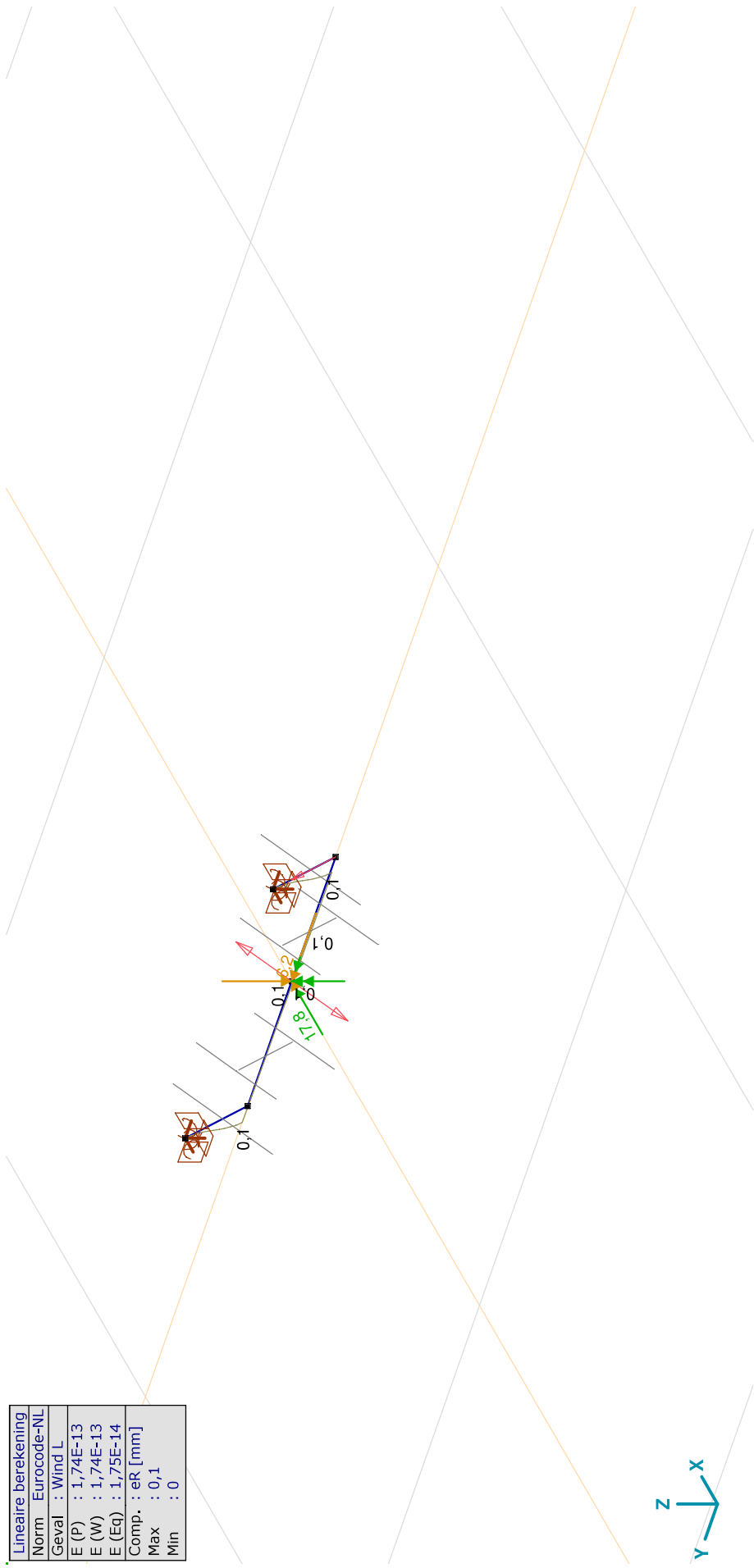
**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model HE-ligger.axs**

30-8-2021

Pag. 19



Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Wind L
E (P)	: 1,74E-13
E (W)	: 1,74E-13
E (Eq)	: 1,75E-14
Comp.	: eR [mm]
Max	: 0,1
Min	: 0



[I], Lineair, Wind L, eR, Lijnen

**Project:**

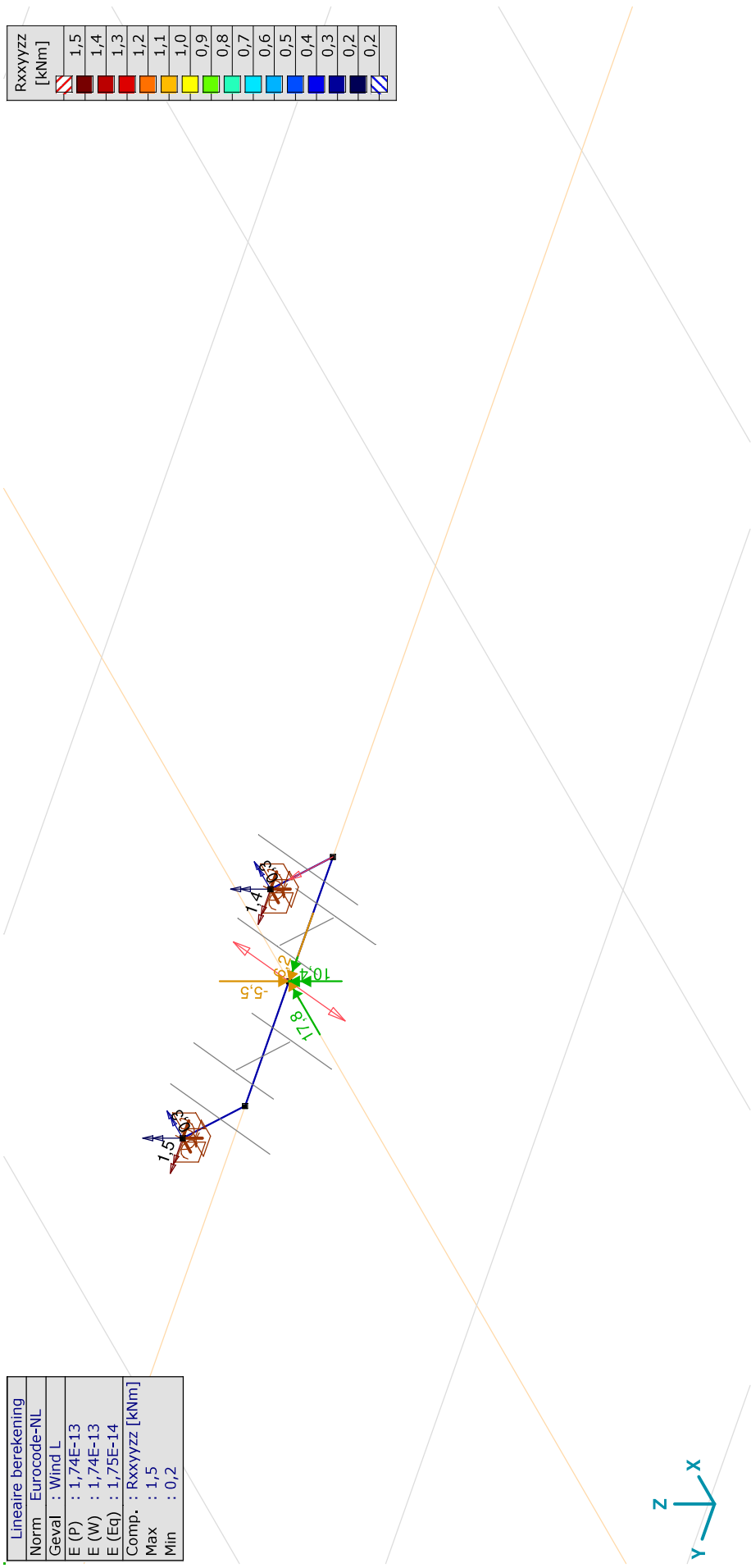
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model HE-ligger.axs**

30-8-2021

Pag. 20

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Wind L
E (P)	: 1,74E-13
E (W)	: 1,74E-13
E (Eq)	: 1,75E-14
Comp.	: Rxxxxzz [kNm]
Max	: 1,5
Min	: 0,2



[[]. Lineair, Wind L, Rxxxxzz (knooppnl.), Lijnen

**Project:**

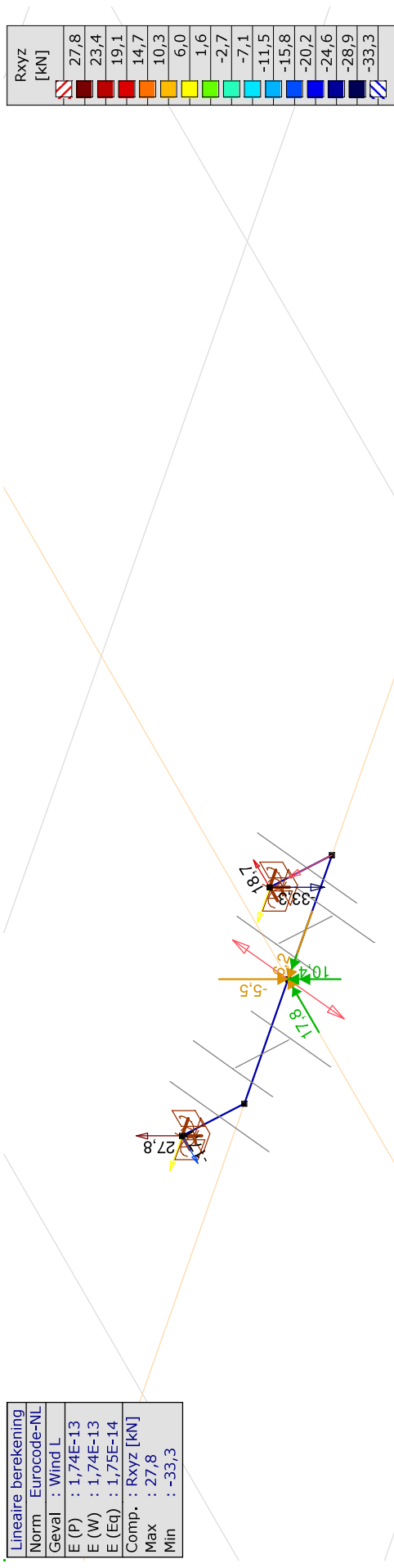
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model HE-ligger.axs**

30-8-2021

Pag. 21

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Wind L
E (P)	: 1,74E-13
E (W)	: 1,74E-13
E (Eq)	: 1,75E-14
Comp.	: Rxyz [kN]
Max	: 27,8
Min	: -33,3



[1], Lineair, Wind L, Rxyz (knoopopl.), Lijnen

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model HE-ligger.axs**

30-8-2021

Pag. 22

## Interne krachten knooppoplegging [Lineair, Wind L]

	Knoop	X [m]	Y [m]	Z [m]	Type	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>r</sub> [kN]	R <sub>xx</sub> [kNm]	R <sub>yy</sub> [kNm]	R <sub>zz</sub> [kNm]	R <sub>rr</sub> [kNm]	aR
1	3	-0,100	-0,300	0,173	Glob.	18,7	3,1	-33,3	38,3	0,3	1,4	0,2	1,4	-0,568
2	5	-0,100	0,300	0,173	Glob.	-17,1	3,1	27,8	32,8	0,3	1,5	0,2	1,5	0,623
Ext.														
2	5	-0,100	0,300	0,173	Glob.	-17,1	3,1	27,8	32,8	0,3	1,5	0,2	1,5	0,623
1	3	-0,100	-0,300	0,173	Glob.	18,7	3,1	-33,3	38,3	0,3	1,4	0,2	1,4	-0,568
2	5	-0,100	0,300	0,173	Glob.	-17,1	3,1	27,8	32,8	0,3	1,5	0,2	1,5	0,623
1	3	-0,100	-0,300	0,173	Glob.	18,7	3,1	-33,3	38,3	0,3	1,4	0,2	1,4	-0,568
2	5	-0,100	0,300	0,173	Glob.	-17,1	3,1	27,8	32,8	0,3	1,5	0,2	1,5	0,623
1	3	-0,100	-0,300	0,173	Glob.	18,7	3,1	-33,3	38,3	0,3	1,4	0,2	1,4	-0,568
2	5	-0,100	0,300	0,173	Glob.	-17,1	3,1	27,8	32,8	0,3	1,5	0,2	1,5	0,623
1	3	-0,100	-0,300	0,173	Glob.	18,7	3,1	-33,3	38,3	0,3	1,4	0,2	1,4	-0,568
2	5	-0,100	0,300	0,173	Glob.	-17,1	3,1	27,8	32,8	0,3	1,5	0,2	1,5	0,623
1	3	-0,100	-0,300	0,173	Glob.	18,7	3,1	-33,3	38,3	0,3	1,4	0,2	1,4	-0,568
2	5	-0,100	0,300	0,173	Glob.	-17,1	3,1	27,8	32,8	0,3	1,5	0,2	1,5	0,623
1	3	-0,100	-0,300	0,173	Glob.	18,7	3,1	-33,3	38,3	0,3	1,4	0,2	1,4	-0,568
2	5	-0,100	0,300	0,173	Glob.	-17,1	3,1	27,8	32,8	0,3	1,5	0,2	1,5	0,623
1	3	-0,100	-0,300	0,173	Glob.	18,7	3,1	-33,3	38,3	0,3	1,4	0,2	1,4	-0,568
2	5	-0,100	0,300	0,173	Glob.	-17,1	3,1	27,8	32,8	0,3	1,5	0,2	1,5	0,623
1	3	-0,100	-0,300	0,173	Glob.	18,7	3,1	-33,3	38,3	0,3	1,4	0,2	1,4	-0,568
2	5	-0,100	0,300	0,173	Glob.	-17,1	3,1	27,8	32,8	0,3	1,5	0,2	1,5	0,623
1	3	-0,100	-0,300	0,173	Glob.	18,7	3,1	-33,3	38,3	0,3	1,4	0,2	1,4	-0,568
2	5	-0,100	0,300	0,173	Glob.	-17,1	3,1	27,8	32,8	0,3	1,5	0,2	1,5	0,623
1	3	-0,100	-0,300	0,173	Glob.	18,7	3,1	-33,3	38,3	0,3	1,4	0,2	1,4	-0,568
2	5	-0,100	0,300	0,173	Glob.	-17,1	3,1	27,8	32,8	0,3	1,5	0,2	1,5	0,623

**Knoop:** Ondersteunde knoop; **Type:** Opleggingstype; **Rx:** X-component opleggingsreactiekracht; **Ry:** Y-component opleggingsreactiekracht; **Rz:** Z-component opleggingsreactiekracht; **Rxx:** X-component opleggingsreactiemoment; **Ryy:** Y-component opleggingsreactiemoment; **Rzz:** Z-component opleggingsreactiemoment; **Rrr:** Resultierend opleggingsreactiemoment; **aR:** Resulterende opleggingsreactiekracht; **Rr:** Resulterende opleggingsreactiemoment; **Rxx:** X-component opleggingsreactiekracht; **Ryy:** Y-component opleggingsreactiekracht; **Rzz:** Z-component opleggingsreactiekracht; **Rrr:** Resulterende opleggingsreactiemoment; **aR:** Resulterende opleggingsreactiekracht.



**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model HE-ligger.axs**

30-8-2021

Pag. 23



Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Wind Evenw
E (P)	: 1,74E-13
E (W)	: 1,74E-13
E (Eq)	: 1,75E-14
Comp.	: Rxxxyyzz [kNm]
Max	: 5,1
Min	: 0

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

[I]. Lineair, Wind Evenw, Rxxxyyzz (knooppnl.), Lijnen

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

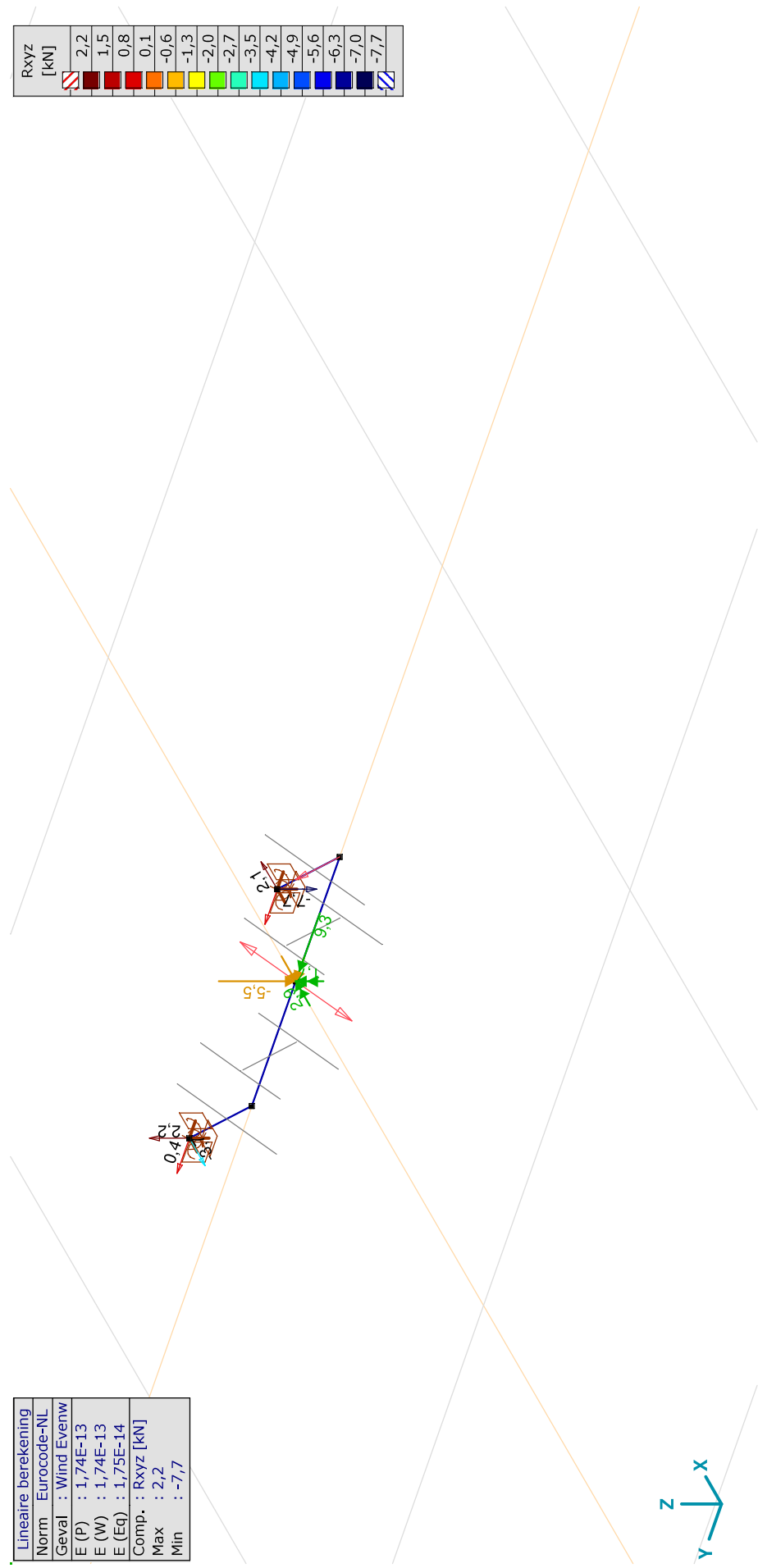
Model: **Model HE-ligger.axs**

30-8-2021

Pag. 24

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Wind Evenw
E (P)	: 1,74E-13
E (W)	: 1,74E-13
E (Eq)	: 1,75E-14
Comp.	: Rxyz [kN]
Max	: 2,2
Min	: -7,7

RXYZ [kN]	
	2,2
	1,5
	0,8
	0,1
	-0,6
	-1,3
	-2,0
	-2,7
	-3,5
	-4,2
	-4,9
	-5,6
	-6,3
	-7,0
	-7,7



[[], Lineair, Wind Evenw, Rxyz (knoopopl.), Lijnen

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model HE-ligger.axs**

30-8-2021

Pag. 25

## Interne krachten knooppoplegging [Lineair, Wind Evenw]

	Knoop	X [m]	Y [m]	Z [m]	Type	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>r</sub> [kN]	R <sub>xx</sub> [kNm]	R <sub>yy</sub> [kNm]	R <sub>zz</sub> [kNm]	R <sub>rr</sub> [kNm]	αR
1	3	-0,100	-0,300	0,173	Glob.	2,1	0,4	-7,7	8,0	0	5,1	0	5,1	-0,278
2	5	-0,100	0,300	0,173	Glob.	-3,7	0,4	2,2	4,3	0	5,1	0	5,1	1,692
Ext.														
2	5	-0,100	0,300	0,173	Glob.	-3,7	0,4	2,2	4,3	0	5,1	0	5,1	1,692
1	3	-0,100	-0,300	0,173	Glob.	2,1	0,4	-7,7	8,0	0	5,1	0	5,1	-0,278
2	5	-0,100	0,300	0,173	Glob.	-3,7	0,4	2,2	4,3	0	5,1	0	5,1	1,692
1	3	-0,100	-0,300	0,173	Glob.	2,1	0,4	-7,7	8,0	0	5,1	0	5,1	-0,278
2	5	-0,100	0,300	0,173	Glob.	-3,7	0,4	2,2	4,3	0	5,1	0	5,1	1,692
1	3	-0,100	-0,300	0,173	Glob.	2,1	0,4	-7,7	8,0	0	5,1	0	5,1	-0,278
2	5	-0,100	0,300	0,173	Glob.	-3,7	0,4	2,2	4,3	0	5,1	0	5,1	1,692
1	3	-0,100	-0,300	0,173	Glob.	2,1	0,4	-7,7	8,0	0	5,1	0	5,1	-0,278
2	5	-0,100	0,300	0,173	Glob.	-3,7	0,4	2,2	4,3	0	5,1	0	5,1	1,692
1	3	-0,100	-0,300	0,173	Glob.	2,1	0,4	-7,7	8,0	0	5,1	0	5,1	-0,278
2	5	-0,100	0,300	0,173	Glob.	-3,7	0,4	2,2	4,3	0	5,1	0	5,1	1,692
1	3	-0,100	-0,300	0,173	Glob.	2,1	0,4	-7,7	8,0	0	5,1	0	5,1	-0,278
2	5	-0,100	0,300	0,173	Glob.	-3,7	0,4	2,2	4,3	0	5,1	0	5,1	1,692
1	3	-0,100	-0,300	0,173	Glob.	2,1	0,4	-7,7	8,0	0	5,1	0	5,1	-0,278
2	5	-0,100	0,300	0,173	Glob.	-3,7	0,4	2,2	4,3	0	5,1	0	5,1	1,692
1	3	-0,100	-0,300	0,173	Glob.	2,1	0,4	-7,7	8,0	0	5,1	0	5,1	-0,278
2	5	-0,100	0,300	0,173	Glob.	-3,7	0,4	2,2	4,3	0	5,1	0	5,1	1,692
1	3	-0,100	-0,300	0,173	Glob.	2,1	0,4	-7,7	8,0	0	5,1	0	5,1	-0,278
2	5	-0,100	0,300	0,173	Glob.	-3,7	0,4	2,2	4,3	0	5,1	0	5,1	1,692
1	3	-0,100	-0,300	0,173	Glob.	2,1	0,4	-7,7	8,0	0	5,1	0	5,1	-0,278
2	5	-0,100	0,300	0,173	Glob.	-3,7	0,4	2,2	4,3	0	5,1	0	5,1	1,692

**Knoop:** Ondersteunde knoop; **Type:** Opleggingstype; **Rx:** X-component opleggingsreactiekracht; **Ry:** Y-component opleggingsreactiekracht; **Rz:** Z-component opleggingsreactiekracht; **Rxx:** X-component opleggingsreactiemoment; **Ryy:** Y-component opleggingsreactiemoment; **Rzz:** Z-component opleggingsreactiemoment; **Rrr:** Resultierend opleggingsreactiemoment; **αR:** Resultierend verticale oplegkracht / horizontale oplegkracht;

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

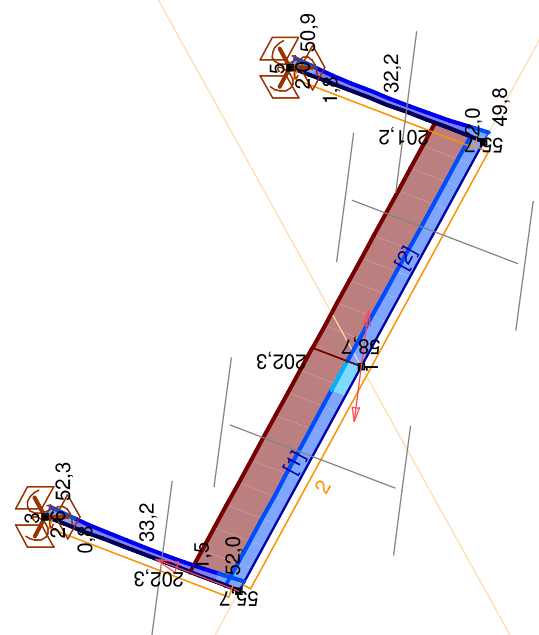
Model: **Model HE-ligger.axs**

30-8-2021

Pag. 26

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Belastinggevallen
E (P)	: 1,74E-13
E (W)	: 1,74E-13
E (Eq)	: 1,75E-14
Comp.	: Sominmax [N/mm <sup>2</sup> ]
Max	: 202,3
Min	: 0,2

Sominmax [N/mm <sup>2</sup> ]	Color
202,3	Red
187,9	Dark Red
173,5	Red-Orange
159,0	Orange
144,6	Light Orange
130,1	Yellow
115,7	Light Green
101,3	Green
86,8	Light Blue
72,4	Blue
57,9	Dark Blue
43,5	Very Dark Blue
29,1	Black
14,6	Dark Blue
0,2	White



[Stl], Lineair, Omhullende (Belastinggevallen), Sominmax, Lijnen (gevuld)

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

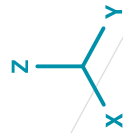
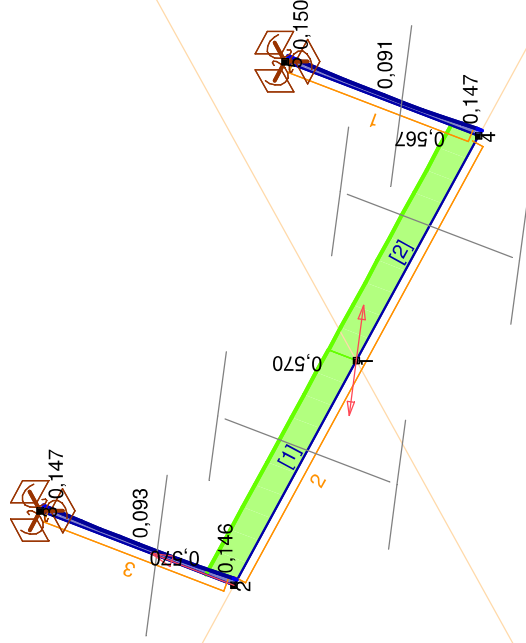
Model: **Model HE-ligger.axs**

30-8-2021

Pag. 27

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Belastinggevallen
E (P)	: 1,74E-13
E (W)	: 1,74E-13
E (Eg)	: 1,75E-14
Comp.	: Unity-check UGT []
Max	: 0,570
Min	: 0,091

Unity-check UGT	
	1,000
	0,929
	0,857
	0,786
	0,714
	0,643
	0,571
	0,500
	0,429
	0,357
	0,286
	0,214
	0,143
	0,071
	0



[Stl], Lineair, Omhullende (Belastinggevallen), Unity-check UGT, Lijnen (gevuld)

Project: RLL-TLB  
Mast: HA+0\_s

**Steel beams in torsion**  
*Calculation of unrestrained beams with eccentric load*

Datum: 2021-08-25  
Auteur: TBR  
Versie: 1.1

<b>Load</b>		<b>Beam 1</b>		
Force on insulator		60		kN
Angle of insulator (to vertical)		10		°
Horizontal force in direction of		y-as		
Horizontal force	F <sub>h</sub>	10,4		kN
Vertical force	F <sub>v</sub>	59,1		kN
Eccentricity of force (below beam)	e	40		mm
Torsional moment	T	1,3		kNm
<b>Beams</b>				
Beam length	L	600		mm
Yield stress	f <sub>y</sub>	355		Mpa
Elastic modulus	E	210000		Mpa
Shear modulus	G	81000		Mpa
Profile		HEB 160		
		HEB160		
Height	h	160		mm
Width	b	160		mm
Web thickness	t <sub>w</sub>	8,0		mm
Flange thickness	t <sub>f</sub>	13,0		mm
Torsional constant	I <sub>t</sub>	31		· 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
Warping constant	I <sub>wa</sub>	47943		· 10 <sup>6</sup> mm <sup>6</sup>
Moment of inertia	I <sub>y</sub>	2492		· 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
	I <sub>z</sub>	889		· 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
Flange stiffness	I <sub>f</sub> = I <sub>z</sub> / 2 =	445		mm <sup>2</sup>
Moment of resistance	W <sub>y,el</sub>	311		· 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
	W <sub>z,el</sub>	111		· 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
Torsional bending constant	d	630		mm
	L/d	1,0		
	a	0,5		

**Calculation of second derivative of angular deflection φ'':**

$$\begin{aligned}
 A &= T / (G \cdot I_t \cdot d) = && 7,83E-08 \\
 B &= \sinh(a \cdot L / d) = && 4,94E-01 \\
 C &= \tanh(L/d) = && 7,41E-01 \\
 D &= \cosh(a \cdot L / d) = && 1,12E+00 \\
 F &= \sinh(0,5 \cdot L / d) = && 4,94E-01 \\
 H &= (B / C - D) \cdot F = && -2,21E-01 \\
 X &= A \cdot H = && -1,73E-08 \\
 \\
 Y &= X \cdot G \cdot I_t \cdot d / T = && -2,21E-01 \\
 \phi'' &= Y \cdot T / (G \cdot I_t \cdot d) = && -1,73E-08 \quad \text{rad/mm}^2
 \end{aligned}$$

Project: RLL-TLB  
 Mast: HA+0\_s

**Steel beams in torsion**  
*Calculation of unrestrained beams with eccentric load*

Datum: 2021-08-25  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.1

**Acting moments:**

$M_{w,Ed} = E \cdot I_r \cdot (h - t_f) \cdot \phi'' / 2 =$	1,2	<i>kNm</i>
$M_{y,Ed} = 1/4 \cdot F \cdot L =$	1,6	<i>kNm</i>
$M_{z,Ed} = 1/4 \cdot F \cdot L =$	8,9	<i>kNm</i>

**Capacities of beams:**

$M_{w,Rd} = W_{z,el} \cdot f_y / 2 =$	19,7	<i>kNm</i>
$M_{y,Rd} = W_{y,el} \cdot f_y =$	110,6	<i>kNm</i>
$M_{z,Rd} = W_{z,el} \cdot f_y =$	39,5	<i>kNm</i>

**Combined check of beam:**

UC	0,30	
----	------	--

**Displacements:**

Factor $F_{ed} / F_k$	1,2	
Displacement y-direction	$u_y$	0,01 <i>mm</i>
Relative displacement	rel.	80365 -
Displacement z-direction	$u_z$	0,12 <i>mm</i>
Relative displacement	rel.	5057 -

## **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 (lijnopp.), Doorsnedelijn	23
Fy2: Oppervlak lijnlast	12	[I], Linear, Co #2 (UGT), Ry (lijnopp.), Doorsnedelijn	24
Fz	13	[I], Linear, Co #1 (UGT), Rz (lijnopp.), Doorsnedelijn	25
Fz: Oppervlak lijnlast	14	[I], Linear, Co #2 (UGT), Rz (lijnopp.), Doorsnedelijn	26

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 3

Norm Eurocode-NL



Tekening

**Project:**

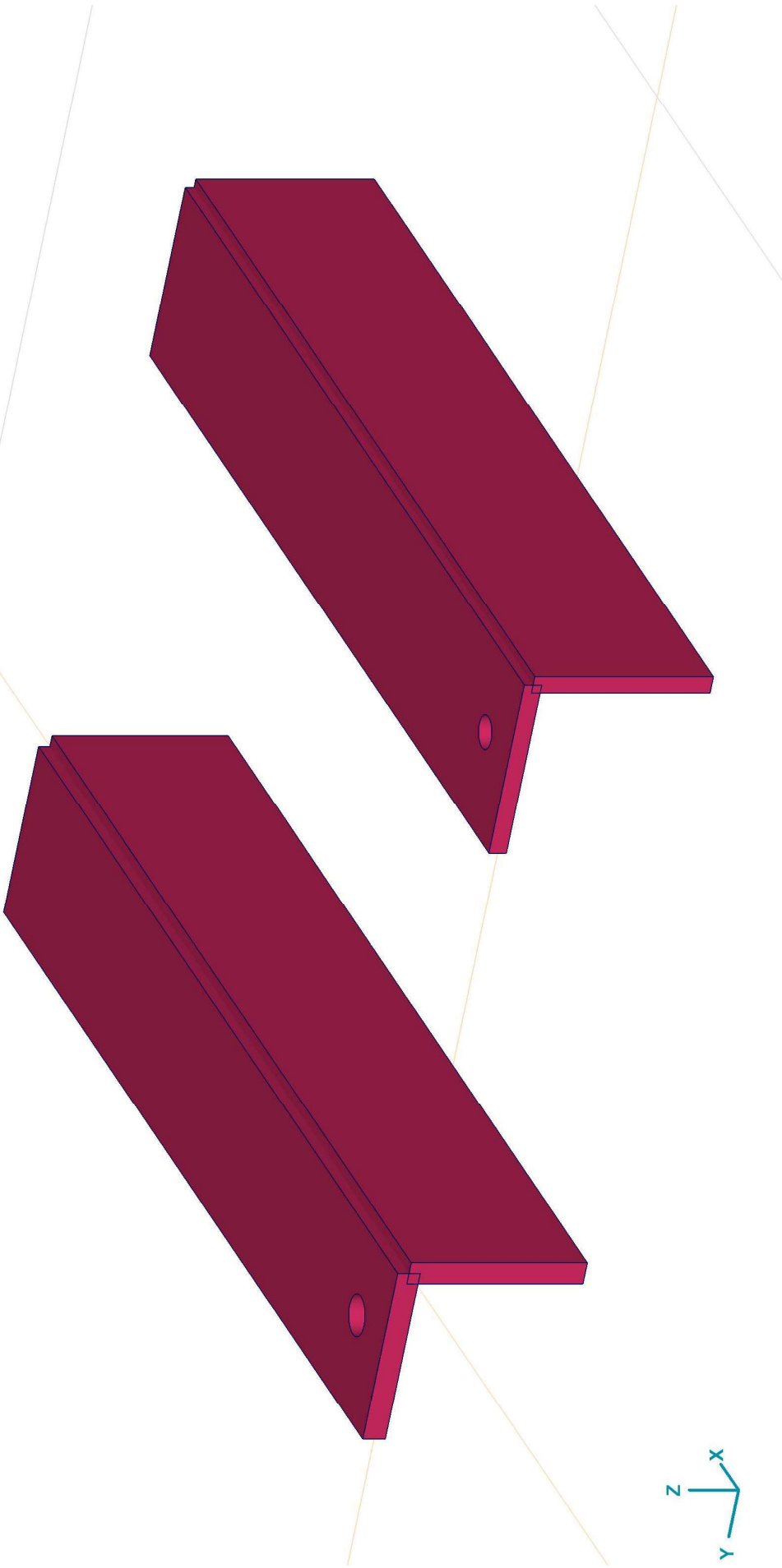
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

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 <sup>2</sup> ]	$E_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\nu$	$\alpha_T$ [1/°C]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	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 <sup>2</sup> ] = 355,00	$f_u$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 510,00	$f_y^*$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 335,00	$f_u^*$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 470,00									

Naam: Materiaalnaam; Type: Type materiaal; Model: Materiaal model;  $E_x$ : Elasticiteitsmodulus in lokale x richting;  $E_y$ : Elasticiteitsmodulus in lokale y richting;  $\nu$ : Poisson's verhouding;  $\alpha_T$ : Warmteuitzettingscoëfficiënt;  $\rho$ : 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 <sub>x</sub>	Ref <sub>z</sub>	Dikte [mm]	k, buiging	k, torsie	k, afschuiving	Oppervlakte [m <sup>2</sup> ]	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<sub>x</sub>**: Referentie voor lokale X-richting; **Ref<sub>z</sub>**: 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)	Glob. Domein 1	0	1E+7	1E+7	0	0	0		Symmetrisch	Symmetrisch
2	Rand (1959)	Glob. Domein 1	1E+10	0	0	0	0	0	Symmetrisch		
3	Rand (104)	Glob. Domein 2	1E+10	0	0	0	0	0	Symmetrisch		
4	Rand (3938)	Glob. Domein 3	0	1E+7	1E+7	0	0	0		Symmetrisch	Symmetrisch
5	Rand (3866)	Glob. Domein 3	1E+10	0	0	0	0	0	Symmetrisch		
6	Rand (5718)	Glob. 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:**

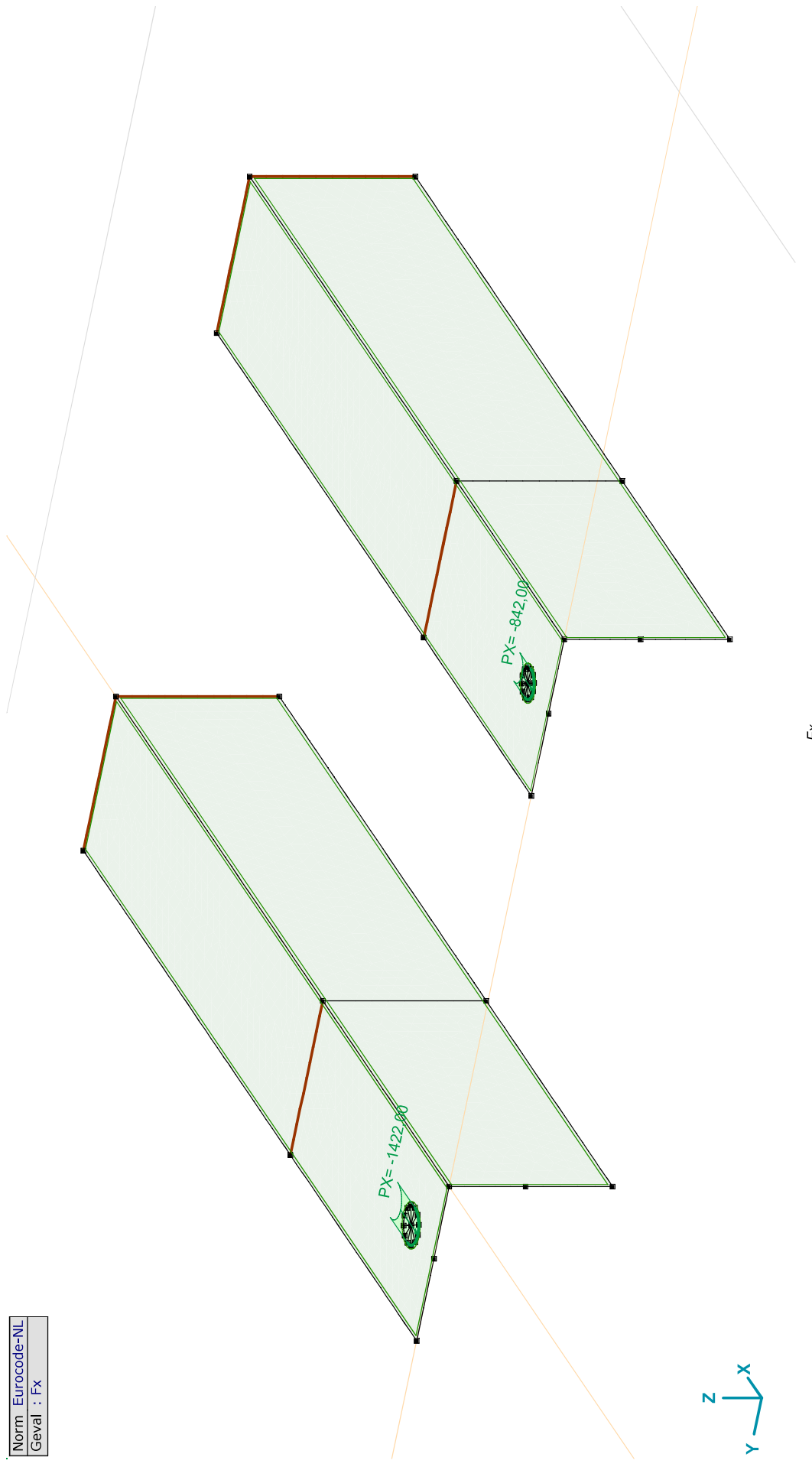
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 7

Norm: Eurocode-NL
Geval: Fx



$F_x$

**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:**

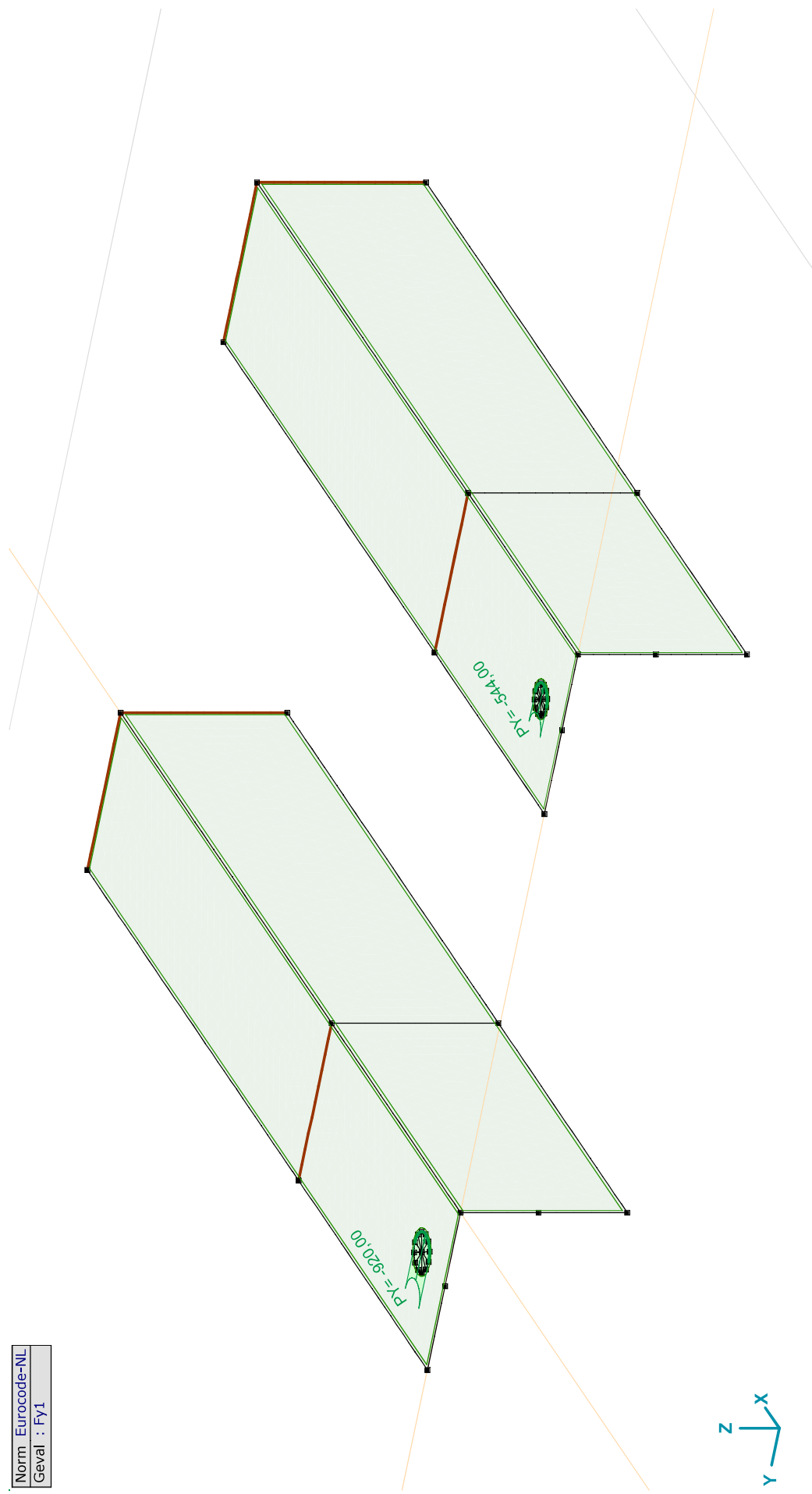
Constructeur: DNV GL - Energy

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:**

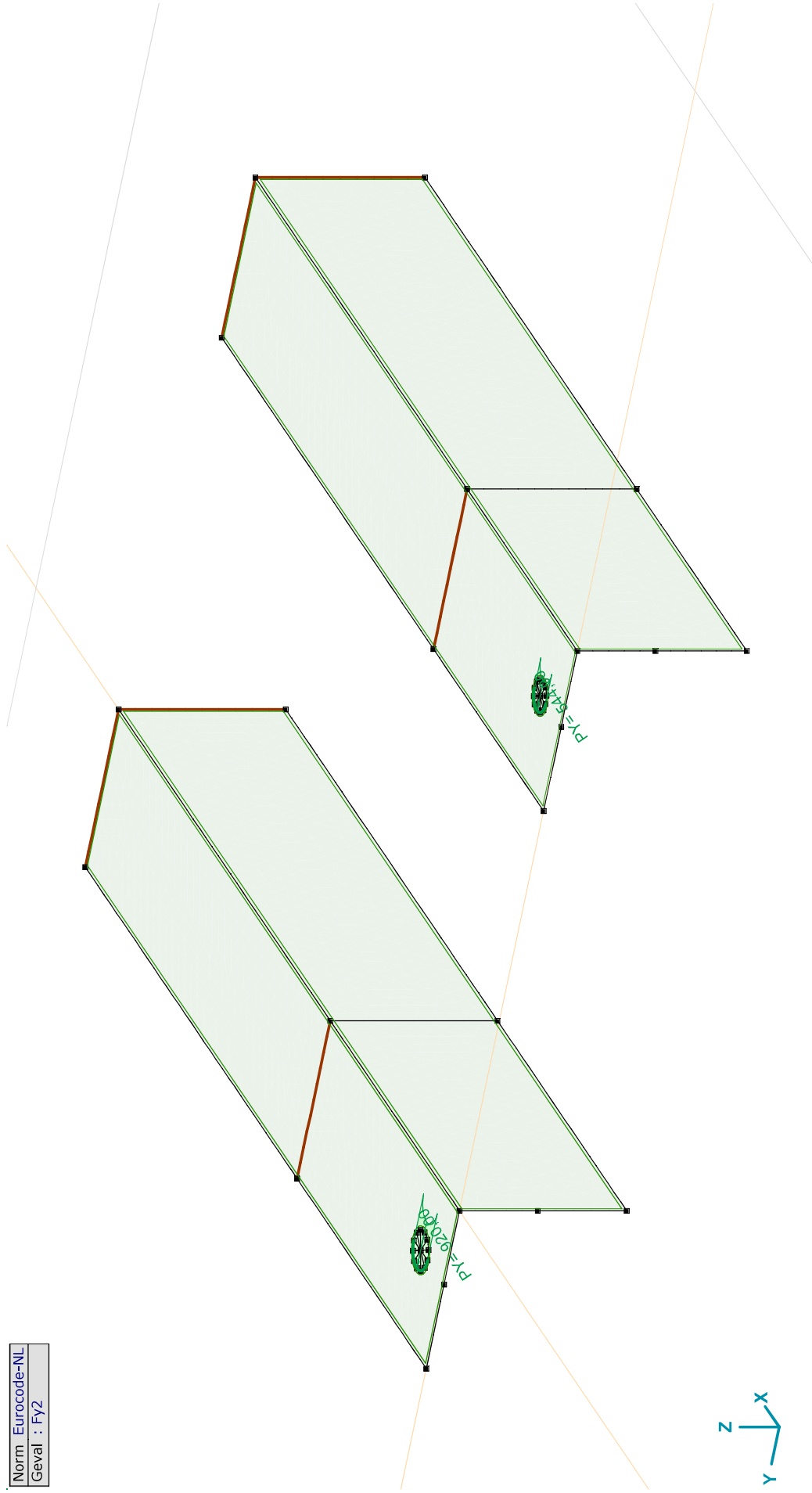
Constructeur: DNV GL - Energy

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>	$p_x$ [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]
6	Global	0	920,00	0	0	0,071	0,066	0	(0,055; 0,066; 0,000)	0
		0	920,00	0	0	0,039	0,066	0	-	0,050
8	Global	0	544,00	0	0	0,063	-0,432	0	(0,050; -0,432; 0,000)	0
		0	544,00	0	0	0,037	-0,432	0	-	0,041

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

**Project:**

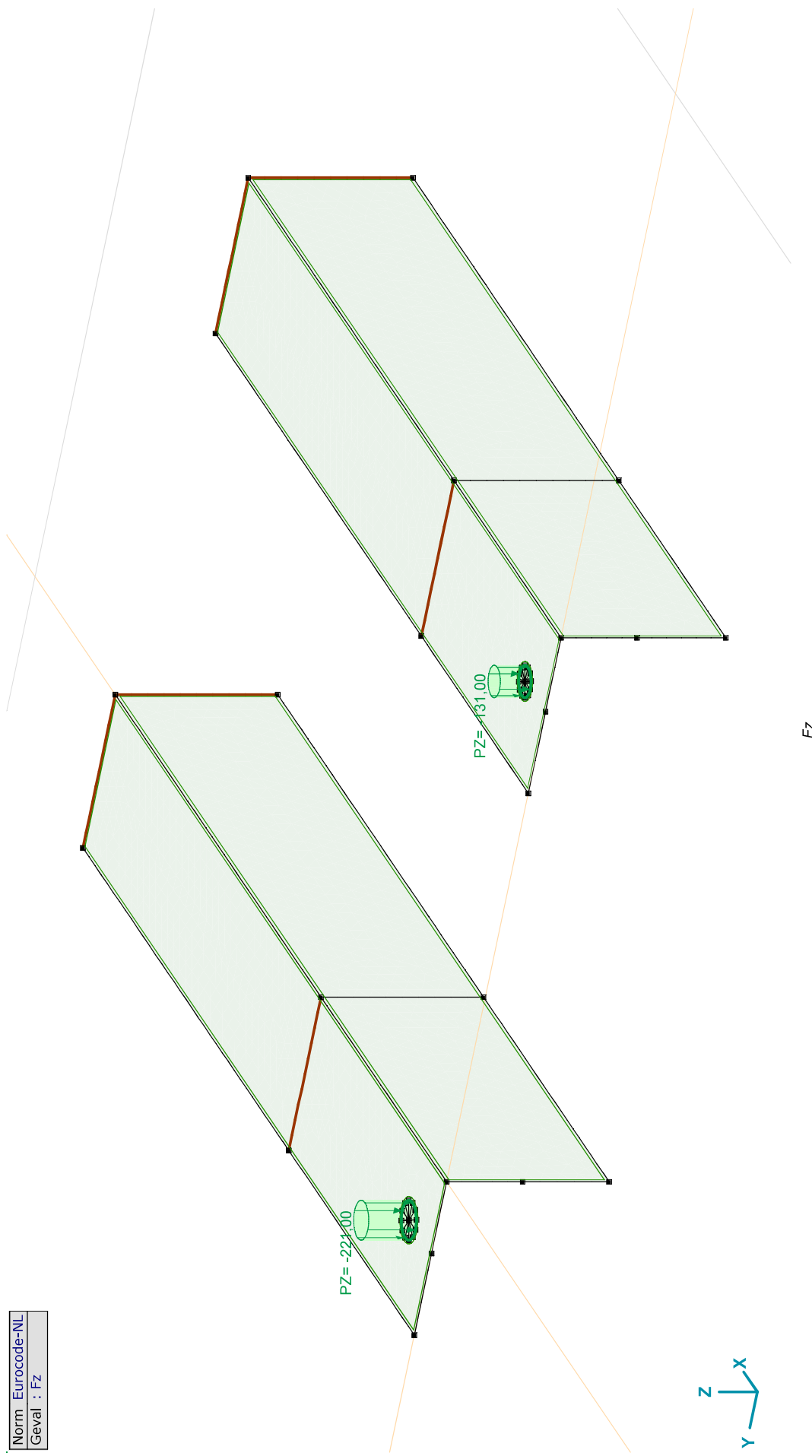
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 13

Norm: Eurocode-NL
Geval: Fz



**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 14

**Fz: Oppervlak lijnlast**

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

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

**Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen**

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

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

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

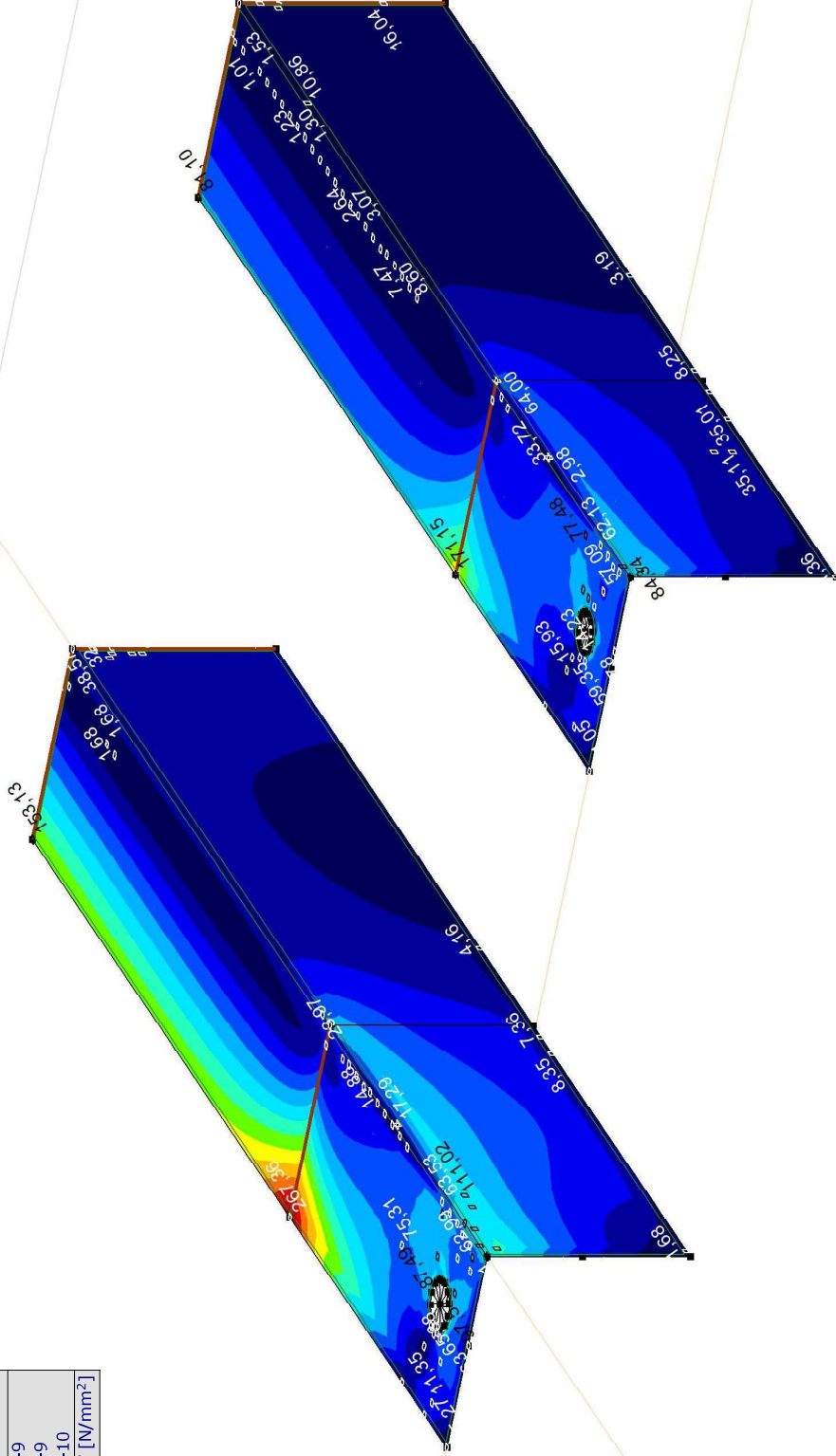
Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 15

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

SVM T [N/mm <sup>2</sup> ]
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

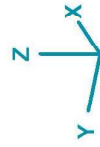
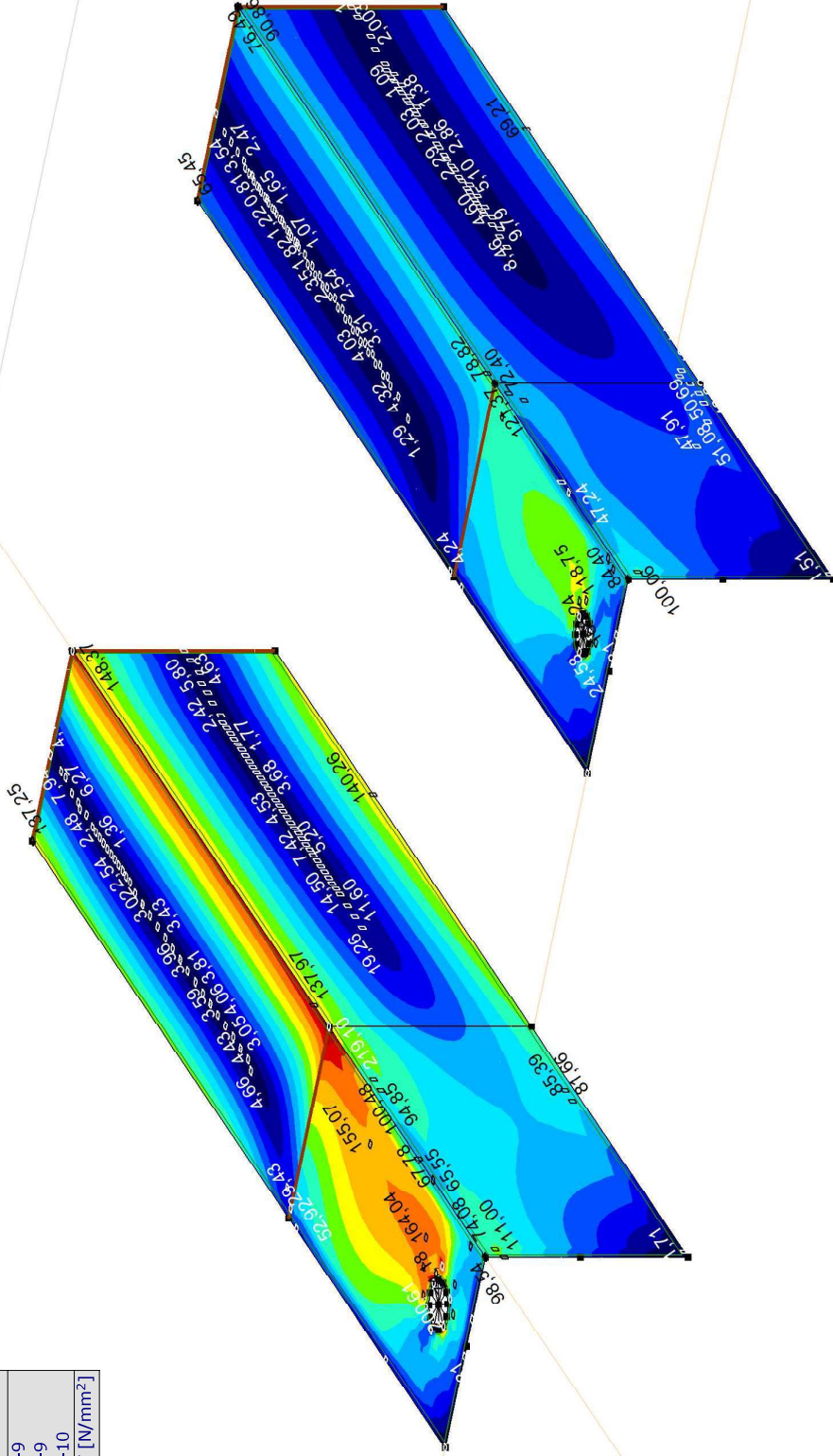
Model: Model 1.axis

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 <sup>2</sup> ]

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



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

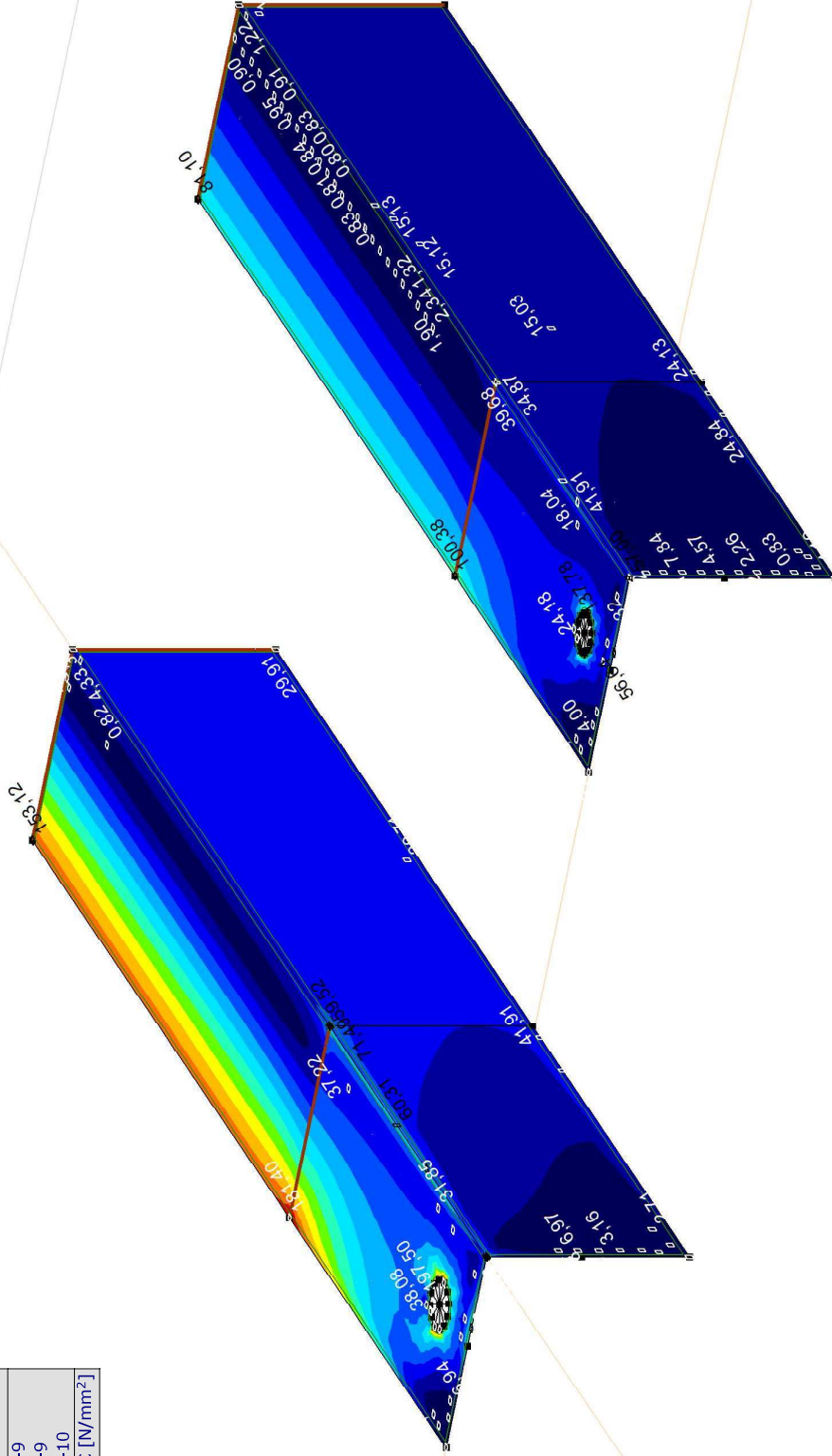
**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 17

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

SVM C [N/mm <sup>2</sup> ]
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

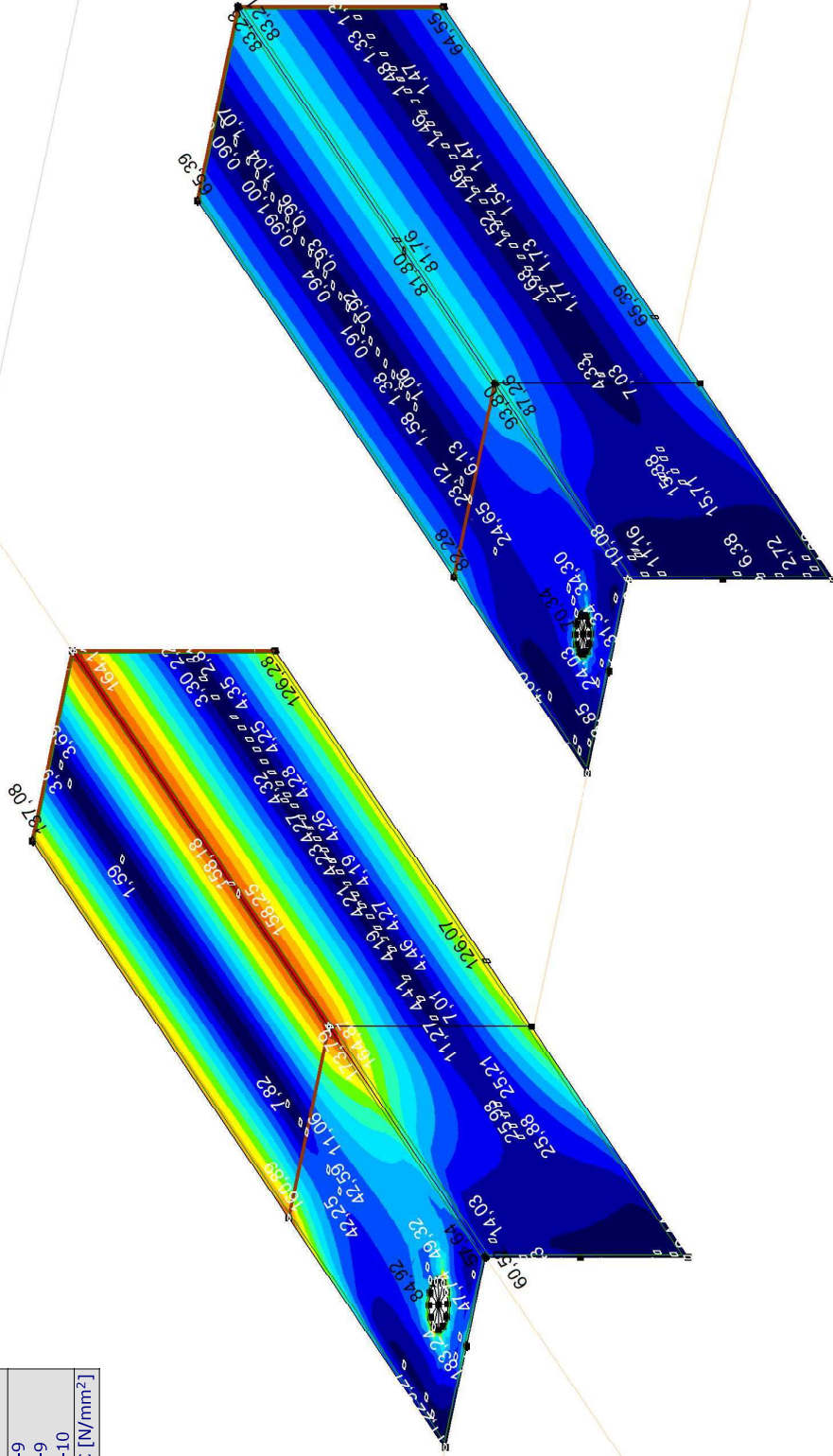
Model: Model 1.axs

21-2-2021

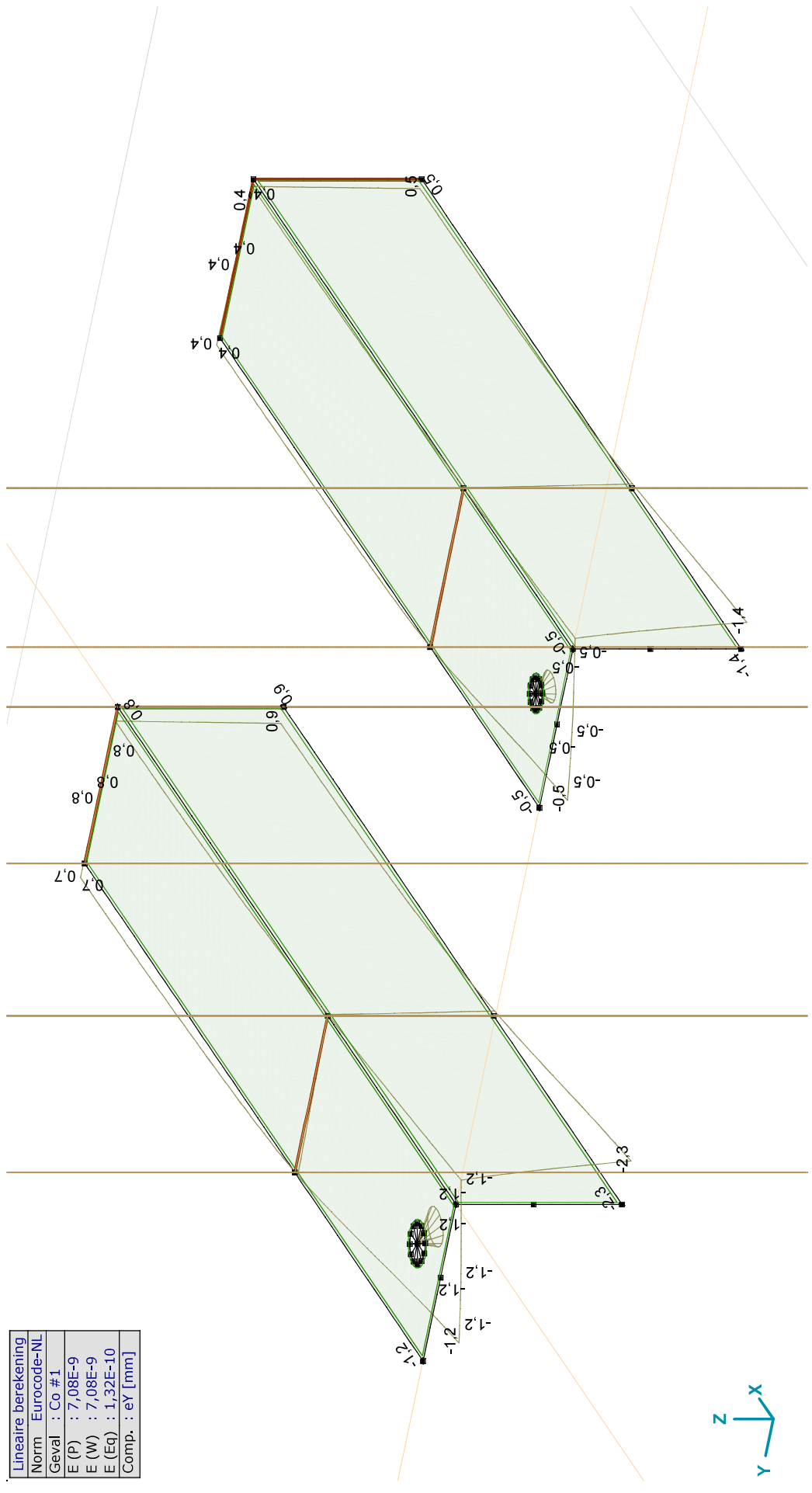
Pag. 18

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 <sup>2</sup> ]

SVM C [N/mm <sup>2</sup> ]
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



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

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]



**Project:**

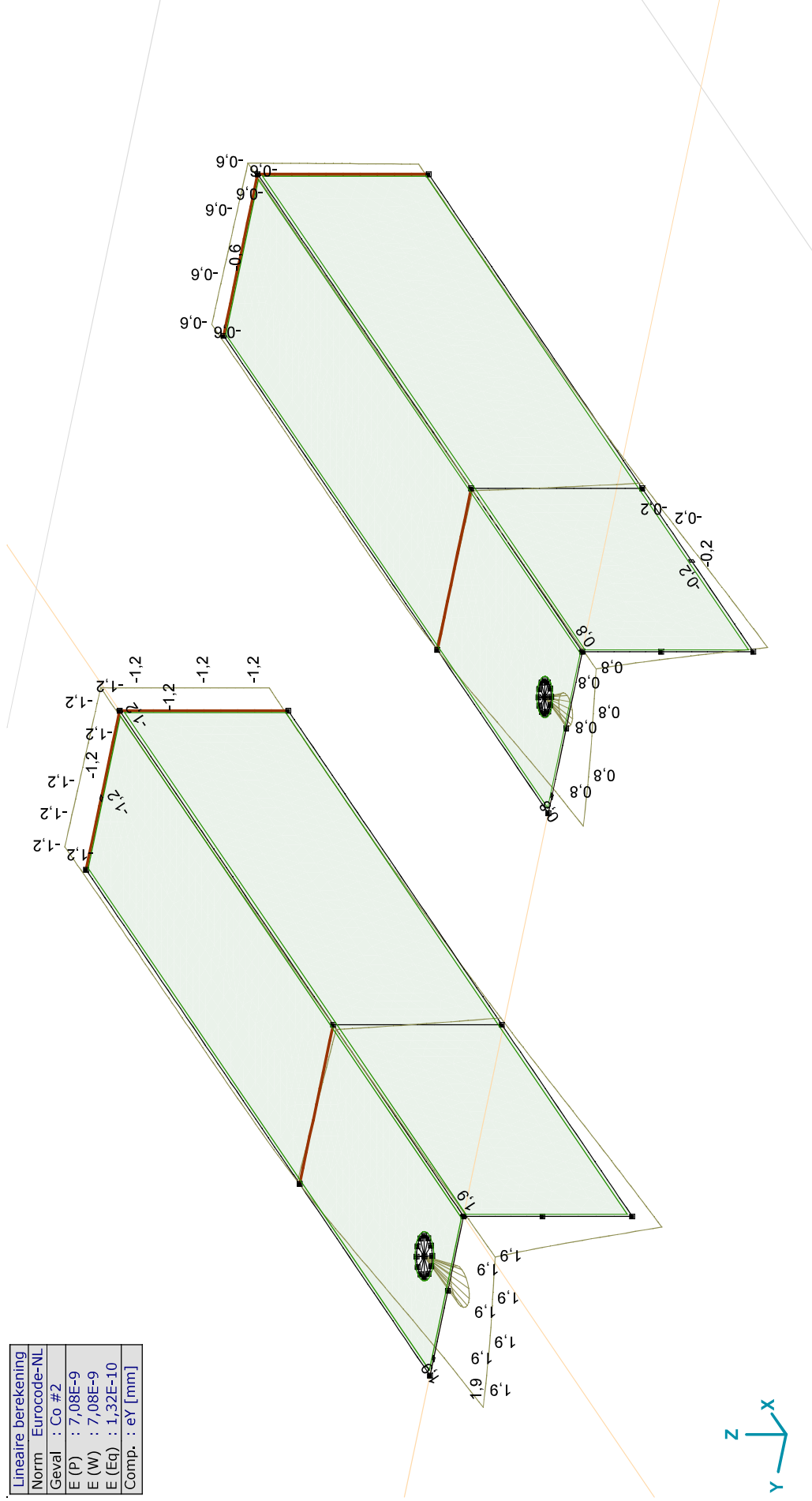
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axis**

21-2-2021

Pag. 20

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



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

**Project:**

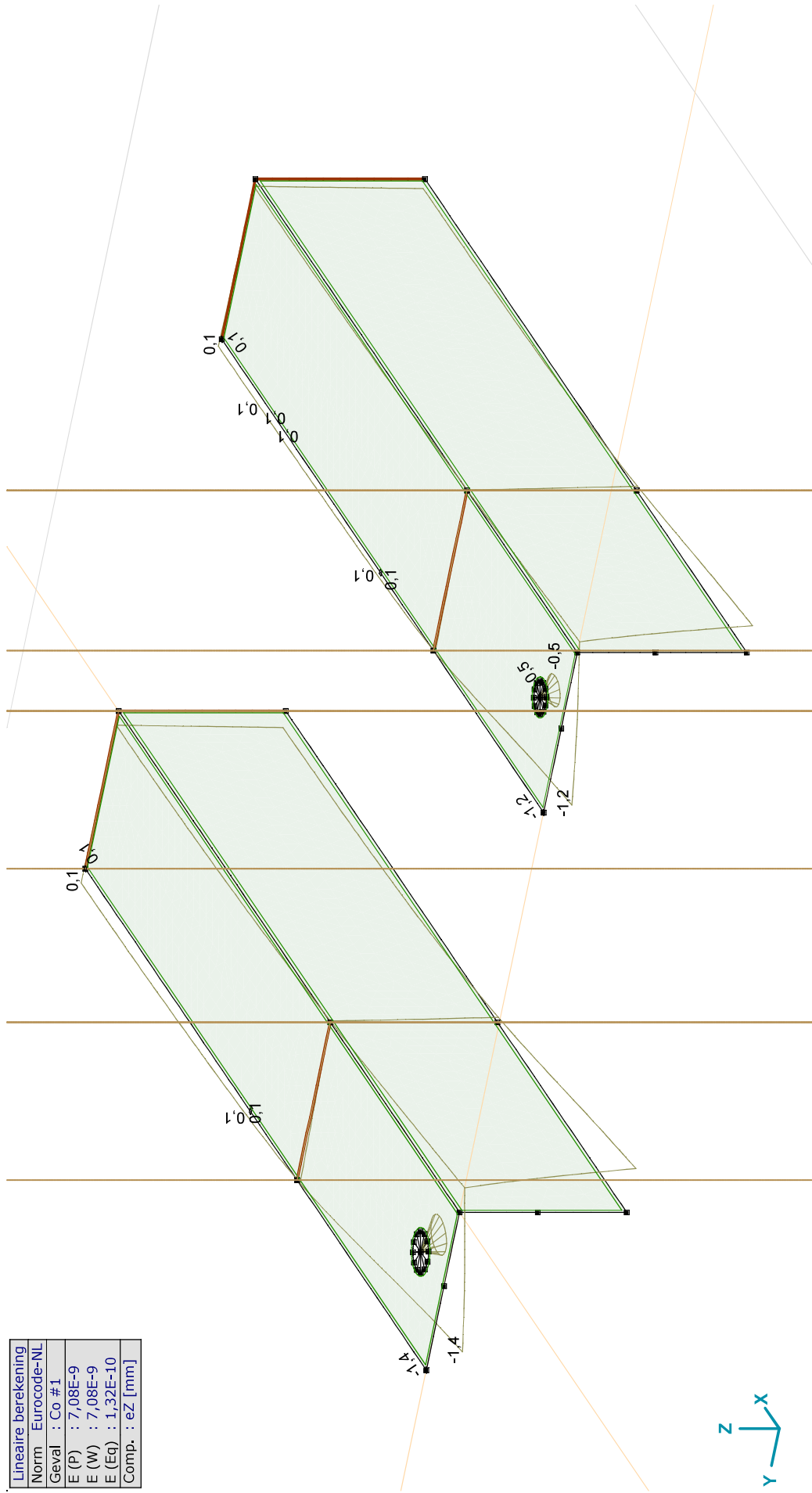
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axs**

21-2-2021

Pag. 21

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]



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



**Project:**

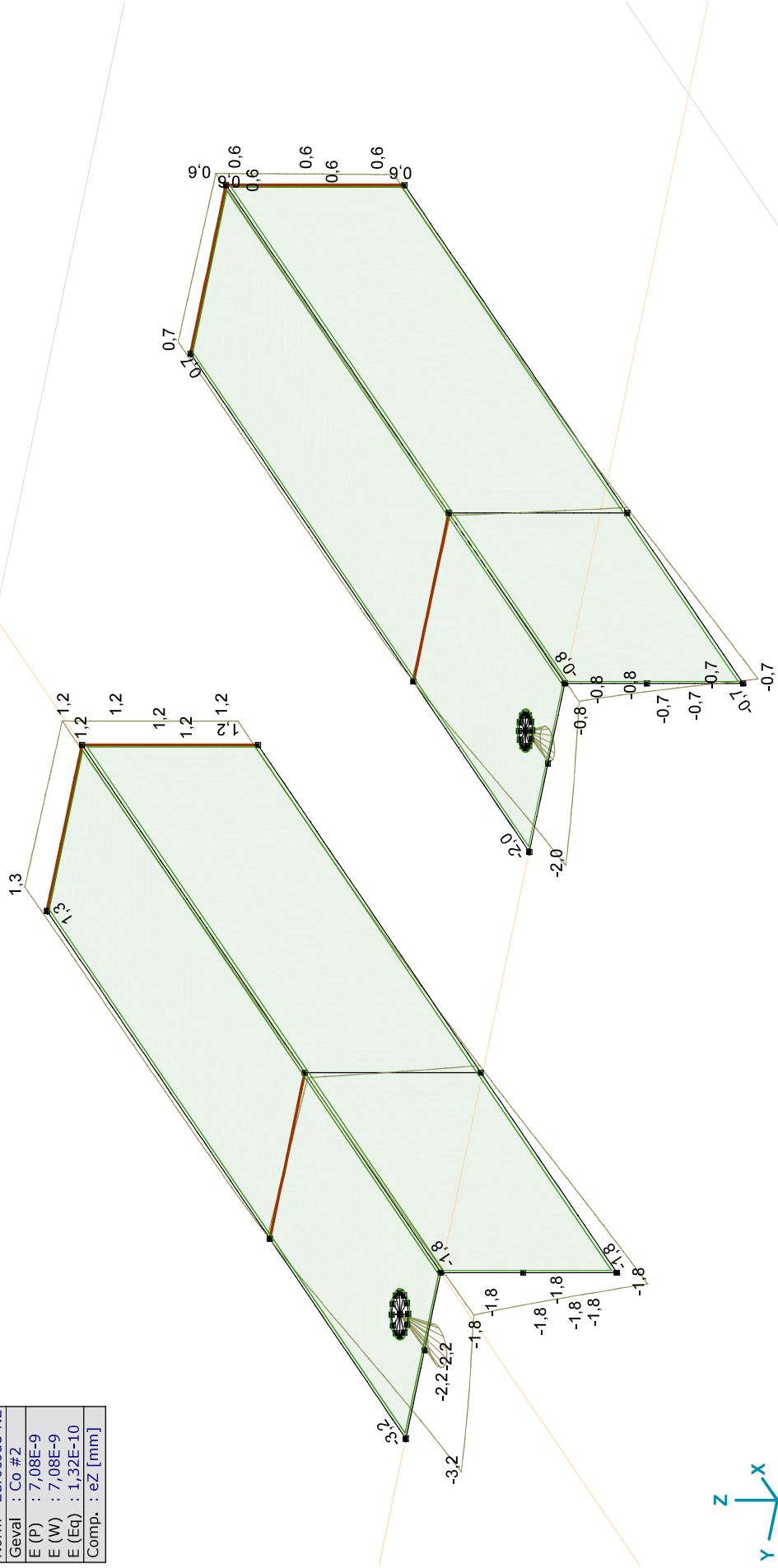
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model 1.axis**

21-2-2021

Pag. 22

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

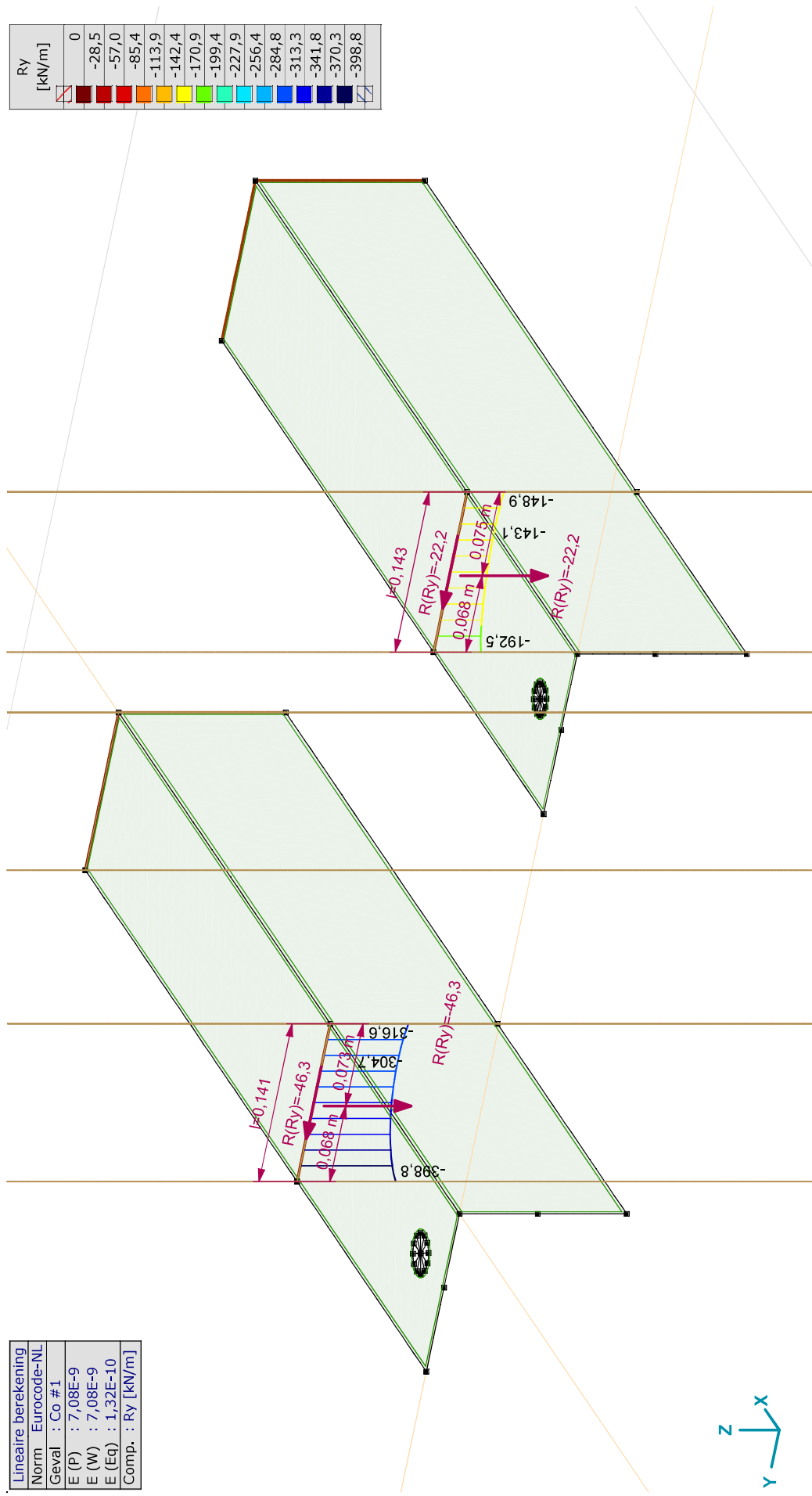
**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: Model 1.axs

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

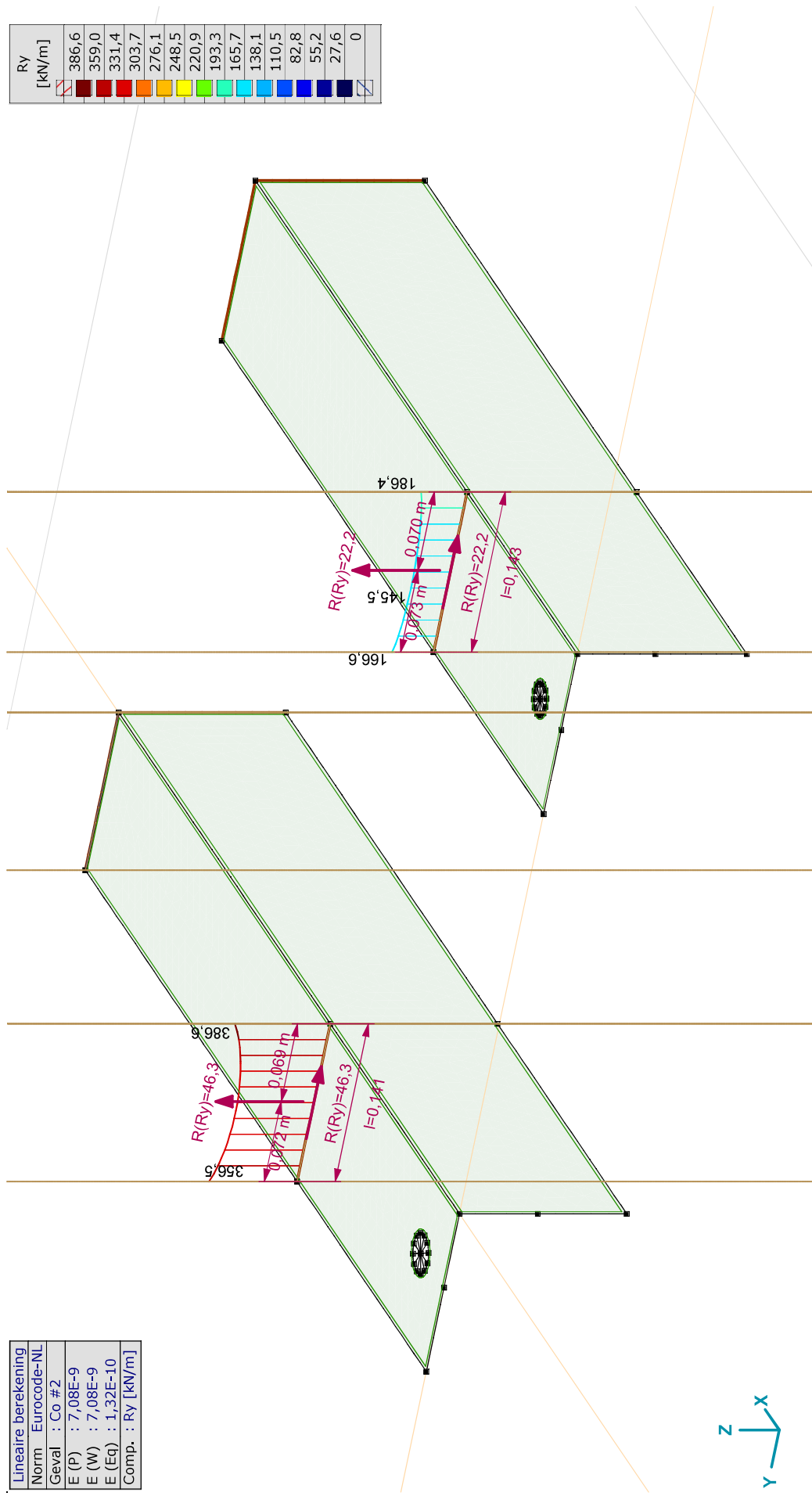
Model: **Model 1.axis**

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.), Doorsnedelij

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

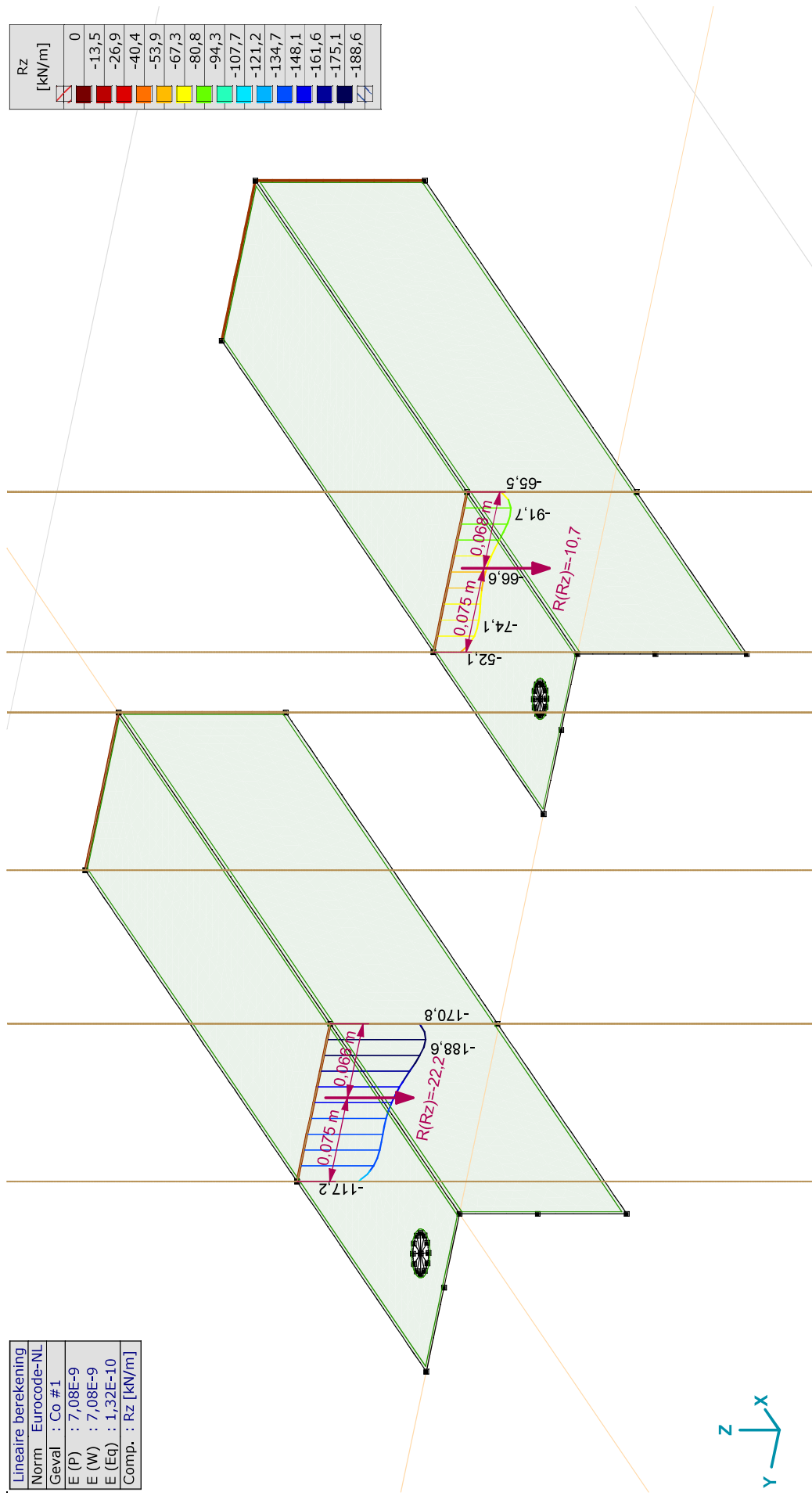
Model: **Model 1.axis**

21-2-2021

Pag. 25

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

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



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



**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

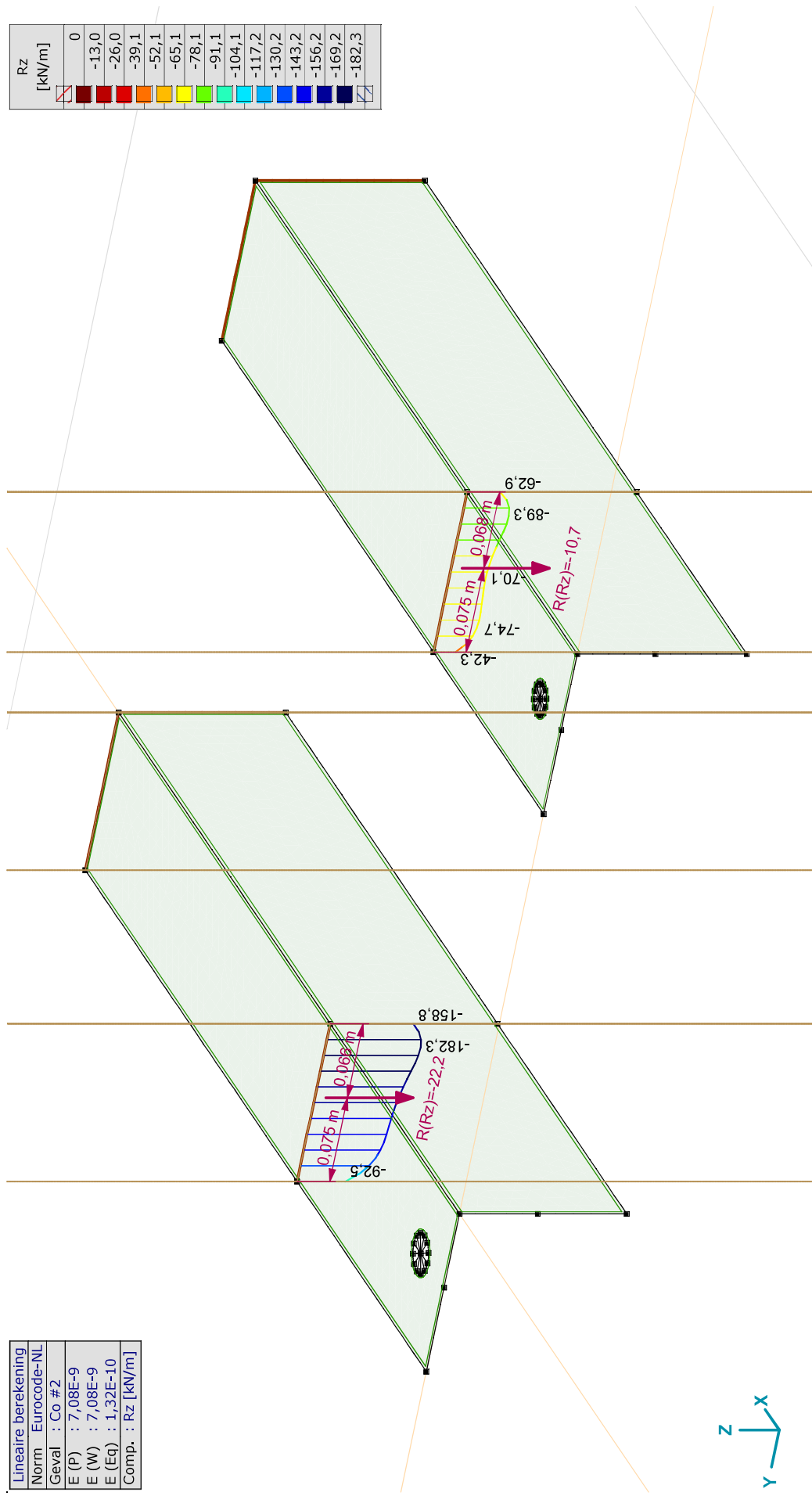
Model: **Model 1.axis**

21-2-2021

Pag. 26

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

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

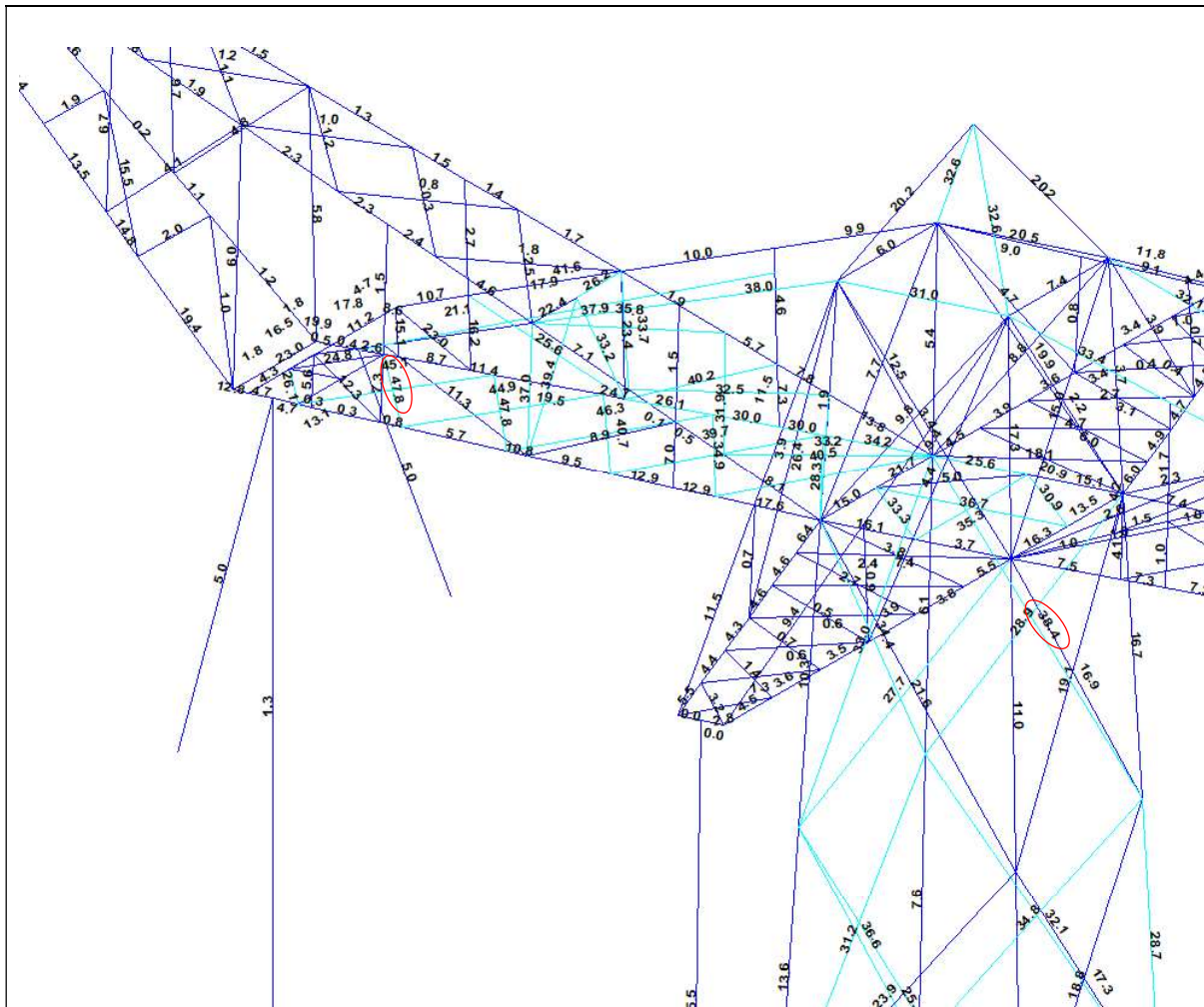


III. Lineair, Co #2 (UGT), Rz (lijnopp.), Doorsnedelij

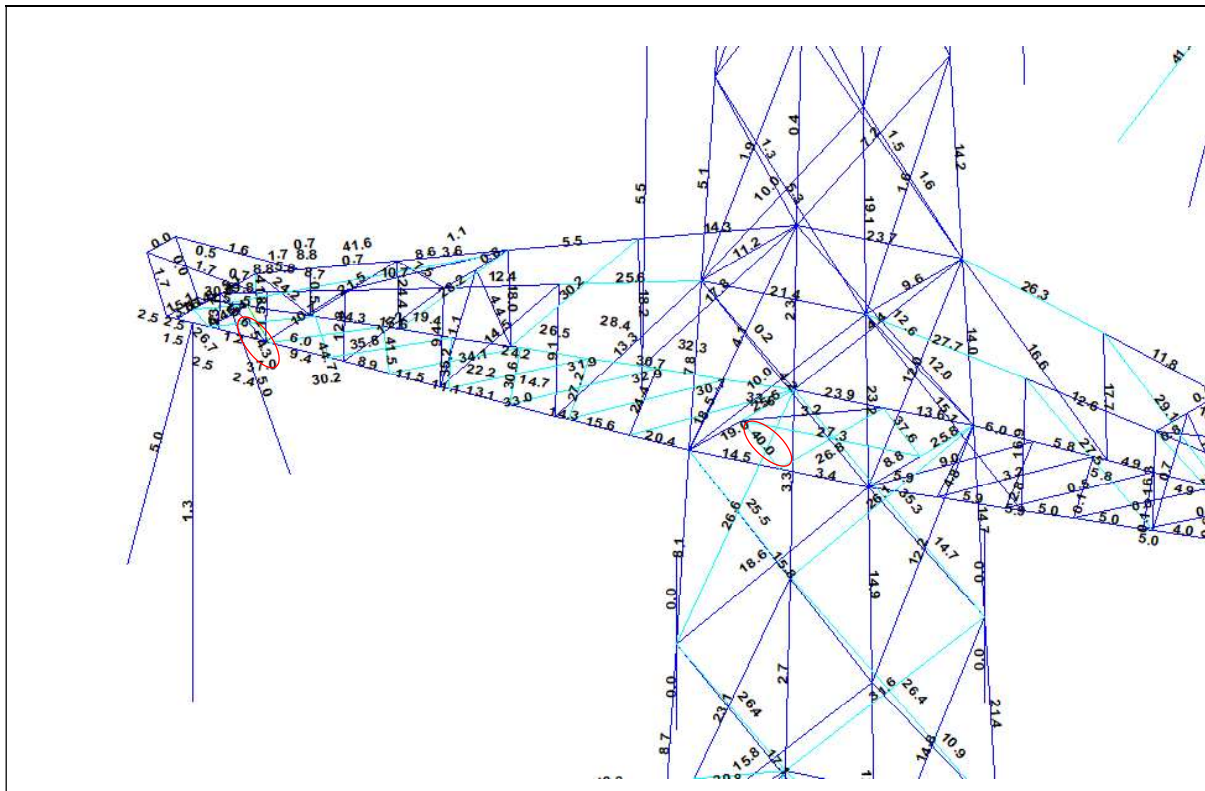
## APPENDIX F

### Sterkte-coördinatie

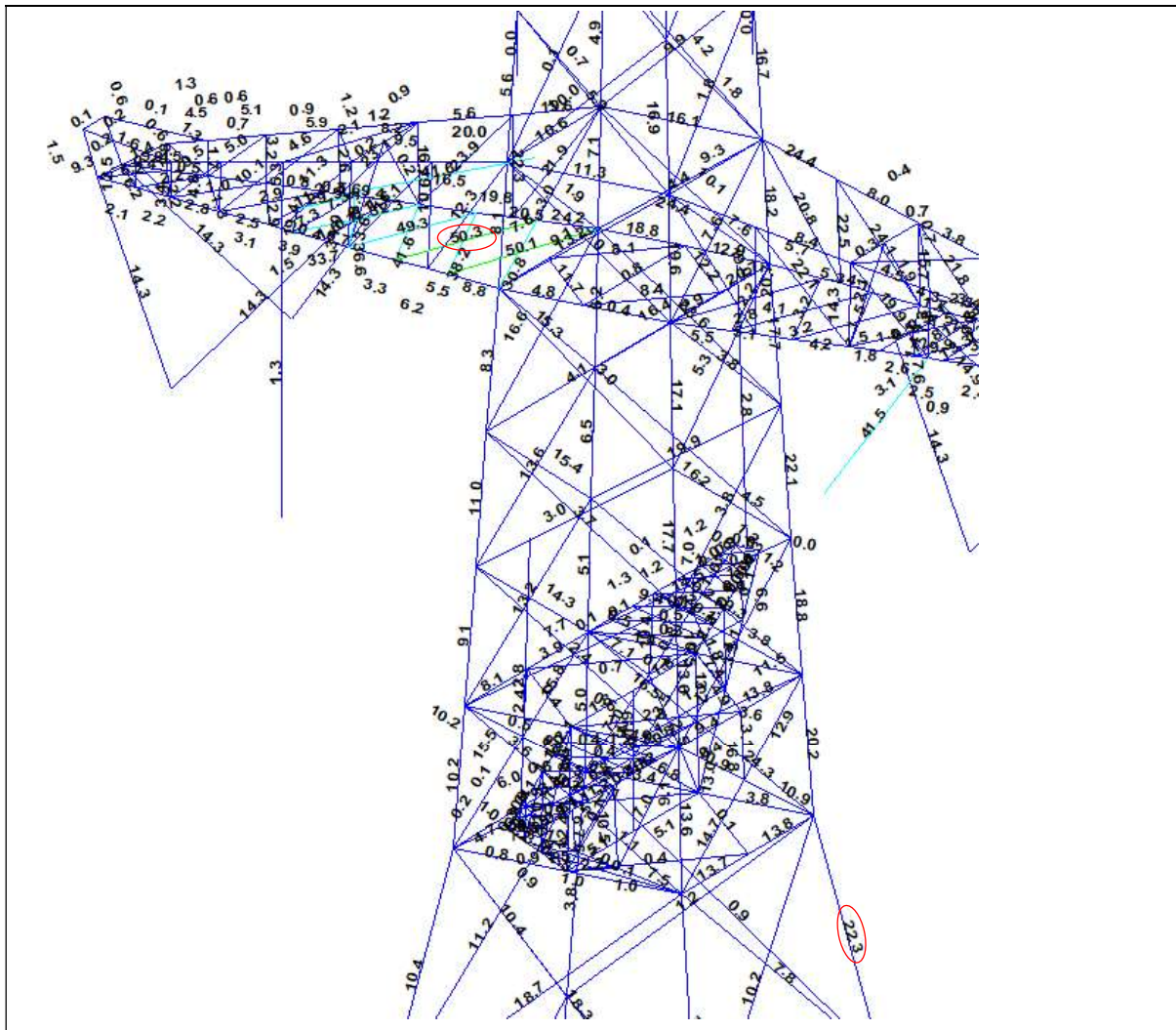
In 5.5.1 van het uitgangspuntenrapport is beschreven dat aan sterkte-coördinatie wordt voldaan als de U.C. van de staven in de traverse 10 procentpunt groter is dan de U.C. van de staven in het mastlichaam. Uitgangspunt is belastingcombinatie 5a, geleiderbreuk. In deze Appendix wordt getoetst of de U.C.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



Boventraverse – diagonalen bovenstuk 2:  $47,8 / 38, = 1,24 \geq 1,10$  OK.



Middentraverse – tussenschot:  $54,3 / 40,0 = 1,35 \geq 1,10$  OK.



Ondertraverse:  $50,3 / 22,3 = 2,25 \geq 1,10$  OK

## APPENDIX G

### Galloping

#### Uitgangspunten

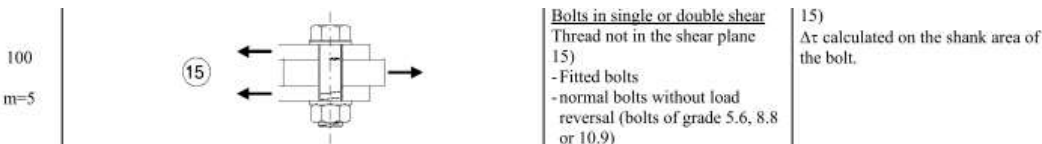
In het uitgangspuntendocument is beschreven dat wordt uitgegaan van een materiaalfactor voor vermoeiing  $\gamma_{mf} = 1,15$ . Dit komt overeen met de “Safe-life methode” met “Low consequence” van tabel 3.1 van NEN-EN 1993-1-9 of met “Damage tolerant” en “High consequence”.

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  $2 \times 10^6$  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/mm<sup>2</sup> 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 WA+0/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**

Datum: 25-8-2021  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.0



RLL-TLB  
 WA+0/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					DF;o [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	Δσ;i;o [Mpa]	DC;o [Mpa]	Δσ;c;o [Mpa]	UC opp.	UC	DF;fb [kN]	Opp. Bout [mm2]	Δσ;i;fb [Mpa]	DC;fb [Mpa]	Δσ;c;fb [Mpa]	UC bout		
100	Main leg	80x80x6	2	M20	17.9	940	808	22.1	50	43	0.51	24.9	314	39.6	100	87	0.46			
101	Main leg	130x130x12	4	M24	22.0	3000	2688	8.2	50	43	0.19	32.1	452	17.8	100	87	0.20			
102	Main leg	130x130x12	6	M24	43.6	3000	2688	16.2	50	43	0.37	63.5	452	23.4	100	87	0.27			
103	Main leg	150x150x14	8	M24	84.1	4014	3650	23.0	50	43	0.53	117.3	452	32.4	100	87	0.37			
104	Main leg	150x150x14	7	M24	102.4	4014	3650	28.0	50	43	0.64	142.5	452	45.0	100	87	0.52			
105	Main leg	200x200x20	8	M24	147.3	7640	7120	20.7	50	43	0.48	203.2	452	56.2	100	87	0.65			
106	Main leg	200x200x20	0		175.6	7640	7640	23.0	50	43	0.53	240.2	0	0.0	100	87	0.00			
107	Main leg	200x200x20	12	M24	190.3	7640	7120	26.7	50	43	0.61	257.7	452	47.5	100	87	0.55			
108	Main leg	250x250x24	12	M24	218.4	11492	10868	20.1	50	43	0.46	292.1	452	53.9	100	87	0.62			
109	Main leg	250x250x24	12	M24	240.6	11492	10868	22.1	50	43	0.51	317.8	452	58.6	100	87	0.67			
110	Main leg	200x200x20	24	M24	254.8	7640	7120	35.8	50	43	0.82	332.8	452	30.7	100	87	0.35			
111	Main leg	200x200x20	24	M24	262.6	7640	7120	36.9	50	43	0.85	339.1	452	31.3	100	87	0.36			
200	Diag front face	90x90x8	2	M24	14.9	1390	1182	12.6	50	43	0.29	22.1	452	24.4	100	87	0.28			
201	Diag front face	140x140x13	5	M24	108.9	3521	3183	34.2	50	43	0.79	151.6	452	67.1	100	87	0.77			
202	Diag front face	130x130x12	5	M24	88.7	3000	2688	33.0	50	43	0.76	123.5	452	54.6	100	87	0.63			
203	Diag front face	130x130x12	4	M24	67.3	3000	2688	25.0	50	43	0.58	99.9	452	55.3	100	87	0.64			
204	Diag front face	150x150x14	5	M24	101.5	4014	3650	27.8	50	43	0.64	134.7	452	59.6	100	87	0.69			
205	Diag front face	150x150x12	5	M24	91.5	3480	3168	28.9	50	43	0.66	121.2	452	53.6	100	87	0.62			
206	Diag front face	150x150x12	5	M24	71.3	3480	3168	22.5	50	43	0.52	95.3	452	42.2	100	87	0.48			
207	Diag front face	150x150x14	5	M24	72.9	4014	3650	20.0	50	43	0.46	90.4	452	40.0	100	87	0.46			
208	Diag front face	150x150x14	5	M24	64.6	4014	3650	17.7	50	43	0.41	79.9	452	35.4	100	87	0.41			
209	Diag front face	150x150x14	5	M24	59.2	4014	3650	16.2	50	43	0.37	73.0	452	32.3	100	87	0.37			
210	Diag front face	150x150x15	5	M24	59.1	4300	3910	15.1	50	43	0.35	76.7	452	34.0	100	87	0.39			
300	Diag side face	90x90x8	2	M24	12.6	1390	1182	10.7	50	43	0.25	17.9	452	19.8	100	87	0.23			
301	Diag side face	140x140x13	5	M24	106.6	3521	3183	33.5	50	43	0.77	156.5	452	69.2	100	87	0.80			
302	Diag side face	130x130x12	5	M24	86.8	3000	2688	32.3	50	43	0.74	127.3	452	56.3	100	87	0.65			
303	Diag side face	130x130x12	4	M24	68.2	3000	2688	25.4	50	43	0.58	100.4	452	55.5	100	87	0.64			
304	Diag side face	150x150x14	5	M24	95.0	4014	3650	26.0	50	43	0.60	129.0	452	57.1	100	87	0.66			
305	Diag side face	150x150x12	5	M24	85.4	3480	3168	27.0	50	43	0.62	115.9	452	51.3	100	87	0.59			
306	Diag side face	150x150x12	4	M24	71.3	3480	3168	22.5	50	43	0.52	96.8	452	53.6	100	87	0.62			
307	Diag side face	150x150x14	5	M24	79.9	4014	3650	21.9	50	43	0.50	104.1	452	46.1	100	87	0.53			
308	Diag side face	150x150x14	5	M24	71.2	4014	3650	19.5	50	43	0.45	92.7	452	41.0	100	87	0.47			
309	Diag side face	150x150x15	5	M24	65.7	4014	3650	18.0	50	43	0.41	85.5	452	37.8	100	87	0.44			
310	Diag side face	150x150x15	5	M24	59.2	4300	3910	15.1	50	43	0.35	76.7	452	34.0	100	87	0.39			
400	Horizontal lower ca.	160x160x15	10	M24	50.5	4671	4281	11.8	50	43	0.27	74.5	452	16.5	100	87	0.19			
401	Lower chord lower ca.	140x140x13	10	M24	90.2	3521	3183	28.3	50	43	0.65	137.7	452	30.5	100	87	0.35			

**Check galloping**

Datum: 25-8-2021  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.0



RLL-TLB  
 WA+0/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					DF <sub>o</sub> [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	Δσ <sub>1</sub> [Mpa]	DC <sub>1</sub> [Mpa]	DC <sub>2</sub> [Mpa]	Δσ <sub>2</sub> [Mpa]	Δσ <sub>3</sub> [Mpa]	UC opp.	UC opp.	DF <sub>fb</sub> [kN]	Opp. Bout [mm2]	Δσ <sub>1</sub> [Mpa]	DC <sub>1</sub> [Mpa]	DC <sub>2</sub> [Mpa]	Δσ <sub>2</sub> [Mpa]
402	Lower chord lower ca.	140x140x13	0	0	74,1	3521	3521	3521	21,1	50	43	0,48	113,1	0	0,0	100	87	0,00		
403	Lower chord lower ca.	140x140x13	0	0	33,6	3521	3521	3521	9,6	50	43	0,22	51,2	0	0,0	100	87	0,00		
404	Lower chord lower ca.	140x140x13	0	0	11,3	3521	3521	3521	3,2	50	43	0,07	16,4	0	0,0	100	87	0,00		
405	Lower chord lower ca.	140x140x13	0	0	6,5	3521	3521	3521	1,8	50	43	0,04	8,4	0	0,0	100	87	0,00		
406	Lower chord lower ca.	140x140x13	0	0	5,9	3521	3521	3521	1,7	50	43	0,04	7,5	0	0,0	100	87	0,00		
407	Lower chord lower ca.	140x140x13	10	M24	5,8	3521	3183	3183	1,8	50	43	0,04	7,4	452	22,1	100	87	0,25		
410	Horizontal lower ca.	100x100x10	2	M24	14,8	1920	1660	1660	8,9	50	43	0,20	20,0	0	0,0	100	87	0,00		
413	Beam lower ca.	HEB160	0	0	0,0	5430	5430	5430	0,0	50	43	0,00	0,0	0	0,0	100	87	0,00		
426	Upper chord lower ca.	90x90x9	4	M24	9,0	1539	1305	1305	6,9	50	43	0,16	11,5	452	6,4	100	87	0,07		
427	Upper chord lower ca.	90x90x9	0	0	9,1	1539	1539	1539	5,9	50	43	0,14	11,6	0	0,0	100	87	0,00		
428	Upper chord lower ca.	90x90x9	0	0	7,7	1539	1539	1539	5,0	50	43	0,12	9,9	0	0,0	100	87	0,00		
429	Upper chord lower ca.	90x90x9	0	0	6,8	1539	1539	1539	4,4	50	43	0,10	8,7	0	0,0	100	87	0,00		
430	Upper chord lower ca.	90x90x9	0	0	6,4	1539	1539	1539	4,1	50	43	0,10	8,2	0	0,0	100	87	0,00		
431	Hand rail	60x60x6	1	M16	0,3	690	582	582	0,5	50	43	0,01	0,4	201	1,8	100	87	0,02		
433	Hand rail	60x60x6	1	M16	0,2	690	582	582	0,3	50	43	0,01	0,2	201	1,1	100	87	0,01		
460	Diag side face lower ca.	80x80x6	2	M16	4,7	940	832	832	5,6	50	43	0,13	7,1	201	17,7	100	87	0,20		
461	Diag side face lower ca.	80x80x6	2	M20	4,2	940	808	808	5,2	50	43	0,12	6,4	314	10,2	100	87	0,12		
462	Diag side face lower ca.	70x70x7	2	M20	7,2	940	786	786	9,1	50	43	0,21	10,9	314	17,4	100	87	0,20		
463	Diag side face lower ca.	70x70x7	2	M16	4,4	940	814	814	5,4	50	43	0,12	6,6	201	16,5	100	87	0,19		
464	Stability bracing lower ca.	50x50x5	1	M16	0,1	480	390	390	0,3	50	43	0,01	0,2	201	0,9	100	87	0,01		
465	Diag side face lower ca.	70x70x7	2	M20	7,6	940	786	786	9,7	50	43	0,22	11,6	314	18,5	100	87	0,21		
475	Diag lower plane lower ca.	70x70x7	2	M20	18,5	940	786	786	23,5	50	43	0,54	28,2	314	44,9	100	87	0,52		
476	Diag lower plane lower ca.	70x70x7	2	M20	22,0	940	786	786	28,0	50	43	0,64	33,6	314	53,5	100	87	0,62		
478	Diag lower plane lower ca.	70x70x7	2	M20	24,5	940	786	786	31,2	50	43	0,72	37,4	314	59,5	100	87	0,68		
479	Diag lower plane lower ca.	150x150x18 (not coup	2	M24	17,2	10200	9732	9732	1,8	50	43	0,04	26,2	452	29,0	100	87	0,33		
480	Diag lower plane lower ca.	70x70x7	2	M16	16,3	940	814	814	20,0	50	43	0,46	24,9	201	61,9	100	87	0,71		
481	Diag lower plane lower ca.	150x150x18 (not coup	2	M24	28,4	10200	9732	9732	2,9	50	43	0,07	43,4	452	48,0	100	87	0,55		
482	Diag lower plane lower ca.	50x50x5	1	M16	0,5	480	390	390	1,2	50	43	0,03	0,7	201	3,6	100	87	0,04		
483	Diag lower plane lower ca.	50x50x5	1	M16	0,2	480	390	390	0,6	50	43	0,01	0,4	201	1,9	100	87	0,02		
484	Diag lower plane lower ca.	50x50x5	1	M16	0,2	480	390	390	0,6	50	43	0,01	0,4	201	1,8	100	87	0,02		
485	Plan bracing lower ca.	120x120x10	3	M20	19,4	2320	2060	2060	9,4	50	43	0,22	26,2	452	19,3	100	87	0,22		
486	Plan bracing lower ca.	80x80x6	1	M20	0,0	940	808	808	0,0	50	43	0,00	0,0	314	0,2	100	87	0,00		
500	Horizontal mid ca.	180x180x16	10	M24	110,8	5540	5124	5124	21,6	50	43	0,50	165,3	452	36,6	100	87	0,42		
501	Lower chord mid ca.	160x160x15	10	M24	178,7	4671	4281	4281	41,7	50	43	0,96	272,8	452	60,4	100	87	0,69		
502	Lower chord mid ca.	160x160x15	0	0	159,6	4671	4671	4671	34,2	50	43	0,79	243,6	0	0,0	100	87	0,00		
503	Lower chord mid ca.	160x160x15	0	0	130,2	4671	4671	4671	27,9	50	43	0,64	198,8	0	0,0	100	87	0,00		



**Check galloping**

Datum: 25-8-2021  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.0



RLL-TLB  
 WA+0/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					DF;o [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	Δσ;jo [Mpa]	DC;jo [Mpa]	Δσ;co [Mpa]	UC opp.	DF;jb [kN]	Opp. Bout [mm2]	Δσ;jb [Mpa]	DC;jb [Mpa]	Δσ;cb [Mpa]	UC bout			
504	Lower chord mid ca.	160x160x15	0	0	108.5	4671	4671	23.2	50	43	0.53	165.6	0	0.0	100	87	0.00			
505	Lower chord mid ca.	160x160x15	0	0	36.7	4671	4671	7.9	50	43	0.18	55.9	0	0.0	100	87	0.00			
506	Lower chord mid ca.	160x160x15	0	0	36.7	4671	4671	7.9	50	43	0.18	56.0	0	0.0	100	87	0.00			
507	Lower chord mid ca.	160x160x15	2	M16	0.7	4671	4401	0.2	50	43	0.00	1.1	201	2.8	100	87	0.03			
509	Horizontal mid ca.	100x100x10	3	M24	38.3	1920	1660	23.1	50	43	0.53	53.4	452	39.4	100	87	0.45			
511	Beam mid ca.	HEA140	1	M16	4.5	3140	3041	1.5	50	43	0.03	6.9	201	34.3	100	87	0.39			
526	Upper chord mid ca.	100x100x10	4	M24	21.3	1920	1660	12.8	50	43	0.30	31.8	452	17.6	100	87	0.20			
527	Upper chord mid ca.	100x100x10	0	0	21.5	1920	1920	11.2	50	43	0.26	32.2	0	0.0	100	87	0.00			
528	Upper chord mid ca.	100x100x10	0	0	20.1	1920	1920	10.5	50	43	0.24	30.1	0	0.0	100	87	0.00			
529	Upper chord mid ca.	100x100x10	0	0	18.7	1920	1920	9.7	50	43	0.22	27.9	0	0.0	100	87	0.00			
530	Upper chord mid ca.	100x100x10	0	0	18.7	1920	1920	9.7	50	43	0.22	27.9	0	0.0	100	87	0.00			
531	Upper chord mid ca.	100x100x10	3	M24	21.1	1920	1660	12.7	50	43	0.29	31.7	452	23.4	100	87	0.27			
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			
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	M20	0.2	480	370	0.6	50	43	0.01	0.3	314	1.0	100	87	0.01			
537	Stability bracing mid ca.	50x50x5	1	M16	1.4	480	390	3.7	50	43	0.09	2.1	201	10.7	100	87	0.12			
540	Vertical side face mid ca.	60x60x6	1	M16	1.8	690	582	3.1	50	43	0.07	2.8	201	13.7	100	87	0.16			
541	Vertical side face mid ca.	60x60x6	1	M16	1.9	690	582	3.3	50	43	0.08	3.0	201	14.7	100	87	0.17			
542	Vertical side face mid ca.	50x50x5	1	M16	2.3	480	390	6.0	50	43	0.14	3.5	201	17.6	100	87	0.20			
543	Vertical side face mid ca.	50x50x5	1	M16	0.2	480	390	0.6	50	43	0.01	0.3	201	1.7	100	87	0.02			
544	Vertical side face mid ca.	60x60x6	1	M16	9.2	690	582	15.8	50	43	0.36	14.0	201	69.6	100	87	0.80			
560	Diag side face mid ca.	80x80x6	1	M20	1.8	940	808	2.2	50	43	0.05	2.7	314	8.7	100	87	0.10			
561	Diag side face mid ca.	60x60x6	1	M16	3.5	690	582	6.0	50	43	0.14	5.3	201	26.4	100	87	0.30			
562	Diag side face mid ca.	50x50x5	3	M16	3.9	480	390	9.9	50	43	0.23	5.9	201	14.7	100	87	0.17			
563	Diag side face mid ca.	60x60x6	3	M16	5.6	690	582	9.6	50	43	0.22	8.5	201	14.1	100	87	0.16			
564	Diag side face mid ca.	60x60x6	2	M16	6.3	690	582	10.8	50	43	0.25	9.5	201	23.7	100	87	0.27			
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	9.9	690	582	17.0	50	43	0.39	15.1	201	37.5	100	87	0.43			
576	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	12.9	690	582	22.1	50	43	0.51	19.6	201	48.9	100	87	0.56			
577	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	13.4	690	582	23.0	50	43	0.53	20.4	201	50.8	100	87	0.58			
578	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	15.3	690	582	26.2	50	43	0.60	23.3	201	58.0	100	87	0.67			
579	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	17.7	690	582	30.3	50	43	0.70	26.9	201	67.0	100	87	0.77			
580	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	20.6	690	582	35.5	50	43	0.82	31.5	201	78.4	100	87	0.90			
581	Diag lower plane mid ca.	70x70x7	2	M20	26.6	940	786	33.8	50	43	0.78	40.6	314	64.6	100	87	0.74			
582	Diag lower plane mid ca.	70x70x7	2	M20	31.8	940	786	40.4	50	43	0.93	48.5	314	77.3	100	87	0.89			
583	Diag lower plane mid ca.	60x60x6	2	M16	14.6	690	582	25.2	50	43	0.58	22.4	201	55.6	100	87	0.64			

**Check galloping**

Datum: 25-8-2021  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.0



RLI-TLB  
 WA+0/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					DF <sub>jo</sub> [kN]	Brutto [mm <sup>2</sup> ]	Netto [mm <sup>2</sup> ]	Δσ <sub>jo</sub> [Mpa]	DC <sub>jo</sub> [Mpa]	Δσ <sub>crjo</sub> [Mpa]	UC opp.	DF <sub>fb</sub> [kN]	Bout [mm <sup>2</sup> ]	Opp. Bout	Δσ <sub>ijb</sub> [Mpa]	DC <sub>ib</sub> [Mpa]	Δσ <sub>crjb</sub> [Mpa]	UC bout		
584	Plan bracing mid ca.	120x120x12	4	M24	96.2	2750	2438	39.5	50	43	0.91	133.9	452	74.0	100	87	0.85			
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	107.0	4671	4281	25.0	50	43	0.57	157.7	452	34.9	100	87	0.40			
601	Lower chord top ca.	140x140x13	10	M24	137.3	3521	3183	43.1	50	43	0.99	209.6	452	46.4	100	87	0.53			
602	Lower chord top ca.	140x140x13	0		121.2	3521	3521	34.4	50	43	0.79	184.9	0	0.0	100	87	0.00			
603	Lower chord top ca.	140x140x13	0		99.9	3521	3521	28.4	50	43	0.65	152.5	0	0.0	100	87	0.00			
604	Lower chord top ca.	140x140x13	0		30.7	3521	3521	8.7	50	43	0.20	46.8	0	0.0	100	87	0.00			
605	Lower chord top ca.	140x140x13	0		30.8	3521	3521	8.7	50	43	0.20	46.8	0	0.0	100	87	0.00			
606	Lower chord top ca.	140x140x13	2	M16	4.7	3521	3287	1.4	50	43	0.03	6.3	201	15.7	100	87	0.18			
608	Earth peak lower chord	70x70x7	0		5.9	940	940	6.2	50	43	0.14	8.0	0	0.0	100	87	0.00			
609	Earth peak lower chord	70x70x7	0		6.3	940	940	6.7	50	43	0.15	8.5	0	0.0	100	87	0.00			
610	Horizontal top ca.	100x100x10	3	M24	36.8	1920	1660	22.2	50	43	0.51	50.5	452	37.2	100	87	0.43			
611	Beam top ca.	150x150x18 (not coup	2	M24	28.1	10200	9732	2.9	50	43	0.07	42.9	452	47.4	100	87	0.55			
612	Beam top ca.	HEB220	2	M24	2.3	9104	8688	0.3	50	43	0.01	3.5	452	3.9	100	87	0.04			
613	Earth peak horizontal	50x50x5	1	M16	0.5	480	390	1.2	50	43	0.03	0.7	201	3.4	100	87	0.04			
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	1	M16	5.2	3740	3578	1.5	50	43	0.03	7.9	201	39.4	100	87	0.45			
626	Upper chord top ca.	100x100x10	4	M24	31.4	1920	1660	18.9	50	43	0.43	47.9	452	26.5	100	87	0.30			
627	Upper chord top ca.	100x100x10	4	M24	11.2	1920	1660	6.7	50	43	0.15	16.7	452	9.2	100	87	0.11			
628	Upper chord top ca.	100x100x10	4	M24	11.5	1920	1660	7.0	50	43	0.16	17.5	452	9.7	100	87	0.11			
629	Upper chord top ca.	100x100x10	3	M24	12.8	1920	1660	7.7	50	43	0.18	19.4	452	14.3	100	87	0.16			
630	Earth peak upper chord	100x100x10	4	M24	51.9	1920	1660	31.2	50	43	0.72	71.8	452	39.7	100	87	0.46			
631	Earth peak upper chord	100x100x10	0		48.5	1920	1920	25.3	50	43	0.58	68.2	0	0.0	100	87	0.00			
632	Earth peak upper chord	100x100x10	4	M24	44.0	1920	1660	26.5	50	43	0.61	61.8	452	34.2	100	87	0.39			
633	Earth peak upper chord	100x100x10	0		40.8	1920	1920	21.3	50	43	0.49	57.4	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		25.4	1920	1920	13.2	50	43	0.30	35.6	0	0.0	100	87	0.00			
638	Stability bracing top ca.	60x60x6	2	M16	10.1	690	582	17.4	50	43	0.40	15.4	201	38.4	100	87	0.44			
640	Vertical side face top ca.	50x50x5	1	M16	1.5	480	390	4.0	50	43	0.09	2.3	201	11.3	100	87	0.13			
641	Vertical side face top ca.	60x60x6	2	M16	13.6	690	582	23.4	50	43	0.54	20.7	201	51.6	100	87	0.59			
642	Vertical side face top ca.	60x60x6	2	M16	3.5	690	582	6.1	50	43	0.14	5.4	201	13.4	100	87	0.15			
643	Vertical side face top ca.	60x60x6	2	M16	0.2	690	582	0.3	50	43	0.01	0.3	201	0.7	100	87	0.01			
644	Vertical side face top ca.	60x60x6	2	M16	5.9	690	582	10.1	50	43	0.23	9.0	201	22.3	100	87	0.26			
645	Earth peak vertical side face	60x60x6	1	M16	0.1	690	582	0.3	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	0.4	50	43	0.01	0.2	201	1.2	100	87	0.01			
660	Diag side face top ca.	50x50x5	1	M16	3.3	480	390	8.5	50	43	0.19	4.9	201	24.3	100	87	0.28			

## Check galloping

Datum: 25-8-2021  
Auteur: TBR  
Versie: 1.0



RLI-TLB  
WA+0/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					DF;o [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	Δσ;i;o [Mpa]	DC;o [Mpa]	Δσ;c;o [Mpa]	UC opp.	DF;ib [kN]	Opp. Bout [mm2]	Δσ;i;ib [Mpa]	DC;ib [Mpa]	Δσ;c;ib [Mpa]	UC bout			
661	Diag side face top ca.	80x80x8	2	M16	5.4	1230	1086	5.0	50	43	0.12	8.2	201	20.5	100	87	0.24			
662	Diag side face top ca.	70x70x6	2	M16	5.3	810	702	7.5	50	43	0.17	8.0	201	19.9	100	87	0.23			
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	0.6	201	3.0	100	87	0.03			
675	Diag lower plane top ca.	60x60x6	2	M16	15.1	690	582	26.0	50	43	0.60	23.1	201	57.5	100	87	0.66			
676	Diag lower plane top ca.	60x60x6	2	M16	17.7	690	582	30.5	50	43	0.70	27.1	201	67.4	100	87	0.77			
677	Diag lower plane top ca.	60x60x6	2	M16	20.4	690	582	35.1	50	43	0.81	31.2	201	77.5	100	87	0.89			
678	Diag lower plane top ca.	70x70x7	2	M20	32.3	940	786	41.1	50	43	0.95	49.3	314	78.6	100	87	0.90			
679	Diag lower plane top ca.	70x70x7	2	M20	32.7	940	786	41.6	50	43	0.96	50.0	314	79.6	100	87	0.91			
680	Diag lower plane top ca.	60x60x6	2	M16	12.6	690	582	21.7	50	43	0.50	19.3	201	47.9	100	87	0.55			
681	Earth peak diag lower plane	60x60x6	1	M16	0.2	690	582	0.4	50	43	0.01	0.3	201	1.6	100	87	0.02			
682	Earth peak diag lower plane	50x50x5	1	M16	1.4	480	390	3.5	50	43	0.08	2.0	201	9.8	100	87	0.11			
683	Earth peak diag upper plane	60x60x6	1	M20	9.8	690	558	17.6	50	43	0.41	14.8	314	47.1	100	87	0.54			
684	Earth peak diag upper plane	60x60x6	1	M20	10.9	690	558	19.6	50	43	0.45	16.4	314	52.3	100	87	0.60			
685	Earth peak diag upper plane	60x60x6	1	M20	12.2	690	558	21.8	50	43	0.50	18.3	314	58.3	100	87	0.67			
686	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	2.5	480	390	6.4	50	43	0.15	3.5	201	17.3	100	87	0.20			
687	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	2.8	480	390	7.2	50	43	0.17	4.0	201	19.7	100	87	0.23			
688	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	3.2	480	390	8.3	50	43	0.19	4.5	201	22.5	100	87	0.26			
689	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	3.8	480	390	9.8	50	43	0.23	5.4	201	26.8	100	87	0.31			
690	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	4.6	480	390	11.9	50	43	0.27	6.5	201	32.5	100	87	0.37			
691	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	6.0	480	390	15.4	50	43	0.35	8.4	201	41.9	100	87	0.48			
692	Earth peak diag upper plane	50x50x5	1	M16	7.7	480	390	19.6	50	43	0.45	10.8	201	53.5	100	87	0.62			
698	Plan bracing top ca.	120x120x10	2	M24	54.8	2320	2060	26.6	50	43	0.61	75.1	452	83.0	100	87	0.95			
699	Plan bracing top ca.	120x120x10	4	M24	89.2	2320	2060	43.3	50	43	1.00	122.2	452	67.6	100	87	0.78			
700.1	Hor. plan bracing hip structure	100x100x8	2	M20	3.5	1550	1374	2.5	50	43	0.06	4.5	314	7.1	100	87	0.08			
701.1	Hor. plan bracing hip structure	100x100x8	2	M20	0.4	1550	1374	0.3	50	43	0.01	0.6	314	0.9	100	87	0.01			
702.1	Hor. plan bracing hip structure	100x100x8 (not coupl	1	M20	0.0	3100	2924	0.0	50	43	0.00	0.0	314	0.0	100	87	0.00			
704	2nd plan bracing	80x80x8	2	M20	2.5	1230	1054	2.4	50	43	0.05	3.3	314	5.2	100	87	0.06			
705	2nd plan bracing	100x100x10	3	M24	2.9	1920	1660	1.8	50	43	0.04	3.6	452	2.7	100	87	0.03			
710	Horizontal top of lower ca.	120x120x10	4	M24	13.0	2320	2060	6.3	50	43	0.14	16.7	452	9.3	100	87	0.11			
711	Horizontal top of lower ca.	120x120x10	2	M24	2.5	2320	2060	1.2	50	43	0.03	3.4	452	3.7	100	87	0.04			
712	Horizontal top of mid ca.	100x100x10	4	M24	14.5	1920	1660	8.7	50	43	0.20	19.4	452	10.7	100	87	0.12			
713	Horizontal top of mid ca.	100x100x10	2	M24	3.0	1920	1660	1.8	50	43	0.04	4.5	452	4.9	100	87	0.06			
714	Horizontal top of top ca.	100x100x10	4	M24	16.3	1920	1660	9.8	50	43	0.23	22.8	452	12.6	100	87	0.14			
715	Horizontal top of top ca.	100x100x10	3	M24	0.9	1920	1660	0.5	50	43	0.01	1.2	452	0.9	100	87	0.01			
732	additional insulator bottom	HEA160	0		0.1	3900	3900	0.0	50	43	0.00	0.1	0	0.0	100	87	0.00			

## Check galloping



Datum: 25-8-2021  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.0

RLL-TLB  
 WA+0/s

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede				
					$\Delta F;0$ [kN]	Brutto [mm <sup>2</sup> ]	Netto [mm <sup>2</sup> ]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	DC;0 [Mpa]	$\Delta\sigma;c;0$ [Mpa]	UC opp. [kN]	UC opp. [mm <sup>2</sup> ]	$\Delta F;0$ [kN]	Opp. Bout [mm <sup>2</sup> ]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	DC;b [Mpa]	$\Delta\sigma;c;b$ [Mpa]	UC bout	
734	additional insulator bottom	70x70x6	2	M16	0.0	810	702	0.1	50	43	0.00	0.0	201	0.1	100	87	0.00		
735	additional insulator bottom	100x100x10	3	M24	2.7	1920	1660	1.6	50	43	0.04	3.3	452	2.4	100	87	0.03		
746	additional insulator bottom	60x60x6	1	M16	0.0	690	582	0.0	50	43	0.00	0.0	201	0.1	100	87	0.00		
747	additional insulator bottom	60x60x6	0		0.0	690	690	0.0	50	43	0.00	0.0	0	0.0	100	87	0.00		
801	Tr_bottom_bottom_chord	90x90x9	3	M24	3.1	1539	1305	2.4	50	43	0.05	3.9	452	2.8	100	87	0.03		
802	Tr_bottom_bottom_chord	90x90x9	0		2.4	1539	1539	1.6	50	43	0.04	3.1	0	0.0	100	87	0.00		
803	Tr_bottom_top_chord	90x90x9	3	M24	2.2	1539	1305	1.7	50	43	0.04	2.8	452	2.0	100	87	0.02		
804	Tr_bottom_top_chord	100x100x8	3	M24	3.1	1550	1342	2.3	50	43	0.05	3.9	452	2.9	100	87	0.03		
805	Tr_bottom_top_chord	100x100x8	0		2.7	1550	1550	1.8	50	43	0.04	3.4	0	0.0	100	87	0.00		
806	Tr_bottom_top_chord	100x100x8	0		2.4	1550	1550	1.5	50	43	0.04	3.0	0	0.0	100	87	0.00		



## **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.10 Mastrapportage solo-steunmasten

ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN

# Mastrapport solo-steunmasten (S/s Laag)

TenneT TSO B.V.

Meridian doc.nr.: 002.678.00.0920171

Rapport nr.: 21-0664, Rev. 3

Datum: 09-08-2021

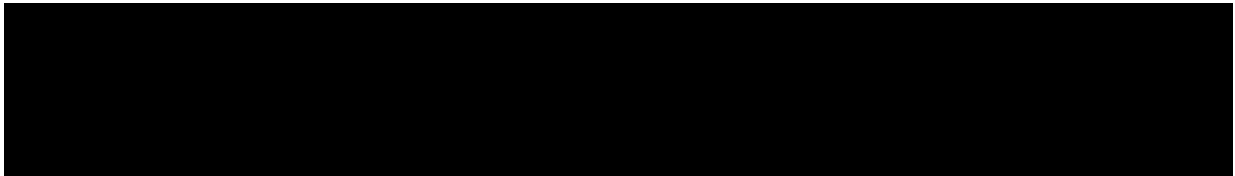
DATUM:	01-10-2021
STATUS TENNET:	DEFINITIEF
REVISIE TENNET:	1.0





Projectnaam: Zuid-West 380 kV Oost Verbindingen  
Rapport titel: Mastrapport solo-steenmasten (S/s Laag)  
Klant: TenneT TSO B.V.  
Contactpersoon klant:   
Datum uitgave: 09-08-2021  
Project nr.: 10124719  
Organisatie unit: TDT  
Meridian doc.nr.: 002.678.00.0920171  
Rapport nr.: 21-0664, Rev. 3

Energy Systems  
DNV Netherlands B.V.  
Utrechtseweg 310-B50  
6812 AR Arnhem  
  
Tel: 026 356 9111  
Handelsregister Arnhem 09006404

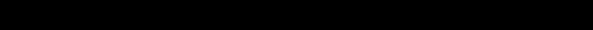
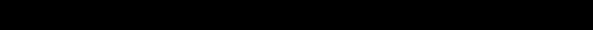




Copyright © DNV 2021. All rights reserved. Unless otherwise agreed in writing: (i) This publication or parts thereof may not be copied, reproduced or transmitted in any form, or by any means, whether digitally or otherwise; (ii) The content of this publication shall be kept confidential by the customer; (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: --

Rev.	Datum	Reden van uitgave	Auteur	Beoordelaar	Goedkeuder
0	21-04-2021	Eerste uitgave			
1	20-05-2021	RFA commentaar			
2	27-07-2021	S+3 toegevoegd, S+18 verwijderd			
3	09-08-2021	RFA commentaar			



## Inhoudsopgave

1	INLEIDING .....	1
2	UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN .....	2
2.1	Normen	2
2.2	TenneT-specificaties	2
2.3	Eisenverificatie	2
2.4	Ontwerprapporten	2
2.5	Materialen	2
2.6	Software	3
3	MASTONTWERP .....	4
3.1	Mastbeelden	4
3.2	Uitgangspunten berekening	10
3.3	Mastenlijst	10
3.4	Geleiderbelastingen	11
3.5	Reacties op de fundering	11
3.6	Modellering	11
3.7	Overige controles	11
3.8	Mastgewicht	12
4	TOETSING .....	13
4.1	Resultaat PLS-TOWER	13
4.2	Toetsing overige onderdelen	18
Appendix A	Geleiderbelastingen	
Appendix B	Resultaten PLS-TOWER	
Appendix C	Knikverkorters	
Appendix D	Blokdeuvels	
Appendix E	Liggers	
Appendix F	Sterkte-coördinatie	

## 1 INLEIDING

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

Deze rapportage bevat de resultaten van de toetsing van alle masttypen binnen de groep van de solo-steunmasten (laag), een masttype geschikt voor twee circuits 380 kV. Het ontwerp van de solo-steunmasten S-3/s t/m S+9/s is zodanig dat de “mastkop” gedeeld wordt binnen de groep van de solo-steunmasten (laag), alleen de hoogte van het onderstuk verschilt.

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

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

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

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

## 2 UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

### 2.1 Normen

Er is gebruik gemaakt van de normen volgens Tabel 1.

**Tabel 1 Gebruikgemaakte normen, voorschriften en richtlijnen**

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

### 2.2 TenneT-specificaties

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

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

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

### 2.3 Eisenverificatie

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

### 2.4 Ontwerppapporten

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

### 2.5 Materialen

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

**Tabel 3 Materialen aangepaste constructie**

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



Voor de constructie geldt conform TenneT-specificatie:

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

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

## 2.6 Software

De gebruikte software wordt benoemd in Tabel 4.

**Tabel 4 Toegepaste software**

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



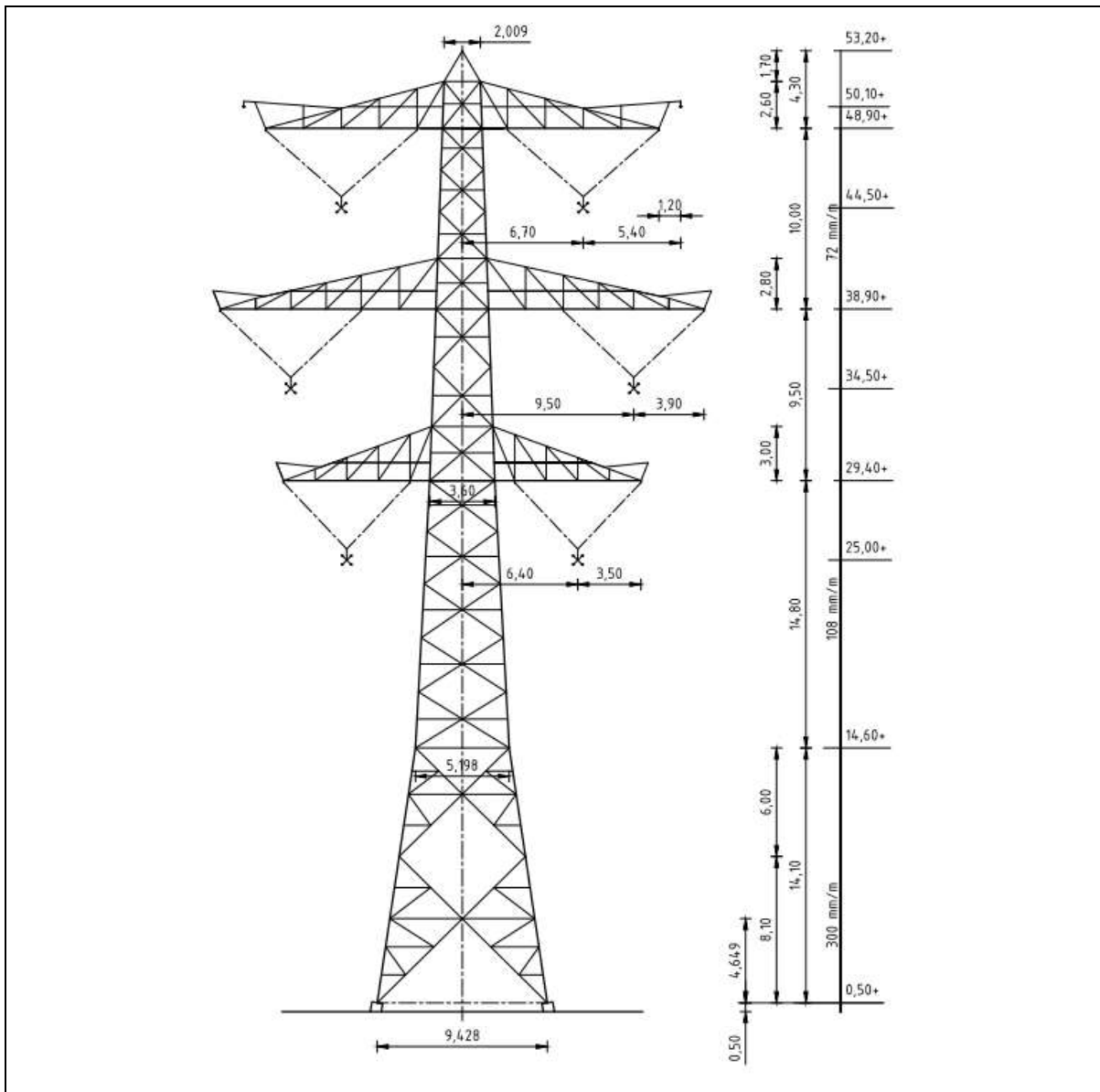
### **3 MASTONTWERP**

#### **3.1 Mastbeelden**

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

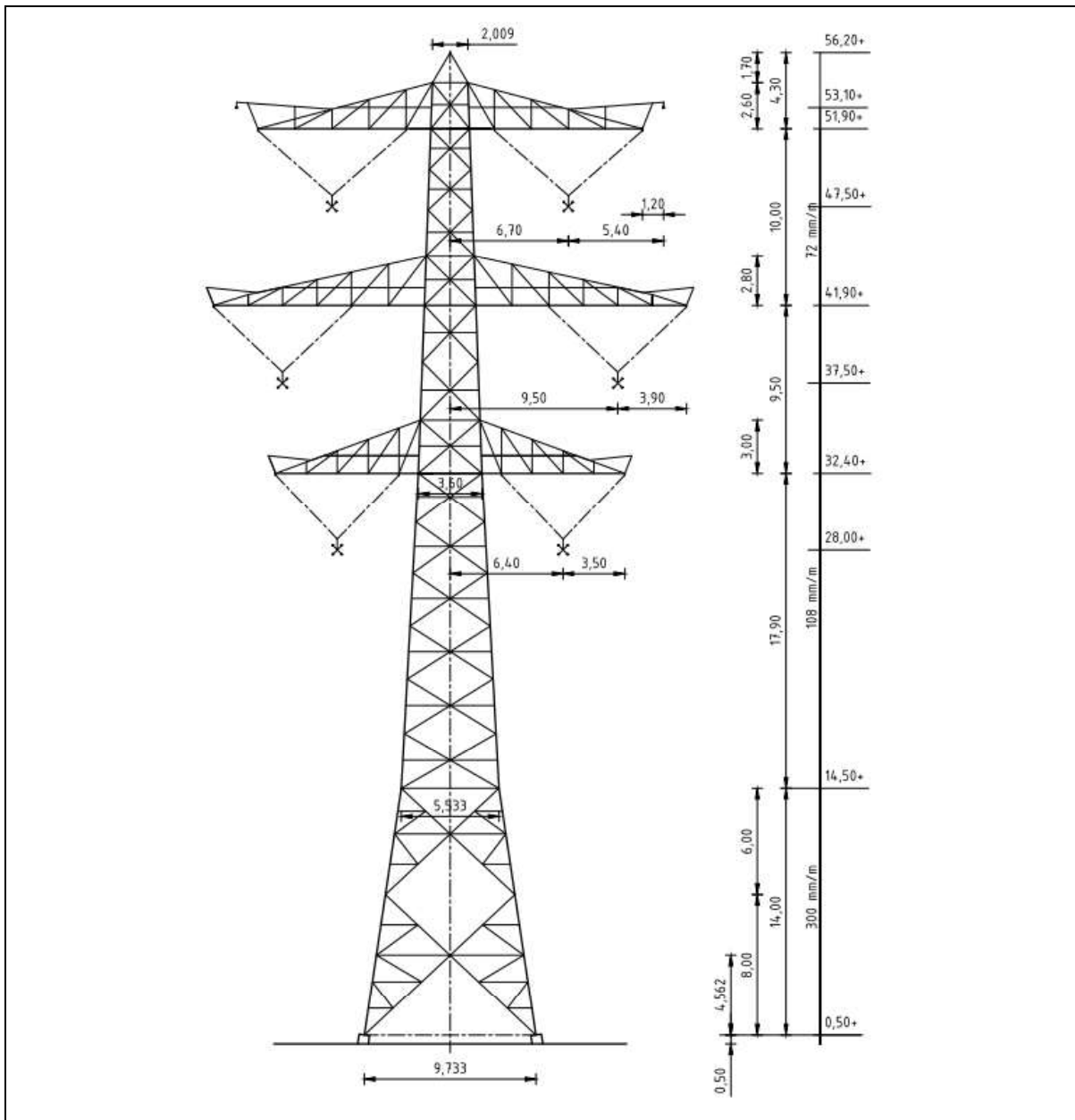
- Mastbeeldtekening Steunmasten, Meridiannummer 002.678.00 0890100
- Mastbeeldtekening S-3/s, Meridiannummer 002.678.00 0920260
- Mastbeeldtekening S+0/s, Meridiannummer 002.678.00 0920274
- Mastbeeldtekening S+3/s, Meridiannummer 002.678.00 0946391
- Mastbeeldtekening S+6/s, Meridiannummer 002.678.00 0920278
- Mastbeeldtekening S+9/s, Meridiannummer 002.678.00 0920282.

Masttype S-3/s is een steunmast voor twee circuits 380 kV.



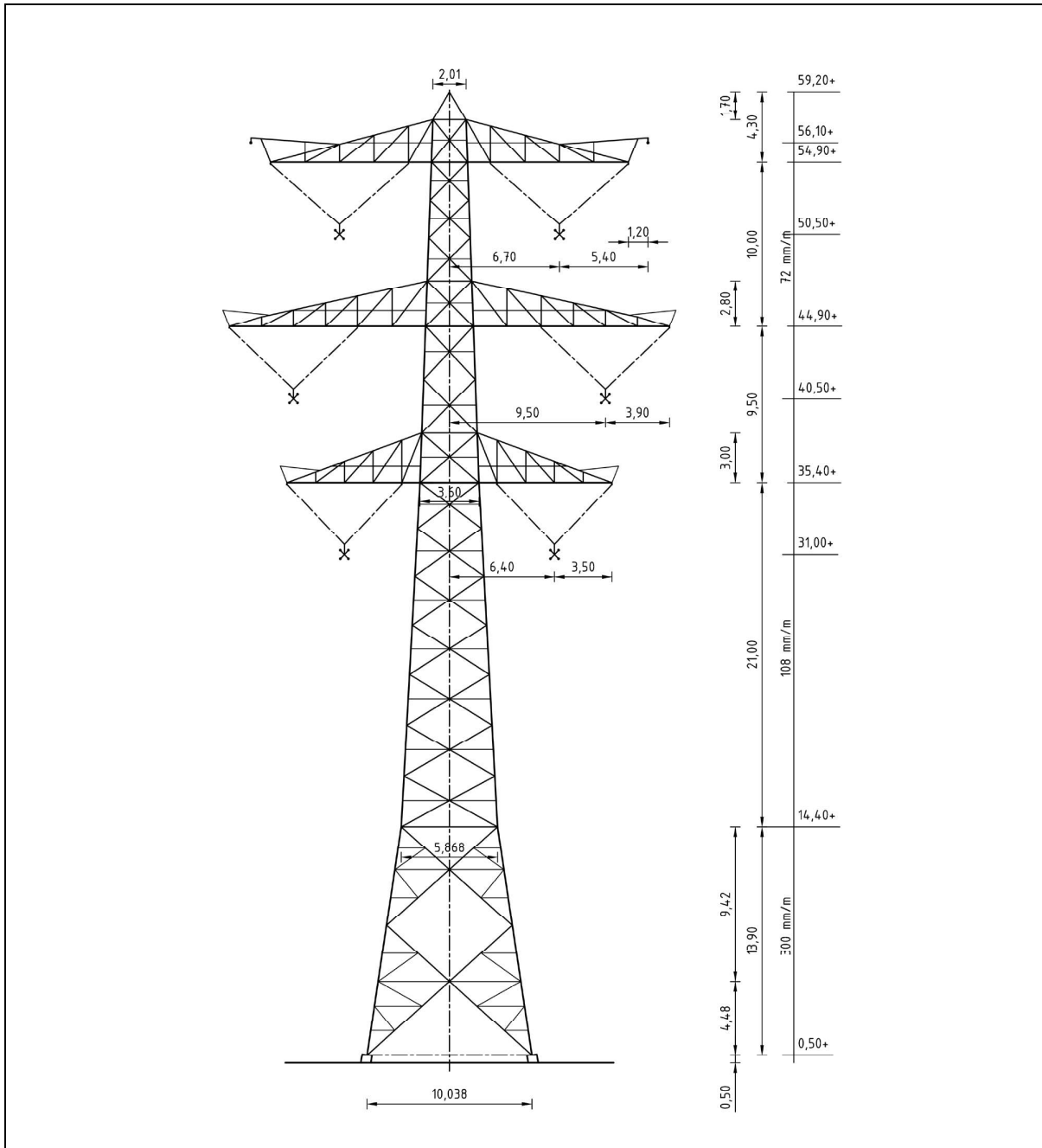
Figuur 1 Mastbeeld masttype S-3/s

Masttype S+0/s is een steunmast voor twee circuits 380 kV.



Figuur 2 Mastbeeld masttype S+0/s

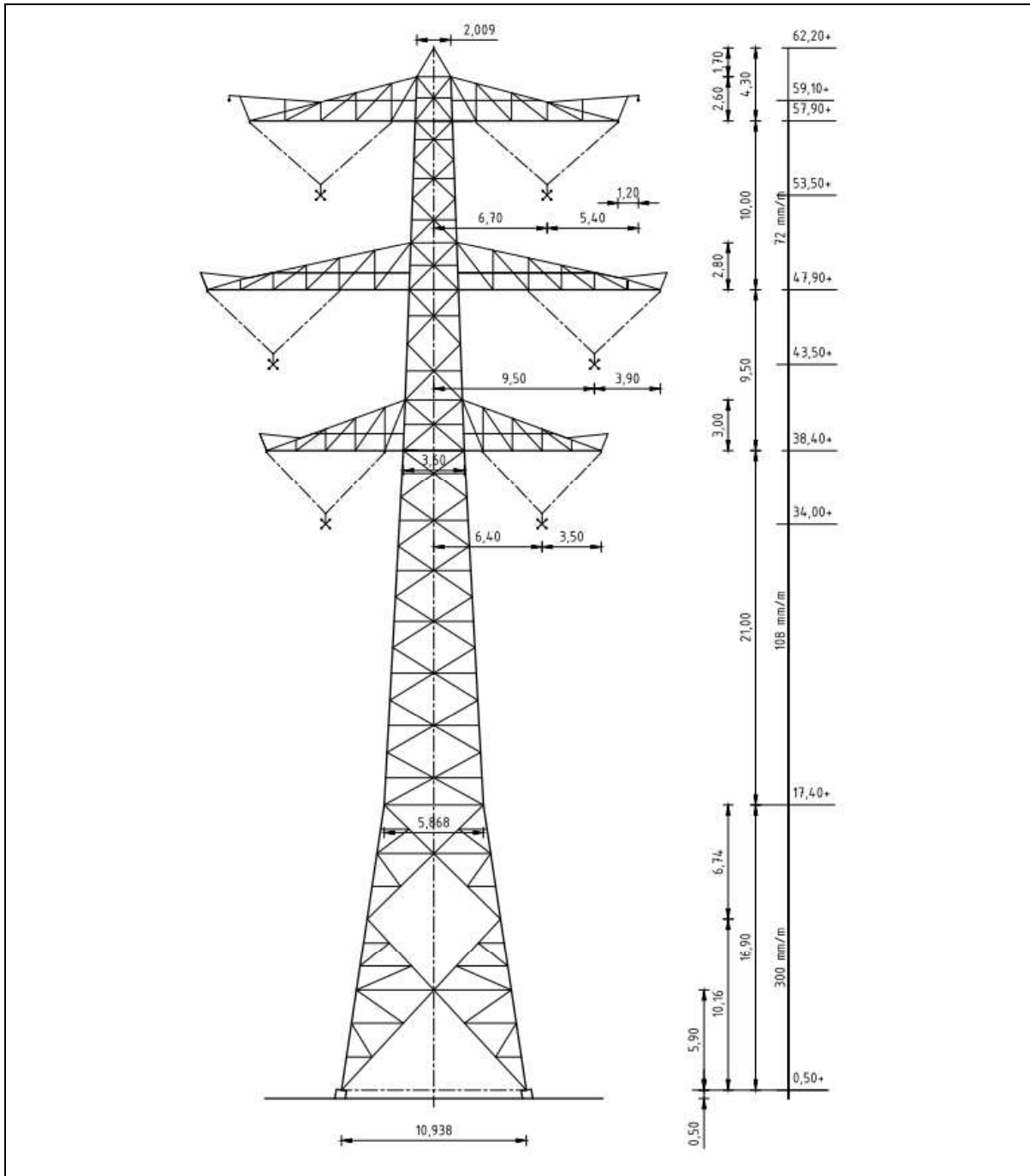
Masttype S+3/s is een steunmast voor twee circuits 380 kV.



Figuur 3 Mastbeeld masttype S+3/s

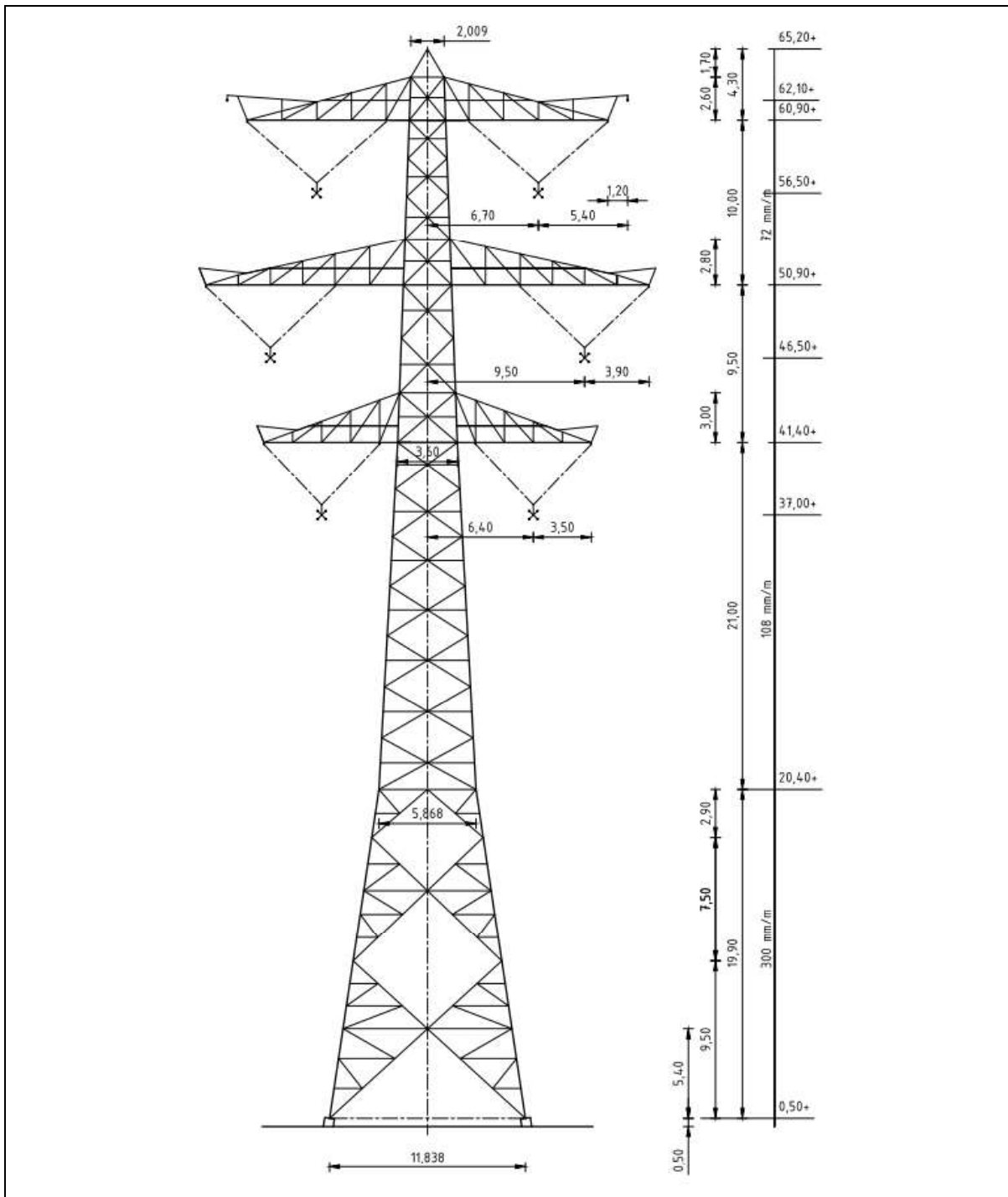


Masttype S+6/s is een steunmast voor twee circuits 380 kV.



Figuur 4 Mastbeeld masttype S+6/s

Masttype S+9/s is een steunmast voor twee circuits 380 kV.



Figuur 5 Mastbeeld masttype S+9/s

### 3.2 Uitgangspunten berekening

De uitgangspunten volgens Tabel 5 zijn van toepassing.

**Tabel 5 Uitgangspunten**

Norm	NEN-EN50341-2-15:2019
Gevolgklasse initieel	CC2
Betrouwbaarheidsniveau	Nieuwbouw
Referentieperiode	50 jaar
Windgebied	Masttype S-3, S+0 en S+3 – II Masttype S+6 en S+9 - III
Windsnelheid (m/s)	27,0 (II) 24,5 (III)
Terreincategorie	II
Reductiefactor $c_{dir}$	1,00
IJsgebied fasegeleider	B
IJsgebied bliksemgeleider	A

### 3.3 Mastenlijst

In Tabel 6 tot en met Tabel 9 zijn alle masten in het tracé binnen de groep van solo-steunmasten (laag) opgenomen. De mast met grootste wind span is vetgedrukt aangegeven. Masttype S+3/s komt niet voor in de verbinding en wordt niet weergegeven in de tabellen. Het masttype zal niet met deze wind en weight span worden berekend maar met generieke wind en weight span, zie uitgangspuntenrapport.

**Tabel 6 Mastenlijst S-3/s**

Mast-nummer	Masttype	Lijnhoek (°)	Wind span (m)	Weight span (m)	Hoogteverschil ba+ah (m)	Hoogteverschil back (m)	Hoogteverschil ahead (m)
1011	S-3_s	180,0	327,6	307,0	-3,7	-2,9	-0,8
1012	S-3_s	180,0	279,1	287,7	1,3	0,8	0,5
1013	S-3_s	180,0	263,9	261,3	-0,3	-0,5	0,2

**Tabel 7 Mastenlijst S+0/s**

Mast-nummer	Masttype	Lijnhoek (°)	Wind span (m)	Weight span (m)	Hoogteverschil ba+ah (m)	Hoogteverschil back (m)	Hoogteverschil ahead (m)
1006	S+0_s	180,0	368,0	363,3	-1,0	-0,5	-0,5
1008	S+0_s	180,0	292,8	288,7	-0,7	-0,2	-0,5
1009	S+0_s	180,0	327,6	332,2	0,8	0,5	0,4
1010	S+0_s	180,0	327,6	341,6	2,5	-0,4	2,9
1061	S+0_s	180,0	371,6	354,8	-3,5	-0,1	-3,4
<b>1064</b>	S+0_s	180,0	398,5	385,7	-2,8	-1,7	-1,1
1065	S+0_s	180,0	353,6	350,2	-0,3	1,1	-1,4

**Tabel 8 Mastenlijst S+6/s**

Mast-nummer	Masttype	Lijnhoek (°)	Wind span (m)	Weight span (m)	Hoogteverschil ba+ah (m)	Hoogteverschil back (m)	Hoogteverschil ahead (m)
1054	S+6_s	180,0	272,9	319,6	7,1	4,2	2,8
1056	S+6_s	180,0	393,5	385,9	-1,7	0,4	-2,0
<b>1059</b>	S+6_s	180,0	396,7	415,3	4,1	-1,8	5,9

**Tabel 9 Mastenlijst S+9/s**

Mast-nummer	Masttype	Lijnhoek (°)	Wind span (m)	Weight span (m)	Hoogteverschil ba+ah (m)	Hoogteverschil back (m)	Hoogteverschil ahead (m)
1057	S+9 s	180,0	396,9	414,2	3,8	2,0	1,8

### 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 Modellering

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 geleiderbelastingprogramma zijn als invoer voor de belastingen gebruikt.

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

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

### 3.7 Overige controles

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

### 3.8 Mastgewicht

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

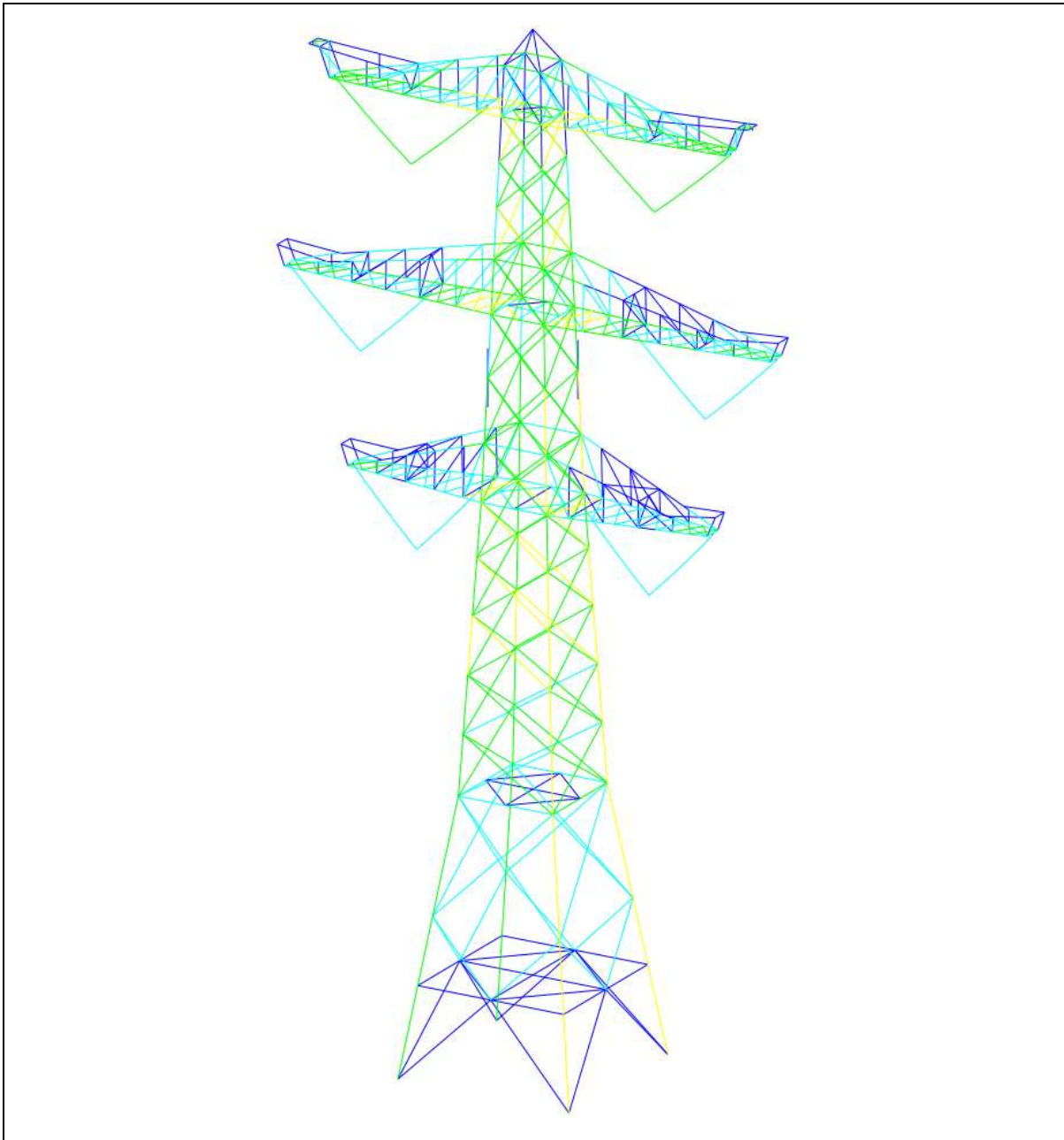
- Masttype S-3/s 32,1 ton
- Masttype S+0/s 34,4 ton
- Masttype S+3/s 36,0 ton
- Masttype S+6/s 38,3 ton
- Masttype S+9/s 41,3 ton.

## 4 TOETSING

### 4.1 Resultaat PLS-TOWER

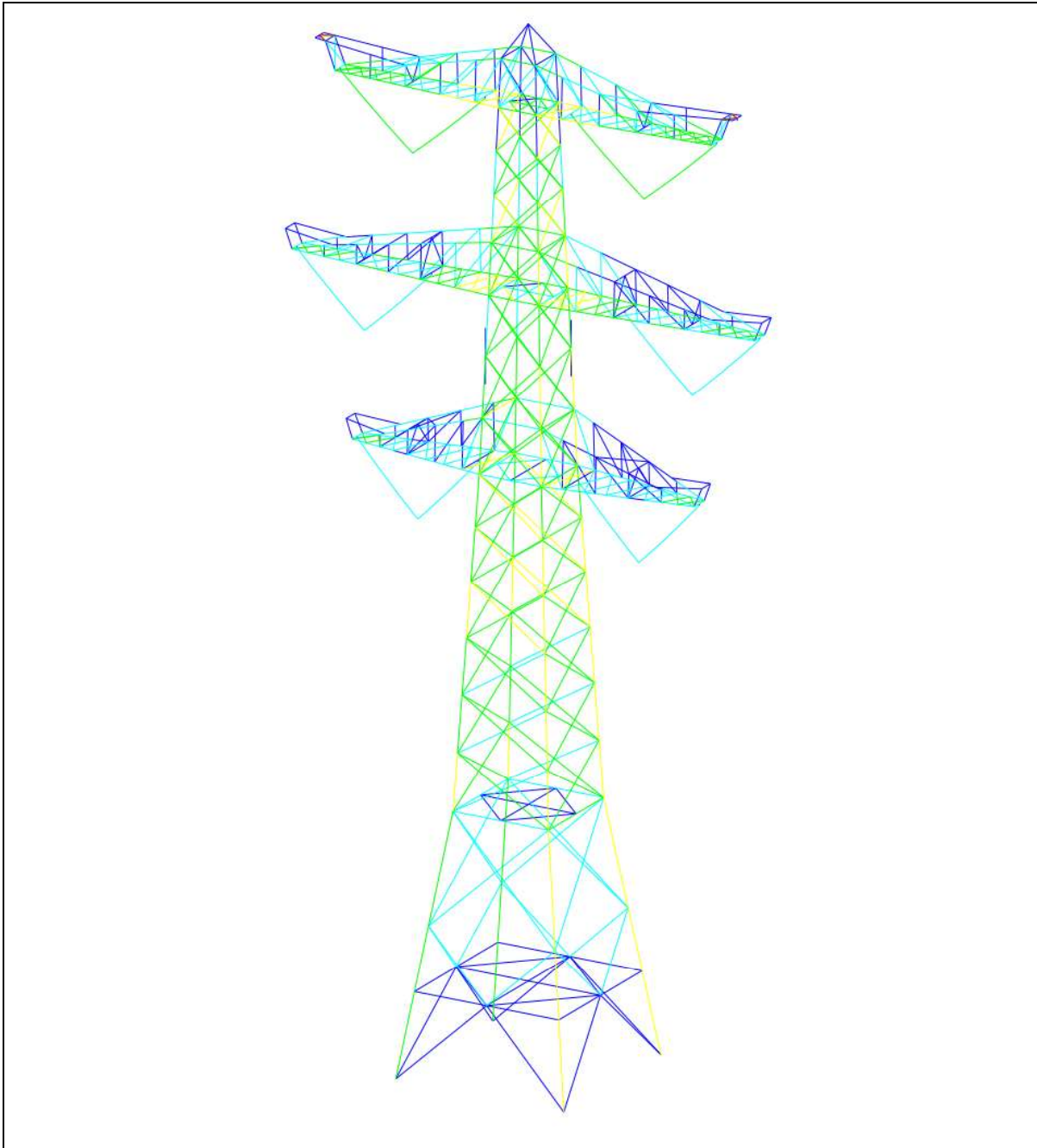
Het resultaat van de toetsing met PLS-TOWER is per masttype weergegeven in Figuur 6 tot en met Figuur 10. Voor elk masttype zijn de belastingen apart bepaald. Alléén voor masttype S+9, bepalend voor het ontwerp van de mastkop, zijn deze ook inclusief bouwphase en hijslasten.

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



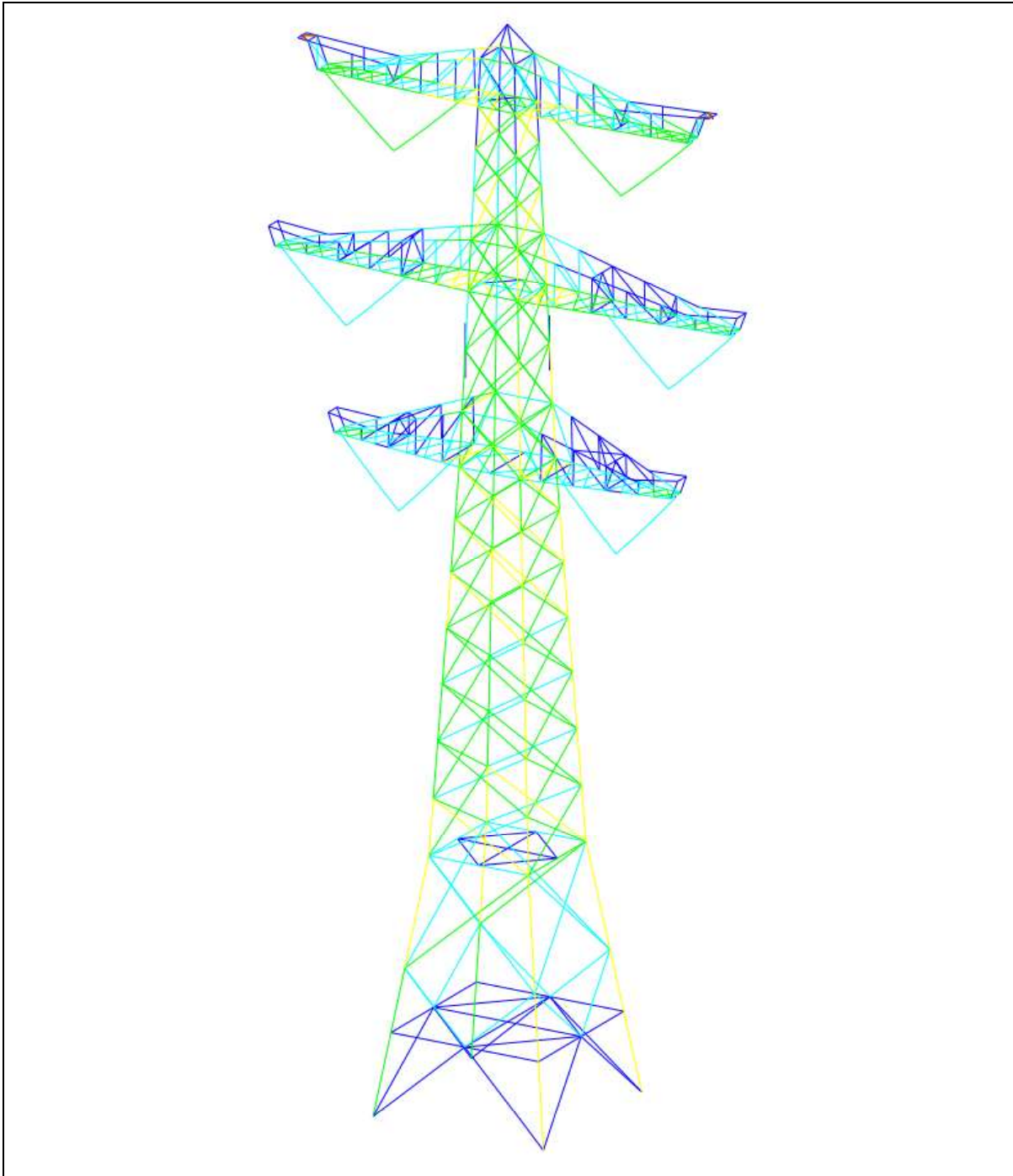
**Figuur 6** Resultaat PLS-TOWER voor masttype S-3/s

In Figuur 7 zijn de resultaten van masttype S+0 weergegeven. Hieruit blijkt dat de mast voldoet.



**Figuur 7** Resultaat PLS-TOWER voor masttype S+0/s

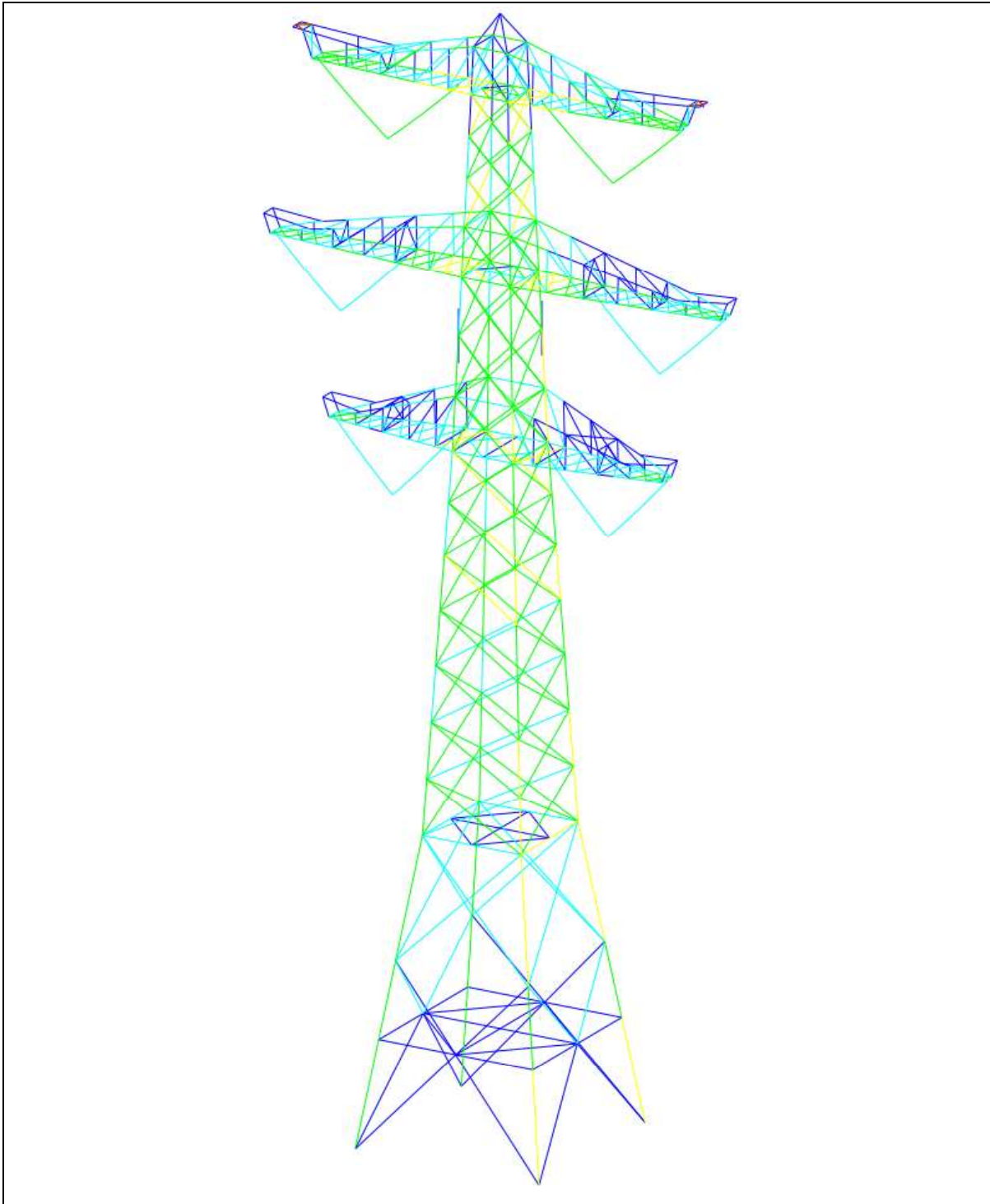
In Figuur 8 zijn de resultaten van masttype S+3 weergegeven. Hieruit blijkt dat de mast voldoet.



**Figuur 8** Resultaat PLS-TOWER voor masttype S+3/s

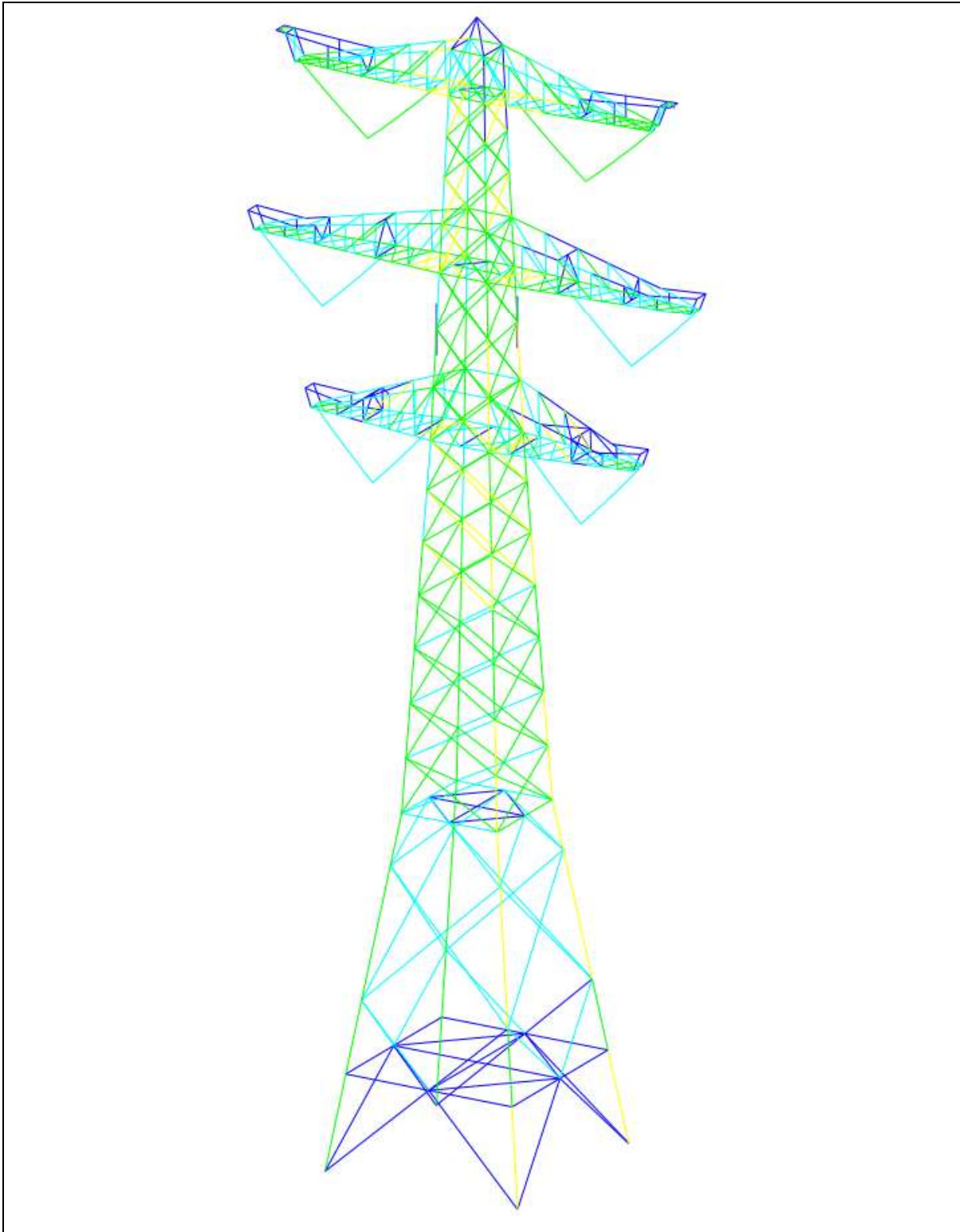


In Figuur 9 zijn de resultaten van masttype S+6 weergegeven. Hieruit blijkt dat de mast voldoet.



**Figuur 9** Resultaat PLS-TOWER voor masttype S+6/s

In Figuur 10 zijn de resultaten van masttype S+9 weergegeven. Op basis van dit masttype is de mastkop van de solo-steunmasten (laag) gedimensioneerd. Uit de figuur blijkt dat de mast voldoet.



**Figuur 10** Resultaat PLS-TOWER voor masttype S+9/s

## 4.2 Toetsing overige onderdelen

In Tabel 10 zijn de resultaten van de uitgevoerde toetsingen weergegeven.

**Tabel 10 Samenvatting uitgevoerde controles**

Controle van	Beoordeling	Referentie
Profielen	Voldoen	Figuur 6
		Figuur 7
		Figuur 8
		Figuur 9
		Figuur 10
Knikverkorters	Voldoen	Appendix B
Blokdeuvels randstijl	Voldoen	Appendix C
Liggers	Voldoen	Appendix D
Sterkte-coördinatie	Voldoet	Appendix E

## APPENDIX A

### Geleiderbelastingen

---

Geleiderbelastingen opgenomen:

- Masttype S-3
- Masttype S+0
- Masttype S+3
- Masttype S+6
- Masttype S+9
- Masttype S+9 bouwfase
- Hijslast liggers.



Project: RLL-TLB380  
 Tower: S-3\_s  
 Number: 1011

Auteur: TBR  
 Versie: v12.0

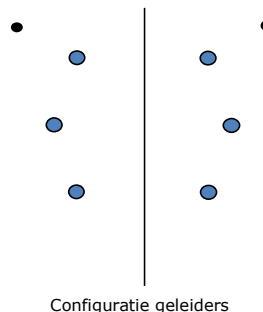
### Geleiderbelastingen

#### Algemeen

Benaming S-3\_s  
 Masttype Steunmast  
 Aantal circuits 2  
 Configuratie 2-circuit-verticaal  
 Aantal bliksemgeleiders 2

#### Uitgangspunten

Norm NEN-EN50341-2-15:2019  
 Gevolgklasse initieel CC2  
 Betrouwbaarheidsniveau initieel Nieuwbouw  
 Referentieperiode initieel 50 jaar  
 CC2  
 Betrouwbaarheidsniveau na aanpassing n.v.t.  
 50 jaar  
 Windgebied II  
 Windsnelheid (m/s) 27,0  
 Terreincategorie II  
 Reductiefactor  $C_{dir}$  1,00  
 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
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	3 %	3 %	1800

#### Geleiders Ahead

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

#### Isolatoren (1)

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

1. Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset

#### Ophanghoogte en positie in mast

Circuits	Aanduiding	Nummer	Ophanghoogte	Aangrijppunt	Positie in mast Horizontale afstand
Circuit 1	10	380ct1f1	44,4 m	48,4 m	-6,7 m
Circuit 1	11	380ct1f2	34,4 m	38,4 m	-9,5 m
Circuit 1	12	380ct1f3	24,9 m	28,9 m	-6,4 m
Circuit 2	20	380ct2f1	44,4 m	48,4 m	6,7 m
Circuit 2	21	380ct2f2	34,4 m	38,4 m	9,5 m
Circuit 2	22	380ct2f3	24,9 m	28,9 m	6,4 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	49,3 m	49,6 m	12,1 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	49,3 m	49,6 m	-12,1 m

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S-3\_s  
 Number: 1011

**Hoogteaanpassing naastgelegen masten** (aanpassing wind- en weight span)

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

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

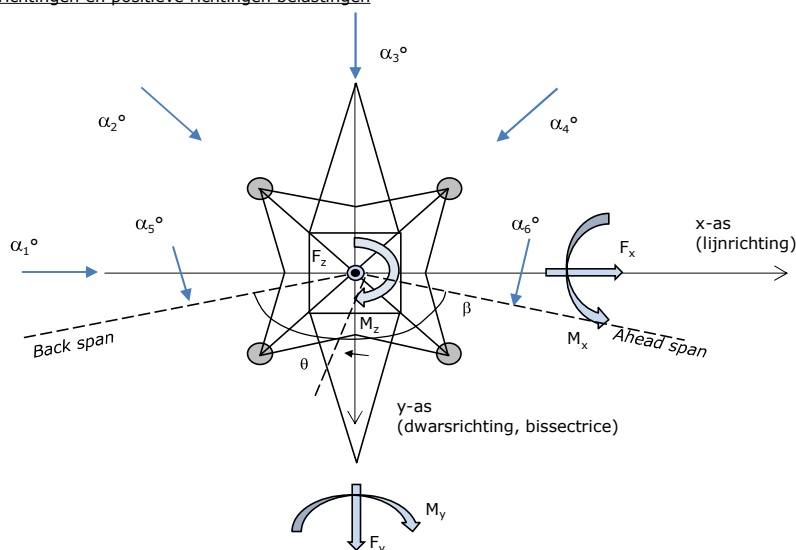
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h$ back	$\Delta h$ ahead	$\Delta y$ back	$\Delta y$ ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
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	$\beta$	180 °
Rotatie mast t.o.v. bissectrice	$\theta$	0 °
Vaklengte	800	800 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Beschouwde windrichtingen	$\alpha_1$	0 °
Windrichtingen volgens: Geleiderbelastingen	$\alpha_2$	45 °
	$\alpha_3$	90 °
	$\alpha_4$	135 °
	$\alpha_5$	- °
	$\alpha_6$	- °

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

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



**Beschouwd aantal windrichtingen**

1a	4
3	4
4	1
6	1
Overig	1

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S-3\_s  
 Number: 1011

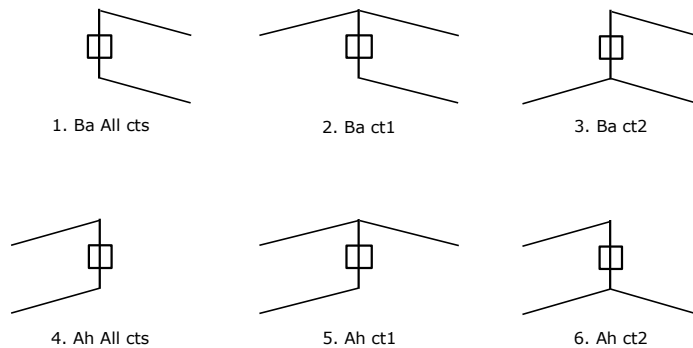
### Geleiderafval

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

### Belastingsituaties SPLS

Beschouwde situaties SPLS: SPLS voor steunmast niet van toepassing

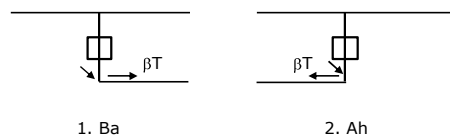
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:





Project: RLL-TLB380  
 Tower: S-3\_s  
 Number: 1011

### Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

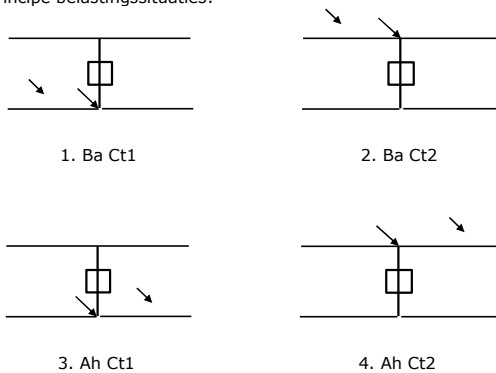
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden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



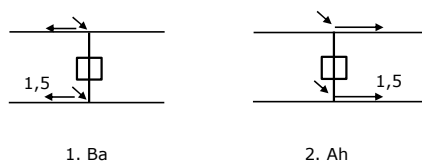
### Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

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: S-3\_s  
 Number: 1011

## Mastconstructie

### Eigenschappen

Masttype	Steenmast	
Mastbenaming	S-3_s	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	52,7 m	
Gewicht mast	315,0 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>	<i>x-ri.</i>	<i>y-ri.</i>
Pootsprei	9,43	9,43 m
Helling van de randstijl	0,142	0,142 -
Factor spatkracht	1,1	1,1 -

### Berekening windbelasting

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

### Eigenschappen mastsecties langsrichting (vooraanzicht, yz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	14,80	9,43	5,23	14,80	0,142	108,48	17,02	0,16	3,13
Eerste tussenstuk	24,10	5,23	4,23	9,30	0,054	43,99	10,10	0,23	2,80
Tweede tussenstuk	28,90	4,23	3,60	4,80	0,066	18,79	4,43	0,24	2,78
Bovenstuk 1	38,40	3,60	2,92	9,50	0,036	30,97	8,47	0,27	2,63
Bovenstuk 2	51,00	2,92	2,01	12,60	0,036	31,06	8,18	0,26	2,67
Topstuk	52,70	2,01		1,70		1,71	0,32	0,18	3,00
Ondertraverse	28,90	8,10		3,00		12,15	3,06	0,25	2,71
Middentraverse	38,40	11,95		2,80		16,73	4,07	0,24	2,75
Boventraverse	48,40	10,60		2,60		13,78	3,86	0,28	2,61

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

Omschrijving	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	14,80	9,43	5,23	14,80	0,142	108,48	17,02	0,16	3,13
Eerste tussenstuk	24,10	5,23	4,23	9,30	0,054	43,99	10,10	0,23	2,80
Tweede tussenstuk	28,90	4,23	3,60	4,80	0,066	18,79	4,43	0,24	2,78
Bovenstuk 1	38,40	3,60	2,92	9,50	0,036	30,97	8,47	0,27	2,63
Bovenstuk 2	51,00	2,92	2,01	12,60	0,036	31,06	8,18	0,26	2,67
Topstuk	52,70	2,01		1,70		1,71	0,32	0,18	3,00
Ondertraverse	28,90	8,10		3,00		12,15	3,06	0,25	2,71
Middentraverse	38,40	11,95		2,80		16,73	4,07	0,24	2,75
Boventraverse	48,40	10,60		2,60		13,78	3,86	0,28	2,61

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

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S-3\_s  
 Number: 1011

#### Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m <sup>2</sup> /m)	Factor	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk	0,14	0,71	14,8	1,5
Eerste tussenstuk	0,14	0,71	9,3	0,9
Tweede tussenstuk	0,14	0,71	4,8	0,5
Bovenstuk 1	0,14	0,71	9,5	0,9
Bovenstuk 2				

#### Invoer antennes

Omschrijving	A (m <sup>2</sup> )	h (m)	C <sub>i</sub> (m)
Antenne top			
Antenne o.t.	4,7	35,2	1,5

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>x1</sub> [kN]	F <sub>x2</sub> [kN]	F <sub>x3</sub> [kN]	F <sub>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>y1</sub> [kNm]	M <sub>y2</sub> [kNm]	M <sub>y3</sub> [kNm]	M <sub>y4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,85	45,3	38,4	0,0	-38,4	7,4	335,2	284,5	0,0	-284,5
Eerste tussenstuk	1,06	30,0	25,4	0,0	-25,4	19,5	582,5	494,3	0,0	-494,3
Tweede tussenstuk	1,16	14,3	12,1	0,0	-12,1	26,5	378,1	320,9	0,0	-320,9
Bovenstuk 1	1,24	27,7	23,5	0,0	-23,5	33,7	933,4	792,1	0,0	-792,1
Bovenstuk 2	1,34	29,3	24,8	0,0	-24,8	44,7	1307,8	1109,7	0,0	-1109,7
Topstuk	1,39	1,3	1,1	0,0	-1,1	51,9	68,4	58,0	0,0	-58,0
Ondertraverse	1,20	19,9	11,8	0,0	-11,8	29,9	596,2	354,1	0,0	-354,1
Middentraverse	1,29	29,0	17,2	0,0	-17,2	39,3	1139,5	676,8	0,0	-676,8
Boventraverse	1,37	27,7	16,4	0,0	-16,4	49,3	1363,1	809,6	0,0	-809,6
<b>Totaal</b>		<b>224,4</b>	<b>170,9</b>	<b>0,0</b>	<b>-170,9</b>		<b>6704,2</b>	<b>4899,9</b>	<b>0,0</b>	<b>-4899,9</b>

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>y1</sub> [kN]	F <sub>y2</sub> [kN]	F <sub>y3</sub> [kN]	F <sub>y4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>x1</sub> [kNm]	M <sub>x2</sub> [kNm]	M <sub>x3</sub> [kNm]	M <sub>x4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,85	0,0	38,4	45,3	38,4	7,4	0,0	284,5	335,2	284,5
Eerste tussenstuk	1,06	0,0	25,4	30,0	25,4	19,5	0,0	494,3	582,5	494,3
Tweede tussenstuk	1,16	0,0	12,1	14,3	12,1	26,5	0,0	320,9	378,1	320,9
Bovenstuk 1	1,24	0,0	23,5	27,7	23,5	33,7	0,0	792,1	933,4	792,1
Bovenstuk 2	1,34	0,0	24,8	29,3	24,8	44,7	0,0	1109,7	1307,8	1109,7
Topstuk	1,39	0,0	1,1	1,3	1,1	51,9	0,0	58,0	68,4	58,0
Ondertraverse	1,20	0,0	11,8	8,0	11,8	29,9	0,0	354,1	238,5	354,1
Middentraverse	1,29	0,0	17,2	11,6	17,2	39,3	0,0	676,8	455,8	676,8
Boventraverse	1,37	0,0	16,4	11,1	16,4	49,3	0,0	809,6	545,2	809,6
<b>Totaal</b>		<b>0,0</b>	<b>170,9</b>	<b>178,5</b>	<b>170,9</b>		<b>0,0</b>	<b>4899,9</b>	<b>4845,0</b>	<b>4899,9</b>

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

Belasting / windrichting	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
Permanente belasting	0	0	315	0	0	0
Windrichting 0°	233	0	0	0	7016	0
Windrichting 45°	177	177	0	5120	5120	0
Windrichting 90°	0	187	0	5157	0	0
Windrichting 135°	-177	177	0	5120	-5120	0

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S-3\_s  
 Number: 1011

### Tussenresultaten geleiderbelastingen

#### Geleiders back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	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 <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
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 <sup>2</sup> ]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	4,50	1	4,5	4,0	2,0	46,90	1,36	1,2	3,25
380ct1f2	4,50	1	4,5	4,0	2,0	36,90	1,27	1,2	3,05
380ct1f3	4,50	1	4,5	4,0	2,0	27,40	1,17	1,2	2,81
380ct2f1	4,50	1	4,5	4,0	2,0	46,90	1,36	1,2	3,25
380ct2f2	4,50	1	4,5	4,0	2,0	36,90	1,27	1,2	3,05
380ct2f3	4,50	1	4,5	4,0	2,0	27,40	1,17	1,2	2,81
bl1	0,10	1	0,1	0,3	0,1	49,95	1,38	1,2	0,17
bl2	0,10	1	0,1	0,3	0,1	49,95	1,38	1,2	0,17

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S-3\_s  
 Number: 1011

**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 <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	40,5	1,30	0,60	0,60	0,91	33,37	95,2	95,2	51,8	195,0	195,0
380ct1f2	30,5	1,21	0,58	0,58	0,94	33,37	87,4	87,4	51,8	173,6	173,6
380ct1f3	21,0	1,08	0,55	0,55	0,98	33,37	77,4	77,4	51,8	147,8	147,8
380ct2f1	40,5	1,30	0,60	0,60	0,91	33,37	95,2	95,2	51,8	195,0	195,0
380ct2f2	30,5	1,21	0,58	0,58	0,94	33,37	87,4	87,4	51,8	173,6	173,6
380ct2f3	21,0	1,08	0,55	0,55	0,98	33,37	77,4	77,4	51,8	147,8	147,8
bl1	45,4	1,34	0,61	0,61	1,14	22,45	21,1	21,1	63,8	62,7	62,7
bl2	45,4	1,34	0,61	0,61	1,15	22,35	21,0	21,0	63,7	62,6	62,6

**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 <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	40,5	1,30	0,60	0,60	0,91	33,37	95,2	95,2	51,8	195,0	195,0
380ct1f2	30,5	1,21	0,58	0,58	0,94	33,37	87,4	87,4	51,8	173,6	173,6
380ct1f3	21,0	1,08	0,55	0,55	0,98	33,37	77,4	77,4	51,8	147,8	147,8
380ct2f1	40,5	1,30	0,60	0,60	0,91	33,37	95,2	95,2	51,8	195,0	195,0
380ct2f2	30,5	1,21	0,58	0,58	0,94	33,37	87,4	87,4	51,8	173,6	173,6
380ct2f3	21,0	1,08	0,55	0,55	0,98	33,37	77,4	77,4	51,8	147,8	147,8
bl1	45,4	1,34	0,61	0,61	1,14	22,45	21,1	21,1	63,8	62,7	62,7
bl2	45,4	1,34	0,61	0,61	1,15	22,35	21,0	21,0	63,7	62,6	62,6

NB: belastingen  $w_v$  gelden voor bundel

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S-3\_s  
 Mast: 1011

Auteur: TBR  
 Versie: v12.0

**Geleiderbelastingen**

**Uitgangspunten**

Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2  
 Referentieperiode 50 jaar

ULS (bezwijksterkte)		NEN-EN50341-2-15:2019							
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$\gamma_G$		$\gamma_Q$			$\gamma_a$ $A_k$	
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$		
ULS 1a	Wind	10°	1,20	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	
<b>SPLS (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)</b>				$\gamma_G$ $G_k$	$\gamma_Q$ $Q_{pk}$ $Q_{wk}$ $Q_{ik}$			$A_k$	
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	
<b>SLS (controle van de vervormingen, vermoeiing, EDS)</b>				$G_k$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$	
SLS 1a	Wind	10°	1,00	1,00	0,0	1,00	0,0	0,0	
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,30	1,00	0,0	
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0	
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0	
SLS 7	PB (EDS, geen wind)	10°	1,00	1,00	0,0	0,00	0,0	0,0	

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

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S-3\_s  
 Mast: 1011

### 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	-68,1	68,1	6,4	6,4	10,5	10,5
380ct1f1	-272,3	272,3	31,0	31,0	36,9	36,9
380ct1f2	-267,0	267,0	28,5	28,5	36,8	36,8
380ct1f3	-261,1	261,1	25,3	25,3	36,7	36,7
380ct2f1	-272,3	272,3	31,0	31,0	36,9	36,9
380ct2f2	-267,0	267,0	28,5	28,5	36,8	36,8
380ct2f3	-261,1	261,1	25,3	25,3	36,7	36,7
bl2	-67,2	67,2	6,4	6,4	10,4	10,4

#### Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	454,0	465,7	454,0
380ct1f1	454,0	464,3	454,0
380ct1f2	454,0	464,1	454,0
380ct1f3	454,0	463,8	454,0
380ct2f1	454,0	464,3	454,0
380ct2f2	454,0	464,1	454,0
380ct2f3	454,0	463,8	454,0
bl2	454,0	465,9	454,0

#### Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	519,9	443,3
380ct1f1	486,6	454,3
380ct1f2	482,7	453,2
380ct1f3	477,7	452,1
380ct2f1	486,6	454,3
380ct2f2	482,7	453,2
380ct2f3	477,7	452,1
bl2	521,6	443,1

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

Voor alle geleiders

	Wind / Weight span verhouding
Max. weight span	521,6 m 1,304 -
Min. weight span	240,9 m 0,602 -

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S-3\_s  
 Mast: 1011

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

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	26,1	12,9	21,0	-68,1	68,1
380ct1f1	105,1	62,0	73,7	-272,3	272,3
380ct1f2	105,1	57,0	73,6	-267,0	267,0
380ct1f3	105,1	50,6	73,4	-261,1	261,1
380ct2f1	105,1	62,0	73,7	-272,3	272,3
380ct2f2	105,1	57,0	73,6	-267,0	267,0
380ct2f3	105,1	50,6	73,4	-261,1	261,1
bl2	25,4	12,9	20,9	-67,2	67,2

**EDS-belastingen geleiders**

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	0,0	0,0	4,5	-17,4	17,4
380ct1f1	0,0	0,0	37,6	-131,3	131,3
380ct1f2	0,0	0,0	37,6	-131,3	131,3
380ct1f3	0,0	0,0	37,6	-131,3	131,3
380ct2f1	0,0	0,0	37,6	-131,3	131,3
380ct2f2	0,0	0,0	37,6	-131,3	131,3
380ct2f3	0,0	0,0	37,6	-131,3	131,3
bl2	0,0	0,0	4,4	-16,9	16,9

**Controle uplift SLS-wind**

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



Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S-3\_s  
 Mast: 1011

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

Combinatie	Combination	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_90		0	365	298	14586	0	0
ULS 1a_0,9_90		0	365	206	14585	0	0
ULS 3_90		0	217	483	8783	0	0
ULS 3_0,9_90		0	217	379	8782	0	0
SLS 7		0	0	235	1	0	0

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

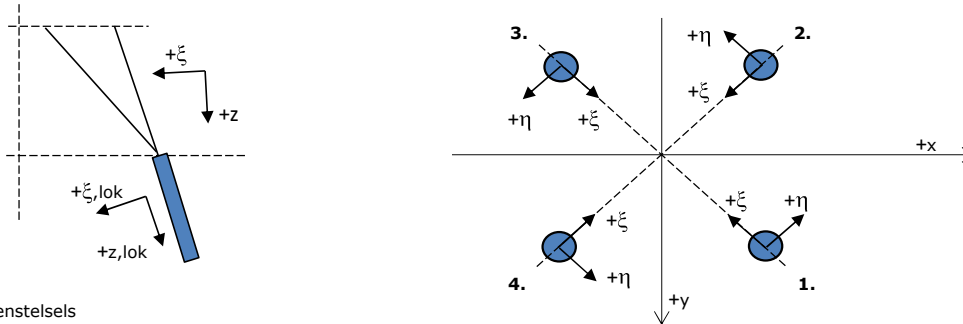
Combinatie	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_90	0	646	676	22321	0	0
ULS 3_90	0	301	861	11104	0	0
SLS 7	0	0	550	1	0	0

**Fundatiebelastingen, selectie belastingcombinaties op basis grootste waarde**

Combinatie	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_90	0	646	676	<b>22321</b>	0	0
ULS 1a_0	364	0	659	2	<b>11082</b>	0
ULS 5a Ba 11	105	0	541	159	4035	<b>-998</b>
ULS 1a_45	276	454	664	<b>15200</b>	<b>8075</b>	0

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

**Oplegreacties op fundering per randstijl**



Assenstelsels

**Maximale drukbelasting**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_45	221	206	<b>1400</b>	10	-302	-21	1428
2	ULS 1a_0	117	-117	<b>752</b>	0	-165	-15	767
3	ULS 8 Ba	-81	-102	<b>651</b>	-15	-129	1	664
4	ULS 1a_135	-221	206	<b>1400</b>	-10	-302	-21	1428

**Maximale trekbelasting**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 8 Ba	-31	-50	<b>-324</b>	14	57	-8	-330
2	ULS 1a_0,9_0,9_135	-177	163	<b>-1124</b>	10	241	15	-1146
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	177	163	<b>-1124</b>	-10	241	15	-1146
4	ULS 1a_0,9_0,9_0	73	-74	<b>-475</b>	0	104	9	-485

**Maximale torsiebelasting (positief)**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 5a Ah 11	23	-39	-70	<b>43</b>	11	-3	-72
2	ULS 5a Ba 21	22	-81	358	<b>42</b>	-73	-1	365
3	ULS 5a Ba 21	-23	39	-70	<b>43</b>	11	-3	-72
4	ULS 5a Ah 11	-22	81	358	<b>42</b>	-73	-1	365

**Maximale torsiebelasting (negatief)**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 5a Ba 11	22	81	358	<b>-42</b>	-73	-1	365
2	ULS 5a Ah 21	23	39	-70	<b>-43</b>	11	-3	-72
3	ULS 5a Ah 21	-22	-81	358	<b>-42</b>	-73	-1	365
4	ULS 5a Ba 11	-23	-39	-70	<b>-43</b>	11	-3	-72

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S-3\_s  
 Mast: 1011

#### Combinatie Ftrek+Fhor

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	ULS 8 Ba	-31	-50	<b>-324</b>	<b>14</b>	57	-8	-330
2	ULS 1a_0,9_0,9_135	-177	163	<b>-1124</b>	<b>10</b>	241	15	-1146
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	177	163	<b>-1124</b>	<b>-10</b>	241	15	-1146
4	ULS 1a_0,9_0,9_0	73	-74	<b>-475</b>	<b>0</b>	104	9	-485

#### Permanente belasting

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 7	21	21	137	0	-30	-3	140
2	SLS 7	21	-21	137	0	-30	-3	140
3	SLS 7	-21	-21	137	0	-30	-3	140
4	SLS 7	-21	21	137	0	-30	-3	140

#### Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
Max. druk	ULS 1a_45	221	206	<b>1400</b>	10	-302	-21	1428
Max. trek	ULS 1a_0,9_0,9_45	177	163	<b>-1124</b>	-10	241	15	-1146
Max. pos. torsie	ULS 5a Ah 11	23	-39	-70	<b>43</b>	11	-3	-72
Max. neg. torsie	ULS 5a Ba 11	-23	-39	-70	<b>-43</b>	11	-3	-72
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0,9_0,9_45	177	163	<b>-1124</b>	<b>-10</b>	241	15	-1146

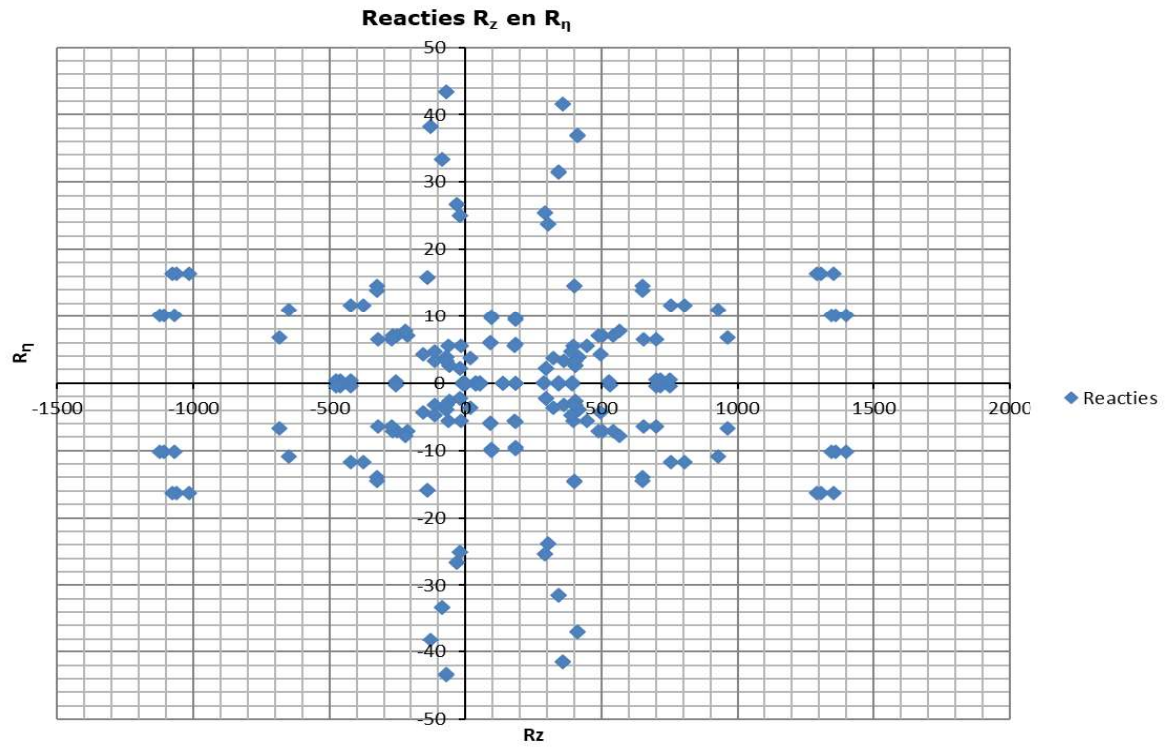
#### Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 7	21	21	<b>137</b>	0	-30	-3	140
2	SLS 1a_135	-108	99	<b>-685</b>	7	146	9	-698
3	SLS 1a_45	108	99	<b>-685</b>	-7	146	9	-698
4	SLS 1a_0	39	-40	<b>-254</b>	0	56	5	-259

#### Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 1a_45	151	142	<b>961</b>	7	-207	-15	980
2	SLS 1a_0	82	-83	<b>529</b>	0	-116	-10	540
3	SLS 7	-21	-21	<b>137</b>	0	-30	-3	140
4	SLS 1a_135	-151	142	<b>961</b>	-7	-207	-15	980

Project: RLL-TLB380  
Masttype: S-3\_s  
Mast: 1011





Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+0\_s  
 Number: 1064

Auteur: TBR  
 Versie: v12.0

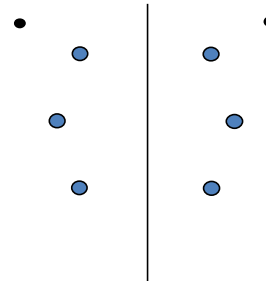
### Geleiderbelastingen

#### Algemeen

Benaming S+0\_s  
 Masttype Steunmast  
 Aantal circuits 2  
 Configuratie 2-circuit-verticaal  
 Aantal bliksemgeleiders 2

#### Uitgangspunten

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



Configuratie geleiders

#### Geleiders Back

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

#### Geleiders Ahead

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

#### Isolatoren (1)

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

1. Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset

#### Ophanghoogte en positie in mast

Circuits	Aanduiding	Nummer	Ophanghoogte	Aangrijppunt	Positie in mast Horizontale afstand
Circuit 1	10	380ct1f1	47,4 m	51,4 m	-6,7 m
Circuit 1	11	380ct1f2	37,4 m	41,4 m	-9,5 m
Circuit 1	12	380ct1f3	27,9 m	31,9 m	-6,4 m
Circuit 2	20	380ct2f1	47,4 m	51,4 m	6,7 m
Circuit 2	21	380ct2f2	37,4 m	41,4 m	9,5 m
Circuit 2	22	380ct2f3	27,9 m	31,9 m	6,4 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	52,3 m	52,6 m	12,1 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	52,3 m	52,6 m	-12,1 m

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+0\_s  
 Number: 1064

**Hoogteaanpassing naastgelegen masten** (aanpassing wind- en weight span)

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

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

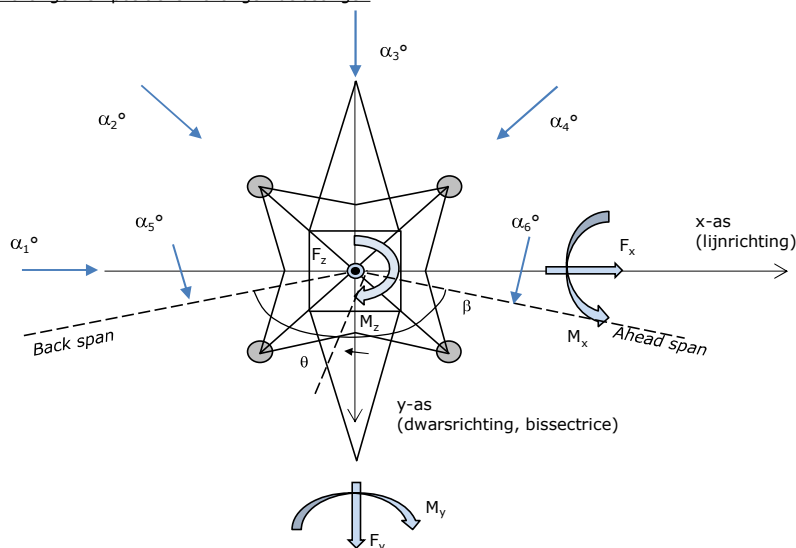
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h$ back	$\Delta h$ ahead	$\Delta y$ back	$\Delta y$ ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
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	$\beta$	180 °	
Rotatie mast t.o.v. bissectrice	$\theta$	0 °	
Vaklengte		800	800 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld		0,5 m	
Beschouwde windrichtingen	$\alpha_1$	0 °	
Windrichtingen volgens:	$\alpha_2$	45 °	
Geleiderbelastingen	$\alpha_3$	90 °	
	$\alpha_4$	135 °	
	$\alpha_5$	- °	
	$\alpha_6$	- °	

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

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



**Beschouwd aantal windrichtingen**

1a	4
3	4
4	1
6	1
Overig	1

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+0\_s  
 Number: 1064

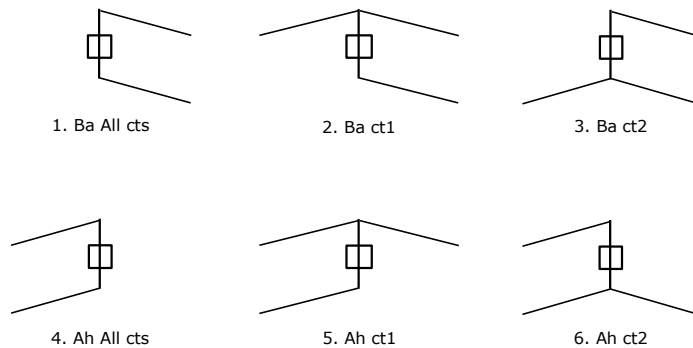
### Geleiderafval

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

### Belastingsituaties SPLS

Beschouwde situaties SPLS: SPLS voor steunmast niet van toepassing

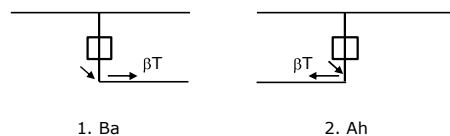
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+0\_s  
 Number: 1064

### Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

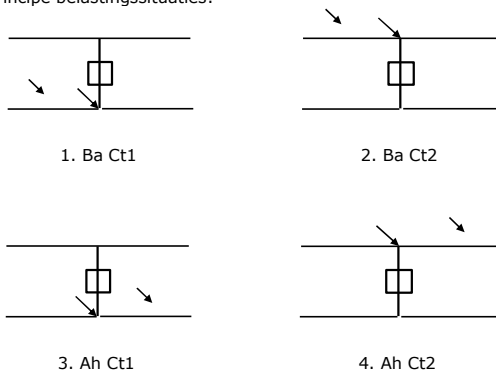
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden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



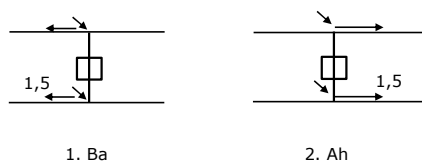
### Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

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: S+0\_s  
 Number: 1064

## Mastconstructie

### Eigenschappen

Masttype	Steenmast	
Mastbenaming	S+0_s	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	55,7 m	
Gewicht mast	337,0 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>	<i>x-ri.</i>	<i>y-ri.</i>
Pootsprei	9,73	9,73 m
Helling van de randstijl	0,150	0,150 -
Factor spatkracht	1,1	1,1 -

### Berekening windbelasting

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

### Eigenschappen mastsecties langsrichting (vooraanzicht, yz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	14,00	9,73	5,53	14,00	0,150	106,87	17,58	0,16	3,09
Eerste tussenstuk	23,20	5,53	4,54	9,20	0,054	46,34	10,57	0,23	2,81
Tweede tussenstuk	31,90	4,54	3,60	8,70	0,054	35,41	8,37	0,24	2,78
Bovenstuk 1	41,40	3,60	2,92	9,50	0,036	30,97	8,47	0,27	2,63
Bovenstuk 2	54,00	2,92	2,01	12,60	0,036	31,06	8,18	0,26	2,67
Topstuk	55,70	2,01		1,70		1,71	0,32	0,18	3,00
Ondertraverse	31,90	8,10		3,00		12,15	3,06	0,25	2,71
Middentraverse	41,40	11,95		2,80		16,73	4,07	0,24	2,75
Boventraverse	51,40	10,60		2,60		13,78	3,86	0,28	2,61

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

Omschrijving	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	14,00	9,73	5,53	14,00	0,150	106,87	17,58	0,16	3,09
Eerste tussenstuk	23,20	5,53	4,54	9,20	0,054	46,34	10,57	0,23	2,81
Tweede tussenstuk	31,90	4,54	3,60	8,70	0,054	35,41	8,37	0,24	2,78
Bovenstuk 1	41,40	3,60	2,92	9,50	0,036	30,97	8,47	0,27	2,63
Bovenstuk 2	54,00	2,92	2,01	12,60	0,036	31,06	8,18	0,26	2,67
Topstuk	55,70	2,01		1,70		1,71	0,32	0,18	3,00
Ondertraverse	31,90	8,10		3,00		12,15	3,06	0,25	2,71
Middentraverse	41,40	11,95		2,80		16,73	4,07	0,24	2,75
Boventraverse	51,40	10,60		2,60		13,78	3,86	0,28	2,61

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

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+0\_s  
 Number: 1064

#### Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m <sup>2</sup> /m)	Factor	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk	0,14	0,71	14,0	1,4
Eerste tussenstuk	0,14	0,71	9,2	0,9
Tweede tussenstuk	0,14	0,71	8,7	0,9
Bovenstuk 1	0,14	0,71	9,5	0,9
Bovenstuk 2				

#### Invoer antennes

Omschrijving	A (m <sup>2</sup> )	h (m)	C <sub>i</sub> (m)
Antenne top			
Antenne o.t.	4,7	38,2	1,5

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>x1</sub> [kN]	F <sub>x2</sub> [kN]	F <sub>x3</sub> [kN]	F <sub>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>y1</sub> [kNm]	M <sub>y2</sub> [kNm]	M <sub>y3</sub> [kNm]	M <sub>y4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,85	46,3	39,2	0,0	-39,2	7,0	323,8	274,7	0,0	-274,7
Eerste tussenstuk	1,04	31,0	26,3	0,0	-26,3	18,6	576,2	489,0	0,0	-489,0
Tweede tussenstuk	1,17	27,2	23,1	0,0	-23,1	27,6	750,2	636,5	0,0	-636,5
Bovenstuk 1	1,27	28,4	24,1	0,0	-24,1	36,7	1040,5	882,9	0,0	-882,9
Bovenstuk 2	1,36	29,8	25,3	0,0	-25,3	47,7	1419,7	1204,7	0,0	-1204,7
Topstuk	1,41	1,3	1,1	0,0	-1,1	54,9	73,4	62,3	0,0	-62,3
Ondertraverse	1,23	20,5	12,2	0,0	-12,2	32,9	673,8	400,2	0,0	-400,2
Middentraverse	1,32	29,5	17,6	0,0	-17,6	42,3	1250,9	743,0	0,0	-743,0
Boventraverse	1,40	28,1	16,7	0,0	-16,7	52,3	1468,5	872,2	0,0	-872,2
<b>Totaal</b>		<b>242,1</b>	<b>185,5</b>	<b>0,0</b>	<b>-185,5</b>		<b>7577,0</b>	<b>5565,5</b>	<b>0,0</b>	<b>-5565,5</b>

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>y1</sub> [kN]	F <sub>y2</sub> [kN]	F <sub>y3</sub> [kN]	F <sub>y4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>x1</sub> [kNm]	M <sub>x2</sub> [kNm]	M <sub>x3</sub> [kNm]	M <sub>x4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,85	0,0	39,2	46,3	39,2	7,0	0,0	274,7	323,8	274,7
Eerste tussenstuk	1,04	0,0	26,3	31,0	26,3	18,6	0,0	489,0	576,2	489,0
Tweede tussenstuk	1,17	0,0	23,1	27,2	23,1	27,6	0,0	636,5	750,2	636,5
Bovenstuk 1	1,27	0,0	24,1	28,4	24,1	36,7	0,0	882,9	1040,5	882,9
Bovenstuk 2	1,36	0,0	25,3	29,8	25,3	47,7	0,0	1204,7	1419,7	1204,7
Topstuk	1,41	0,0	1,1	1,3	1,1	54,9	0,0	62,3	73,4	62,3
Ondertraverse	1,23	0,0	12,2	8,2	12,2	32,9	0,0	400,2	269,5	400,2
Middentraverse	1,32	0,0	17,6	11,8	17,6	42,3	0,0	743,0	500,4	743,0
Boventraverse	1,40	0,0	16,7	11,2	16,7	52,3	0,0	872,2	587,4	872,2
<b>Totaal</b>		<b>0,0</b>	<b>185,5</b>	<b>195,2</b>	<b>185,5</b>		<b>0,0</b>	<b>5565,5</b>	<b>5541,1</b>	<b>5565,5</b>

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

Belasting / windrichting	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Permanente belasting	0	0	337	0	0	0
Windrichting 0°	251	0	0	0	7923	0
Windrichting 45°	192	192	0	5810	5810	0
Windrichting 90°	0	204	0	5887	0	0
Windrichting 135°	-192	192	0	5810	-5810	0

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+0\_s  
 Number: 1064

### Tussenresultaten geleiderbelastingen

#### Geleiders back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	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 <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
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 <sup>2</sup> ]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	4,50	1	4,5	4,0	2,0	49,90	1,38	1,2	3,31
380ct1f2	4,50	1	4,5	4,0	2,0	39,90	1,30	1,2	3,12
380ct1f3	4,50	1	4,5	4,0	2,0	30,40	1,21	1,2	2,89
380ct2f1	4,50	1	4,5	4,0	2,0	49,90	1,38	1,2	3,31
380ct2f2	4,50	1	4,5	4,0	2,0	39,90	1,30	1,2	3,12
380ct2f3	4,50	1	4,5	4,0	2,0	30,40	1,21	1,2	2,89
bl1	0,10	1	0,1	0,3	0,1	52,95	1,40	1,2	0,17
bl2	0,10	1	0,1	0,3	0,1	52,95	1,40	1,2	0,17

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+0\_s  
 Number: 1064

**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 <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	43,5	1,33	0,61	0,61	0,90	33,37	97,2	97,2	51,8	200,6	200,6
380ct1f2	33,5	1,24	0,59	0,59	0,93	33,37	90,0	90,0	51,8	180,5	180,5
380ct1f3	24,0	1,13	0,56	0,56	0,96	33,37	80,9	80,9	51,8	156,7	156,7
380ct2f1	43,5	1,33	0,61	0,61	0,90	33,37	97,2	97,2	51,8	200,6	200,6
380ct2f2	33,5	1,24	0,59	0,59	0,93	33,37	90,0	90,0	51,8	180,5	180,5
380ct2f3	24,0	1,13	0,56	0,56	0,96	33,37	80,9	80,9	51,8	156,7	156,7
bl1	48,4	1,37	0,61	0,61	1,14	22,45	21,5	21,5	63,8	64,3	64,3
bl2	48,4	1,37	0,61	0,61	1,14	22,35	21,5	21,5	63,7	64,2	64,2

**Windbelasting ahead**

Geleider	hoogte		$G_{c\_dwars}$	$G_{c\_trek}$	$C_c$	$d_{toeslag}$	$w_y$	$w_{y,vak}$	$D_{ijs,toeslag}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,vak}$
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	43,5	1,33	0,61	0,61	0,90	33,37	97,2	97,2	51,8	200,6	200,6
380ct1f2	33,5	1,24	0,59	0,59	0,93	33,37	90,0	90,0	51,8	180,5	180,5
380ct1f3	24,0	1,13	0,56	0,56	0,96	33,37	80,9	80,9	51,8	156,7	156,7
380ct2f1	43,5	1,33	0,61	0,61	0,90	33,37	97,2	97,2	51,8	200,6	200,6
380ct2f2	33,5	1,24	0,59	0,59	0,93	33,37	90,0	90,0	51,8	180,5	180,5
380ct2f3	24,0	1,13	0,56	0,56	0,96	33,37	80,9	80,9	51,8	156,7	156,7
bl1	48,4	1,37	0,61	0,61	1,14	22,45	21,5	21,5	63,8	64,3	64,3
bl2	48,4	1,37	0,61	0,61	1,14	22,35	21,5	21,5	63,7	64,2	64,2

NB: belastingen  $w_v$  gelden voor bundel

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S+0\_s  
 Mast: 1064

Auteur: TBR  
 Versie: v12.0

**Geleiderbelastingen**

**Uitgangspunten**

Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2  
 Referentieperiode 50 jaar

<b>ULS</b> (bezwijksterkte)		<b>NEN-EN50341-2-15:2019</b>							
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$\gamma_G$		$\gamma_Q$			$\gamma_a$ $A_k$	
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$		
ULS 1a	Wind	10°	1,20	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	
<b>SPLS</b> (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)				$\gamma_G$ $G_k$	$\gamma_Q$ $Q_{pk}$ $Q_{wk}$ $Q_{ik}$			$A_k$	
SPLS 1a	Wind	10°	1,20	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	
<b>SLS</b> (controle van de vervormingen, vermoeiing, EDS)				$G_k$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$	
SLS 1a	Wind	10°	1,00	1,00	0,0	1,00	0,0	0,0	
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,30	1,00	0,0	
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0	
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0	
SLS 7	PB (EDS, geen wind)	10°	1,00	1,00	0,0	0,00	0,0	0,0	

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

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S+0\_s  
 Mast: 1064

### 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	-68,5	68,5	6,6	6,6	10,5	10,5
380ct1f1	-273,8	273,8	31,6	31,6	36,9	36,9
380ct1f2	-268,7	268,7	29,3	29,3	36,8	36,8
380ct1f3	-263,1	263,1	26,4	26,4	36,7	36,7
380ct2f1	-273,8	273,8	31,6	31,6	36,9	36,9
380ct2f2	-268,7	268,7	29,3	29,3	36,8	36,8
380ct2f3	-263,1	263,1	26,4	26,4	36,7	36,7
bl2	-67,5	67,5	6,6	6,6	10,4	10,4

#### Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	454,0	465,8	454,0
380ct1f1	454,0	464,4	454,0
380ct1f2	454,0	464,2	454,0
380ct1f3	454,0	463,9	454,0
380ct2f1	454,0	464,4	454,0
380ct2f2	454,0	464,2	454,0
380ct2f3	454,0	463,9	454,0
bl2	454,0	466,0	454,0

#### Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	521,6	443,6
380ct1f1	487,6	454,6
380ct1f2	483,9	453,6
380ct1f3	479,4	452,5
380ct2f1	487,6	454,6
380ct2f2	483,9	453,6
380ct2f3	479,4	452,5
bl2	523,3	443,3

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

Voor alle geleiders

		Wind / Weight span verhouding
Max. weight span	523,3 m	1,308 -
Min. weight span	238,5 m	0,596 -

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S+0\_s  
 Mast: 1064

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

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	26,1	13,2	21,0	-68,5	68,5
380ct1f1	105,1	63,3	73,8	-273,8	273,8
380ct1f2	105,1	58,7	73,6	-268,7	268,7
380ct1f3	105,1	52,9	73,5	-263,1	263,1
380ct2f1	105,1	63,3	73,8	-273,8	273,8
380ct2f2	105,1	58,7	73,6	-268,7	268,7
380ct2f3	105,1	52,9	73,5	-263,1	263,1
bl2	25,4	13,1	20,9	-67,5	67,5

**EDS-belastingen geleiders**

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	0,0	0,0	4,5	-17,4	17,4
380ct1f1	0,0	0,0	37,6	-131,3	131,3
380ct1f2	0,0	0,0	37,6	-131,3	131,3
380ct1f3	0,0	0,0	37,6	-131,3	131,3
380ct2f1	0,0	0,0	37,6	-131,3	131,3
380ct2f2	0,0	0,0	37,6	-131,3	131,3
380ct2f3	0,0	0,0	37,6	-131,3	131,3
bl2	0,0	0,0	4,4	-16,9	16,9

**Controle uplift SLS-wind**

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

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S+0\_s  
 Mast: 1064

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

Combinatie	Combination	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_90		0	376	299	16120	0	0
ULS 1a_0,9_90		0	376	205	16119	0	0
ULS 3_90		0	225	484	9781	0	0
ULS 3_0,9_90		0	225	379	9780	0	0
SLS 7		0	0	235	1	0	0

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

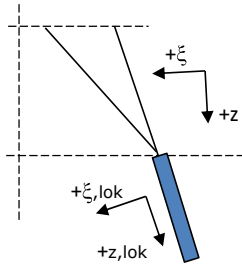
Combinatie	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_90	0	682	703	24950	0	0
ULS 3_90	0	317	888	12430	0	0
SLS 7	0	0	572	1	0	0

**Fundatiebelastingen, selectie belastingcombinaties op basis grootste waarde**

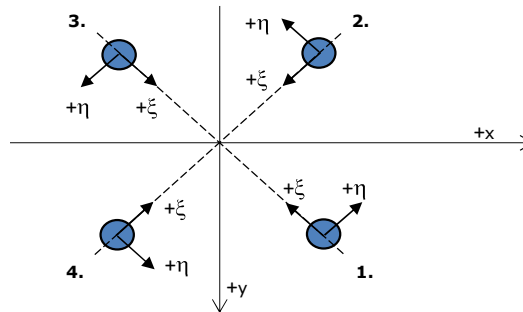
Combinatie	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_90	0	682	703	<b>24950</b>	0	0
ULS 1a_0,9_0,9_0	391	0	470	1	<b>12498</b>	0
ULS 5a Ba 11	105	0	563	159	4350	<b>-998</b>
ULS 1a_45	298	482	691	<b>17024</b>	<b>9149</b>	0

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

**Oplegreacties op fundering per randstijl**



Assenstelsels



**Maximale drukbelasting**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_45	247	227	<b>1517</b>	15	-335	-13	1551
2	ULS 1a_0	126	-134	<b>813</b>	6	-184	-11	831
3	ULS 8 Ba	-84	-112	<b>675</b>	-20	-138	5	690
4	ULS 1a_135	-247	227	<b>1517</b>	-15	-335	-13	1551

**Maximale trekbelasting**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 8 Ba	-28	-56	<b>-338</b>	19	59	-12	-345
2	ULS 1a_0,9_0,9_135	-200	179	<b>-1229</b>	15	268	7	-1256
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	200	179	<b>-1229</b>	-15	268	7	-1256
4	ULS 1a_0,9_0,9_0	78	-87	<b>-525</b>	-6	117	5	-536

**Maximale torsiebelasting (positief)**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 5a Ah 11	24	-39	-75	<b>45</b>	11	-5	-76
2	ULS 5a Ba 21	25	-86	372	<b>43</b>	-78	1	380
3	ULS 5a Ba 21	-24	39	-75	<b>45</b>	11	-5	-76
4	ULS 5a Ah 11	-25	86	372	<b>43</b>	-78	1	381

**Maximale torsiebelasting (negatief)**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 5a Ba 11	25	86	372	<b>-43</b>	-78	1	381
2	ULS 5a Ah 21	24	39	-75	<b>-45</b>	11	-5	-76
3	ULS 5a Ah 21	-25	-86	372	<b>-43</b>	-78	1	380
4	ULS 5a Ba 11	-24	-39	-75	<b>-45</b>	11	-5	-76



Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S+0\_s  
 Mast: 1064

#### Combinatie Ftrek+Fhor

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	ULS 8 Ba	-28	-56	<b>-338</b>	<b>19</b>	59	-12	-345
2	ULS 1a_0,9_0,9_135	-200	179	<b>-1229</b>	<b>15</b>	268	7	-1256
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	200	179	<b>-1229</b>	<b>-15</b>	268	7	-1256
4	ULS 1a_0,9_0,9_0	78	-87	<b>-525</b>	<b>-6</b>	117	5	-536

#### Permanente belasting

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 7	24	24	143	0	-33	-3	146
2	SLS 7	24	-24	143	0	-33	-3	146
3	SLS 7	-24	-24	143	0	-33	-3	146
4	SLS 7	-24	24	143	0	-33	-3	146

#### Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
Max. druk	ULS 1a_45	247	227	<b>1517</b>	15	-335	-13	1551
Max. trek	ULS 1a_0,9_0,9_45	200	179	<b>-1229</b>	-15	268	7	-1256
Max. pos. torsie	ULS 5a Ah 11	24	-39	-75	<b>45</b>	11	-5	-76
Max. neg. torsie	ULS 5a Ba 11	-24	-39	-75	<b>-45</b>	11	-5	-76
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0,9_0,9_45	200	179	<b>-1229</b>	<b>-15</b>	268	7	-1256

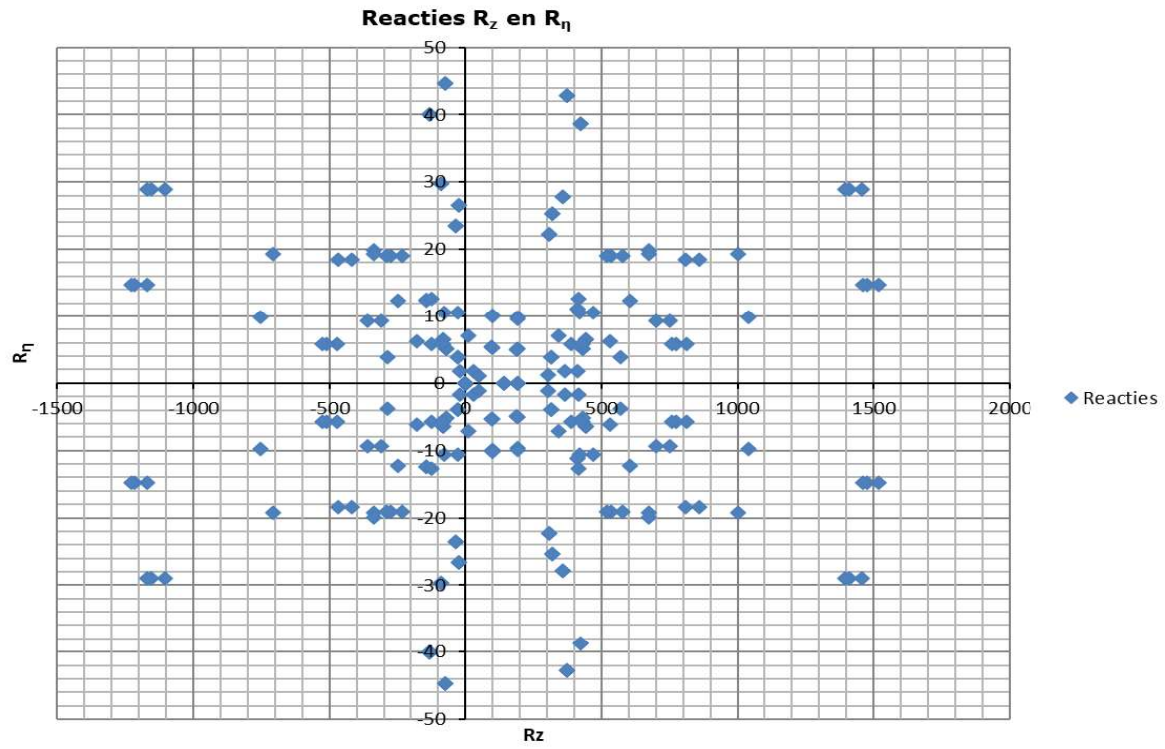
#### Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 7	24	24	<b>143</b>	0	-33	-3	146
2	SLS 1a_135	-122	108	<b>-752</b>	10	163	3	-769
3	SLS 1a_45	122	108	<b>-752</b>	-10	163	3	-769
4	SLS 1a_0	42	-47	<b>-285</b>	-4	63	2	-291

#### Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 1a_45	170	156	<b>1040</b>	10	-230	-9	1063
2	SLS 1a_0	89	-94	<b>571</b>	4	-129	-8	584
3	SLS 7	-24	-24	<b>143</b>	0	-33	-3	146
4	SLS 1a_135	-170	156	<b>1040</b>	-10	-230	-9	1063

Project: RLL-TLB380  
Masttype: S+0\_s  
Mast: 1064





Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+3\_s  
 Number: 0

Auteur: TBR  
 Versie: v12.0

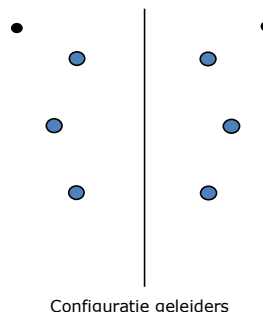
### Geleiderbelastingen

#### Algemeen

Benaming S+3\_s  
 Masttype Steunmast  
 Aantal circuits 2  
 Configuratie 2-circuit-verticaal  
 Aantal bliksemgeleiders 2

#### Uitgangspunten

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



#### Geleiders Back

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

#### Geleiders Ahead

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

#### Isolatoren (1)

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

1. Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset

#### Ophanghoogte en positie in mast

Circuits	Aanduiding	Nummer	Ophanghoogte	Aangrijppunt	Positie in mast Horizontale afstand
Circuit 1	10	380ct1f1	50,4 m	54,4 m	-6,7 m
Circuit 1	11	380ct1f2	40,4 m	44,4 m	-9,5 m
Circuit 1	12	380ct1f3	30,9 m	34,9 m	-6,4 m
Circuit 2	20	380ct2f1	50,4 m	54,4 m	6,7 m
Circuit 2	21	380ct2f2	40,4 m	44,4 m	9,5 m
Circuit 2	22	380ct2f3	30,9 m	34,9 m	6,4 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	55,3 m	55,6 m	12,1 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	55,3 m	55,6 m	-12,1 m

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+3\_s  
 Number: 0

**Hoogteaanpassing naastgelegen masten** (aanpassing wind- en weight span)

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

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

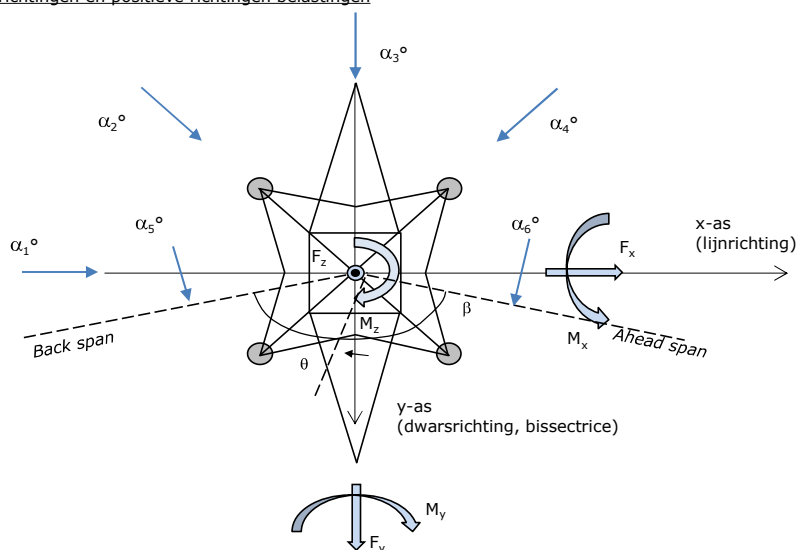
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h$ back	$\Delta h$ ahead	$\Delta y$ back	$\Delta y$ ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
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	$\beta$	180 °	
Rotatie mast t.o.v. bissectrice	$\theta$	0 °	
Vaklengte		800	800 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld		0,5 m	
Beschouwde windrichtingen	$\alpha_1$	0 °	
Windrichtingen volgens:	$\alpha_2$	45 °	
Geleiderbelastingen	$\alpha_3$	90 °	
	$\alpha_4$	135 °	
	$\alpha_5$	- °	
	$\alpha_6$	- °	

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

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



**Beschouwd aantal windrichtingen**

1a	4
3	4
4	1
6	1
Overig	1

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+3\_s  
 Number: 0

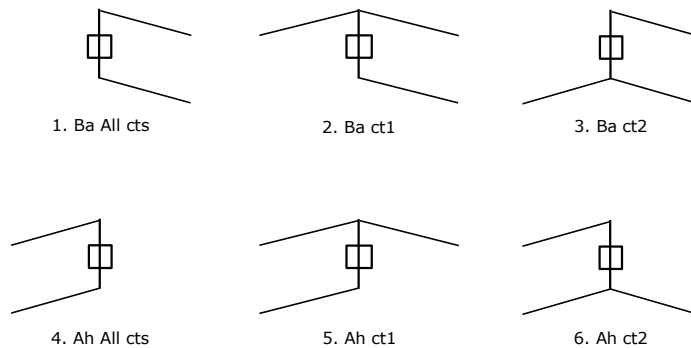
### Geleiderafval

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

### Belastingsituaties SPLS

Beschouwde situaties SPLS: SPLS voor steunmast niet van toepassing

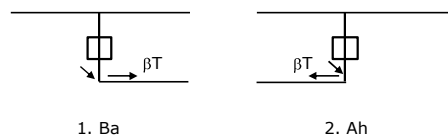
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+3\_s  
 Number: 0

### Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

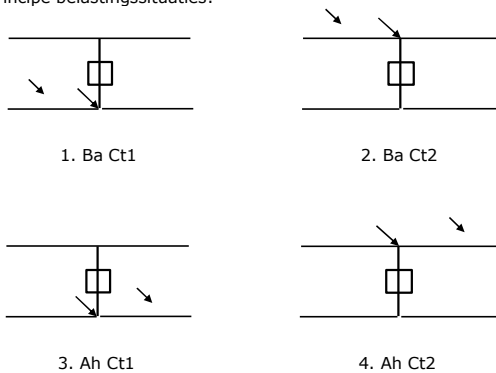
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden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



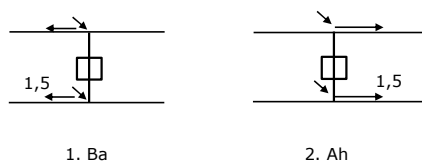
### Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

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: S+3\_s  
 Number: 0

## Mastconstructie

### Eigenschappen

Masttype	Steenmast	
Mastbenaming	S+3_s	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	58,7 m	
Gewicht mast	353,6 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>	<i>x-ri.</i>	<i>y-ri.</i>
Pootsprei	10,04	10,04 m
Helling van de randstijl	0,150	0,150 -
Factor spatkracht	1,1	1,1 -

### Berekening windbelasting

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

### Eigenschappen mastsecties langsrichting (vooraanzicht, yz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	13,90	10,04	5,87	13,90	0,150	110,55	17,61	0,16	3,11
Eerste tussenstuk	26,20	5,87	4,54	12,30	0,054	64,01	14,52	0,23	2,82
Tweede tussenstuk	34,90	4,54	3,60	8,70	0,054	35,41	8,30	0,23	2,79
Bovenstuk 1	44,40	3,60	2,92	9,50	0,036	30,97	8,47	0,27	2,63
Bovenstuk 2	57,00	2,92	2,01	12,60	0,036	31,06	8,18	0,26	2,67
Topstuk	58,70	2,01		1,70		1,71	0,32	0,18	3,00
Ondertraverse	34,90	8,10		3,00		12,15	3,06	0,25	2,71
Middentraverse	44,40	11,95		2,80		16,73	4,07	0,24	2,75
Boventraverse	54,40	10,60		2,60		13,78	3,86	0,28	2,61

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

Omschrijving	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	13,90	10,04	5,87	13,90	0,150	110,55	17,61	0,16	3,11
Eerste tussenstuk	26,20	5,87	4,54	12,30	0,054	64,01	14,52	0,23	2,82
Tweede tussenstuk	34,90	4,54	3,60	8,70	0,054	35,41	8,30	0,23	2,79
Bovenstuk 1	44,40	3,60	2,92	9,50	0,036	30,97	8,47	0,27	2,63
Bovenstuk 2	57,00	2,92	2,01	12,60	0,036	31,06	8,18	0,26	2,67
Topstuk	58,70	2,01		1,70		1,71	0,32	0,18	3,00
Ondertraverse	34,90	8,10		3,00		12,15	3,06	0,25	2,71
Middentraverse	44,40	11,95		2,80		16,73	4,07	0,24	2,75
Boventraverse	54,40	10,60		2,60		13,78	3,86	0,28	2,61

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



Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+3\_s  
 Number: 0

#### Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m <sup>2</sup> /m)	Factor	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk	0,14	0,71	13,9	1,4
Eerste tussenstuk	0,14	0,71	12,3	1,2
Tweede tussenstuk	0,14	0,71	8,7	0,9
Bovenstuk 1	0,14	0,71	9,5	0,9
Bovenstuk 2				

#### Invoer antennes

Omschrijving	A (m <sup>2</sup> )	h (m)	C <sub>i</sub> (m)
Antenne top			
Antenne o.t.	4,7	41,2	1,5

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>x1</sub> [kN]	F <sub>x2</sub> [kN]	F <sub>x3</sub> [kN]	F <sub>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>y1</sub> [kNm]	M <sub>y2</sub> [kNm]	M <sub>y3</sub> [kNm]	M <sub>y4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,85	46,7	39,6	0,0	-39,6	7,0	324,5	275,4	0,0	-275,4
Eerste tussenstuk	1,07	43,6	37,0	0,0	-37,0	20,1	874,9	742,4	0,0	-742,4
Tweede tussenstuk	1,21	27,9	23,7	0,0	-23,7	30,6	852,2	723,1	0,0	-723,1
Bovenstuk 1	1,30	29,0	24,6	0,0	-24,6	39,7	1149,7	975,5	0,0	-975,5
Bovenstuk 2	1,38	30,2	25,7	0,0	-25,7	50,7	1533,3	1301,0	0,0	-1301,0
Topstuk	1,43	1,4	1,2	0,0	-1,2	57,9	78,5	66,6	0,0	-66,6
Ondertraverse	1,26	21,0	12,5	0,0	-12,5	35,9	753,2	447,4	0,0	-447,4
Middentraverse	1,34	30,1	17,9	0,0	-17,9	45,3	1364,2	810,3	0,0	-810,3
Boventraverse	1,42	28,5	16,9	0,0	-16,9	55,3	1575,3	935,7	0,0	-935,7
<b>Totaal</b>		<b>258,4</b>	<b>199,0</b>	<b>0,0</b>	<b>-199,0</b>		<b>8505,8</b>	<b>6277,4</b>	<b>0,0</b>	<b>-6277,4</b>

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>y1</sub> [kN]	F <sub>y2</sub> [kN]	F <sub>y3</sub> [kN]	F <sub>y4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>x1</sub> [kNm]	M <sub>x2</sub> [kNm]	M <sub>x3</sub> [kNm]	M <sub>x4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,85	0,0	39,6	46,7	39,6	7,0	0,0	275,4	324,5	275,4
Eerste tussenstuk	1,07	0,0	37,0	43,6	37,0	20,1	0,0	742,4	874,9	742,4
Tweede tussenstuk	1,21	0,0	23,7	27,9	23,7	30,6	0,0	723,1	852,2	723,1
Bovenstuk 1	1,30	0,0	24,6	29,0	24,6	39,7	0,0	975,5	1149,7	975,5
Bovenstuk 2	1,38	0,0	25,7	30,2	25,7	50,7	0,0	1301,0	1533,3	1301,0
Topstuk	1,43	0,0	1,2	1,4	1,2	57,9	0,0	66,6	78,5	66,6
Ondertraverse	1,26	0,0	12,5	8,4	12,5	35,9	0,0	447,4	301,3	447,4
Middentraverse	1,34	0,0	17,9	12,0	17,9	45,3	0,0	810,3	545,7	810,3
Boventraverse	1,42	0,0	16,9	11,4	16,9	55,3	0,0	935,7	630,1	935,7
<b>Totaal</b>		<b>0,0</b>	<b>199,0</b>	<b>210,7</b>	<b>199,0</b>		<b>0,0</b>	<b>6277,4</b>	<b>6290,2</b>	<b>6277,4</b>

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

Belasting / windrichting	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Permanente belasting	0	0	354	0	0	0
Windrichting 0°	268	0	0	0	8886	0
Windrichting 45°	206	206	0	6546	6546	0
Windrichting 90°	0	220	0	6671	0	0
Windrichting 135°	-206	206	0	6546	-6546	0

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+3\_s  
 Number: 0

### Tussenresultaten geleiderbelastingen

#### Geleiders back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	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 <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
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 <sup>2</sup> ]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	4,50	1	4,5	4,0	2,0	52,90	1,40	1,2	3,36
380ct1f2	4,50	1	4,5	4,0	2,0	42,90	1,32	1,2	3,18
380ct1f3	4,50	1	4,5	4,0	2,0	33,40	1,24	1,2	2,97
380ct2f1	4,50	1	4,5	4,0	2,0	52,90	1,40	1,2	3,36
380ct2f2	4,50	1	4,5	4,0	2,0	42,90	1,32	1,2	3,18
380ct2f3	4,50	1	4,5	4,0	2,0	33,40	1,24	1,2	2,97
bl1	0,10	1	0,1	0,3	0,1	55,95	1,42	1,2	0,17
bl2	0,10	1	0,1	0,3	0,1	55,95	1,42	1,2	0,17

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+3\_s  
 Number: 0

#### 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 <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	46,5	1,35	0,61	0,61	0,90	33,37	99,4	99,4	51,8	205,9	205,9
380ct1f2	36,5	1,27	0,59	0,59	0,92	33,37	92,3	92,3	51,8	187,0	187,0
380ct1f3	27,0	1,16	0,57	0,57	0,95	33,37	84,1	84,1	51,8	164,9	164,9
380ct2f1	46,5	1,35	0,61	0,61	0,90	33,37	99,4	99,4	51,8	205,9	205,9
380ct2f2	36,5	1,27	0,59	0,59	0,92	33,37	92,3	92,3	51,8	187,0	187,0
380ct2f3	27,0	1,16	0,57	0,57	0,95	33,37	84,1	84,1	51,8	164,9	164,9
bl1	51,4	1,39	0,62	0,62	1,14	22,45	21,9	21,9	63,8	65,8	65,8
bl2	51,4	1,39	0,62	0,62	1,14	22,35	21,9	21,9	63,7	65,7	65,7

#### 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 <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	46,5	1,35	0,61	0,61	0,90	33,37	99,4	99,4	51,8	205,9	205,9
380ct1f2	36,5	1,27	0,59	0,59	0,92	33,37	92,3	92,3	51,8	187,0	187,0
380ct1f3	27,0	1,16	0,57	0,57	0,95	33,37	84,1	84,1	51,8	164,9	164,9
380ct2f1	46,5	1,35	0,61	0,61	0,90	33,37	99,4	99,4	51,8	205,9	205,9
380ct2f2	36,5	1,27	0,59	0,59	0,92	33,37	92,3	92,3	51,8	187,0	187,0
380ct2f3	27,0	1,16	0,57	0,57	0,95	33,37	84,1	84,1	51,8	164,9	164,9
bl1	51,4	1,39	0,62	0,62	1,14	22,45	21,9	21,9	63,8	65,8	65,8
bl2	51,4	1,39	0,62	0,62	1,14	22,35	21,9	21,9	63,7	65,7	65,7

NB: belastingen  $w_v$  gelden voor bundel

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S+3\_s  
 Mast: 0

Auteur: TBR  
 Versie: v12.0

**Geleiderbelastingen**

**Uitgangspunten**

Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2  
 Referentieperiode 50 jaar

<b>ULS</b> (bezwijksterkte)		<b>NEN-EN50341-2-15:2019</b>							
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$\gamma_G$		$\gamma_Q$			$\gamma_a$ $A_k$	
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$		
ULS 1a	Wind	10°	1,20	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	
<b>SPLS</b> (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)				$\gamma_G$ $G_k$	$\gamma_Q$ $Q_{pk}$ $Q_{wk}$ $Q_{ik}$			$A_k$	
SPLS 1a	Wind	10°	1,20	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	
<b>SLS</b> (controle van de vervormingen, vermoeiing, EDS)				$G_k$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$	
SLS 1a	Wind	10°	1,00	1,00	0,0	1,00	0,0	0,0	
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,30	1,00	0,0	
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0	
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0	
SLS 7	PB (EDS, geen wind)	10°	1,00	1,00	0,0	0,00	0,0	0,0	

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

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S+3\_s  
 Mast: 0

### 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	-68,8	68,8	6,7	6,7	10,5	10,5
380ct1f1	-275,2	275,2	32,3	32,3	36,9	36,9
380ct1f2	-270,3	270,3	30,1	30,1	36,8	36,8
380ct1f3	-264,9	264,9	27,5	27,5	36,8	36,8
380ct2f1	-275,2	275,2	32,3	32,3	36,9	36,9
380ct2f2	-270,3	270,3	30,1	30,1	36,8	36,8
380ct2f3	-264,9	264,9	27,5	27,5	36,8	36,8
bl2	-67,8	67,8	6,7	6,7	10,4	10,4

#### Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	454,0	466,0	454,0
380ct1f1	454,0	464,5	454,0
380ct1f2	454,0	464,2	454,0
380ct1f3	454,0	464,0	454,0
380ct2f1	454,0	464,5	454,0
380ct2f2	454,0	464,2	454,0
380ct2f3	454,0	464,0	454,0
bl2	454,0	466,2	454,0

#### Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	523,2	443,8
380ct1f1	488,7	454,9
380ct1f2	485,1	453,9
380ct1f3	481,0	452,8
380ct2f1	488,7	454,9
380ct2f2	485,1	453,9
380ct2f3	481,0	452,8
bl2	525,0	443,5

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

Voor alle geleiders

		Wind / Weight span verhouding
Max. weight span	525,0 m	1,312 -
Min. weight span	236,3 m	0,591 -

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S+3\_s  
 Mast: 0

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

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	26,1	13,4	21,1	-68,8	68,8
380ct1f1	105,1	64,7	73,8	-275,2	275,2
380ct1f2	105,1	60,2	73,7	-270,3	270,3
380ct1f3	105,1	54,9	73,5	-264,9	264,9
380ct2f1	105,1	64,7	73,8	-275,2	275,2
380ct2f2	105,1	60,2	73,7	-270,3	270,3
380ct2f3	105,1	54,9	73,5	-264,9	264,9
bl2	25,4	13,4	20,9	-67,8	67,8

**EDS-belastingen geleiders**

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	0,0	0,0	4,5	-17,4	17,4
380ct1f1	0,0	0,0	37,6	-131,3	131,3
380ct1f2	0,0	0,0	37,6	-131,3	131,3
380ct1f3	0,0	0,0	37,6	-131,3	131,3
380ct2f1	0,0	0,0	37,6	-131,3	131,3
380ct2f2	0,0	0,0	37,6	-131,3	131,3
380ct2f3	0,0	0,0	37,6	-131,3	131,3
bl2	0,0	0,0	4,4	-16,9	16,9

**Controle uplift SLS-wind**

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

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S+3\_s  
 Mast: 0

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

Combinatie	Combination	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_90		0	386	299	17707	0	0
ULS 1a_0,9_90		0	386	204	17706	0	0
ULS 3_90		0	233	484	10804	0	0
ULS 3_0,9_90		0	233	379	10803	0	0
SLS 7		0	0	235	1	0	0

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

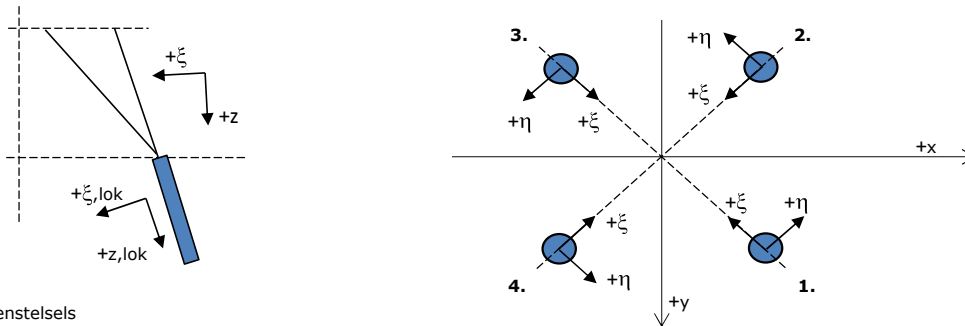
Combinatie	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_90	0	716	724	27713	0	0
ULS 3_90	0	332	908	13806	0	0
SLS 7	0	0	588	1	0	0

**Fundatiebelastingen, selectie belastingcombinaties op basis grootste waarde**

Combinatie	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_90	0	716	724	<b>27713</b>	0	0
ULS 1a_0,9_0,9_0	416	0	485	1	<b>13999</b>	0
ULS 5a Ba 11	105	0	580	159	4665	<b>-998</b>
ULS 1a_45	319	507	711	<b>18945</b>	<b>10293</b>	0

*Not: 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]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_45	265	241	<b>1634</b>	17	-357	-11	1671
2	ULS 1a_0	133	-144	<b>873</b>	8	-196	-11	893
3	ULS 8 Ba	-84	-115	<b>697</b>	-22	-141	7	713
4	ULS 1a_135	-265	241	<b>1634</b>	-17	-357	-11	1671

**Maximale trekbelasting**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 8 Ba	-28	-58	<b>-352</b>	21	60	-14	-359
2	ULS 1a_0,9_0,9_135	-216	192	<b>-1337</b>	17	288	5	-1367
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	216	192	<b>-1337</b>	-17	288	5	-1367
4	ULS 1a_0,9_0,9_0	84	-95	<b>-576</b>	-8	127	4	-589

**Maximale torsiebelasting (positief)**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 5a Ah 11	24	-39	-80	<b>45</b>	11	-6	-81
2	ULS 5a Ba 21	27	-87	385	<b>43</b>	-80	1	394
3	ULS 5a Ba 21	-24	39	-80	<b>45</b>	11	-6	-81
4	ULS 5a Ah 11	-27	87	385	<b>43</b>	-80	1	394

**Maximale torsiebelasting (negatief)**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 5a Ba 11	27	87	385	<b>-43</b>	-80	1	394
2	ULS 5a Ah 21	24	-39	-80	<b>-45</b>	11	-6	-81
3	ULS 5a Ah 21	-27	-87	385	<b>-43</b>	-80	1	394
4	ULS 5a Ba 11	-24	-39	-80	<b>-45</b>	11	-6	-81

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S+3\_s  
 Mast: 0

#### Combinatie Ftrek+Fhor

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	ULS 8 Ba	-28	-58	<b>-352</b>	<b>21</b>	60	-14	-359
2	ULS 1a_0,9_0,9_135	-216	192	<b>-1337</b>	<b>17</b>	288	5	-1367
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	216	192	<b>-1337</b>	<b>-17</b>	288	5	-1367
4	ULS 1a_0,9_0,9_0	84	-95	<b>-576</b>	<b>-8</b>	127	4	-589

#### Permanente belasting

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 7	24	24	147	0	-34	-3	150
2	SLS 7	24	-24	147	0	-34	-3	150
3	SLS 7	-24	-24	147	0	-34	-3	150
4	SLS 7	-24	24	147	0	-34	-3	150

#### Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
Max. druk	ULS 1a_45	265	241	<b>1634</b>	17	-357	-11	1671
Max. trek	ULS 1a_0,9_0,9_45	216	192	<b>-1337</b>	-17	288	5	-1367
Max. pos. torsie	ULS 5a Ah 11	24	-39	-80	<b>45</b>	11	-6	-81
Max. neg. torsie	ULS 5a Ba 11	-24	-39	-80	<b>-45</b>	11	-6	-81
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0,9_0,9_45	216	192	<b>-1337</b>	<b>-17</b>	288	5	-1367

#### Maximale trekbelasting SLS

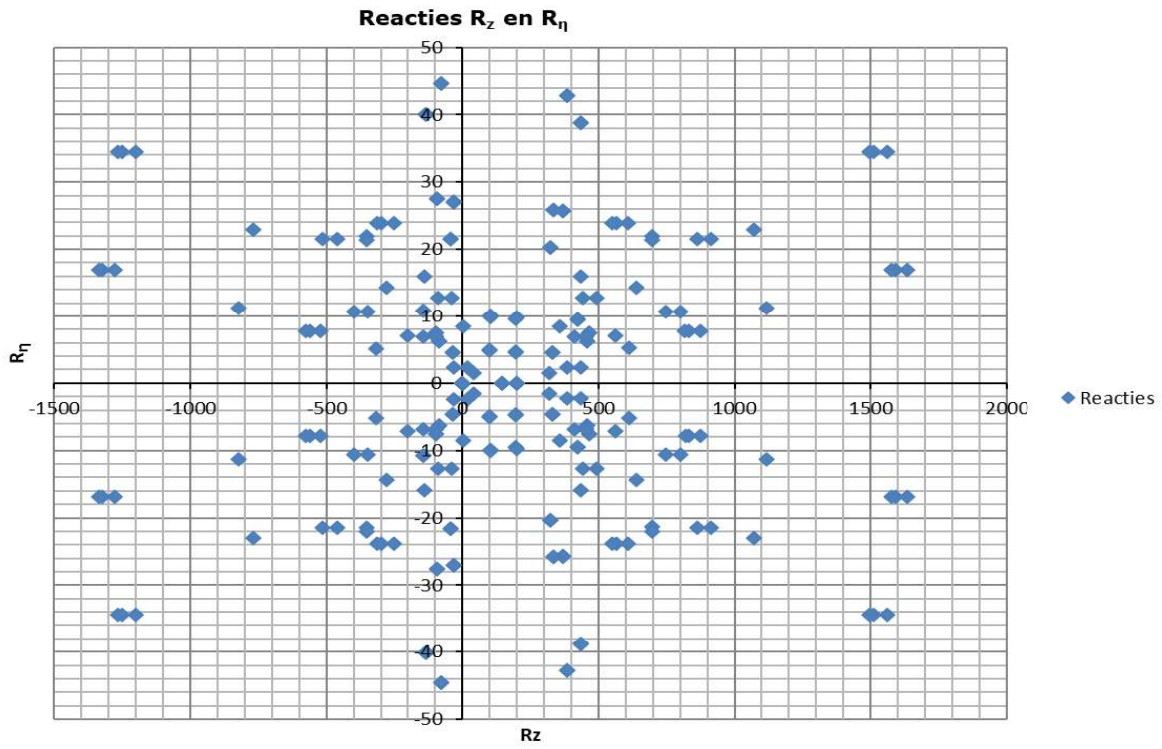
Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 7	24	24	<b>147</b>	0	-34	-3	150
2	SLS 1a_135	-133	117	<b>-823</b>	11	176	2	-841
3	SLS 1a_45	133	117	<b>-823</b>	-11	176	2	-841
4	SLS 1a_0	45	-52	<b>-318</b>	-5	69	2	-325

#### Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 1a_45	181	165	<b>1119</b>	11	-245	-8	1144
2	SLS 1a_0	94	-101	<b>612</b>	5	-138	-8	625
3	SLS 7	-24	-24	<b>147</b>	0	-34	-3	150
4	SLS 1a_135	-181	165	<b>1119</b>	-11	-245	-8	1144



Project: RLL-TLB380  
Masttype: S+3\_s  
Mast: 0





Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+6\_s  
 Number: 1059

Auteur: TBR  
 Versie: v12.0

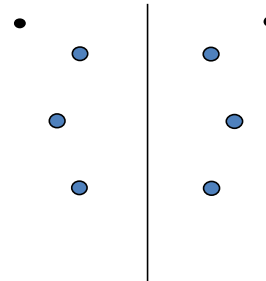
### Geleiderbelastingen

#### Algemeen

Benaming S+6\_s  
 Masttype Steunmast  
 Aantal circuits 2  
 Configuratie 2-circuit-verticaal  
 Aantal bliksemgeleiders 2

#### Uitgangspunten

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



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 <sup>2</sup> ]
Circuit 1	V-ketting	4,50	4,00	2,00
Circuit 2	V-ketting	4,50	4,00	2,00
Bliksemdraad 1	Vast (Bliksemdraad)	0,10	0,30	0,10
Bliksemdraad 2	Vast (Bliksemdraad)	0,10	0,30	0,10

1. Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset

#### Ophanghoogte en positie in mast

Circuits	Aanduiding	Nummer	Ophanghoogte	Aangrijppunt	Positie in mast Horizontale afstand
Circuit 1	10	380ct1f1	53,4 m	57,4 m	-6,7 m
Circuit 1	11	380ct1f2	43,4 m	47,4 m	-9,5 m
Circuit 1	12	380ct1f3	33,9 m	37,9 m	-6,4 m
Circuit 2	20	380ct2f1	53,4 m	57,4 m	6,7 m
Circuit 2	21	380ct2f2	43,4 m	47,4 m	9,5 m
Circuit 2	22	380ct2f3	33,9 m	37,9 m	6,4 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	58,3 m	58,6 m	12,1 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	58,3 m	58,6 m	-12,1 m

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+6\_s  
 Number: 1059

**Hoogteaanpassing naastgelegen masten** (aanpassing wind- en weight span)

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

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

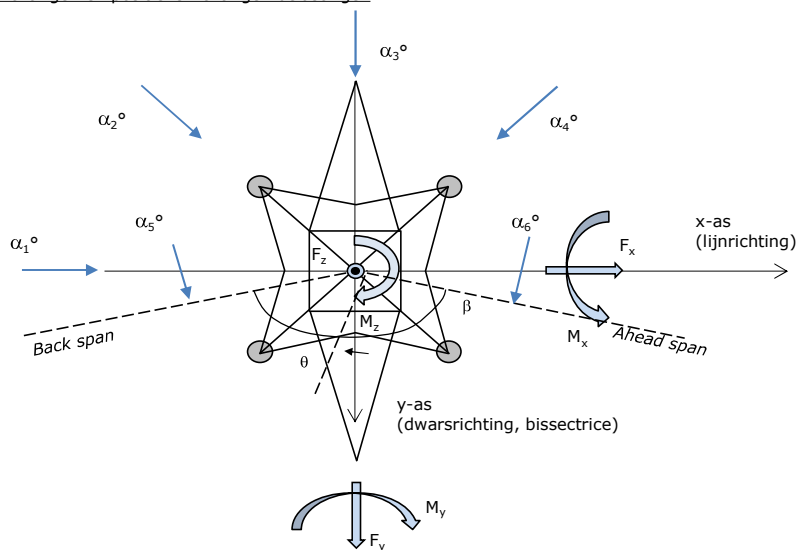
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h$ back	$\Delta h$ ahead	$\Delta y$ back	$\Delta y$ ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
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	$\beta$	180 °
Rotatie mast t.o.v. bissectrice	$\theta$	0 °
Vaklengte	800	800 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Beschouwde windrichtingen	$\alpha_1$	0 °
Windrichtingen volgens: Geleiderbelastingen	$\alpha_2$	45 °
	$\alpha_3$	90 °
	$\alpha_4$	135 °
	$\alpha_5$	- °
	$\alpha_6$	- °

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

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



**Beschouwd aantal windrichtingen**

1a	4
3	4
4	1
6	1
Overig	1

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+6\_s  
 Number: 1059

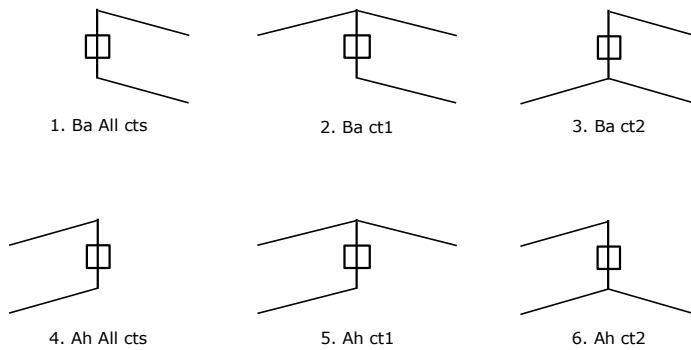
### Geleiderafval

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

### Belastingsituaties SPLS

Beschouwde situaties SPLS: SPLS voor steunmast niet van toepassing

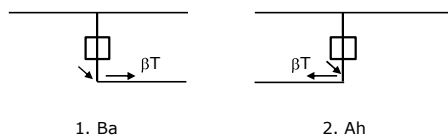
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+6\_s  
 Number: 1059

### Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

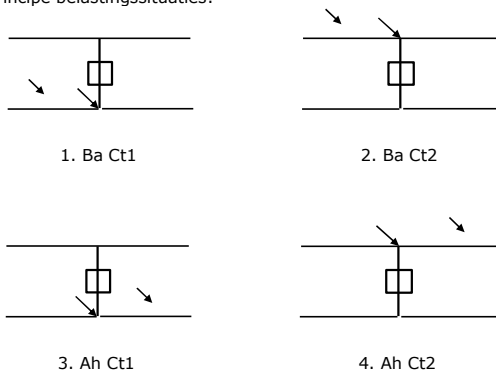
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden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



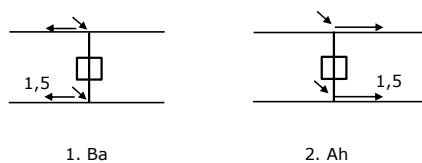
### Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

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: S+6\_s  
 Number: 1059

## Mastconstructie

### Eigenschappen

Masttype	Steenmast	
Mastbenaming	S+6_s	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	61,7 m	
Gewicht mast	376,2 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	10,94	10,94 m
Helling van de randstijl	0,150	0,150 -
Factor spatkracht	1,1	1,1 -

### Berekening windbelasting

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

### Eigenschappen mastsecties langsrichting (vooraanzicht, yz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	16,90	10,94	5,87	16,90	0,150	142,01	22,98	0,16	3,10
Eerste tussenstuk	29,20	5,87	4,54	12,30	0,054	64,01	14,52	0,23	2,82
Tweede tussenstuk	37,90	4,54	3,60	8,70	0,054	35,41	8,30	0,23	2,79
Bovenstuk 1	47,40	3,60	2,92	9,50	0,036	30,97	8,47	0,27	2,63
Bovenstuk 2	60,00	2,92	2,01	12,60	0,036	31,06	8,18	0,26	2,67
Topstuk	61,70	2,01		1,70		1,71	0,32	0,18	3,00
Ondertraverse	37,90	8,10		3,00		12,15	3,06	0,25	2,71
Middentraverse	47,40	11,95		2,80		16,73	4,07	0,24	2,75
Boventraverse	57,40	10,60		2,60		13,78	3,86	0,28	2,61

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

Omschrijving	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	16,90	10,94	5,87	16,90	0,150	142,01	22,98	0,16	3,10
Eerste tussenstuk	29,20	5,87	4,54	12,30	0,054	64,01	14,52	0,23	2,82
Tweede tussenstuk	37,90	4,54	3,60	8,70	0,054	35,41	8,30	0,23	2,79
Bovenstuk 1	47,40	3,60	2,92	9,50	0,036	30,97	8,47	0,27	2,63
Bovenstuk 2	60,00	2,92	2,01	12,60	0,036	31,06	8,18	0,26	2,67
Topstuk	61,70	2,01		1,70		1,71	0,32	0,18	3,00
Ondertraverse	37,90	8,10		3,00		12,15	3,06	0,25	2,71
Middentraverse	47,40	11,95		2,80		16,73	4,07	0,24	2,75
Boventraverse	57,40	10,60		2,60		13,78	3,86	0,28	2,61

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

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+6\_s  
 Number: 1059

#### Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m <sup>2</sup> /m)	Factor	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk	0,14	0,71	16,9	1,7
Eerste tussenstuk	0,14	0,71	12,3	1,2
Tweede tussenstuk	0,14	0,71	8,7	0,9
Bovenstuk 1	0,14	0,71	9,5	0,9
Bovenstuk 2				

#### Invoer antennes

Omschrijving	A (m <sup>2</sup> )	h (m)	C <sub>i</sub> (m)
Antenne top			
Antenne o.t.	4,7	44,2	1,5

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>x1</sub> [kN]	F <sub>x2</sub> [kN]	F <sub>x3</sub> [kN]	F <sub>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>y1</sub> [kNm]	M <sub>y2</sub> [kNm]	M <sub>y3</sub> [kNm]	M <sub>y4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,70	50,0	42,4	0,0	-42,4	8,5	422,4	358,4	0,0	-358,4
Eerste tussenstuk	0,92	37,5	31,8	0,0	-31,8	23,1	863,5	732,7	0,0	-732,7
Tweede tussenstuk	1,02	23,6	20,0	0,0	-20,0	33,6	791,1	671,2	0,0	-671,2
Bovenstuk 1	1,09	24,3	20,7	0,0	-20,7	42,7	1038,1	880,9	0,0	-880,9
Bovenstuk 2	1,16	25,3	21,4	0,0	-21,4	53,7	1357,3	1151,7	0,0	-1151,7
Topstuk	1,19	1,1	1,0	0,0	-1,0	60,9	68,8	58,4	0,0	-58,4
Ondertraverse	1,06	17,7	10,5	0,0	-10,5	38,9	686,9	408,0	0,0	-408,0
Middentraverse	1,13	25,2	15,0	0,0	-15,0	48,3	1218,0	723,4	0,0	-723,4
Boventraverse	1,18	23,8	14,1	0,0	-14,1	58,3	1386,1	823,3	0,0	-823,3
<b>Totaal</b>		<b>228,4</b>	<b>176,9</b>	<b>0,0</b>	<b>-176,9</b>		<b>7832,2</b>	<b>5808,1</b>	<b>0,0</b>	<b>-5808,1</b>

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>y1</sub> [kN]	F <sub>y2</sub> [kN]	F <sub>y3</sub> [kN]	F <sub>y4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>x1</sub> [kNm]	M <sub>x2</sub> [kNm]	M <sub>x3</sub> [kNm]	M <sub>x4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,70	0,0	42,4	50,0	42,4	8,5	0,0	358,4	422,4	358,4
Eerste tussenstuk	0,92	0,0	31,8	37,5	31,8	23,1	0,0	732,7	863,5	732,7
Tweede tussenstuk	1,02	0,0	20,0	23,6	20,0	33,6	0,0	671,2	791,1	671,2
Bovenstuk 1	1,09	0,0	20,7	24,3	20,7	42,7	0,0	880,9	1038,1	880,9
Bovenstuk 2	1,16	0,0	21,4	25,3	21,4	53,7	0,0	1151,7	1357,3	1151,7
Topstuk	1,19	0,0	1,0	1,1	1,0	60,9	0,0	58,4	68,8	58,4
Ondertraverse	1,06	0,0	10,5	7,1	10,5	38,9	0,0	408,0	274,8	408,0
Middentraverse	1,13	0,0	15,0	10,1	15,0	48,3	0,0	723,4	487,2	723,4
Boventraverse	1,18	0,0	14,1	9,5	14,1	58,3	0,0	823,3	554,5	823,3
<b>Totaal</b>		<b>0,0</b>	<b>176,9</b>	<b>188,4</b>	<b>176,9</b>		<b>0,0</b>	<b>5808,1</b>	<b>5857,6</b>	<b>5808,1</b>

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

Belasting / windrichting	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Permanente belasting	0	0	376	0	0	0
Windrichting 0°	236	0	0	0	8175	0
Windrichting 45°	182	182	0	6050	6050	0
Windrichting 90°	0	196	0	6200	0	0
Windrichting 135°	-182	182	0	6050	-6050	0



Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+6\_s  
 Number: 1059

### Tussenresultaten geleiderbelastingen

#### Geleiders back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	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 <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
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 <sup>2</sup> ]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	4,50	1	4,5	4,0	2,0	55,90	1,17	1,2	2,81
380ct1f2	4,50	1	4,5	4,0	2,0	45,90	1,11	1,2	2,66
380ct1f3	4,50	1	4,5	4,0	2,0	36,40	1,04	1,2	2,50
380ct2f1	4,50	1	4,5	4,0	2,0	55,90	1,17	1,2	2,81
380ct2f2	4,50	1	4,5	4,0	2,0	45,90	1,11	1,2	2,66
380ct2f3	4,50	1	4,5	4,0	2,0	36,40	1,04	1,2	2,50
bl1	0,10	1	0,1	0,3	0,1	58,95	1,18	1,2	0,14
bl2	0,10	1	0,1	0,3	0,1	58,95	1,18	1,2	0,14

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+6\_s  
 Number: 1059

**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 <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	49,5	1,13	0,62	0,62	0,96	33,37	89,5	89,5	51,8	173,7	173,7
380ct1f2	39,5	1,07	0,60	0,60	0,98	33,37	83,6	83,6	51,8	158,9	158,9
380ct1f3	30,0	0,99	0,58	0,58	1,01	33,37	76,6	76,6	51,8	142,0	142,0
380ct2f1	49,5	1,13	0,62	0,62	0,96	33,37	89,5	89,5	51,8	173,7	173,7
380ct2f2	39,5	1,07	0,60	0,60	0,98	33,37	83,6	83,6	51,8	158,9	158,9
380ct2f3	30,0	0,99	0,58	0,58	1,01	33,37	76,6	76,6	51,8	142,0	142,0
bl1	54,4	1,16	0,62	0,62	1,18	22,45	19,2	19,2	63,8	55,4	55,4
bl2	54,4	1,16	0,62	0,62	1,18	22,35	19,1	19,1	63,7	55,3	55,3

**Windbelasting ahead**

Geleider	hoogte		$G_{c\_dwars}$	$G_{c\_trek}$	$C_c$	$d_{toeslag}$	$w_y$	$w_{y,vak}$	$D_{ijs,toeslag}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,vak}$
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	49,5	1,13	0,62	0,62	0,96	33,37	89,5	89,5	51,8	173,7	173,7
380ct1f2	39,5	1,07	0,60	0,60	0,98	33,37	83,6	83,6	51,8	158,9	158,9
380ct1f3	30,0	0,99	0,58	0,58	1,01	33,37	76,6	76,6	51,8	142,0	142,0
380ct2f1	49,5	1,13	0,62	0,62	0,96	33,37	89,5	89,5	51,8	173,7	173,7
380ct2f2	39,5	1,07	0,60	0,60	0,98	33,37	83,6	83,6	51,8	158,9	158,9
380ct2f3	30,0	0,99	0,58	0,58	1,01	33,37	76,6	76,6	51,8	142,0	142,0
bl1	54,4	1,16	0,62	0,62	1,18	22,45	19,2	19,2	63,8	55,4	55,4
bl2	54,4	1,16	0,62	0,62	1,18	22,35	19,1	19,1	63,7	55,3	55,3

NB: belastingen  $w_v$  gelden voor bundel

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S+6\_s  
 Mast: 1059

Auteur: TBR  
 Versie: v12.0

### Geleiderbelastingen

#### Uitgangspunten

Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2  
 Referentieperiode 50 jaar

ULS (bezwijksterkte)		NEN-EN50341-2-15:2019							
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$\gamma_G$		$\gamma_Q$			$\gamma_a$ $A_k$	
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$		
ULS 1a	Wind	10°	1,20	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	
<b>SPLS (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)</b>			$\gamma_G$		$\gamma_Q$				
			$G_k$	$G_k$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$	
SPLS 1a	Wind	10°	1,20	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	
<b>SLS (controle van de vervormingen, vermoeiing, EDS)</b>			$G_k$		$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$	
SLS 1a	Wind	10°	1,00	1,00	0,0	1,00	0,0	0,0	
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,30	1,00	0,0	
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0	
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0	
SLS 7	PB (EDS, geen wind)	10°	1,00	1,00	0,0	0,00	0,0	0,0	

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

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S+6\_s  
 Mast: 1059

### 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	-66,7	66,7	5,9	5,9	10,5	10,5
380ct1f1	-267,0	267,0	29,0	29,0	36,8	36,8
380ct1f2	-263,6	263,6	27,1	27,1	36,7	36,7
380ct1f3	-259,9	259,9	24,9	24,9	36,7	36,7
380ct2f1	-267,0	267,0	29,0	29,0	36,8	36,8
380ct2f2	-263,6	263,6	27,1	27,1	36,7	36,7
380ct2f3	-259,9	259,9	24,9	24,9	36,7	36,7
bl2	-65,8	65,8	5,8	5,8	10,4	10,4

#### Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	454,0	465,0	454,0
380ct1f1	454,0	464,2	454,0
380ct1f2	454,0	464,0	454,0
380ct1f3	454,0	463,8	454,0
380ct2f1	454,0	464,2	454,0
380ct2f2	454,0	464,0	454,0
380ct2f3	454,0	463,8	454,0
bl2	454,0	465,2	454,0

#### Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	512,7	442,4
380ct1f1	483,7	453,2
380ct1f2	480,8	452,6
380ct1f3	477,3	451,8
380ct2f1	483,7	453,2
380ct2f2	480,8	452,6
380ct2f3	477,3	451,8
bl2	514,3	442,2

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

Voor alle geleiders

		Wind / Weight span verhouding
Max. weight span	514,3 m	1,286 -
Min. weight span	251,0 m	0,627 -

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S+6\_s  
 Mast: 1059

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

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	26,1	11,7	21,0	-66,7	66,7
380ct1f1	105,1	57,9	73,6	-267,0	267,0
380ct1f2	105,1	54,2	73,5	-263,6	263,6
380ct1f3	105,1	49,7	73,4	-259,9	259,9
380ct2f1	105,1	57,9	73,6	-267,0	267,0
380ct2f2	105,1	54,2	73,5	-263,6	263,6
380ct2f3	105,1	49,7	73,4	-259,9	259,9
bl2	25,4	11,7	20,8	-65,8	65,8

**EDS-belastingen geleiders**

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	0,0	0,0	4,5	-17,4	17,4
380ct1f1	0,0	0,0	37,6	-131,3	131,3
380ct1f2	0,0	0,0	37,6	-131,3	131,3
380ct1f3	0,0	0,0	37,6	-131,3	131,3
380ct2f1	0,0	0,0	37,6	-131,3	131,3
380ct2f2	0,0	0,0	37,6	-131,3	131,3
380ct2f3	0,0	0,0	37,6	-131,3	131,3
bl2	0,0	0,0	4,4	-16,9	16,9

**Controle uplift SLS-wind**

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

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S+6\_s  
 Mast: 1059

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

Combinatie	Combination	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_90		0	347	297	16927	0	0
ULS 1a_0,9_90		0	347	207	16926	0	0
ULS 3_90		0	198	483	9759	0	0
ULS 3_0,9_90		0	198	380	9759	0	0
SLS 7		0	0	235	1	0	0

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

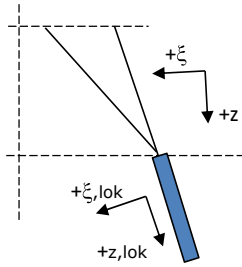
Combinatie	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_90	0	641	748	26227	0	0
ULS 3_90	0	286	934	12549	0	0
SLS 7	0	0	611	1	0	0

**Fundatiebelastingen, selectie belastingcombinaties op basis grootste waarde**

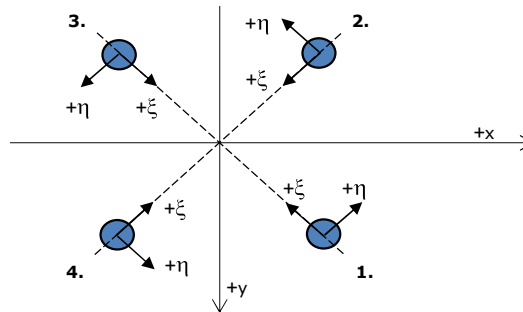
Combinatie	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_90	0	641	748	<b>26227</b>	0	0
ULS 1a_0	367	0	732	2	<b>12860</b>	0
ULS 5a Ba 11	105	0	602	159	4980	<b>-998</b>
ULS 1a_45	282	452	737	<b>17782</b>	<b>9499</b>	0

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

**Oplegreacties op fundering per randstijl**



Assenstelsels



**Maximale drukbelasting**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_45	235	215	<b>1431</b>	14	-318	-15	1463
2	ULS 1a_0	122	-127	<b>771</b>	4	-176	-13	788
3	ULS 8 Ba	-85	-114	<b>691</b>	-21	-141	6	706
4	ULS 1a_135	-235	215	<b>1431</b>	-14	-318	-15	1463

**Maximale trekbelasting**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 8 Ba	-27	-55	<b>-333</b>	20	58	-13	-341
2	ULS 1a_0,9_0,9_135	-184	164	<b>-1123</b>	14	246	8	-1148
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	184	164	<b>-1123</b>	-14	246	8	-1148
4	ULS 1a_0,9_0,9_0	71	-76	<b>-462</b>	-4	104	6	-472

**Maximale torsiebelasting (positief)**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 5a Ah 11	23	-36	-70	<b>41</b>	9	-6	-71
2	ULS 5a Ba 21	29	-85	385	<b>39</b>	-81	1	394
3	ULS 5a Ba 21	-23	36	-70	<b>41</b>	9	-6	-72
4	ULS 5a Ah 11	-29	85	385	<b>39</b>	-81	1	394

**Maximale torsiebelasting (negatief)**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 5a Ba 11	29	85	385	<b>-39</b>	-81	1	394
2	ULS 5a Ah 21	23	36	-70	<b>-41</b>	9	-6	-72
3	ULS 5a Ah 21	-29	-85	385	<b>-39</b>	-81	1	394
4	ULS 5a Ba 11	-23	-36	-70	<b>-41</b>	9	-6	-71

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S+6\_s  
 Mast: 1059

#### Combinatie Ftrek+Fhor

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	ULS 8 Ba	-27	-55	<b>-333</b>	<b>20</b>	58	-13	-341
2	ULS 1a_0,9_0,9_135	-184	164	<b>-1123</b>	<b>14</b>	246	8	-1148
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	184	164	<b>-1123</b>	<b>-14</b>	246	8	-1148
4	ULS 1a_0,9_0,9_0	71	-76	<b>-462</b>	<b>-4</b>	104	6	-472

#### Permanente belasting

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 7	25	25	153	0	-36	-3	156
2	SLS 7	25	-25	153	0	-36	-3	156
3	SLS 7	-25	-25	153	0	-36	-3	156
4	SLS 7	-25	25	153	0	-36	-3	156

#### Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
Max. druk	ULS 1a_45	235	215	<b>1431</b>	14	-318	-15	1463
Max. trek	ULS 1a_0,9_0,9_45	184	164	<b>-1123</b>	-14	246	8	-1148
Max. pos. torsie	ULS 5a Ah 11	23	-36	-70	<b>41</b>	9	-6	-71
Max. neg. torsie	ULS 5a Ba 11	-23	-36	-70	<b>-41</b>	9	-6	-71
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0,9_0,9_45	184	164	<b>-1123</b>	<b>-14</b>	246	8	-1148

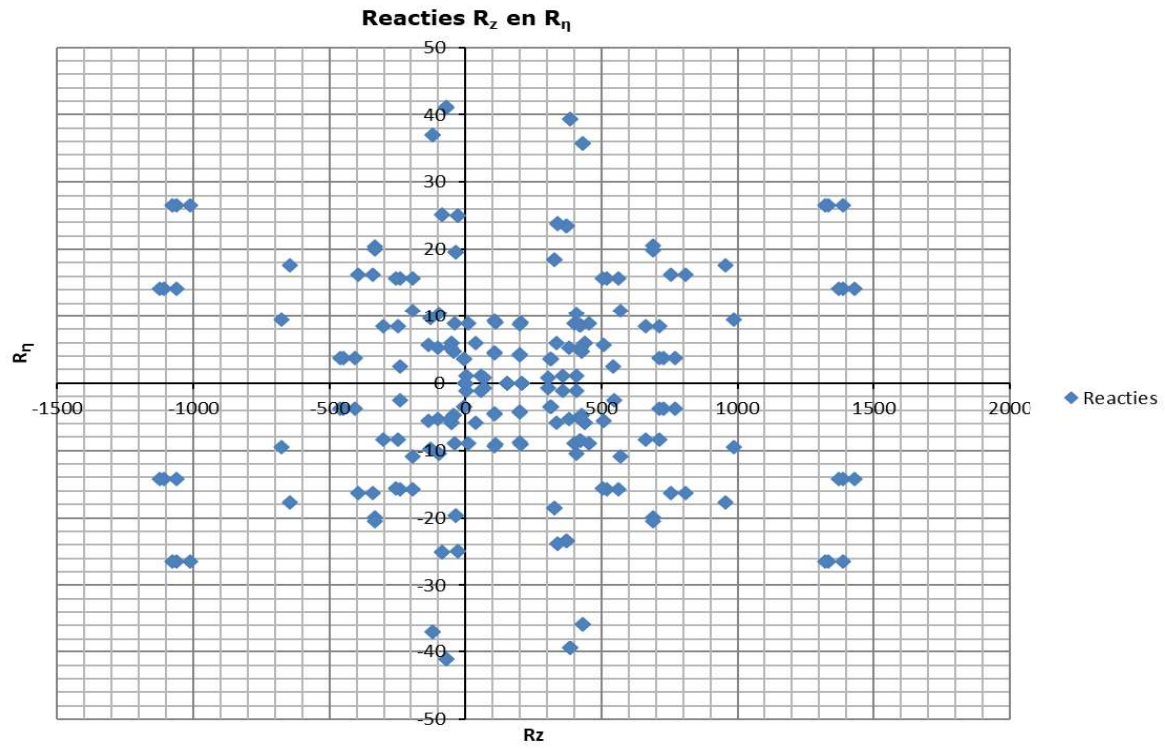
#### Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 7	25	25	<b>153</b>	0	-36	-3	156
2	SLS 1a_135	-111	98	<b>-678</b>	9	148	4	-693
3	SLS 1a_45	111	98	<b>-678</b>	-9	148	4	-693
4	SLS 1a_0	36	-39	<b>-239</b>	-3	53	3	-244

#### Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 1a_45	162	148	<b>985</b>	9	-219	-10	1007
2	SLS 1a_0	86	-90	<b>545</b>	3	-125	-9	557
3	SLS 7	-25	-25	<b>153</b>	0	-36	-3	156
4	SLS 1a_135	-162	148	<b>985</b>	-9	-219	-10	1007

Project: RLL-TLB380  
Masttype: S+6\_s  
Mast: 1059







Project: RLL-TLB380  
Tower: S+9\_s  
Number: 1057

Auteur: TBR  
Versie: v12.0

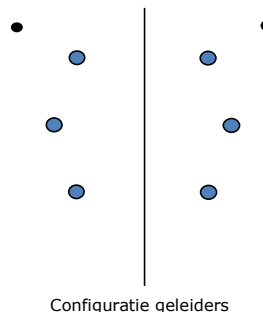
### Geleiderbelastingen

#### Algemeen

Benaming S+9\_s  
Masttype Steunmast  
Aantal circuits 2  
Configuratie 2-circuit-verticaal  
Aantal bliksemgeleiders 2

#### Uitgangspunten

Norm NEN-EN50341-2-15:2019  
Gevolgklasse initieel CC2  
Betrouwbaarheidsniveau initieel Nieuwbouw  
Referentieperiode initieel 50 jaar  
Betrouwbaarheidsniveau na aanpassing n.v.t.  
50 jaar  
Windgebied III  
Windsnelheid (m/s) 24,5  
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
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	3 %	3 %	1800
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	3 %	3 %	1800

#### Geleiders Ahead

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

#### Isolatoren (1)

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

1. Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset

#### Ophanghoogte en positie in mast

Circuits	Aanduiding	Nummer	Ophanghoogte	Aangrijppunt	Positie in mast Horizontale afstand
Circuit 1	10	380ct1f1	56,4 m	60,4 m	-6,7 m
Circuit 1	11	380ct1f2	46,4 m	50,4 m	-9,5 m
Circuit 1	12	380ct1f3	36,9 m	40,9 m	-6,4 m
Circuit 2	20	380ct2f1	56,4 m	60,4 m	6,7 m
Circuit 2	21	380ct2f2	46,4 m	50,4 m	9,5 m
Circuit 2	22	380ct2f3	36,9 m	40,9 m	6,4 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	61,3 m	61,6 m	12,1 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	61,3 m	61,6 m	-12,1 m

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+9\_s  
 Number: 1057

**Hoogteaanpassing naastgelegen masten** (aanpassing wind- en weight span)

	Back	Ahead	
Verhoging voor windbelasting	3,0 m	3,0 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**

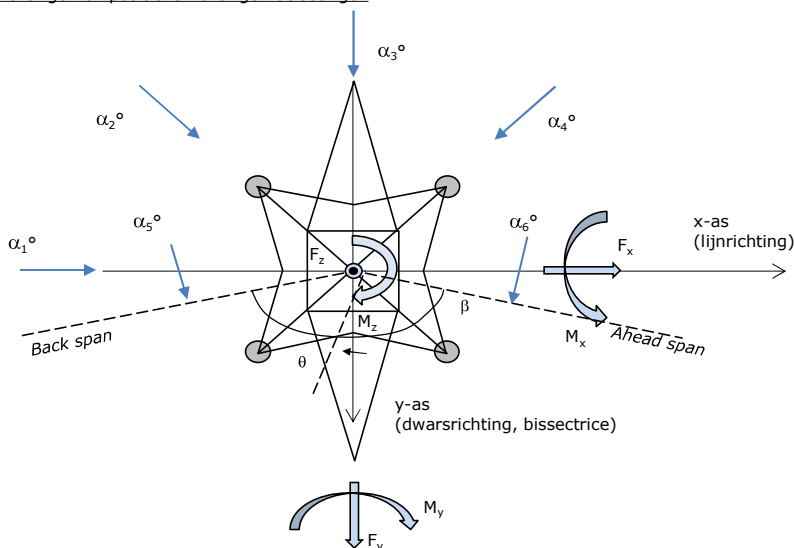
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h$ back	$\Delta h$ ahead	$\Delta y$ back	$\Delta y$ ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
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	$\beta$	180 °	
Rotatie mast t.o.v. bissectrice	$\theta$	0 °	
Vaklengte		800	800 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld		0,5 m	
Beschouwde windrichtingen	$\alpha_1$	0 °	
Windrichtingen volgens: Geleiderbelastingen	$\alpha_2$	45 °	
	$\alpha_3$	90 °	
	$\alpha_4$	135 °	
	$\alpha_5$	- °	
	$\alpha_6$	- °	
			- °

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

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



**Beschouwd aantal windrichtingen**

1a	4
3	4
4	1
6	1
Overig	1

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+9\_s  
 Number: 1057

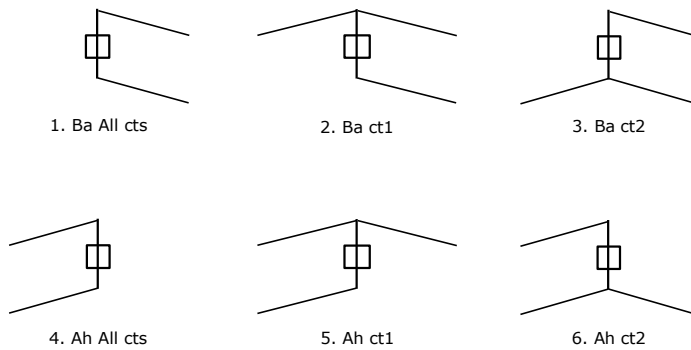
### Geleiderafval

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

### Belastingsituaties SPLS

Beschouwde situaties SPLS: SPLS voor steunmast niet van toepassing

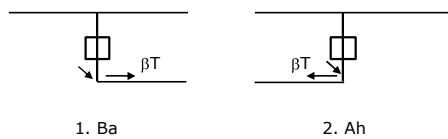
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+9\_s  
 Number: 1057

### Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

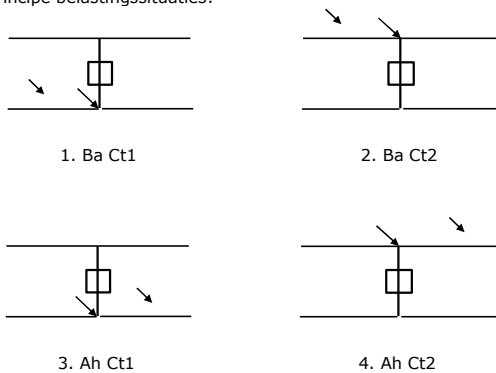
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden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



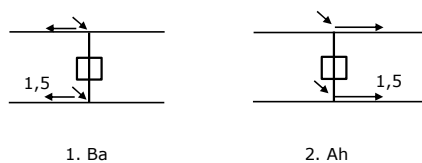
### Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

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: S+9\_s  
 Number: 1057

## Mastconstructie

### Eigenschappen

Masttype	Steunmast	
Mastbenaming	S+9_s	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	64,7 m	
Gewicht mast	405,0 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>		
	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	11,84	11,84 m
Helling van de randstijl	0,150	0,150 -
Factor spatkracht	1,1	1,1 -

### Berekening windbelasting

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

### Eigenschappen mastsecties langsrichting (vooraanzicht, yz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	19,90	11,84	5,87	19,90	0,150	176,17	28,26	0,16	3,11
Eerste tussenstuk	32,20	5,87	4,54	12,30	0,054	64,01	14,52	0,23	2,82
Tweede tussenstuk	40,90	4,54	3,60	8,70	0,054	35,41	8,30	0,23	2,79
Bovenstuk 1	50,40	3,60	2,92	9,50	0,036	30,97	8,47	0,27	2,63
Bovenstuk 2	63,00	2,92	2,01	12,60	0,036	31,06	8,18	0,26	2,67
Topstuk	64,70	2,01		1,70		1,71	0,32	0,18	3,00
Ondertraverse	40,90	8,10		3,00		12,15	3,06	0,25	2,71
Middentraverse	50,40	11,95		2,80		16,73	4,07	0,24	2,75
Boventraverse	60,40	10,60		2,60		13,78	3,86	0,28	2,61

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

Omschrijving	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	19,90	11,84	5,87	19,90	0,150	176,17	28,26	0,16	3,11
Eerste tussenstuk	32,20	5,87	4,54	12,30	0,054	64,01	14,52	0,23	2,82
Tweede tussenstuk	40,90	4,54	3,60	8,70	0,054	35,41	8,30	0,23	2,79
Bovenstuk 1	50,40	3,60	2,92	9,50	0,036	30,97	8,47	0,27	2,63
Bovenstuk 2	63,00	2,92	2,01	12,60	0,036	31,06	8,18	0,26	2,67
Topstuk	64,70	2,01		1,70		1,71	0,32	0,18	3,00
Ondertraverse	40,90	8,10		3,00		12,15	3,06	0,25	2,71
Middentraverse	50,40	11,95		2,80		16,73	4,07	0,24	2,75
Boventraverse	60,40	10,60		2,60		13,78	3,86	0,28	2,61

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

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+9\_s  
 Number: 1057

#### Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m <sup>2</sup> /m)	Factor	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk	0,14	0,71	19,9	2,0
Eerste tussenstuk	0,14	0,71	12,3	1,2
Tweede tussenstuk	0,14	0,71	8,7	0,9
Bovenstuk 1	0,14	0,71	9,5	0,9
Bovenstuk 2				

#### Invoer antennes

Omschrijving	A (m <sup>2</sup> )	h (m)	C <sub>i</sub> (m)
Antenne top			
Antenne o.t.	4,7	47,2	1,5

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>x1</sub> [kN]	F <sub>x2</sub> [kN]	F <sub>x3</sub> [kN]	F <sub>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>y1</sub> [kNm]	M <sub>y2</sub> [kNm]	M <sub>y3</sub> [kNm]	M <sub>y4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,70	61,6	52,3	0,0	-52,3	10,0	612,9	520,1	0,0	-520,1
Eerste tussenstuk	0,95	38,8	32,9	0,0	-32,9	26,1	1011,5	858,3	0,0	-858,3
Tweede tussenstuk	1,04	24,1	20,5	0,0	-20,5	36,6	882,4	748,7	0,0	-748,7
Bovenstuk 1	1,11	24,8	21,0	0,0	-21,0	45,7	1131,1	959,8	0,0	-959,8
Bovenstuk 2	1,17	25,6	21,7	0,0	-21,7	56,7	1453,3	1233,2	0,0	-1233,2
Topstuk	1,21	1,1	1,0	0,0	-1,0	63,9	73,1	62,0	0,0	-62,0
Ondertraverse	1,08	18,0	10,7	0,0	-10,7	41,9	754,9	448,4	0,0	-448,4
Middentraverse	1,14	25,6	15,2	0,0	-15,2	51,3	1314,1	780,5	0,0	-780,5
Boventraverse	1,20	24,1	14,3	0,0	-14,3	61,3	1476,2	876,8	0,0	-876,8
<b>Totaal</b>		<b>243,8</b>	<b>189,7</b>	<b>0,0</b>	<b>-189,7</b>		<b>8709,5</b>	<b>6487,8</b>	<b>0,0</b>	<b>-6487,8</b>

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>y1</sub> [kN]	F <sub>y2</sub> [kN]	F <sub>y3</sub> [kN]	F <sub>y4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>x1</sub> [kNm]	M <sub>x2</sub> [kNm]	M <sub>x3</sub> [kNm]	M <sub>x4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,70	0,0	52,3	61,6	52,3	10,0	0,0	520,1	612,9	520,1
Eerste tussenstuk	0,95	0,0	32,9	38,8	32,9	26,1	0,0	858,3	1011,5	858,3
Tweede tussenstuk	1,04	0,0	20,5	24,1	20,5	36,6	0,0	748,7	882,4	748,7
Bovenstuk 1	1,11	0,0	21,0	24,8	21,0	45,7	0,0	959,8	1131,1	959,8
Bovenstuk 2	1,17	0,0	21,7	25,6	21,7	56,7	0,0	1233,2	1453,3	1233,2
Topstuk	1,21	0,0	1,0	1,1	1,0	63,9	0,0	62,0	73,1	62,0
Ondertraverse	1,08	0,0	10,7	7,2	10,7	41,9	0,0	448,4	301,9	448,4
Middentraverse	1,14	0,0	15,2	10,2	15,2	51,3	0,0	780,5	525,6	780,5
Boventraverse	1,20	0,0	14,3	9,6	14,3	61,3	0,0	876,8	590,5	876,8
<b>Totaal</b>		<b>0,0</b>	<b>189,7</b>	<b>203,2</b>	<b>189,7</b>		<b>0,0</b>	<b>6487,8</b>	<b>6582,4</b>	<b>6487,8</b>

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

Belasting / windrichting	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Permanente belasting	0	0	405	0	0	0
Windrichting 0°	252	0	0	0	9082	0
Windrichting 45°	195	195	0	6751	6751	0
Windrichting 90°	0	211	0	6955	0	0
Windrichting 135°	-195	195	0	6751	-6751	0

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+9\_s  
 Number: 1057

### Tussenresultaten geleiderbelastingen

#### Geleiders back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	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 <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
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 <sup>2</sup> ]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	4,50	1	4,5	4,0	2,0	58,90	1,18	1,2	2,84
380ct1f2	4,50	1	4,5	4,0	2,0	48,90	1,13	1,2	2,71
380ct1f3	4,50	1	4,5	4,0	2,0	39,40	1,07	1,2	2,56
380ct2f1	4,50	1	4,5	4,0	2,0	58,90	1,18	1,2	2,84
380ct2f2	4,50	1	4,5	4,0	2,0	48,90	1,13	1,2	2,71
380ct2f3	4,50	1	4,5	4,0	2,0	39,40	1,07	1,2	2,56
bl1	0,10	1	0,1	0,3	0,1	61,95	1,20	1,2	0,14
bl2	0,10	1	0,1	0,3	0,1	61,95	1,20	1,2	0,14



Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+9\_s  
 Number: 1057

**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 <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	51,0	1,14	0,62	0,62	0,96	33,37	90,3	90,3	51,8	175,7	175,7
380ct1f2	41,0	1,08	0,60	0,60	0,98	33,37	84,6	84,6	51,8	161,3	161,3
380ct1f3	31,5	1,00	0,58	0,58	1,00	33,37	77,8	77,8	51,8	144,9	144,9
380ct2f1	51,0	1,14	0,62	0,62	0,96	33,37	90,3	90,3	51,8	175,7	175,7
380ct2f2	41,0	1,08	0,60	0,60	0,98	33,37	84,6	84,6	51,8	161,3	161,3
380ct2f3	31,5	1,00	0,58	0,58	1,00	33,37	77,8	77,8	51,8	144,9	144,9
bl1	55,9	1,17	0,63	0,63	1,18	22,45	19,4	19,4	63,8	56,0	56,0
bl2	55,9	1,17	0,63	0,63	1,18	22,35	19,3	19,3	63,7	55,9	55,9

**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 <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	51,0	1,14	0,62	0,62	0,96	33,37	90,3	90,3	51,8	175,7	175,7
380ct1f2	41,0	1,08	0,60	0,60	0,98	33,37	84,6	84,6	51,8	161,3	161,3
380ct1f3	31,5	1,00	0,58	0,58	1,00	33,37	77,8	77,8	51,8	144,9	144,9
380ct2f1	51,0	1,14	0,62	0,62	0,96	33,37	90,3	90,3	51,8	175,7	175,7
380ct2f2	41,0	1,08	0,60	0,60	0,98	33,37	84,6	84,6	51,8	161,3	161,3
380ct2f3	31,5	1,00	0,58	0,58	1,00	33,37	77,8	77,8	51,8	144,9	144,9
bl1	55,9	1,17	0,63	0,63	1,18	22,45	19,4	19,4	63,8	56,0	56,0
bl2	55,9	1,17	0,63	0,63	1,18	22,35	19,3	19,3	63,7	55,9	55,9

NB: belastingen  $w_v$  gelden voor bundel

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S+9\_s  
 Mast: 1057

Auteur: TBR  
 Versie: v12.0

**Geleiderbelastingen**

**Uitgangspunten**

Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2  
 Referentieperiode 50 jaar

<b>ULS</b> (bezwijksterkte)		<b>NEN-EN50341-2-15:2019</b>							
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$\gamma_G$		$\gamma_Q$			$\gamma_a$ $A_k$	
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$		
ULS 1a	Wind	10°	1,20	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	
<b>SPLS</b> (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)				$\gamma_G$ $G_k$	$\gamma_Q$ $Q_{pk}$ $Q_{wk}$ $Q_{ik}$			$A_k$	
SPLS 1a	Wind	10°	1,20	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	
<b>SLS</b> (controle van de vervormingen, vermoeiing, EDS)				$G_k$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$	
SLS 1a	Wind	10°	1,00	1,00	0,0	1,00	0,0	0,0	
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,30	1,00	0,0	
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0	
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0	
SLS 7	PB (EDS, geen wind)	10°	1,00	1,00	0,0	0,00	0,0	0,0	

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

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S+9\_s  
 Mast: 1057

### 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	-66,8	66,8	5,9	5,9	11,0	11,0
380ct1f1	-267,5	267,5	29,2	29,2	38,8	38,8
380ct1f2	-264,1	264,1	27,4	27,4	38,7	38,7
380ct1f3	-260,5	260,5	25,3	25,3	38,6	38,6
380ct2f1	-267,5	267,5	29,2	29,2	38,8	38,8
380ct2f2	-264,1	264,1	27,4	27,4	38,7	38,7
380ct2f3	-260,5	260,5	25,3	25,3	38,6	38,6
bl2	-65,9	65,9	5,9	5,9	10,9	10,9

#### Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	481,0	497,5	481,0
380ct1f1	481,0	496,3	481,0
380ct1f2	481,0	496,0	481,0
380ct1f3	481,0	495,7	481,0
380ct2f1	481,0	496,3	481,0
380ct2f2	481,0	496,0	481,0
380ct2f3	481,0	495,7	481,0
bl2	481,0	497,8	481,0

#### Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	570,1	463,7
380ct1f1	526,1	480,0
380ct1f2	521,9	479,0
380ct1f3	516,8	477,9
380ct2f1	526,1	480,0
380ct2f2	521,9	479,0
380ct2f3	516,8	477,9
bl2	572,5	463,3

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

Voor alle geleiders

	Wind / Weight span verhouding
Max. weight span	572,5 m 1,431 -
Min. weight span	325,0 m 0,813 -

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S+9\_s  
 Mast: 1057

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

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	26,1	11,8	22,0	-66,8	66,8
380ct1f1	105,1	58,4	77,6	-267,5	267,5
380ct1f2	105,1	54,8	77,5	-264,1	264,1
380ct1f3	105,1	50,5	77,3	-260,5	260,5
380ct2f1	105,1	58,4	77,6	-267,5	267,5
380ct2f2	105,1	54,8	77,5	-264,1	264,1
380ct2f3	105,1	50,5	77,3	-260,5	260,5
bl2	25,4	11,8	21,8	-65,9	65,9

**EDS-belastingen geleiders**

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	0,0	0,0	4,7	-17,4	17,4
380ct1f1	0,0	0,0	39,6	-131,3	131,3
380ct1f2	0,0	0,0	39,6	-131,3	131,3
380ct1f3	0,0	0,0	39,6	-131,3	131,3
380ct2f1	0,0	0,0	39,6	-131,3	131,3
380ct2f2	0,0	0,0	39,6	-131,3	131,3
380ct2f3	0,0	0,0	39,6	-131,3	131,3
bl2	0,0	0,0	4,6	-16,9	16,9

**Controle uplift SLS-wind**

Combinatie: Geleider	Fz_ba	Fz_ah
	[kN]	[kN]
SLS 4    bl1	2,5	2,5
380ct1f1	20,4	20,4
380ct1f2	20,3	20,3
380ct1f3	20,3	20,3
380ct2f1	20,4	20,4
380ct2f2	20,3	20,3
380ct2f3	20,3	20,3
bl2	2,4	2,4

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S+9\_s  
 Mast: 1057

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

Combinatie	Combination	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_90		0	351	320	18177	0	0
ULS 1a_0,9_90		0	351	229	18177	0	0
ULS 3_90		0	201	509	10503	0	0
ULS 3_0,9_90		0	201	406	10502	0	0
SLS 7		0	0	247	1	0	0

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

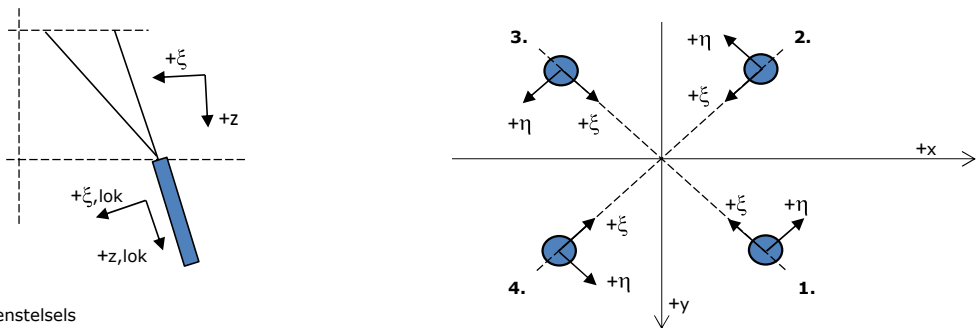
Combinatie	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_90	0	668	806	28609	0	0
ULS 3_90	0	296	995	13632	0	0
SLS 7	0	0	652	1	0	0

**Fundatiebelastingen, selectie belastingcombinaties op basis grootste waarde**

Combinatie	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_90	0	668	806	<b>28609</b>	0	0
ULS 1a_0,9_0,9_0	390	0	542	1	<b>14269</b>	0
ULS 5a Ba 11	105	0	642	168	5296	<b>-998</b>
ULS 1a_45	302	474	789	<b>19478</b>	<b>10583</b>	0

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

**Oplegreacties op fundering per randstijl**



Assenstelsels

**Maximale drukbelasting**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_45	244	225	<b>1467</b>	13	-331	-20	1500
2	ULS 1a_0	130	-132	<b>798</b>	1	-185	-16	816
3	ULS 8 Ba	-90	-118	<b>714</b>	-20	-147	5	730
4	ULS 1a_135	-244	225	<b>1467</b>	-13	-331	-20	1500

**Maximale trekbelasting**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 8 Ba	-27	-55	<b>-333</b>	19	58	-13	-340
2	ULS 1a_0,9_0,9_135	-189	170	<b>-1135</b>	13	254	13	-1160
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	189	170	<b>-1135</b>	-13	254	13	-1160
4	ULS 1a_0,9_0,9_0	75	-77	<b>-467</b>	-1	108	9	-477

**Maximale torsiebelasting (positief)**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 5a Ah 11	22	-31	-56	<b>38</b>	6	-6	-57
2	ULS 5a Ba 21	33	-84	391	<b>37</b>	-83	0	400
3	ULS 5a Ba 21	-22	31	-56	<b>38</b>	6	-6	-57
4	ULS 5a Ah 11	-33	84	391	<b>37</b>	-83	0	400

**Maximale torsiebelasting (negatief)**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 5a Ba 11	33	84	391	<b>-37</b>	-83	0	400
2	ULS 5a Ah 21	22	31	-56	<b>-38</b>	6	-6	-57
3	ULS 5a Ah 21	-33	-84	391	<b>-37</b>	-83	0	400
4	ULS 5a Ba 11	-22	-31	-56	<b>-38</b>	6	-6	-57

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S+9\_s  
 Mast: 1057

#### Combinatie Ftrek+Fhor

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	ULS 8 Ba	-27	-55	<b>-333</b>	<b>19</b>	58	-13	-340
2	ULS 1a_0,9_0,9_135	-189	170	<b>-1135</b>	<b>13</b>	254	13	-1160
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	189	170	<b>-1135</b>	<b>-13</b>	254	13	-1160
4	ULS 1a_0,9_0,9_0	75	-77	<b>-467</b>	<b>-1</b>	108	9	-477

#### Permanente belasting

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 7	27	27	163	0	-38	-3	167
2	SLS 7	27	-27	163	0	-38	-3	167
3	SLS 7	-27	-27	163	0	-38	-3	167
4	SLS 7	-27	27	163	0	-38	-3	167

#### Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
Max. druk	ULS 1a_45	244	225	<b>1467</b>	13	-331	-20	1500
Max. trek	ULS 1a_0,9_0,9_45	189	170	<b>-1135</b>	-13	254	13	-1160
Max. pos. torsie	ULS 5a Ah 11	22	-31	-56	<b>38</b>	6	-6	-57
Max. neg. torsie	ULS 5a Ba 11	-22	-31	-56	<b>-38</b>	6	-6	-57
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0,9_0,9_45	189	170	<b>-1135</b>	<b>-13</b>	254	13	-1160

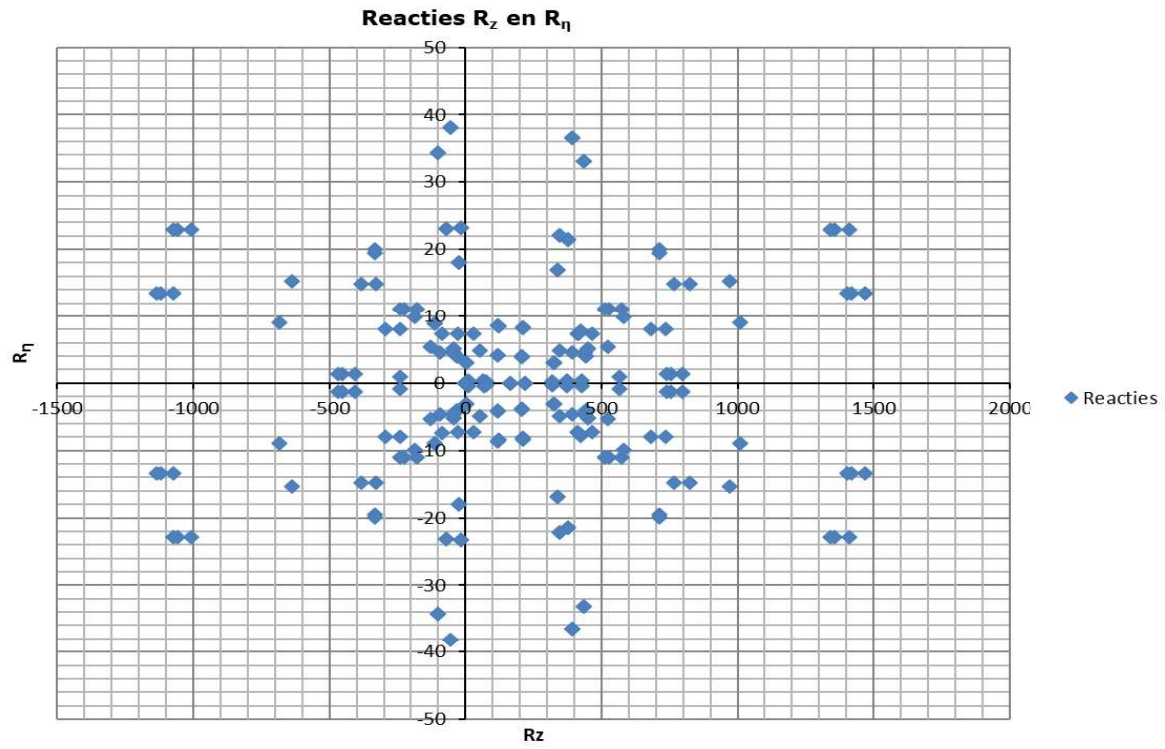
#### Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 7	27	27	<b>163</b>	0	-38	-3	167
2	SLS 1a_135	-114	101	<b>-682</b>	9	152	7	-697
3	SLS 1a_45	114	101	<b>-682</b>	-9	152	7	-697
4	SLS 1a_0	38	-39	<b>-239</b>	-1	55	4	-244

#### Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 1a_45	168	155	<b>1011</b>	9	-228	-14	1033
2	SLS 1a_0	92	-93	<b>565</b>	1	-131	-11	577
3	SLS 7	-27	-27	<b>163</b>	0	-38	-3	167
4	SLS 1a_135	-168	155	<b>1011</b>	-9	-228	-14	1033

Project: RLL-TLB380  
Masttype: S+9\_s  
Mast: 1057







Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+9\_s - bouwfase  
 Number: 1057

Auteur: TBR  
 Versie: v12.0

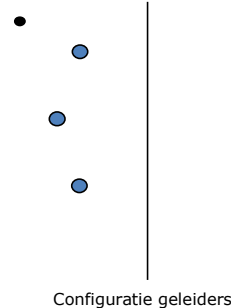
### Geleiderbelastingen

#### Algemeen

Benaming S+9\_s - bouwfase  
 Masttype Steunmast  
 Aantal circuits 1  
 Configuratie 2-circuit-verticaal  
 Aantal bliksemgeleiders 1

#### Uitgangspunten

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



#### Geleiders Back

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

#### Geleiders Ahead

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

#### Isolatoren (1)

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

1. Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset

#### Ophanghoogte en positie in mast

Circuits	Aanduiding	Nummer	Ophanghoogte	Aangrijppunt	Positie in mast Horizontale afstand
Circuit 1	10	380ct1f1	56,4 m	60,4 m	-6,7 m
Circuit 1	11	380ct1f2	46,4 m	50,4 m	-9,5 m
Circuit 1	12	380ct1f3	36,9 m	40,9 m	-6,4 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	61,3 m	61,6 m	12,1 m

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+9\_s - bouwfase  
 Number: 1057

**Hoogteaanpassing naastgelegen masten** (aanpassing wind- en weight span)

	Back	Ahead	
Verhoging voor windbelasting	3,0 m	3,0 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**

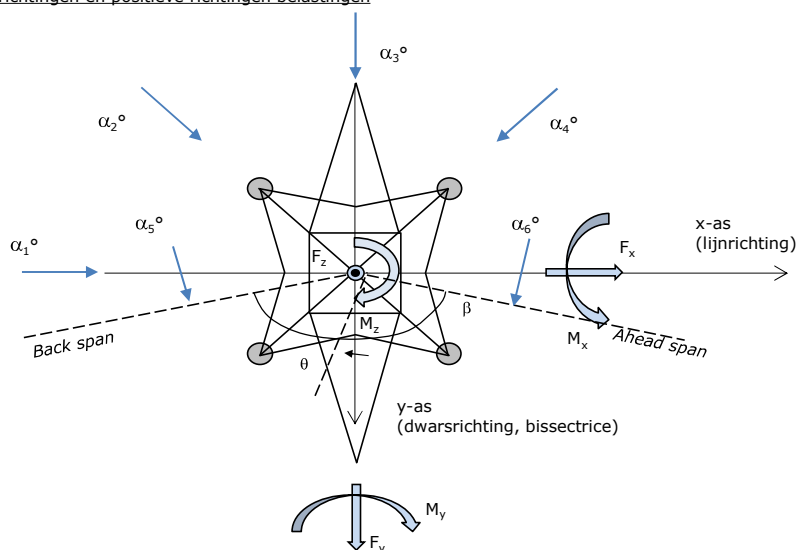
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h$ back	$\Delta h$ ahead	$\Delta y$ back	$\Delta y$ ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m

**Lijn- en mastgegevens**

	Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3)/\Sigma L}$	400,0	400,0 m
Lijnhoek	$\beta$	180 °
Rotatie mast t.o.v. bissectrice	$\theta$	0 °
Vaklengte	800	800 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Beschouwde windrichtingen	$\alpha_1$	0 °
Windrichtingen volgens:	$\alpha_2$	45 °
Geleiderbelastingen	$\alpha_3$	90 °
	$\alpha_4$	135 °
	$\alpha_5$	- °
	$\alpha_6$	- °

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

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



**Beschouwd aantal windrichtingen**

1a	4
3	4
4	1
6	1
Overig	1

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+9\_s - bouwfase  
 Number: 1057

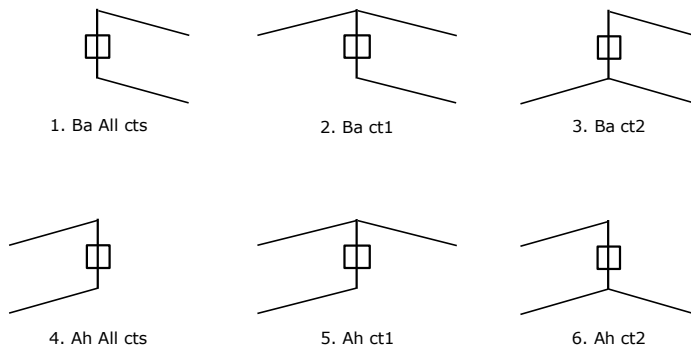
### Geleiderafval

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

### Belastingsituaties SPLS

Beschouwde situaties SPLS: SPLS voor steunmast niet van toepassing

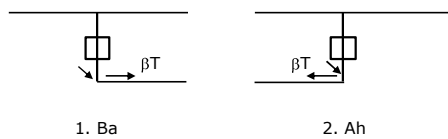
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+9\_s - bouwfase  
 Number: 1057

### Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

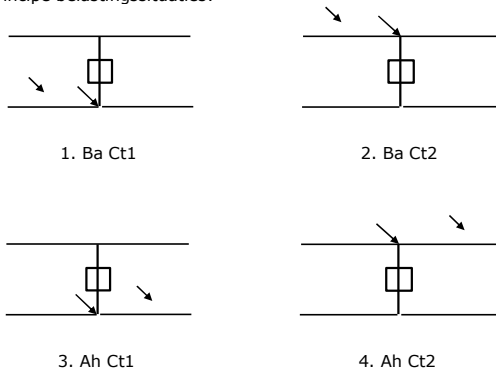
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden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

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

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

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

Principe belastingssituaties:



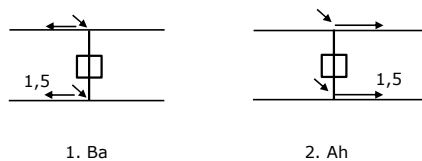
### Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

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

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

Belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders van het circuit.

Principe belastingssituaties:



### Belastingcombinatie 8. Lijndansen als dynamische belasting

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

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+9\_s - bouwfase  
 Number: 1057

## Mastconstructie

### Eigenschappen

Masttype	Steunmast	
Mastbenaming	S+9_s - bouwfase	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	64,7 m	
Gewicht mast	405,0 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	11,84	11,84 m
Helling van de randstijl	0,150	0,150 -
Factor spatkracht	1,1	1,1 -

### Berekening windbelasting

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

### Eigenschappen mastsecties langsrichting (vooraanzicht, yz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	19,90	11,84	5,87	19,90	0,150	176,17	28,26	0,16	3,11
Eerste tussenstuk	32,20	5,87	4,54	12,30	0,054	64,01	14,52	0,23	2,82
Tweede tussenstuk	40,90	4,54	3,60	8,70	0,054	35,41	8,30	0,23	2,79
Bovenstuk 1	50,40	3,60	2,92	9,50	0,036	30,97	8,47	0,27	2,63
Bovenstuk 2	63,00	2,92	2,01	12,60	0,036	31,06	8,18	0,26	2,67
Topstuk	64,70	2,01		1,70		1,71	0,32	0,18	3,00
Ondertraverse	40,90	8,10		3,00		12,15	3,06	0,25	2,71
Middentraverse	50,40	11,95		2,80		16,73	4,07	0,24	2,75
Boventraverse	60,40	10,60		2,60		13,78	3,86	0,28	2,61

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

Omschrijving	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	19,90	11,84	5,87	19,90	0,150	176,17	28,26	0,16	3,11
Eerste tussenstuk	32,20	5,87	4,54	12,30	0,054	64,01	14,52	0,23	2,82
Tweede tussenstuk	40,90	4,54	3,60	8,70	0,054	35,41	8,30	0,23	2,79
Bovenstuk 1	50,40	3,60	2,92	9,50	0,036	30,97	8,47	0,27	2,63
Bovenstuk 2	63,00	2,92	2,01	12,60	0,036	31,06	8,18	0,26	2,67
Topstuk	64,70	2,01		1,70		1,71	0,32	0,18	3,00
Ondertraverse	40,90	8,10		3,00		12,15	3,06	0,25	2,71
Middentraverse	50,40	11,95		2,80		16,73	4,07	0,24	2,75
Boventraverse	60,40	10,60		2,60		13,78	3,86	0,28	2,61

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

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+9\_s - bouwfase  
 Number: 1057

#### Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m <sup>2</sup> /m)	Factor	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk	0,14	0,71	19,9	2,0
Eerste tussenstuk	0,14	0,71	12,3	1,2
Tweede tussenstuk	0,14	0,71	8,7	0,9
Bovenstuk 1	0,14	0,71	9,5	0,9
Bovenstuk 2				

#### Invoer antennes

Omschrijving	A (m <sup>2</sup> )	h (m)	C <sub>i</sub> (m)
Antenne top			
Antenne o.t.	4,7	47,2	1,5

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>x1</sub> [kN]	F <sub>x2</sub> [kN]	F <sub>x3</sub> [kN]	F <sub>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>y1</sub> [kNm]	M <sub>y2</sub> [kNm]	M <sub>y3</sub> [kNm]	M <sub>y4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,70	61,6	52,3	0,0	-52,3	10,0	612,9	520,1	0,0	-520,1
Eerste tussenstuk	0,95	38,8	32,9	0,0	-32,9	26,1	1011,5	858,3	0,0	-858,3
Tweede tussenstuk	1,04	24,1	20,5	0,0	-20,5	36,6	882,4	748,7	0,0	-748,7
Bovenstuk 1	1,11	24,8	21,0	0,0	-21,0	45,7	1131,1	959,8	0,0	-959,8
Bovenstuk 2	1,17	25,6	21,7	0,0	-21,7	56,7	1453,3	1233,2	0,0	-1233,2
Topstuk	1,21	1,1	1,0	0,0	-1,0	63,9	73,1	62,0	0,0	-62,0
Ondertraverse	1,08	18,0	10,7	0,0	-10,7	41,9	754,9	448,4	0,0	-448,4
Middentraverse	1,14	25,6	15,2	0,0	-15,2	51,3	1314,1	780,5	0,0	-780,5
Boventraverse	1,20	24,1	14,3	0,0	-14,3	61,3	1476,2	876,8	0,0	-876,8
<b>Totaal</b>		<b>243,8</b>	<b>189,7</b>	<b>0,0</b>	<b>-189,7</b>		<b>8709,5</b>	<b>6487,8</b>	<b>0,0</b>	<b>-6487,8</b>

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>y1</sub> [kN]	F <sub>y2</sub> [kN]	F <sub>y3</sub> [kN]	F <sub>y4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>x1</sub> [kNm]	M <sub>x2</sub> [kNm]	M <sub>x3</sub> [kNm]	M <sub>x4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,70	0,0	52,3	61,6	52,3	10,0	0,0	520,1	612,9	520,1
Eerste tussenstuk	0,95	0,0	32,9	38,8	32,9	26,1	0,0	858,3	1011,5	858,3
Tweede tussenstuk	1,04	0,0	20,5	24,1	20,5	36,6	0,0	748,7	882,4	748,7
Bovenstuk 1	1,11	0,0	21,0	24,8	21,0	45,7	0,0	959,8	1131,1	959,8
Bovenstuk 2	1,17	0,0	21,7	25,6	21,7	56,7	0,0	1233,2	1453,3	1233,2
Topstuk	1,21	0,0	1,0	1,1	1,0	63,9	0,0	62,0	73,1	62,0
Ondertraverse	1,08	0,0	10,7	7,2	10,7	41,9	0,0	448,4	301,9	448,4
Middentraverse	1,14	0,0	15,2	10,2	15,2	51,3	0,0	780,5	525,6	780,5
Boventraverse	1,20	0,0	14,3	9,6	14,3	61,3	0,0	876,8	590,5	876,8
<b>Totaal</b>		<b>0,0</b>	<b>189,7</b>	<b>203,2</b>	<b>189,7</b>		<b>0,0</b>	<b>6487,8</b>	<b>6582,4</b>	<b>6487,8</b>

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

Belasting / windrichting	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Permanente belasting	0	0	405	0	0	0
Windrichting 0°	252	0	0	0	9082	0
Windrichting 45°	195	195	0	6751	6751	0
Windrichting 90°	0	211	0	6955	0	0
Windrichting 135°	-195	195	0	6751	-6751	0

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+9\_s - bouwfase  
 Number: 1057

### Tussenresultaten geleiderbelastingen

#### Geleiders back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	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 <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
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 <sup>2</sup> ]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	4,50	1	4,5	4,0	2,0	58,90	1,18	1,2	2,84
380ct1f2	4,50	1	4,5	4,0	2,0	48,90	1,13	1,2	2,71
380ct1f3	4,50	1	4,5	4,0	2,0	39,40	1,07	1,2	2,56
bl1	0,10	1	0,1	0,3	0,1	61,95	1,20	1,2	0,14

Project: RLL-TLB380  
 Tower: S+9\_s - bouwfase  
 Number: 1057

**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 <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	51,0	1,14	0,62	0,62	0,96	33,37	90,3	90,3	51,8	175,7	175,7
380ct1f2	41,0	1,08	0,60	0,60	0,98	33,37	84,6	84,6	51,8	161,3	161,3
380ct1f3	31,5	1,00	0,58	0,58	1,00	33,37	77,8	77,8	51,8	144,9	144,9
bl1	55,9	1,17	0,63	0,63	1,18	22,45	19,4	19,4	63,8	56,0	56,0

**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 <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	51,0	1,14	0,62	0,62	0,96	33,37	90,3	90,3	51,8	175,7	175,7
380ct1f2	41,0	1,08	0,60	0,60	0,98	33,37	84,6	84,6	51,8	161,3	161,3
380ct1f3	31,5	1,00	0,58	0,58	1,00	33,37	77,8	77,8	51,8	144,9	144,9
bl1	55,9	1,17	0,63	0,63	1,18	22,45	19,4	19,4	63,8	56,0	56,0

NB: belastingen  $w_v$  gelden voor bundel



Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S+9\_s - bouwfase  
 Mast: 1057

Auteur: TBR  
 Versie: v12.0

### Geleiderbelastingen

**Uitgangspunten**  
 Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2  
 Referentieperiode 15 jaar

ULS (bezwijksterkte)		NEN-EN50341-2-15:2019							
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$\gamma_G$		$\gamma_Q$			$\gamma_a$ $A_k$	
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$		
ULS 1a	Wind	10°	1,20	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	
<b>SPLS (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)</b>			$\gamma_G$		$\gamma_Q$				
			$G_k$	$G_k$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$	
SPLS 1a	Wind	10°	1,20	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	
<b>SLS (controle van de vervormingen, vermoeiing, EDS)</b>			$G_k$		$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$	
SLS 1a	Wind	10°	1,00	1,00	0,0	0,87	0,0	0,0	
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,26	0,71	0,0	
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,17	0,0	0,0	
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,17	0,0	0,0	
SLS 7	PB (EDS, geen wind)	10°	1,00	1,00	0,0	0,00	0,0	0,0	

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

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S+9\_s - bouwfase  
 Mast: 1057

### 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	-54,6	54,6	4,9	4,9	8,2	8,2
380ct1f1	-241,5	241,5	24,4	24,4	34,6	34,6
380ct1f2	-238,6	238,6	22,9	22,9	34,6	34,6
380ct1f3	-235,6	235,6	21,1	21,1	34,5	34,5

#### Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	481,0	496,3	481,0
380ct1f1	481,0	495,8	481,0
380ct1f2	481,0	495,6	481,0
380ct1f3	481,0	495,4	481,0

#### Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	551,7	471,3
380ct1f1	515,1	482,0
380ct1f2	511,6	481,1
380ct1f3	507,5	480,1

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

Voor alle geleiders

	Max. weight span	Min. weight span	Wind / Weight span verhouding
	551,7 m	334,7 m	1,379 -
			0,837 -

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S+9\_s - bouwfase  
 Mast: 1057

Geleider	Maximale waarden back+ahead span			Maximale waarden trekkracht geleider	
	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	26,1	9,9	16,4	-54,6	54,6
380ct1f1	105,1	48,8	69,2	-241,5	241,5
380ct1f2	105,1	45,8	69,1	-238,6	238,6
380ct1f3	105,1	42,2	69,0	-235,6	235,6

EDS-belastingen geleiders					
Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	0,0	0,0	4,7	-17,4	17,4
380ct1f1	0,0	0,0	39,6	-131,3	131,3
380ct1f2	0,0	0,0	39,6	-131,3	131,3
380ct1f3	0,0	0,0	39,6	-131,3	131,3

Controle uplift SLS-wind			
Combinatie:	Geleider	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4	bl1	2,4	2,4
	380ct1f1	20,3	20,3
	380ct1f2	20,3	20,3
	380ct1f3	20,3	20,3

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S+9\_s - bouwfase  
 Mast: 1057

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

Combinatie	Combination	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_90		0	147	157	6537	0	0
ULS 1a_0,9_90		0	147	116	6803	0	0
ULS 3_90		0	84	224	3022	0	0
ULS 3_0,9_90		0	84	177	3306	0	0
SLS 7		0	0	124	-837	0	0

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

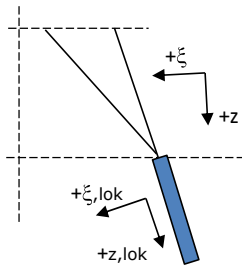
Combinatie	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_90	0	411	643	15252	0	0
ULS 3_90	0	163	710	5636	0	0
SLS 7	0	0	529	-837	0	0

**Fundatiebelastingen, selectie belastingcombinaties op basis grootste waarde**

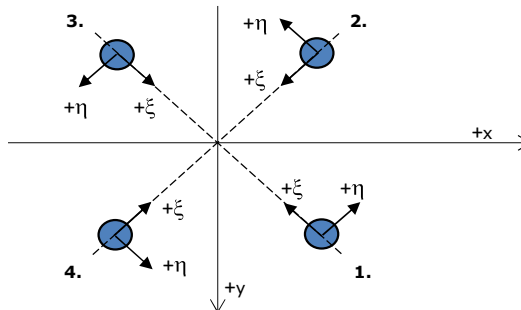
Combinatie	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_0,9_0,9_90	0	411	449	<b>15726</b>	0	0
ULS 1a_0	321	0	633	-1000	<b>11650</b>	-36
ULS 5a Ba 11	105	0	515	-681	5296	<b>-998</b>
ULS 1a_0,9_0,9_45	248	320	452	<b>11769</b>	<b>8650</b>	-26

*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]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_45	167	167	<b>1004</b>	0	-236	-23	1026
2	ULS 1a_0	114	-107	<b>693</b>	-5	-156	-9	708
3	ULS 8 Ba	-70	-60	<b>459</b>	7	-91	6	470
4	ULS 1a_135	-167	167	<b>1004</b>	0	-236	-23	1026

**Maximale trekbelasting**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 5a Ah 10	5	-38	<b>-170</b>	30	23	-13	-174
2	ULS 1a_0,9_0,9_135	-126	121	<b>-749</b>	3	175	16	-766
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	126	121	<b>-749</b>	-3	175	16	-766
4	ULS 1a_0,9_0	65	-62	<b>-405</b>	2	90	4	-414

**Maximale torsiebelasting (positief)**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 5a Ah 11	11	-37	-124	<b>34</b>	18	-8	-126
2	ULS 5a Ah 11	-21	-5	-66	<b>19</b>	11	-3	-68
3	ULS 5a Ah 11	-73	-37	381	<b>26</b>	-78	3	390
4	ULS 5a Ah 11	-22	79	324	<b>41</b>	-71	-3	331

**Maximale torsiebelasting (negatief)**

Index	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 5a Ba 11	22	79	324	<b>-41</b>	-71	-3	331
2	ULS 5a Ba 11	73	-37	381	<b>-26</b>	-78	3	390
3	ULS 5a Ba 11	21	-5	-66	<b>-19</b>	11	-3	-68
4	ULS 5a Ba 11	-11	-37	-124	<b>-34</b>	18	-8	-126

Project: RLL-TLB380  
 Masttype: S+9\_s - bouwfase  
 Mast: 1057

#### Combinatie Ftrek+Fhor

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	ULS 5a Ah 10	5	-38	<b>-170</b>	<b>30</b>	23	-13	-174
2	ULS 1a_0,9_0,9_135	-126	121	<b>-749</b>	<b>3</b>	175	16	-766
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	126	121	<b>-749</b>	<b>-3</b>	175	16	-766
4	ULS 1a_0,9_0	65	-62	<b>-405</b>	<b>2</b>	90	4	-414

#### Permanente belasting

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 7	16	22	97	-4	-27	-6	99
2	SLS 7	28	-22	168	-4	-35	1	171
3	SLS 7	-28	-22	168	4	-35	1	171
4	SLS 7	-16	22	97	4	-27	-6	99

#### Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
Max. druk	ULS 1a_45	167	167	<b>1004</b>	0	-236	-23	1026
Max. trek	ULS 1a_0,9_0,9_45	126	121	<b>-749</b>	-3	175	16	-766
Max. pos. torsie	ULS 5a Ah 11	-22	79	324	<b>41</b>	-71	-3	331
Max. neg. torsie	ULS 5a Ba 11	22	79	324	<b>-41</b>	-71	-3	331
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0,9_0,9_45	126	121	<b>-749</b>	<b>-3</b>	175	16	-766

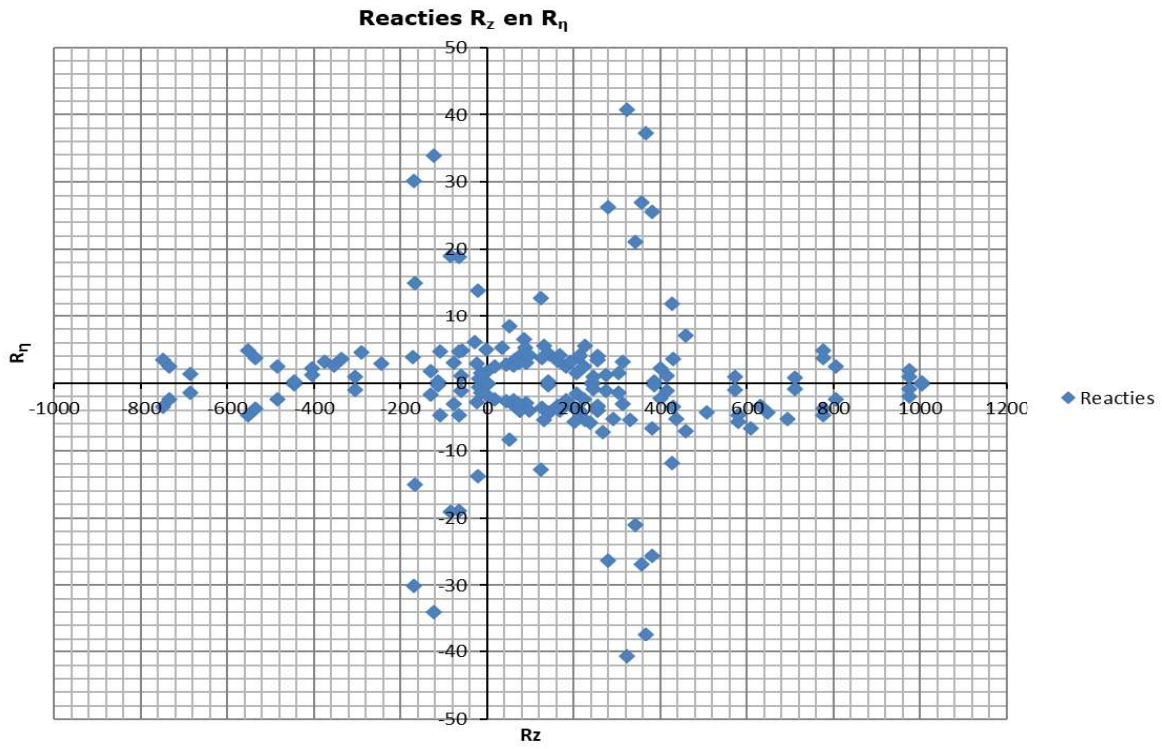
#### Maximale trekbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 7	16	22	<b>97</b>	-4	-27	-6	99
2	SLS 1a_135	-75	75	<b>-445</b>	0	106	12	-455
3	SLS 1a_45	75	75	<b>-445</b>	0	106	12	-455
4	SLS 1a_0	39	-35	<b>-243</b>	3	52	1	-249

#### Maximale drukbelasting SLS

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 1a_45	118	119	<b>710</b>	-1	-168	-17	726
2	SLS 1a_0	84	-77	<b>508</b>	-4	-114	-6	519
3	SLS 7	-28	-22	<b>168</b>	4	-35	1	171
4	SLS 1a_135	-118	119	<b>710</b>	1	-168	-17	726

Project: RLL-TLB380  
Masttype: S+9\_s - bouwfase  
Mast: 1057



## Hoisting load

RLL-TLB  
S+9/s

Date: 2021-07-26  
Author: TBR  
Version: 1.1

### Uitvoer geleiderbelastingen

Belastingcombi	nummer	Fxtotaal	Fytotaal	Fztotaal	Ftrekahead	Ftrekback
<b>ULS 6b_90</b>	10	<b>0,0</b>	<b>9,8</b>	<b>47,6</b>	159,4	-159,4
	11	<b>0,0</b>	<b>9,2</b>	<b>47,6</b>	159,0	-159,0
	12	<b>0,0</b>	<b>8,4</b>	<b>47,6</b>	158,4	-158,4
	1	<b>0,0</b>	<b>2,0</b>	<b>5,7</b>	21,9	-21,9
	20	<b>0,0</b>	<b>9,8</b>	<b>47,6</b>	159,4	-159,4
	21	<b>0,0</b>	<b>9,2</b>	<b>47,6</b>	159,0	-159,0
	22	<b>0,0</b>	<b>8,4</b>	<b>47,6</b>	158,4	-158,4
	3	<b>0,0</b>	<b>2,0</b>	<b>5,7</b>	21,9	-21,9

Extra belastingfactor voor hijsen:  $\gamma_{f,dyn} = 1,2$  kN  
 Extra belasting voor hijsmiddelen:  $F_{kar} = 1$  kN  
 Rekenwaarde:  $F_{Ed} = 1,2$  kN

### Invoer in PLS-TOWER

Load Case	Joint Label	Vertical Load (N)	Transverse Load (N)	Longitudinal Load (N)	Load Comment
Hoisting load	10P_12XF0.50S	58558	9763	0	
Hoisting load	10P_12XF0.50X	58558	9763	0	
Hoisting load	7P_39XF0.50S	58532	9159	0	
Hoisting load	7P_39XF0.50X	58532	9159	0	
Hoisting load	4P_63XF0.50S	58503	8445	0	
Hoisting load	4P_63XF0.50X	58503	8445	0	



## **APPENDIX B**

### **Resultaten PLS-TOWER**

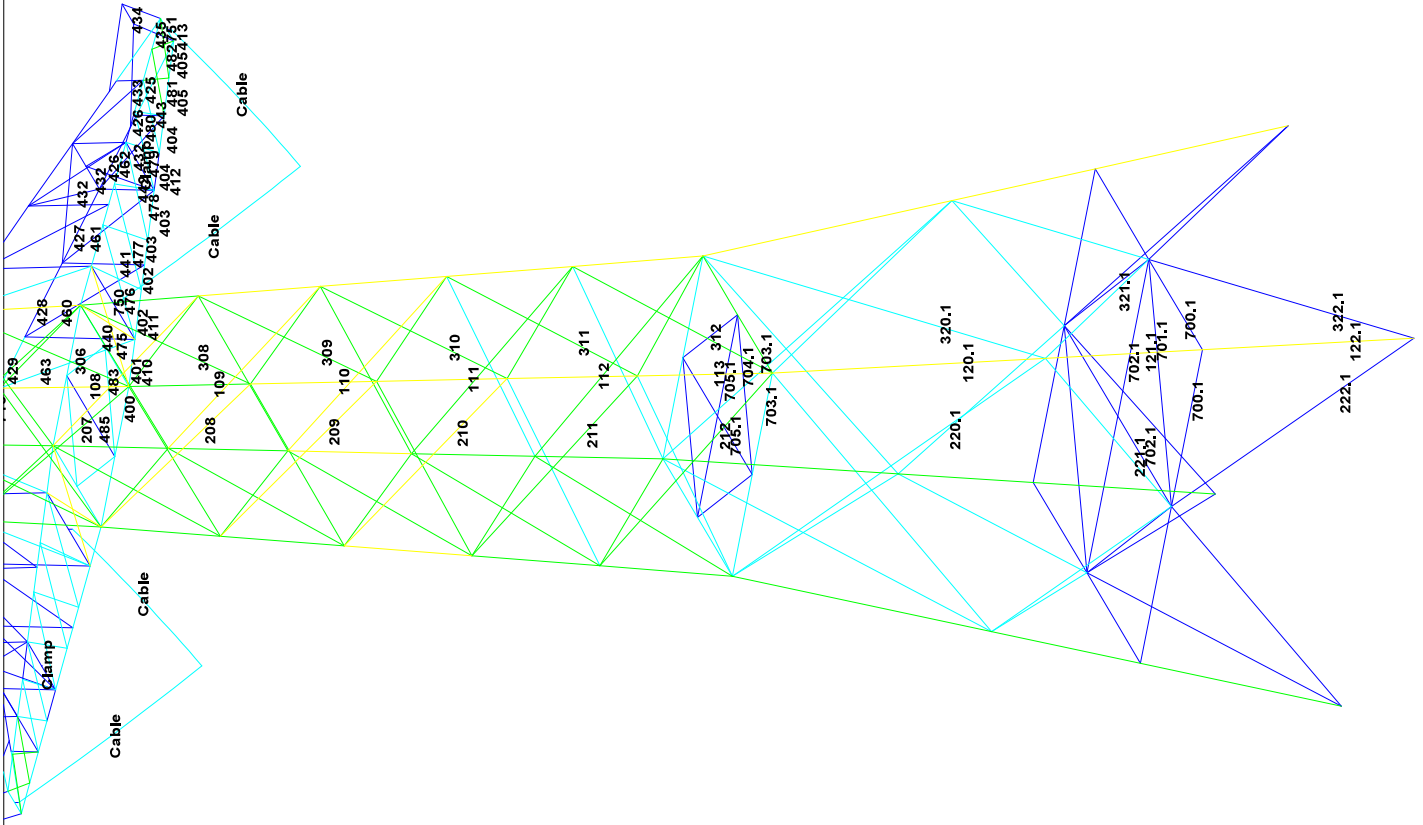
---

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 (S+9/s). De resultaten van het onderstuk zijn voor alle masten opgenomen.

Resultaten opgenomen voor:

- Masttype S-3
- Masttype S+0
- Masttype S+3
- Masttype S+6
- Masttype S+9.



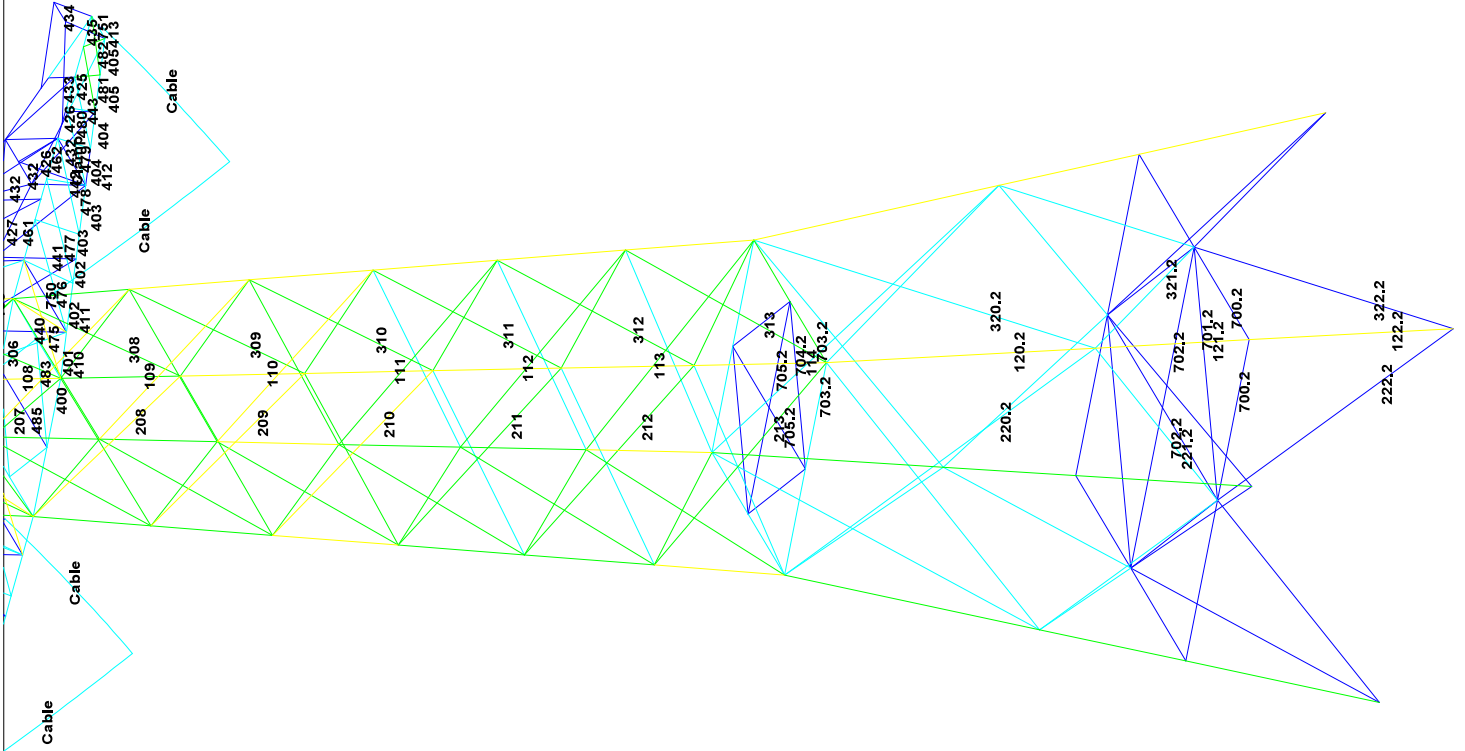


Assessment of angle groups - Lower structure

Date 26-7-2021
Author MRE
Version 1.0

RLI-7BG
5-3/s

Table with 16 columns: Group Label, Description, Type, Position, Size, Quality, Bolt, #s, P1, P2, R1, R2, Slenderness, Compression, Buckling, Shear (Comp) Jntg (Comp), U.C. (Comp) Jntg (Comp), Tension (Comp) Jntg (Comp), Net Section Area (Tension), Net Section Area (Shear), U.C. (Tension) Jntg (Tension), Jntg (Tension) Jntg (Tension).

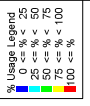
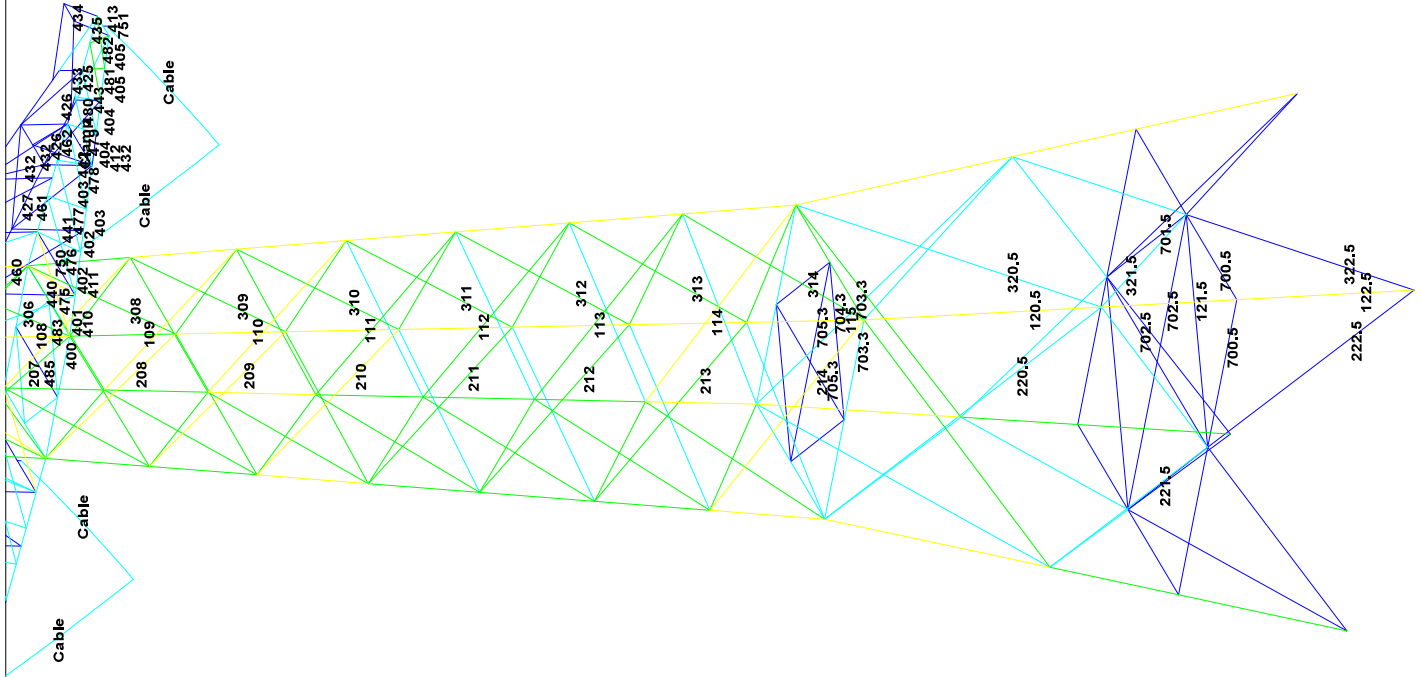


Assessment of angle groups - Lower structure

Date 26-7-2021  
 Author MRE  
 Version 1.0

RL-78G  
 S+0/s

Group Label	Description	Type	Foot	Qual	Q1	Q2	#shl	Q1	Q2	RC	RCY	SL	Slenderness	Compress	Use Case	Compress	Buckling	Shear (Comp)	aring (Comp)	U.C. (Comp)	redance (Comp)	Tensile (Comp)	Use Case	Tension	Net Section	ear (Tens)	ring (Tens)	U.C. (Tens)	ince (Tens)
110	Main top	EA	150x150x15	S355	6924-8.R1	2	35	40	80	0.52	0.52	0.52	52	-1072.7	U.S. 1a_0_0_9_20	121.6	1696.6	2090.0	0.00	130.6	0.81	850.9	U.S. 1a_0_0_9_20	121.6	1696.6	2090.0	0.00	130.6	0.81
111	Main top	EA	150x150x15	S355	6924-8.R1	2	35	40	80	0.52	0.52	0.52	53	-1184.6	U.S. 1a_0_0_9_20	125.2	1696.6	2090.0	0.00	130.6	0.92	871.2	U.S. 1a_0_0_9_20	124.9	1696.6	2090.0	0.00	130.6	0.78
112	Main top	EA	180x180x16	S355	6924-8.R1	2	35	40	80	0.52	0.52	0.52	46	-1469.9	U.S. 1a_0_0_9_20	170.8	2168.8	2840.0	0.00	170.8	0.62	1185.3	U.S. 1a_0_0_9_20	166.7	2168.8	2840.0	0.00	170.8	0.60
114	Main top	EA	180x180x16	S355	6924-8.R1	2	35	40	80	0.52	0.52	0.52	46	-1468.3	U.S. 1a_0_0_9_20	170.8	2168.8	2840.0	0.00	170.8	0.88	1271.9	U.S. 1a_0_0_9_135	166.4	2168.8	2840.0	0.00	170.8	0.77
120.2	Main top	EA	180x180x18	S355	6924-8.R1	2	35	40	80	0.59	0.59	0.59	50	-1858.6	U.S. 1a_0_0_9_135	185.9	2168.8	2840.0	0.00	185.9	0.81	1505.2	U.S. 1a_0_0_9_135	185.6	2168.8	2840.0	0.00	185.6	0.70
122.2	Main top	EA	180x180x18	S355	6924-8.R1	2	35	40	80	0.53	0.53	0.53	44	-1856.4	U.S. 1a_0_0_9_135	193.7	2168.8	2840.0	0.00	193.7	0.88	1256.7	U.S. 1a_0_0_9_135	185.6	2168.8	2840.0	0.00	185.6	0.88
208	Diag front face	EA	90x90x8	S355	20924-8.R1	1	35	40	80	0.59	0.59	0.59	138	-1189.2	U.S. 1a_0_0_9_20	149.2	271.1	282.2	0.00	149.2	0.87	118.6	U.S. 1a_0_0_9_20	217.4	271.1	282.2	0.00	217.4	0.55
210	Diag front face	EA	90x90x8	S355	20924-8.R1	1	35	40	80	0.52	0.52	0.52	157	-1114.4	U.S. 1a_0_0_9_20	125.9	271.1	282.2	0.00	125.9	0.68	104.6	U.S. 1a_0_0_9_20	217.4	271.1	282.2	0.00	217.4	0.48
211	Diag front face	EA	100x100x8	S355	20924-8.R1	1	35	40	80	0.52	0.52	0.52	148	-163.8	U.S. 1a_0_0_9_20	152.1	271.1	282.2	0.00	152.1	0.68	104.1	U.S. 1a_0_0_9_20	246.8	271.1	282.2	0.00	246.8	0.42
212	Diag front face	EA	100x100x8	S355	20924-8.R1	1	35	40	80	0.52	0.52	0.52	148	-63.3	U.S. 1a_0_0_9_20	131.4	271.1	282.2	0.00	131.4	0.72	80.9	U.S. 1a_0_0_9_20	246.8	271.1	282.2	0.00	246.8	0.36
213	Diag front face	EA	100x100x8	S355	20924-8.R1	1	35	40	80	0.52	0.52	0.52	164	-63.3	U.S. 1a_0_0_9_20	153.6	271.1	282.2	0.00	153.6	0.41	59.2	U.S. 5a_Bn 21	305.3	271.1	328.6	0.00	305.3	0.22
216.2	Diag front face	EA	100x100x10	S355	20924-8.R1	1	35	40	80	1.00	1.00	1.00	166	-64.8	U.S. 5a_Bn 21	153.1	271.1	352.8	0.00	153.1	0.25	45.6	U.S. 1a_0_0_9_20	395.3	271.1	328.6	0.00	395.3	0.16
221.2	Diag front face	EA	100x100x10	S355	20924-8.R1	1	35	40	80	1.00	1.00	1.00	148	-106.2	U.S. 5a_Ah 11	148.2	271.1	282.2	0.00	148.2	0.72	107.0	U.S. 5a_Ah 11	217.4	271.1	263.7	0.00	217.4	0.49
308.2	Diag side face	EA	90x90x8	S355	20924-8.R1	1	35	40	80	0.52	0.52	0.52	138	-97.6	U.S. 5a_Ah 11	171.1	271.1	282.2	0.00	171.1	0.71	97.4	U.S. 5a_Ah 11	217.4	271.1	263.7	0.00	217.4	0.45
309	Diag side face	EA	90x90x8	S355	20924-8.R1	1	35	40	80	0.52	0.52	0.52	147	-74.4	U.S. 5a_Ah 11	146.5	271.1	282.2	0.00	146.5	0.53	75.8	U.S. 5a_Ah 11	246.8	271.1	263.7	0.00	246.8	0.31
312	Diag side face	EA	100x100x8	S355	20924-8.R1	1	35	40	80	0.52	0.52	0.52	157	-74.4	U.S. 5a_Ah 11	146.5	271.1	282.2	0.00	146.5	0.54	80.6	U.S. 5a_Ah 11	246.8	271.1	263.7	0.00	246.8	0.33
316.2	Diag side face	EA	100x100x8	S355	20924-8.R1	1	35	40	80	0.52	0.52	0.52	166	-79.8	U.S. 5a_Ah 11	151.4	271.1	328.6	0.00	151.4	0.54	66.7	U.S. 5a_Ah 11	305.3	271.1	328.6	0.00	305.3	0.27
322.2	Diag side face	EA	100x100x10	S355	20924-8.R1	1	35	40	80	1.00	1.00	1.00	166	-53.8	U.S. 5a_Bn 10	153.1	271.1	352.8	0.00	153.1	0.25	54.3	U.S. 5a_Ah 10	305.3	271.1	328.6	0.00	305.3	0.20
701.2	Hor. ribn bracing hip structure	EA	80x80x8 (not count)	S355	14920-8.R1	1	45	35	25	0.50	0.50	0.50	243	-2.8	U.S. 1a_0_0_9_135	117.6	94.1	117.6	0.10	94.1	0.10	4.6	U.S. 1a_0_0_9_45	150.5	94.1	106.9	0.00	150.5	0.05
702.2	Hor. ribn bracing hip structure	DFA	80x80x8 (not count)	S355	14920-8.R1	1	35	25	25	0.50	0.50	0.50	238	-6.6	U.S. 1a_0_0_9_45	121.6	60.2	84.1	0.01	84.1	0.01	0.0	U.S. 1a_0_0_9_90	106.4	60.2	71.2	0.00	106.4	0.00
704.2	2nd ribn bracing	EA	80x80x8	S355	14920-8.R1	1	45	35	25	0.50	0.50	0.50	246	-1.6	U.S. 1a_0_0_9_135	117.6	94.1	117.6	0.08	94.1	0.08	5.4	U.S. 1a_0_0_9_135	112.9	94.1	86.2	0.00	112.9	0.07
705.2	2nd ribn bracing	DFA	60x60x6 (not count)	S355	14920-8.R1	1	45	35	25	0.50	0.50	0.50	236	-4.1	U.S. 3_0	64.9	84.1	88.2	0.00	84.1	0.00	0.0	U.S. 5a_Bn 21	112.9	84.1	86.2	0.00	112.9	0.00

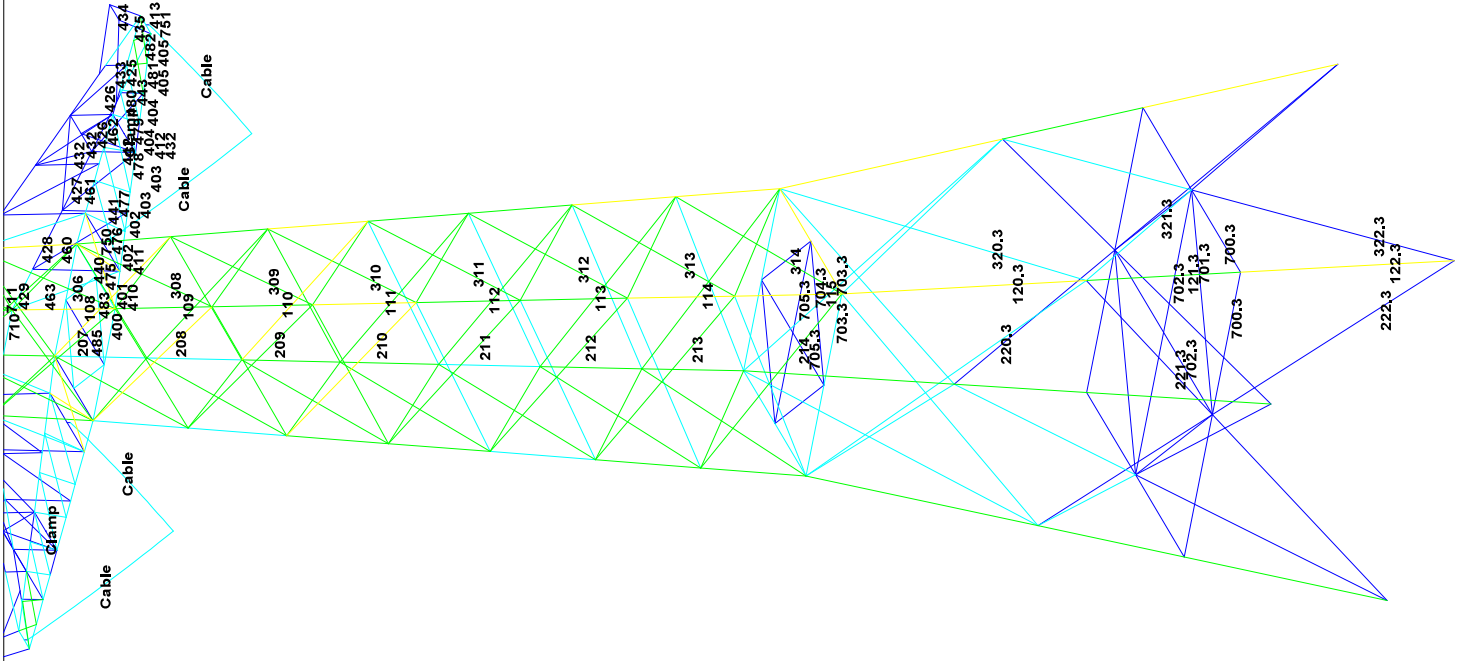


Assessment of angle groups - Lower structure

Date 26-7-2021  
 Author MRE  
 Version 1.0

RL-L7BG  
 S+0/s

Group Label	Description	Type	Foot	Steel Quality	#shp.1-c1	e2	p1	UX	RY	RZ	Slenderness	Compress	Local Class	Compress	Buckling	Shear (Comp)	Wring (Comp)	U.C. (Comp)	Wring (Comp)	U.C. (Comp)	Wring (Comp)	Met Section ear (Tens) Wring (Tens)	Met Section ear (Tens) Wring (Tens)	U.C. (Tens)	Wring (Tens)
110	Main leg	EA	150x150x15	S355	2	55	40	0.52	0.52	0.52	52	-1053.0	U.S. 1a, 135	1274.6	0.0	1587.6	0.43	1626.6	0.43	1626.6	1526.5	166.6	1492.6	0.48	
111	Main leg	EA	150x150x15	S355	2	55	40	0.52	0.52	0.52	53	-1166.3	U.S. 1a, 0_0, 90	1255.2	0.0	1571.6	0.43	1626.6	0.43	1626.6	1526.5	166.6	1492.6	0.48	
112	Main leg	EA	180x180x16	S355	2	55	40	0.52	0.52	0.52	52	-1203.3	U.S. 1a, 135	1703.8	0.0	1691.4	0.43	1626.6	0.43	1626.6	1526.5	166.6	1492.6	0.48	
113	Main leg	EA	180x180x16	S355	2	55	40	0.52	0.52	0.52	46	-1553.3	U.S. 1a, 135	1703.8	0.0	1691.4	0.43	1626.6	0.43	1626.6	1526.5	166.6	1492.6	0.48	
114	Main leg	EA	180x180x16	S355	2	55	40	0.52	0.52	0.52	46	-1553.3	U.S. 1a, 45	1703.8	0.0	1691.4	0.43	1626.6	0.43	1626.6	1526.5	166.6	1492.6	0.48	
115	Main leg	EA	180x180x16	S355	2	55	40	0.52	0.52	0.52	56	-1681.6	U.S. 1a, 45	1703.8	0.0	1691.4	0.43	1626.6	0.43	1626.6	1526.5	166.6	1492.6	0.48	
116	Main leg	EA	180x180x16	S355	2	55	40	0.52	0.52	0.52	56	-1681.6	U.S. 1a, 90	1703.8	0.0	1691.4	0.43	1626.6	0.43	1626.6	1526.5	166.6	1492.6	0.48	
121.5	Main leg	EA	180x180x18	S355	2	55	40	0.33	0.33	0.33	33	-1855.5	U.S. 1a, 45	2644.0	0.0	2168.8	0.41	2168.8	0.41	2168.8	1853.6	218.2	1635.4	0.74	
122.5	Main leg	EA	180x180x18	S355	2	55	40	0.33	0.33	0.33	43	-1660.9	U.S. 1a, 45	1931.0	0.0	1668.8	0.41	2168.8	0.41	2168.8	1853.6	218.2	1635.4	0.74	
209	Diag front face	EA	90x90x8	S355	2	55	40	0.52	0.52	0.52	149	-114.8	U.S. 1a, 90	1371.1	0.0	282.2	0.64	271.1	0.64	271.1	215.4	271.1	215.4	0.56	
210	Diag front face	EA	90x90x8	S355	2	55	40	0.52	0.52	0.52	157	-115.2	U.S. 1a, 90	1258.9	0.0	282.2	0.64	271.1	0.64	271.1	215.4	271.1	215.4	0.49	
211	Diag front face	EA	100x100x8	S355	2	55	40	0.52	0.52	0.52	159	-105.1	U.S. 1a, 90	1465.5	0.0	271.1	0.75	282.2	0.75	282.2	246.8	271.1	263.7	0.40	
212	Diag front face	EA	100x100x8	S355	2	55	40	0.52	0.52	0.52	159	-105.1	U.S. 1a, 90	1465.5	0.0	271.1	0.75	282.2	0.75	282.2	246.8	271.1	263.7	0.40	
213	Diag front face	EA	100x100x8	S355	2	55	40	0.52	0.52	0.52	164	-95.5	U.S. 1a, 90	1314.4	0.0	282.2	0.78	271.1	0.78	271.1	246.8	271.1	263.7	0.35	
214	Diag front face	EA	100x100x8	S355	2	55	40	0.52	0.52	0.52	172	-95.4	U.S. 1a, 90	1230.0	0.0	282.2	0.78	271.1	0.78	271.1	246.8	271.1	263.7	0.35	
215	Diag front face	EA	100x100x8	S355	2	55	40	0.52	0.52	0.52	172	-95.4	U.S. 1a, 90	1230.0	0.0	282.2	0.78	271.1	0.78	271.1	246.8	271.1	263.7	0.35	
221.5	Diag front face	EA	100x100x10	S355	2	55	40	0.33	0.33	0.33	170	-54.0	U.S. 1a, 0_0, 90	1485.5	0.0	271.1	0.36	352.8	0.36	352.8	305.3	271.1	329.6	0.20	
222.5	Diag front face	EA	130x130x12	S355	2	55	40	0.33	0.33	0.33	170	-45.7	U.S. 5a Ba 21	1711.1	0.0	423.4	0.20	271.1	0.20	271.1	494.4	271.1	395.5	0.14	
223.5	Diag front face	EA	130x130x12	S355	2	55	40	0.33	0.33	0.33	170	-45.7	U.S. 5a Ba 21	1711.1	0.0	423.4	0.20	271.1	0.20	271.1	494.4	271.1	395.5	0.14	
309	Diag side face	EA	90x90x8	S355	2	55	40	0.52	0.52	0.52	149	-97.0	U.S. 5a Ah 11	1371.1	0.0	282.2	0.74	271.1	0.74	271.1	215.4	271.1	263.7	0.45	
310	Diag side face	EA	90x90x8	S355	2	55	40	0.52	0.52	0.52	157	-97.2	U.S. 5a Ah 11	1258.9	0.0	282.2	0.74	271.1	0.74	271.1	215.4	271.1	263.7	0.44	
311	Diag side face	EA	100x100x8	S355	2	55	40	0.52	0.52	0.52	159	-95.6	U.S. 5a Ah 11	1465.5	0.0	271.1	0.54	282.2	0.54	282.2	246.8	271.1	263.7	0.37	
312	Diag side face	EA	100x100x8	S355	2	55	40	0.52	0.52	0.52	159	-95.6	U.S. 5a Ah 11	1465.5	0.0	271.1	0.54	282.2	0.54	282.2	246.8	271.1	263.7	0.37	
313	Diag side face	EA	100x100x8	S355	2	55	40	0.52	0.52	0.52	164	-86.1	U.S. 5a Ah 11	1314.4	0.0	282.2	0.52	271.1	0.52	271.1	246.8	271.1	263.7	0.30	
314	Diag side face	EA	100x100x8	S355	2	55	40	0.52	0.52	0.52	172	-86.2	U.S. 5a Ah 11	1230.0	0.0	282.2	0.54	271.1	0.54	271.1	246.8	271.1	263.7	0.28	
315	Diag side face	EA	100x100x10	S355	2	55	40	0.33	0.33	0.33	170	-52.9	U.S. 5a Ba 10	1485.5	0.0	271.1	0.36	352.8	0.36	352.8	305.3	271.1	329.6	0.20	
321.5	Diag side face	EA	130x130x12	S355	2	55	40	0.33	0.33	0.33	170	-55.5	U.S. 5a Ba 10	1711.1	0.0	423.4	0.24	271.1	0.24	271.1	494.4	271.1	395.5	0.18	
322.5	Diag side face	EA	130x130x12	S355	2	55	40	0.33	0.33	0.33	170	-55.5	U.S. 5a Ba 10	1711.1	0.0	423.4	0.24	271.1	0.24	271.1	494.4	271.1	395.5	0.18	
701.5	Hor. Rib bearing hip structure	EA	90x90x8	S355	1	35	25	0.50	0.50	0.50	224	-9.8	U.S. 1a, 135	560.0	0.0	94.1	0.08	60.3	0.01	60.3	100.4	60.3	71.2	0.08	
702.5	Hor. Rib bearing hip structure	DIFA	90x90x8 (not count)	S355	1	35	25	0.50	0.50	0.50	247	-0.6	U.S. 1a, 90	114.3	0.0	94.1	0.01	60.3	0.01	60.3	100.4	60.3	71.2	0.00	
703.3	2nd rib bearing	EA	130x130x10	S355	1	55	40	1.00	1.00	1.00	174	-117.7	U.S. 1a, 90	157.7	0.0	271.1	0.26	271.1	0.26	271.1	340.7	271.1	266.6	0.33	
705.3	2nd rib bearing	DIFA	60x60x6 (not count)	S355	1	35	25	0.50	0.50	0.50	251	-0.1	U.S. 3, 0	55.4	0.0	70.5	0.00	60.3	0.00	60.3	75.3	60.3	51.4	0.00	



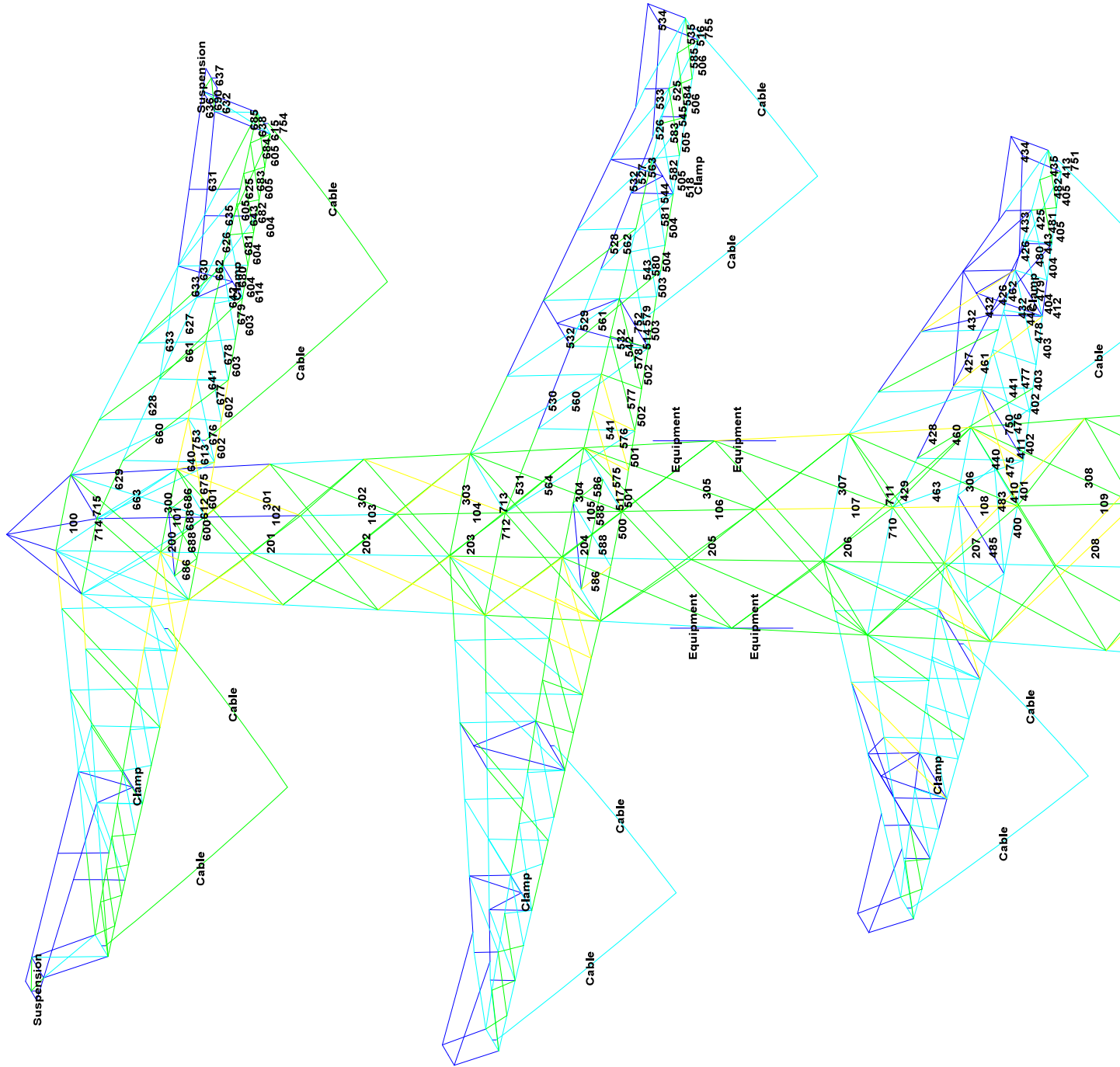
Assessment of angle groups - Lower structure

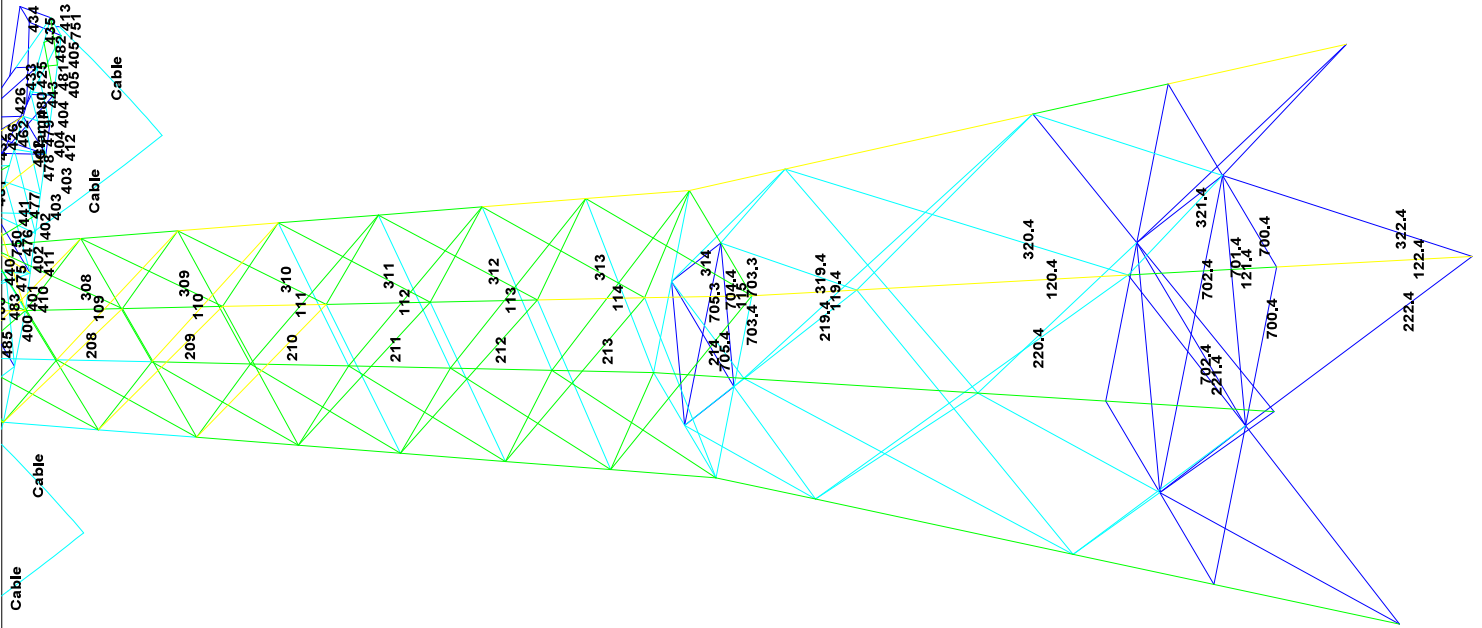
Date 26-7-2021  
Author MRE  
Version 1.0

RLI-78G  
S+6.5

Group Label	Description	Type	Part	Part Qual	#	pl	UCX	UCY	UCZ	Slenderness	Compress	Use Case	Compres	Buckling	Shear (Comp) rating (Comp)	UC (Comp) Ledance (Comp)	UC (Comp) Ledance (Tension)	Net Section ear (Tens) rting (Tens)	UC (Tens) Incc (Tens)	
110	Main leg	EA	S355	150x150x15	2	55	40	80	0.52	0.52	0.52	52	-181.2	171.6	100.0	139.0	152.65	100.0	0.43	
111	Main leg	EA	S355	60x24x8.R1	2	55	40	80	0.52	0.52	0.52	53	-101.5	125.2	166.6	158.74	124.19	169.66	149.24	0.41
112	Main leg	EA	S355	180x180x16	2	55	40	80	0.52	0.52	0.52	53	-101.5	125.2	166.6	158.74	124.19	169.66	149.24	0.41
113	Main leg	EA	S355	60x24x8.R1	2	55	40	80	0.52	0.52	0.52	46	-128.6	170.8	100.0	0.0	196.7	100.0	159.1	0.49
114	Main leg	EA	S355	60x24x8.R1	2	55	40	80	0.52	0.52	0.52	46	-1349.7	170.8	100.0	0.0	196.7	100.0	159.1	0.49
115	Main leg	EA	S355	180x180x16	2	55	40	80	0.52	0.52	0.52	57	-1435.9	170.8	100.0	0.0	196.7	100.0	159.1	0.49
121.1	Main leg	EA	S355	60x24x8.R1	2	55	40	80	0.33	0.33	0.33	47	-1424.1	159.2	176.3	216.8	216.8	185.36	216.8	0.80
121.2	Main leg	EA	S355	60x24x8.R1	2	55	40	80	0.33	0.33	0.33	41	-1424.1	159.2	176.3	216.8	216.8	185.36	216.8	0.80
121.3	Main leg	EA	S355	60x24x8.R1	2	55	40	80	0.33	0.33	0.33	57	-1424.1	159.2	176.3	216.8	216.8	185.36	216.8	0.80
209	Diag front face	EA	S355	20x24x8.R1	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	147	-101.3	132.1	282.2	271.1	282.2	211.4	263.7	0.50
210	Diag front face	EA	S355	20x24x8.R1	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	157	-101.3	132.1	282.2	271.1	282.2	211.4	263.7	0.50
211	Diag front face	EA	S355	20x24x8.R1	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	167	-101.3	132.1	282.2	271.1	282.2	211.4	263.7	0.50
212	Diag front face	EA	S355	20x24x8.R1	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	177	-101.3	132.1	282.2	271.1	282.2	211.4	263.7	0.50
213	Diag front face	EA	S355	20x24x8.R1	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	187	-101.3	132.1	282.2	271.1	282.2	211.4	263.7	0.50
214	Diag front face	EA	S355	20x24x8.R1	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	197	-101.3	132.1	282.2	271.1	282.2	211.4	263.7	0.50
215	Diag front face	EA	S355	20x24x8.R1	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	207	-101.3	132.1	282.2	271.1	282.2	211.4	263.7	0.50
221.1	Diag front face	EA	S355	20x24x8.R1	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	159	-484.4	352.8	0.22	367.7	378.9	378.9	378.9	0.15
221.2	Diag front face	EA	S355	20x24x8.R1	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	169	-484.4	352.8	0.22	367.7	378.9	378.9	378.9	0.15
221.3	Diag front face	EA	S355	20x24x8.R1	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	179	-484.4	352.8	0.22	367.7	378.9	378.9	378.9	0.15
222.1	Diag side face	EA	S355	20x24x8.R1	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	147	-101.3	132.1	282.2	271.1	282.2	211.4	263.7	0.45
222.2	Diag side face	EA	S355	20x24x8.R1	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	157	-101.3	132.1	282.2	271.1	282.2	211.4	263.7	0.45
222.3	Diag side face	EA	S355	20x24x8.R1	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	167	-101.3	132.1	282.2	271.1	282.2	211.4	263.7	0.45
223.1	Diag side face	EA	S355	20x24x8.R1	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	177	-101.3	132.1	282.2	271.1	282.2	211.4	263.7	0.45
223.2	Diag side face	EA	S355	20x24x8.R1	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	187	-101.3	132.1	282.2	271.1	282.2	211.4	263.7	0.45
223.3	Diag side face	EA	S355	20x24x8.R1	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	197	-101.3	132.1	282.2	271.1	282.2	211.4	263.7	0.45
311	Diag side face	EA	S355	20x24x8.R1	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	157	-89.7	352.8	0.22	367.7	378.9	378.9	378.9	0.14
312	Diag side face	EA	S355	20x24x8.R1	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	167	-89.7	352.8	0.22	367.7	378.9	378.9	378.9	0.14
313	Diag side face	EA	S355	20x24x8.R1	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	177	-89.7	352.8	0.22	367.7	378.9	378.9	378.9	0.14
314	Diag side face	EA	S355	20x24x8.R1	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	187	-89.7	352.8	0.22	367.7	378.9	378.9	378.9	0.14
315	Diag side face	EA	S355	20x24x8.R1	1	55	40	80	0.52	0.52	0.52	197	-89.7	352.8	0.22	367.7	378.9	378.9	378.9	0.14
321.1	Diag side face	EA	S355	20x24x8.R1	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	159	-484.4	352.8	0.22	367.7	378.9	378.9	378.9	0.15
321.2	Diag side face	EA	S355	20x24x8.R1	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	169	-484.4	352.8	0.22	367.7	378.9	378.9	378.9	0.15
321.3	Diag side face	EA	S355	20x24x8.R1	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	179	-484.4	352.8	0.22	367.7	378.9	378.9	378.9	0.15
701.1	Hor. Rib bearing hip structure	EA	S355	100x150x12	1	45	35	25	0.50	0.50	0.50	234	-60.4	46.3	94.1	117.6	150.5	94.1	106.9	0.05
701.2	Hor. Rib bearing hip structure	DIFA	S355	100x150x12 (net cou)	1	45	35	25	0.50	0.50	0.50	234	-60.4	46.3	94.1	117.6	150.5	94.1	106.9	0.05
702.1	2nd rib bearing	EA	S355	20x24x8.R1	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	324	-122.7	352.8	0.28	402.7	402.7	402.7	402.7	0.31
702.2	2nd rib bearing	EA	S355	20x24x8.R1	1	55	40	80	1.00	1.00	1.00	334	-122.7	352.8	0.28	402.7	402.7	402.7	402.7	0.31
705.1	2nd rib bearing	DIFA	S355	60x60x6 (net cou)	1	45	35	25	0.50	0.50	0.50	251	-46.1	55.4	88.2	94.1	106.9	69.3	53.4	0.00







% Usage Legend

0 <= % < 25	Blue
25 <= % < 50	Green
50 <= % < 75	Cyan
75 <= % < 100	Yellow
100 <= %	Orange
100 <= %	Red



2 (m)

Assessment of angle groups - Tower top

Date 26-7-2021
Author MRE
Version 1.0

DNV-GL

Table with columns: Group Label, Description, Type, Profile, Spac, Qual/Bolts, #shpl, e2, p1, ULC, RL, RLZ, Slenderness, Compress, Tens, ULC, (Comp) redunc, (Comp), Shear, (Comp) at/ing, ULC, (Comp), Tens, ULC, (Remission), Net Section ar, (Tens) Ring, (Tens) ULC, (Tens) Ince, (Tens). Rows include various structural components like Main leg, Diagonal brace, Drip front face, etc.

RLI-7BG
3+9/5



Assessment of angle groups - Lower structure

Date 26-7-2021
Author MRE
Version 1.0

RL-L78G
S-9/s

Table with 20 columns: Group Label, Description, Type, Part, Size Qualifier, # of Plots, P1, P2, P3, ULS, RLY, SLZ, Slenderness, Compression, Lift Cases, Compress, Buckling, Shear (Comp), Jaring (Comp), U.C., Redance (Comp), Tension, Lift Cases, Net Section, Net Section, U.C., Tens, U.C., Jance (Tens). Rows list structural components like Main Peg, Ring, and various Diagonal members across different groups (110-705.4).

## APPENDIX C

### Knikverkorters

---

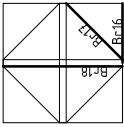
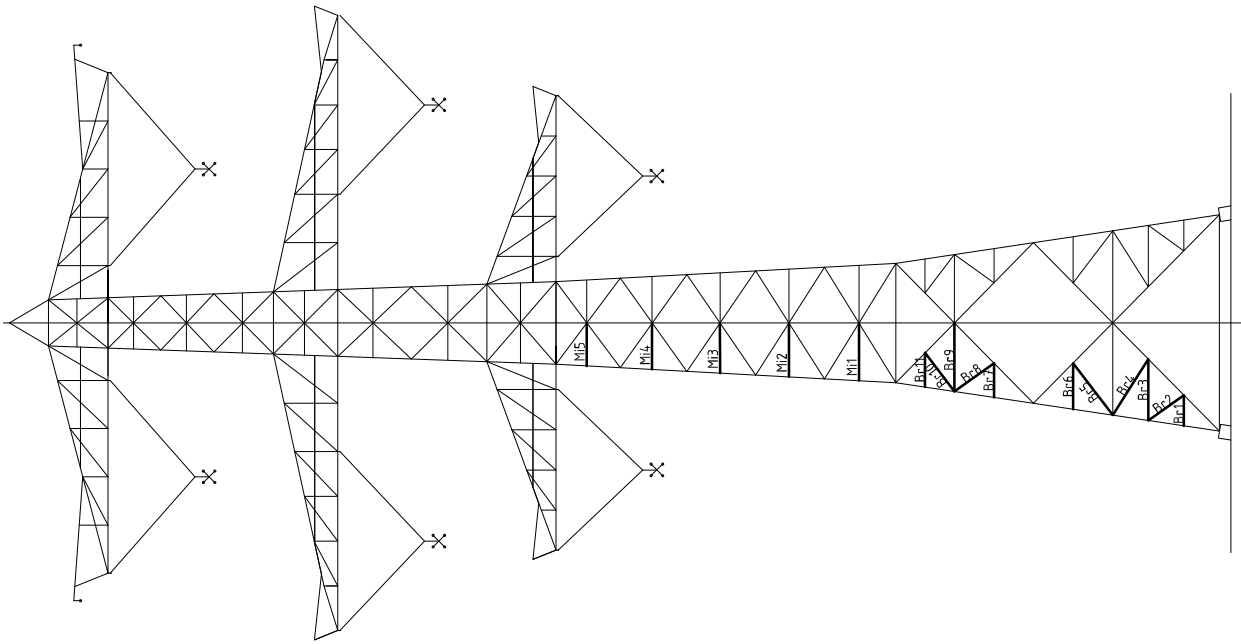
Niet in PLS-TOWER gemodelleerde elementen in de constructie worden aanvullend getoetst. Hieronder vallen de knikverkorters van de randstijl en profielen onderdeel van stabiliteitsverbanden. De staven worden getoetst op:

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

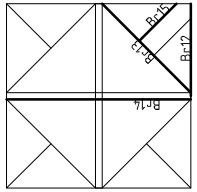
Voor de beloopbaarheid zijn staven in de traverse aanwezig. Deze zijn niet constructief (voorzien van slobgaten) en worden enkel getoetst op de klimbelasting van 1,0 kN. Zie hoofdstuk 4.2.5 en 5.7.2. van het uitgangspuntenrapport.

De knikverkorters van het bovenstuk zijn voor alle masttypen in de groep van solo-steunmasten (laag) gelijk. Om deze reden worden alléén voor masttype S+0/s de knikverkorters van het bovenstuk en het onderstuk getoetst. Voor de overige masttypen worden alleen de knikverkorters van het onderstuk getoetst.

Overzicht knikverkorters - S-3/s



Tussenschot +14,6m



Tussenschot +5,15m



Date: 2021-07-26  
 Author: TBR  
 Version: 1.9

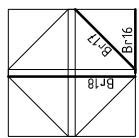
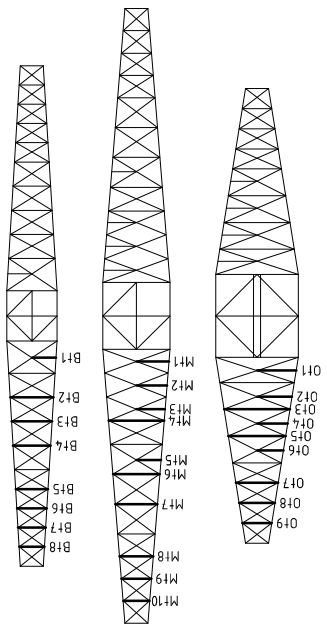
**Redundant members**

RLI-TLB  
 S-3/s

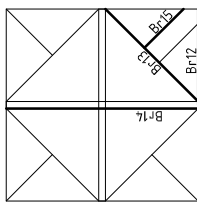
Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bole Quality	Length (m)	Angle (°)	Slenderness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Max. usage	Notes
Br1	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.34	0	138	17.2	0.50	41.5	60.3	41.3	43.1	0.81		
Br2	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.90	54	195	17.2	0.00	25.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.64	Buckling
Br3	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.68	0	229	17.2	1.01	28.4	60.3	52.3	98.8	1.40	0.74	Bending
Br4	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.90	30	248	17.2	0.94	25.1	60.3	52.3	98.8	1.40	0.69	Bending
Br5	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.85	37	244	17.2	0.00	25.8	60.3	52.3	98.8	1.40	0.67	Buckling
Br6	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.01	0	207	17.2	0.75	23.2	60.3	41.3	43.1	0.81	0.96	Bending
Br7	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.49	0	153	17.2	0.56	36.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.71	Bending
Br8	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.12	54	218	17.2	0.00	21.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.80	Buckling
Br9	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2.98	0	217	17.2	1.12	36.4	60.3	52.3	122.3	1.99	0.59	Bending
Br10	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.11	37	217	17.2	0.00	21.6	60.3	41.3	43.1	0.81	0.80	Buckling
Br11	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.49	0	153	17.2	0.56	36.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.71	Bending
Br12	Tussenschot +5,15m	Enkele staaf	L100x8	S355J0	M16	8.8	4.02	0	204	17.2	1.51	76.4	60.3	69.7	257.2	5.49	0.29	Bending
Br13	Tussenschot +5,15m	Kniksteun op 0,5l	L80x8	S355J0	M16	8.8	5.68	0	234	1.0	2.13	41.5	60.3	69.7	194.4	4.46	0.48	Bending
Br14	Tussenschot +5,15m	Kruisende staaf/halverwege	L90x8	S355J0	M16	8.8	8.03	0	228	1.0	1.51	57.7	60.3	69.7	225.8	5.70	0.26	Bending
Br15	Tussenschot +5,15m	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.73	0	234	0.4	1.02	27.6	60.3	52.3	98.8	1.40	0.75	Bending
Br16	Tussenschot +14,6m	Kniksteun op 0,5l	L100x10	S355J0	M16	8.8	5.20	0	171	17.2	1.95	100.4	60.3	87.1	321.4	8.75	0.29	shear
Br17	Tussenschot +14,6m	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.68	0	234	1.5	1.38	37.3	60.3	52.3	145.8	2.68	0.54	Bending
Br18	Tussenschot +14,6m	Kruisende staaf/halverwege	L60x6	S355J0	M16	8.8	5.20	0	222	1.5	0.98	29.8	60.3	52.3	98.8	1.88	0.52	Bending
M1	Middenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.51	0	215	17.2	0.94	31.5	60.3	52.3	98.8	1.40	0.69	Bending
M2	Middenstuk1	Enkele staaf	L55x5	S355J0	M16	8.8	2.35	0	219	17.2	0.88	23.5	60.3	42.9	62.7	1.01	0.91	Bending
M3	Middenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.19	0	204	17.2	0.82	26.2	60.3	42.9	62.7	1.01	0.85	Bending
M4	Middenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.03	0	209	17.2	0.76	22.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.97	Bending
M5	Middenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.87	0	192	17.2	0.70	25.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.89	Bending



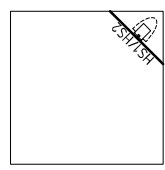
# Overzicht knikverkorters - S+0/s



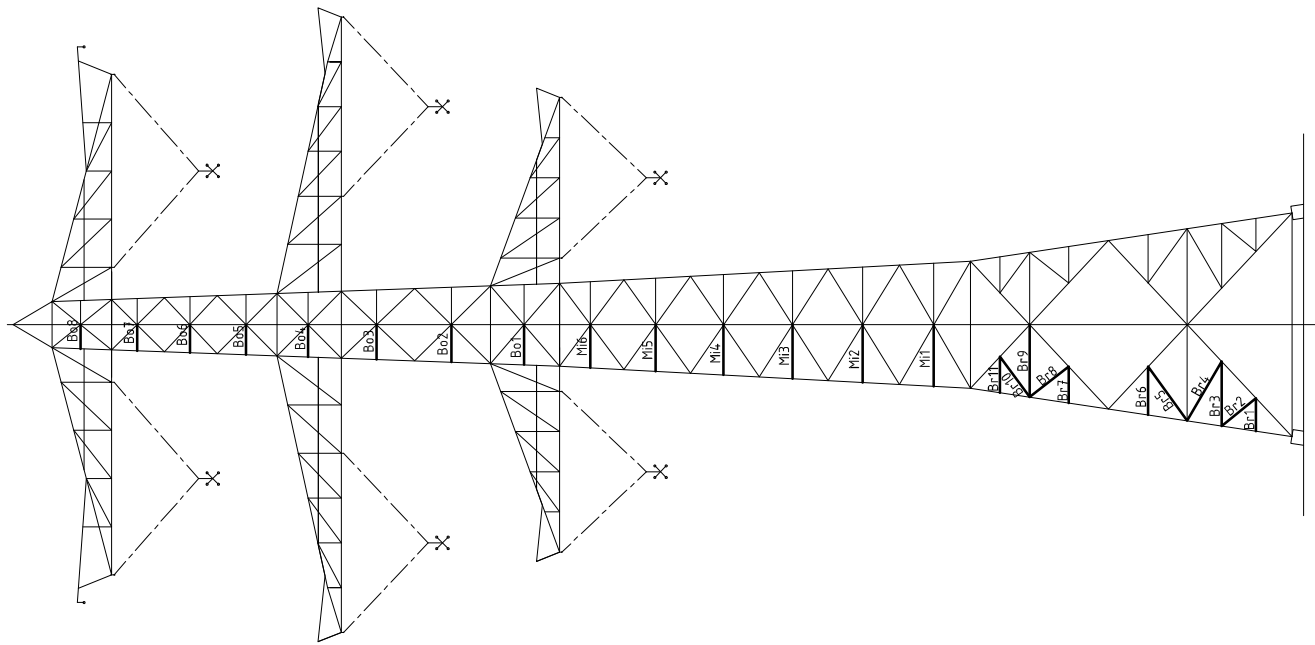
Tussenschot +14,5m



Tussenschot +5,06m



Standaard frame





**Redundant members**

Date: 2021-07-26  
 Author: TBR  
 Version: 1.9

RLI-TLB  
 S+0/S

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt Quality	Length (m)	Angle (°)	Slenderness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Max. usage	Notes
B1	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.43	0	20.0	0.54	38.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.68	Bending	
B2	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.93	51	20.0	0.00	24.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81	Buckling	
B3	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.81	0	20.0	1.05	26.4	60.3	52.3	98.8	1.40	0.78	Bending	
B4	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2.99	30	20.0	0.97	36.3	60.3	52.3	122.3	1.99	0.55	Buckling	
B5	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2.92	36	20.0	0.00	37.7	60.3	52.3	122.3	1.99	0.53	Buckling	
B6	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.11	0	20.0	0.79	40.9	60.3	52.3	98.8	1.40	0.58	Bending	
B7	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.59	0	20.0	0.59	35.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.76	Bending	
B8	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.16	52	20.0	0.00	39.6	60.3	52.3	98.8	1.40	0.51	Buckling	
B9	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	3.15	0	20.0	1.18	33.3	60.3	52.3	122.3	1.99	0.62	Bending	
B10	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.56	0	20.0	0.59	35.6	60.3	41.3	43.1	0.81	0.75	Bending	
B12	Tussenschot +5,06m	Enkele staaf	L100x8	S355J0	M16	8.8	4.18	0	20.0	1.57	72.0	60.3	69.7	257.2	5.49	0.33	Shear	
B13	Tussenschot op 0,5L	Kniksteun op 0,5L	L80x8	S355J0	M16	8.8	5.92	0	20.0	2.22	39.1	60.3	69.7	194.4	4.46	0.51	Buckling	
B14	Tussenschot +5,06m	Kruisende staaf halverwege	L90x8	S355J0	M16	8.8	8.37	0	20.0	1.57	54.1	60.3	69.7	225.8	5.70	0.37	Buckling	
B15	Tussenschot +5,06m	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2.85	0	20.0	1.07	39.0	60.3	52.3	122.3	1.99	0.56	Bending	
B16	Tussenschot +14,5m	Kniksteun op 0,5L	L110x10	S355J0	M16	8.8	5.54	0	20.0	2.08	116.2	60.3	87.1	360.6	10.69	0.33	shear	
B17	Tussenschot +14,5m	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.91	0	20.0	1.47	33.8	60.3	52.3	145.8	2.68	0.59	Buckling	
B18	Tussenschot +14,5m	Kruisende staaf halverwege	L60x6	S355J0	M16	8.8	5.53	0	20.0	1.04	27.1	60.3	52.3	98.8	1.88	0.74	Buckling	
M1	Middenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.68	0	229	1.01	28.4	60.3	52.3	98.8	1.40	0.74	Bending	
M2	Middenstuk1	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.51	0	235	1.00	25.0	60.3	51.5	75.3	1.15	0.84	Bending	
M3	Middenstuk1	Enkele staaf	S355J0	M16	8.8	2.35	0	201	19.0	0.94	34.9	60.3	52.3	98.8	1.40	0.65	Bending	
M4	Middenstuk2	Enkele staaf	S355J0	M16	8.8	2.19	0	187	14.0	0.82	36.9	60.3	52.3	98.8	1.40	0.60	Bending	
M5	Middenstuk2	Enkele staaf	S355J0	M16	8.8	2.04	0	209	14.0	0.76	22.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.97	Bending	
M6	Middenstuk2	Enkele staaf	S355J0	M16	8.8	1.87	0	193	14.0	0.70	25.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81	Bending	
B01	Bovenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.74	0	179	1.00	28.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.83	Bending	
B02	Bovenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.63	0	167	1.13	31.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.8	Bending	
B03	Bovenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.51	0	155	1.3	35.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.78	Bending	
B04	Bovenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.40	0	144	1.3	39.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.8	Bending	
B05	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.30	0	134	1.3	43.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.67	Bending	
B06	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.21	0	125	1.3	47.1	60.3	41.3	43.1	0.81	0.62	Bending	
B07	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.13	0	116	1.3	51.1	60.3	41.3	43.1	0.81	0.58	Bending	
B08	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.05	0	107	1.3	56.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.54	Bending	
O1	Ondertaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.71	0	175	0.0	64.2	29.7	41.3	43.1	0.81	0.82	Bending	
O2	Ondertaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.52	0	157	0.0	57.3	34.9	41.3	43.1	0.81	0.8	Bending	
O3	Ondertaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.34	0	137	0.0	50.4	34.9	41.3	43.1	0.81	0.73	Bending	
O4	Ondertaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.28	0	126	0.0	45.1	34.9	41.3	43.1	0.81	0.79	Bending	
O5	Ondertaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.34	0	137	0.0	50.4	41.6	41.3	43.1	0.81	0.64	Bending	
O6	Ondertaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.28	0	126	0.0	45.1	41.6	41.3	43.1	0.81	0.64	Bending	
O7	Ondertaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.15	0	118	0.0	43.3	41.6	41.3	43.1	0.81	0.84	Bending	
O8	Ondertaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.62	0	160	0.0	68.3	41.3	41.3	43.1	0.81	0.55	Bending	
O9	Ondertaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.56	0	152	0.0	63.7	41.3	41.3	43.1	0.81	0.87	Bending	
O10	Ondertaverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.42	0	143	0.0	58.3	41.3	41.3	43.1	0.81	0.75	Bending	
M11	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.42	0	143	0.0	58.3	41.3	41.3	43.1	0.81	0.8	Bending	
M12	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.33	0	137	0.0	53.3	38.6	41.3	43.1	0.81	0.61	Bending	
M13	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.25	0	128	0.0	47.4	45.4	41.3	43.1	0.81	0.68	Bending	
M14	Middentraverse	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.42	0	200	0.0	91.1	26.6	41.3	43.1	0.81	0.60	Bending	
M15	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.07	0	110	0.0	40.0	54.6	41.3	43.1	0.81	0.51	Bending	
M16	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.04	0	210	0.0	77.2	22.7	41.3	43.1	0.81	0.98	Bending	
M17	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.83	0	188	0.0	69.9	26.7	41.3	43.1	0.81	0.88	Bending	



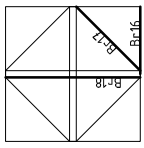
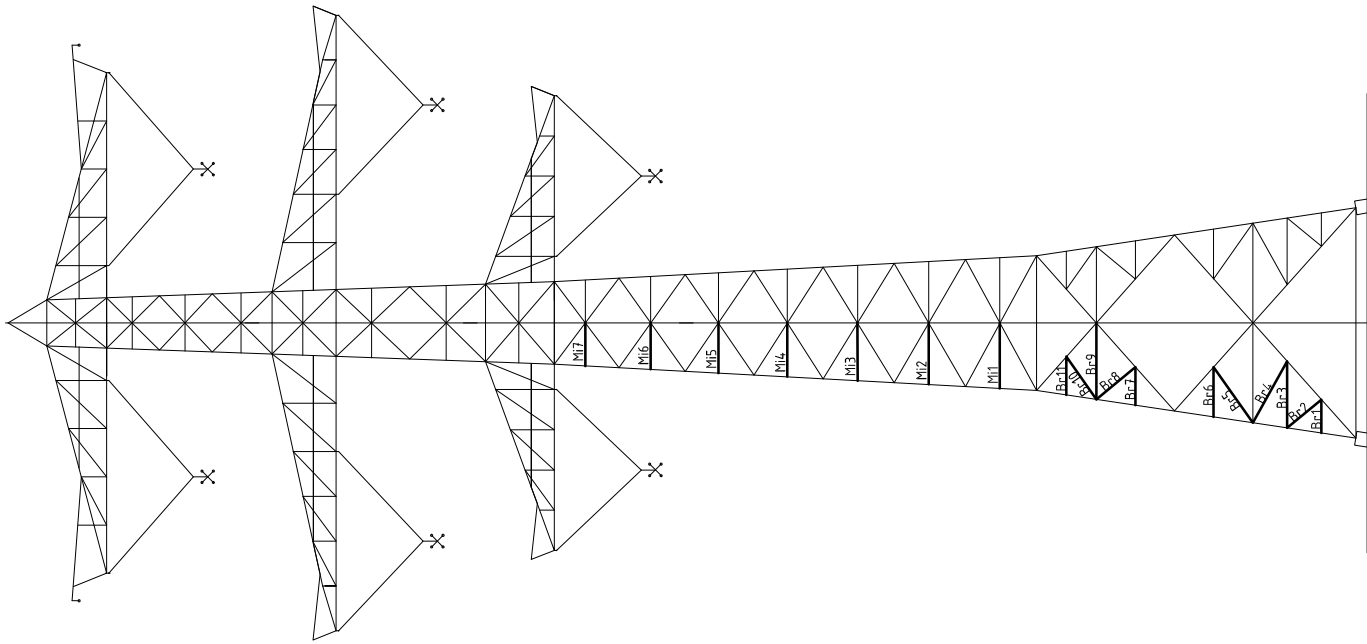
**Redundant members**

Date: 2021-07-26  
 Author: TBR  
 Version: 1.9

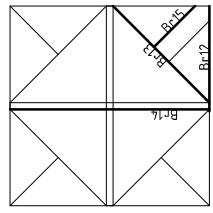
RLI-TLB  
 S+0/S

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt	Quality	Length (m)	Angle (°)	Slenderness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Max. usage	Notes
M8	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.47	0	151	0.0	0.55	36.7	60.3	41.3	43.1	0.8	0.70	Bending	
M9	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.31	0	135	0.0	0.49	42.6	60.3	41.3	43.1	0.8	0.63	Bending	
M10	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.16	0	119	0.0	0.43	49.9	60.3	41.3	43.1	0.8	0.55	Bending	
B1	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.05	0	108	0.0	0.40	55.5	60.3	41.3	43.1	0.8	0.50	Bending	
B2	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.90	0	195	0.0	0.71	25.4	60.3	41.3	43.1	0.8	0.91	Bending	
B3	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.77	0	182	0.0	0.66	28.2	60.3	41.3	43.1	0.8	0.85	Bending	
B4	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.64	0	169	0.0	0.62	31.4	60.3	41.3	43.1	0.8	0.78	Bending	
B5	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.41	0	145	0.0	0.53	38.8	60.3	41.3	43.1	0.8	0.67	Bending	
B6	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.31	0	134	0.0	0.49	42.8	60.3	41.3	43.1	0.8	0.63	Bending	
B7	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.21	0	124	0.0	0.45	47.5	60.3	41.3	43.1	0.8	0.58	Bending	
B8	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.10	0	113	0.0	0.41	52.7	60.3	41.3	43.1	0.8	0.53	Bending	
H51	High Step	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.25	0	207	0.0	2.44	45.2	60.3	52.3	145.8	2.7	0.95	Bending	
H52	High Step	Enkele staaf	L70x7	S355J0	M16	8.8	2.80	0	205	0.0	2.10	46.0	60.3	61.0	142.7	2.2	0.97	Bending	

Overzicht knikverkorters - S+3/s



Tussenschot +14,4m



Tussenschot +5,0m



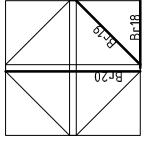
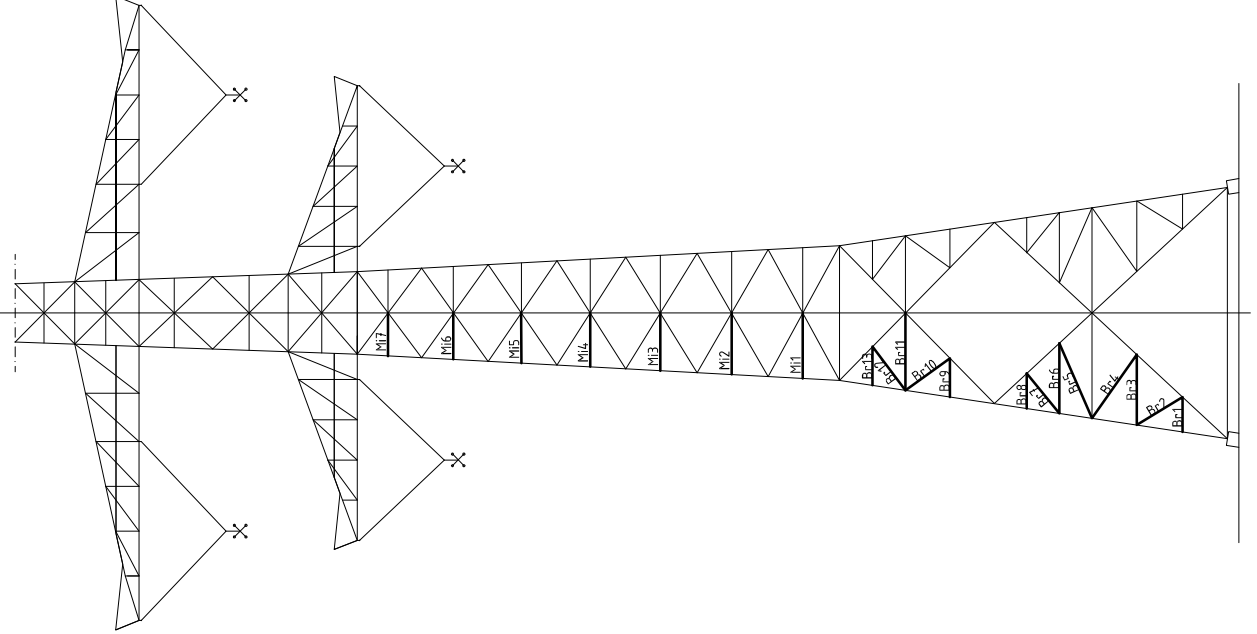
**Redundant members**

Date: 2021-07-26  
 Author: TBR  
 Version: 1.9

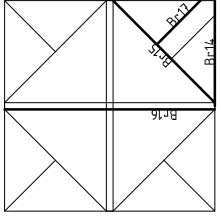
RLI-TLB  
 S+3/s

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt Quality	Length (m)	Angle (°)	Slenderness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Max. usage	Notes
Br1	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.45	0	149	20,5	0,54	37,3	60,3	41,3	43,1	0,81	0,69	Bending
Br2	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.93	51	198	20,5	0,00	24,7	60,3	41,3	43,1	0,81	0,83	Buckling
Br3	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.90	0	248	20,5	1,09	25,1	60,3	52,3	98,8	1,40	0,82	Buckling
Br4	Broekstuk	Enkele staaf	L70x5	S355J0	M16	8.8	3.06	29	222	20,5	1,00	23,6	60,3	43,6	101,9	1,73	0,69	Buckling
Br5	Broekstuk	Enkele staaf	L70x5	S355J0	M16	8.8	2.97	35	216	20,5	0,81	31,0	60,3	43,6	101,9	1,73	0,66	Buckling
Br6	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.17	0	186	20,5	0,81	39,3	60,3	52,3	98,8	1,40	0,60	Bending
Br7	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.66	0	171	20,5	0,62	30,9	60,3	41,3	43,1	0,81	0,79	Bending
Br8	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.21	50	189	20,5	0,00	38,3	60,3	52,3	98,8	1,40	0,54	Buckling
Br9	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	3.32	0	242	20,5	1,25	30,7	60,3	52,3	122,3	1,99	0,67	Buckling
Br10	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.27	35	194	20,5	0,00	36,7	60,3	52,3	98,8	1,40	0,56	Buckling
Br11	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.66	0	171	20,5	0,62	30,9	60,3	41,3	43,1	0,81	0,79	Bending
Br12	Tussenschot +5,0m	Enkele staaf	L100x8	S355J0	M16	8.8	4.60	0	234	20,5	1,73	61,9	60,3	69,7	257,2	5,49	0,34	Shear
Br13	Tussenschot +5,0m	Kniksteun op 0,5L	L80x8	S355J0	M16	8.8	5.93	0	245	0,9	2,22	35,0	60,3	69,7	194,4	4,46	0,50	Bending
Br14	Tussenschot +5,0m	Kruisende staaf halverwege	L90x8	S355J0	M16	8.8	8.69	0	247	0,9	1,63	50,9	60,3	69,7	225,8	5,70	0,29	Bending
Br15	Tussenschot +5,0m	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	3.14	0	229	0,4	1,18	33,6	60,3	52,3	122,3	1,99	0,62	Bending
Br16	Tussenschot +14,4m	Kniksteun op 0,5L	L100x10	S355J0	M16	8.8	2.93	0	97	17,2	1,10	194,0	60,3	87,1	321,4	8,75	0,29	shear
Br17	Tussenschot +14,4m	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M16	8.8	3.94	0	223	1,6	1,48	59,5	60,3	69,7	225,8	4,34	0,35	Bending
Br18	Tussenschot +14,4m	Kruisende staaf halverwege	L60x6	S355J0	M16	8.8	5.84	0	250	1,6	1,10	24,8	60,3	52,3	98,8	1,88	0,58	Bending
M1	Middenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.85	0	244	17,2	1,07	25,8	60,3	52,3	98,8	1,40	0,79	Bending
M2	Middenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.68	0	229	17,2	1,01	28,4	60,3	52,3	98,8	1,40	0,74	Bending
M3	Middenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.51	0	215	17,2	0,94	31,5	60,3	52,3	98,8	1,40	0,69	Bending
M4	Middenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.35	0	201	17,2	0,88	34,9	60,3	52,3	98,8	1,40	0,65	Bending
M5	Middenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.19	0	187	17,2	0,82	38,8	60,3	52,3	98,8	1,40	0,61	Bending
M6	Middenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.03	0	209	17,2	0,76	22,9	60,3	41,3	43,1	0,81	0,97	Bending
M7	Middenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.87	0	192	17,2	0,70	25,9	60,3	41,3	43,1	0,8	0,89	Bending

Overzicht knikverkorters - S+6/s



Tussenschot +17,4m



Tussenschot +6,4m



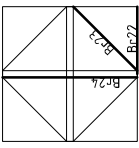
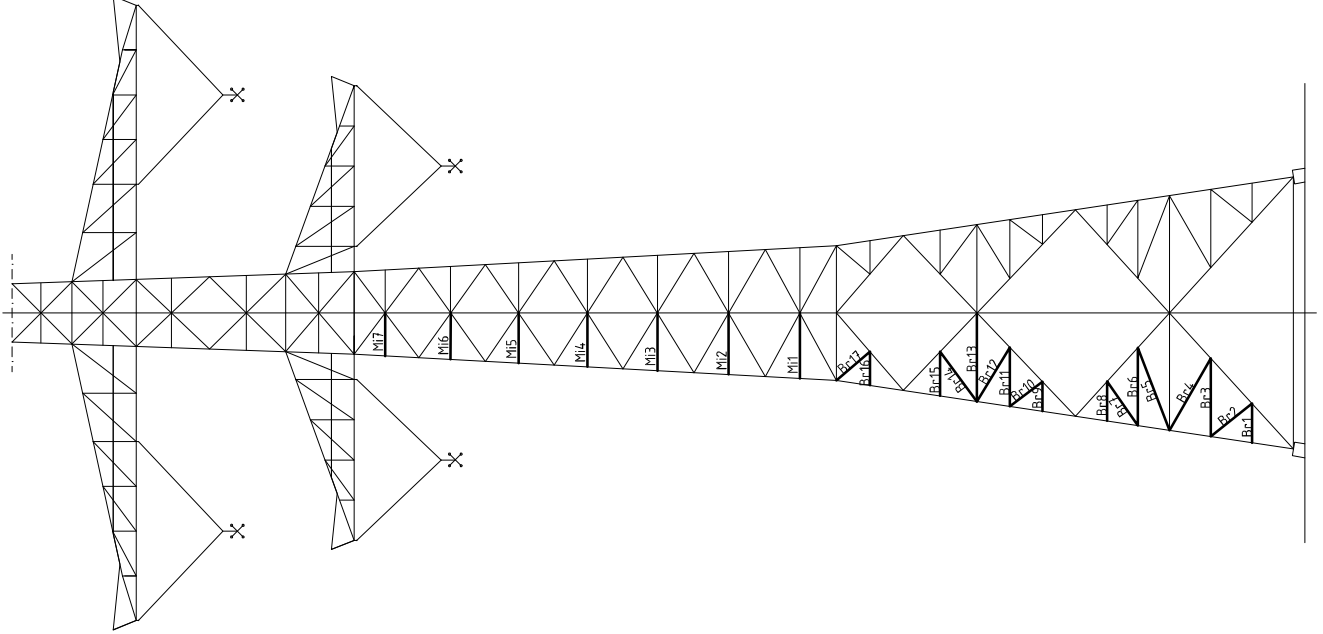
Date: 2021-07-26  
 Author: TBR  
 Version: 1.9

**Redundant members**

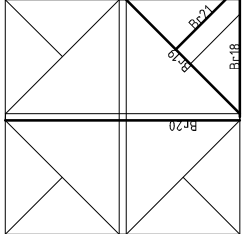
RLI-TLB  
 S+6/s

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt Quality	Quality	Length (m)	Angle (°)	Slenderness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Max. usage	Notes
Br1	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.52	0	156	22.5	0.57	35.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.73	Bending	
Br2	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.34	59	200	22.5	0.00	35.1	60.3	52.3	98.8	1.40	0.64	Buckling	
Br3	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	3.07	0	224	22.5	1.15	34.8	60.3	52.3	122.3	1.99	0.65	Buckling	
Br4	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	3.29	35	247	22.5	0.00	25.7	60.3	52.3	122.3	1.99	0.76	Buckling	
Br5	Broekstuk	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.56	23	226	22.5	1.23	39.3	60.3	52.3	145.8	2.68	0.57	Buckling	
Br6	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	3.05	0	222	22.5	1.14	35.1	60.3	52.3	122.3	1.99	0.64	Buckling	
Br7	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.25	39	193	22.5	0.00	37.2	60.3	52.3	98.8	1.40	0.60	Buckling	
Br8	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.53	0	157	22.5	0.57	34.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.73	Bending	
Br9	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.68	0	173	22.5	0.63	30.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.80	Bending	
Br10	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.38	54	204	22.5	0.00	34.2	60.3	52.3	98.8	1.40	0.66	Buckling	
Br11	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	3.37	0	246	22.5	1.26	30.0	60.3	52.3	122.3	1.99	0.75	Buckling	
Br12	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.38	37	204	22.5	0.00	34.2	60.3	52.3	98.8	1.40	0.66	Buckling	
Br13	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.68	0	173	22.5	0.63	30.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.80	Bending	
Br14	Broekstuk	Enkele staaf	L100x8	S355J0	M16	8.8	4.58	0	233	22.5	1.72	62.4	60.3	69.7	257.2	5.49	0.37	shear	
Br15	Tussenschot +6,4m	Kniksteun op 0,5L	L90x8	S355J0	M16	8.8	6.48	0	236	0.8	2.43	46.3	60.3	69.7	225.8	5.70	0.43	Bending	
Br16	Tussenschot +6,4m	Kruisende staaf halverwegs	L100x8	S355J0	M16	8.8	9.17	0	233	0.8	1.72	62.3	60.3	69.7	257.2	7.19	0.24	Bending	
Br17	Tussenschot +6,4m	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	3.14	0	229	0.5	1.18	33.6	60.3	52.3	122.3	1.99	0.62	Bending	
Br18	Tussenschot +17,4m	Enkele staaf	L110x10	S355J0	M16	8.8	2.93	0	136	22.5	1.10	186.0	60.3	87.1	360.6	8.04	0.37	shear	
Br19	Tussenschot +17,4m	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M16	8.8	4.15	0	236	2.0	1.56	54.8	60.3	69.7	225.8	4.34	0.37	Bending	
Br20	Tussenschot +17,4m	Kruisende staaf halverwegs	L60x6	S355J0	M16	8.8	5.84	0	250	2.0	1.10	24.8	60.3	52.3	98.8	1.88	0.58	Bending	
M1	Middenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.85	0	244	17.2	1.07	25.8	60.3	52.3	98.8	1.40	0.79	Bending	
M2	Middenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.68	0	229	17.2	1.01	28.4	60.3	52.3	98.8	1.40	0.74	Bending	
M3	Middenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.51	0	215	17.2	0.94	31.5	60.3	52.3	98.8	1.40	0.69	Bending	
M4	Middenstuk1	Enkele staaf	L55x5	S355J0	M16	8.8	2.35	0	219	17.2	0.88	23.5	60.3	42.9	62.7	1.01	0.91	Bending	
M5	Middenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.19	0	204	17.2	0.82	26.2	60.3	42.9	62.7	1.01	0.85	Bending	
M6	Middenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.03	0	209	17.2	0.76	22.9	60.3	41.3	43.1	0.8	0.97	Bending	
M7	Middenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.87	0	192	17.2	0.70	25.9	60.3	41.3	43.1	0.8	0.89	Bending	

Overzicht knikverkorters - S+9/s



Tussenschot +20,4m



Tussenschot +5,9m





**Redundant members**

Date: 2021-07-26  
 Author: TBR  
 Version: 1.9

RLI-TLB  
 S+9/s

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt Quality	Length (m)	Angle (°)	Slenderness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Max. usage	Notes
Br1	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.70	0	175	22.5	0.64	29.9	60.3	41.3	43.1	0.81		0.81 Bending
Br2	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.30	51	197	22.5	0.00	36.0	60.3	52.3	98.8	1.40		0.62 Buckling
Br3	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	3.41	0	249	22.5	1.28	29.4	60.3	52.3	122.3	1.99		0.76 Buckling
Br4	Broekstuk	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.62	30	230	22.5	1.18	36.3	60.3	52.3	145.8	2.68		0.59 Buckling
Br5	Broekstuk	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.95	21	245	22.5	1.27	34.7	60.3	52.3	145.8	2.68		0.65 Buckling
Br6	Broekstuk	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	3.39	0	247	22.5	1.25	29.7	60.3	52.3	122.3	1.99		0.76 Buckling
Br7	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.34	35	200	22.5	0.00	35.1	60.3	52.3	98.8	1.40		0.64 Buckling
Br8	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.72	0	177	22.5	0.65	29.4	60.3	41.3	43.1	0.81		0.82 Bending
Br9	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.78	0	132	22.5	0.48	44.0	60.3	41.3	43.1	0.81		0.61 Bending
Br10	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.78	53	183	22.5	0.00	27.9	60.3	41.3	43.1	0.81		0.81 Buckling
Br11	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.57	0	220	22.5	0.96	30.4	60.3	52.3	98.8	1.40		0.74 Buckling
Br12	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.75	30	235	22.5	0.89	27.3	60.3	52.3	98.8	1.40		0.82 Buckling
Br13	Broekstuk	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.85	0	245	22.5	1.44	34.7	60.3	52.3	145.8	2.68		0.65 Buckling
Br14	Broekstuk	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.70	37	231	22.5	0.00	28.1	60.3	52.3	98.8	1.40		0.80 Buckling
Br15	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.93	0	198	22.5	0.72	24.7	60.3	41.3	43.1	0.81		0.92 Bending
Br16	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.47	0	151	22.5	0.55	36.7	60.3	41.3	43.1	0.81		0.70 Bending
Br17	Broekstuk	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.91	49	196	22.5	0.00	25.1	60.3	41.3	43.1	0.81		0.90 Buckling
Br18	Tussenschot +5,9m	Enkele staaf	L110x10	S355J0	M16	8.8	5.11	0	237	22.5	1.92	82.6	60.3	87.1	360.6	8.04		0.37 shear
Br19	Tussenschot +5,9m	Kniksteun op 0,5L	L110x10	S355J0	M16	8.8	7.23	0	235	1.1	2.71	52.2	60.3	69.7	257.2	7.19		0.38 Bending
Br20	Tussenschot +5,9m	Kruisende staaf halverwege	L110x10	S355J0	M16	8.8	10.22	0	237	1.1	1.92	82.6	60.3	87.1	360.6	10.69		0.18 Bending
Br21	Tussenschot +5,9m	Enkele staaf	L80x8	S355J0	M16	8.8	3.51	0	225	0.6	1.32	52.1	60.3	69.7	194.4	3.33		0.41 Bending
Br22	Tussenschot +20,4m	Enkele staaf	L100x10	S355J0	M16	8.8	2.93	0	150	22.5	1.10	148.1	60.3	87.1	321.4	6.49		0.37 shear
Br23	Tussenschot +20,4m	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M16	8.8	4.15	0	236	2.9	1.56	54.8	60.3	69.7	225.8	4.34		0.58 Bending
M1	Middenstuk1	Kruisende staaf halverwege	L60x6	S355J0	M16	8.8	5.84	0	250	2.9	1.10	24.8	60.3	52.3	98.8	1.88		0.58 Bending
M2	Middenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.68	0	224	17.2	1.07	25.8	60.3	52.3	98.8	1.4		0.79 Bending
M3	Middenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.68	0	229	17.2	1.01	28.4	60.3	52.3	98.8	1.4		0.74 Bending
M4	Middenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.51	0	219	17.2	0.94	31.5	60.3	52.3	98.8	1.4		0.69 Bending
M5	Middenstuk1	Enkele staaf	L55x5	S355J0	M16	8.8	2.35	0	219	17.2	0.88	23.5	60.3	42.9	62.7	1.0		0.91 Bending
M6	Middenstuk2	Enkele staaf	L55x5	S355J0	M16	8.8	2.19	0	204	12.9	0.82	26.2	60.3	42.9	62.7	1.0		0.85 Bending
M7	Middenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.03	0	209	12.9	0.76	22.9	60.3	41.3	43.1	0.8		0.97 Bending
M7	Middenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.87	0	192	12.9	0.70	25.9	60.3	41.3	43.1	0.8		0.89 Bending

## APPENDIX D

### Blokdeuvels

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

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

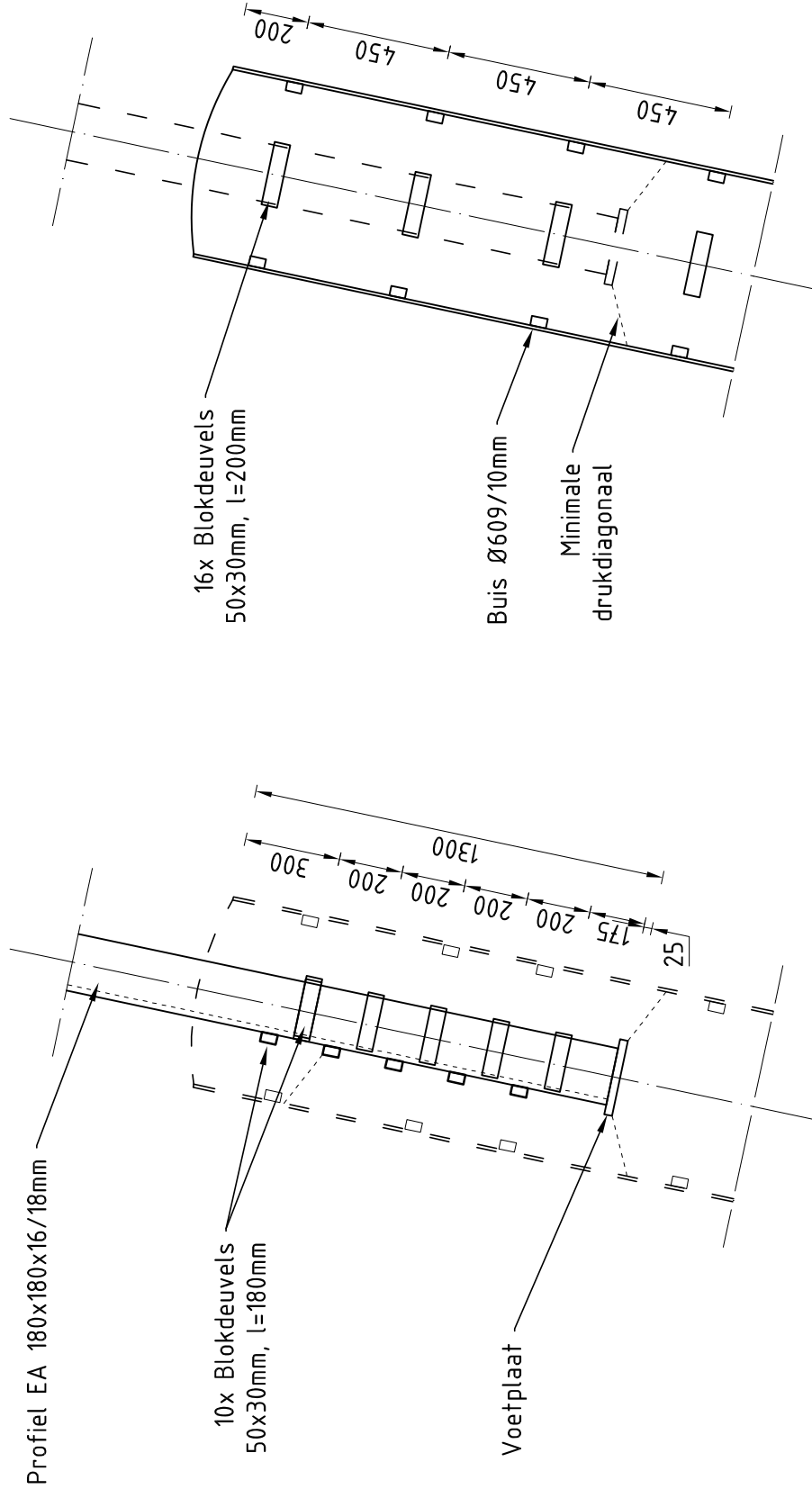
- S-3/s, S+0/s, S+3/s, S+6/s en S+9/s.

De blokdeuvels worden getoetst op de maatgevende belasting per samenvoeging van masttypen (S+3/s is maatgevend). De belastingen waaraan getoetst worden zijn onderstaand weergegeven.

#### Omhullenden ongeacht stijl

Belasting	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
Max. druk	ULS 1a_45	265	241	<b>1634</b>	17	-357	-11	1671
Max. trek	ULS 1a_0,9_0,9_45	216	192	<b>-1337</b>	-17	288	5	-1367
Max. pos. torsie	ULS 5a Ah 11	24	-39	-80	<b>45</b>	11	-6	-81
Max. neg. torsie	ULS 5a Ba 11	-24	-39	-80	<b>-45</b>	11	-6	-81
Comb. trek+torsie	ULS 1a 0,9 0,9 45	216	192	<b>-1337</b>	<b>-17</b>	288	5	-1367

# Principe blokdeuvels - S-3/s, S+0/s, S+3/s, S+6/s & S+9/s



## Algemene opmerkingen

- Aarding niet aangegeven
- Spiraalwapening niet aangegeven

Project: RLL-TBG  
Mast: S-3/s, S+0/s, S+3/s, S+6/s & S+9/s

### Shear blocks

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

Datum: 2021-08-09  
Auteur: TBR  
Versie: 1.5

Load			Results		
Compression	$F_{Ed,c}$	1671 kN	Compression	U.C.	0,90 < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	1367 kN	Tension	U.C.	0,80 < 1,00 OK

#### Main leg

Profile		<b>L180x16</b>
Type		Single
Steel material		S355
Cross section		5540 mm <sup>2</sup>
Axial capacity	$N_{pl}$	1967 kN
Width	$b$	180 mm
Thickness	$t$	16 mm
Length in concrete		1300 mm

#### Capacity shear blocks main leg

$A_{f1} = A_{f1,out} + A_{f1,in} =$	5400 mm <sup>2</sup>
$A_{f2} = A_{f2,out} + A_{f2,in} =$	14200 mm <sup>2</sup>
Slope	1 : 5
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}} =$	1,62
$f_{jd} = C_A \times f_{cd} =$	24,4 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} =$	1053 kN
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} =$	1053 kN

#### Shear blocks main leg

Sides		1 (outside)
Width	$b$	50 mm
Thickness	$h$	30 mm
Length - outside	$L_{out}$	180 mm
Length - inside	$L_{in}$	mm
Eccentricity	$e$	-10 mm
Welds	$a$	5 mm
c.t.c. separation	$s$	200 mm
Number for compr.	$n_c$	8 -
Number for tension	$n_t$	8 -

#### Capacity foot plate

$K_d =$	1,73 -
$f_{jd} = C_A \times f_{cd} =$	26,0 N/mm <sup>2</sup>
$c = t\sqrt{f_{yd} / 3f_{jd}} =$	53 mm
$m^* = \min(c, m) =$	30 mm
Type foot plate	Extending
Effective for	Compr. and tension
$A_{p,c} =$	30740 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = A_{p,druk} \times f_{jd} =$	801 kN
$A_{p,t} =$	25200 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd} =$	656 kN

#### Foot plate

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

#### Capacities

$F_{Rd,c,plate} =$	801 kN
$F_{Rd,blocks,c} =$	1053 kN
$F_{Rd,c} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate} =$	<b>1854 kN</b>
U.C. compression	0,90 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)	865 kN
$F_{Rd,t} = \min. (\text{welds} / \text{foot plate}) =$	656 kN
$F_{Rd,blocks,t} =$	1053 kN
$F_{Rd,t} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate} =$	<b>1710 kN</b>
U.C. tension	0,80 < 1,00 OK
U.C. welds	0,44 < 1,00 OK

#### Pile

Name		Buispaal
Diameter		609 mm
Thickness		10 mm
Cross section		18818 mm <sup>2</sup>
Steel material		S355
Capacity		6680 kN
Concrete strength		C30/37

#### Capacity shear blocks pile

$A_{f1} =$	6000 mm <sup>2</sup>
$A_{f2} =$	32204 mm <sup>2</sup>
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}} =$	2,32 -
$f_{jd} = K_d \times f_{cd} =$	34,8 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} \times C_{red} =$	<b>1881 kN</b>
U.C. compression	0,89 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} \times C_{red} =$	<b>1881 kN</b>
U.C. tension	0,73 < 1,00 OK
U.C. welds	0,53 < 1,00 OK

#### Shear blocks pile

Width	$b$	50 mm
Thickness	$h$	30 mm
Length	$L$	200 mm
Welds	$a$	5 mm
c.t.c. separation	$s$	450 mm
Number for compr.	$n_c$	12 -
Number for tension	$n_t$	12 -
Blocks per row	$n_{bl}$	4 -
Effectivity of total	$C_{red}$	75% -

#### Design value concrete strength

Material factor	$\gamma_c$	1,5
Add. mat. factor	$\gamma_m$	1,33 -
$f_{cd} =$		15,0 N/mm <sup>2</sup>

#### "Splitting" of pile

Spread of forces		45 °
Length force flow		1006 mm
Splitting force		680 kN/m
Yield strength wall	$f_{yd} =$	355 N/mm <sup>2</sup>
Capacity tubular pile		7100 kN/m
U.C.		0,10 < 1,00 OK

#### Steel tower stub

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

Project: RLL-TBG  
 Mast: S-3/s, S+0/s, S+3/s, S+6/s & S+9/s

### 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

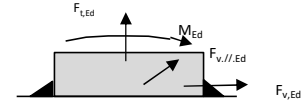
Factor 1,2  
 $F_{t,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = F_{Rd,c} / n = 158 \text{ kN}$   
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 2,37 \text{ kNm}$

#### Check

$\sigma_{vw,Ed} = 192 \text{ N/mm}^2 \leq$   
 $\sigma_1 = 96 \text{ N/mm}^2 \leq$

#### Welds

a = 5 mm  
 l = 180 mm  
 $\beta_w = 0,9$   
 $\gamma_{M2} = 1,25$



#### Stress components

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 4al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 4al = 62 \text{ N/mm}^2$   


---

 $b^* = b + 2/3av2 = 54,7 \text{ mm}$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = 0,706M_{Ed} / al b^* = 34 \text{ N/mm}^2$   
 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{vw,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 192 \text{ N/mm}^2$

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0,44 OK**  
 $0,9f_u / \gamma_{M2} = 353 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0,27 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

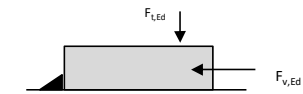
Factor 1,2  
 $F_{t,Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 75 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = 251 \text{ kN}$   
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 0,00 \text{ kNm}$

#### Check

$\sigma_{vw,Ed} = 231 \text{ N/mm}^2 \leq$   
 $\sigma_1 = 115 \text{ N/mm}^2 \leq$

#### Welds

a = 5 mm  
 l = 200 mm  
 $\beta_w = 0,9$   
 $\gamma_{M2} = 1,25$



#### Stress components

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 2al = 27 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 2al = 89 \text{ N/mm}^2$   


---

 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{vw,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 231 \text{ N/mm}^2$

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0,53 OK**  
 $0,9f_u / \gamma_{M2} = 353 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0,33 OK**

### Welds of foot plate

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$   
 Weld size a = 5 mm  
 Length l = 2b + 2b - t = 688 mm  
 Capacity  $F_{Rd} = a \times l \times f_{w,d} / \sqrt{3} = 865 \text{ kN}$



## APPENDIX E

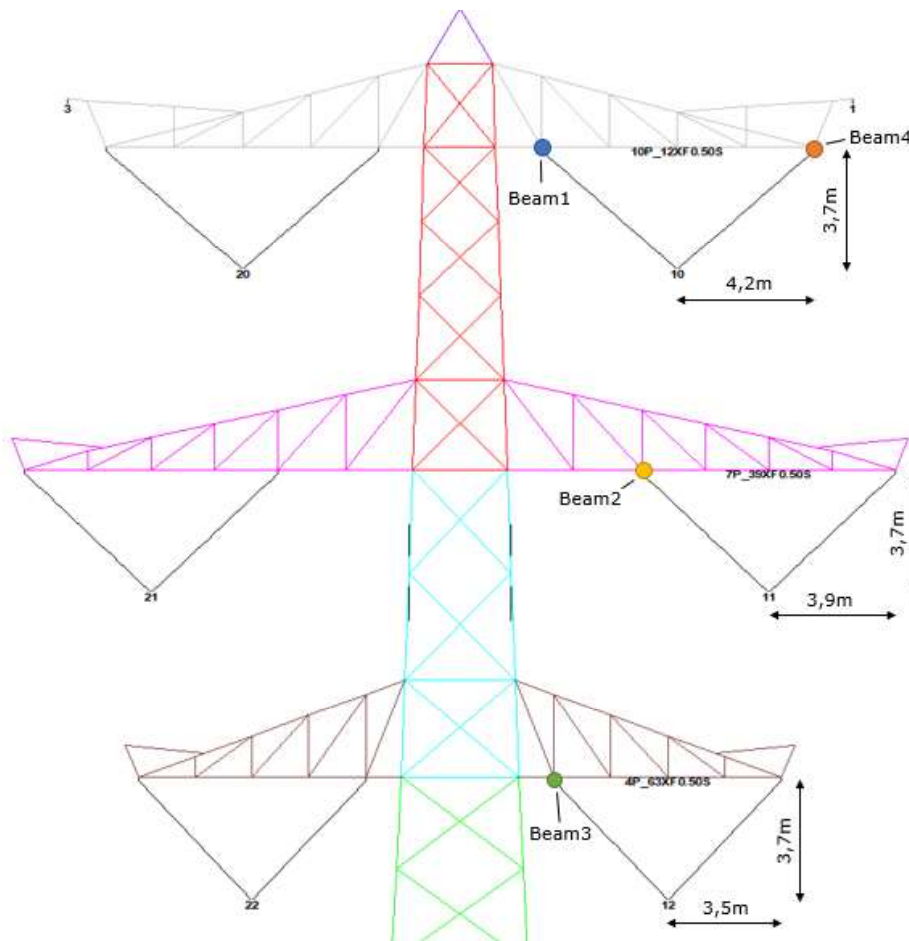
---

### Liggers

## 1 BEREKENING OPHANGING V-KETTINGEN

De volgende onderdelen worden berekend:

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



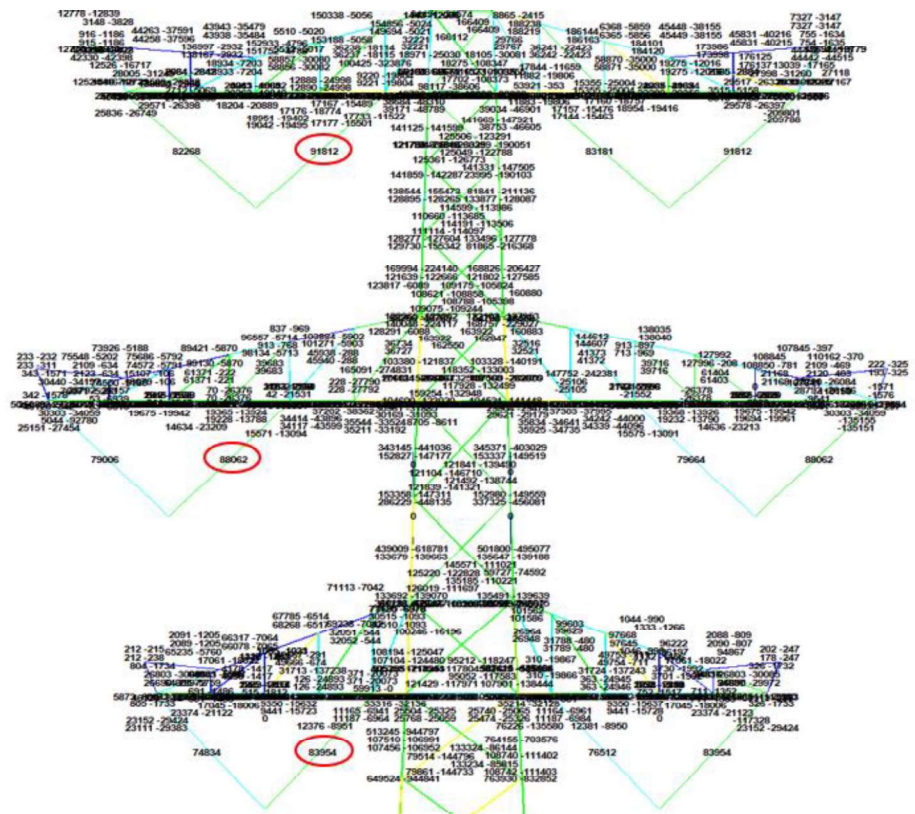
**Figuur 1** Overzicht liggers en afmetingen

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

**Tabel 1** Gegevens liggers en belasting V-ketting

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

Onderstaand zijn de optredende belastingen geschematiseerd:



Figuur 2 Belasting V-ketting

### 1.1 Berekening liggers

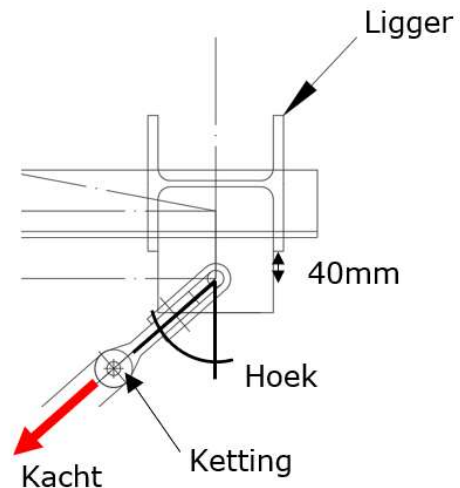
In figuur 3 is het schema van het aangrijpen van de kracht op de ligger weergegeven.

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

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

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

Alle liggers voldoen, voor berekening zie na volgende pagina.



Figuur 3 Schema aangrijpen kracht



## 1.2 Controle onderregels traversen

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

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

**Tabel 2 Controle onderregels traversen**

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

Alle onderregels voldoen aan de combinatie van druk en buiging.

Project: RLL-TBG  
Mast: S+0\_s

**Steel beams in torsion**  
*Calculation of unrestrained beams with eccentric load*

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

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

**Calculation of second derivative of angular deflection φ'':**

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

Project: RLL-TBG  
 Mast: S+0\_s

**Steel beams in torsion**

Calculation of unrestrained beams with eccentric load

Datum: 2021-03-16

Auteur: MRE

Versie: 1.1

**Acting moments:**

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

**Capacities of beams:**

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

**Combined check of beam:**

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

**Displacements:**

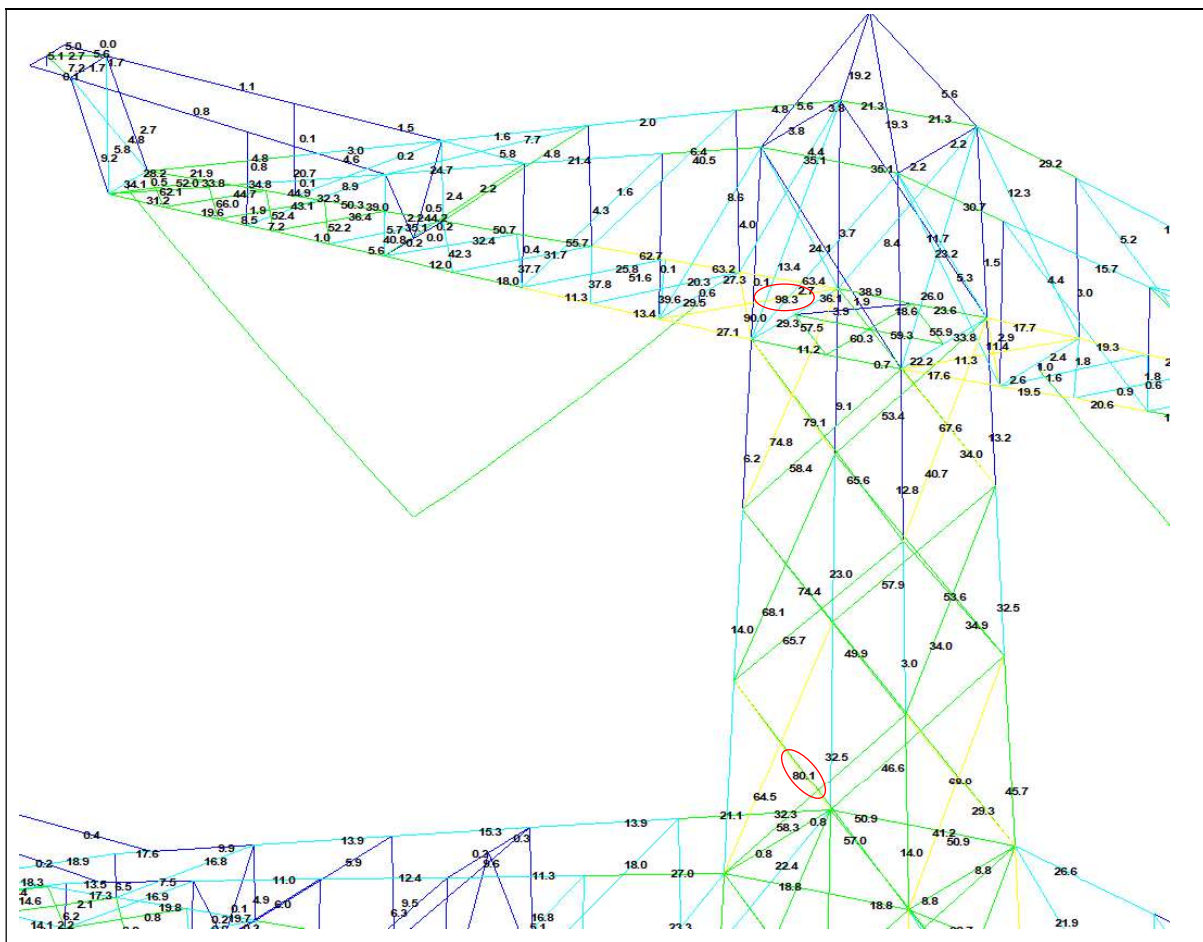
Factor $F_{ed} / F_k$		1.2	1.2	1.2	1.2	
Displacement y-direction	$u_y$	0.92	1.20	2.17	0.13	<i>mm</i>
Relative displacement	rel.	2195	1889	1494	7552	-
Displacement z-direction	$u_z$	2.35	3.29	6.65	0.33	<i>mm</i>
Relative displacement	rel.	859	687	487	3047	-

## APPENDIX F

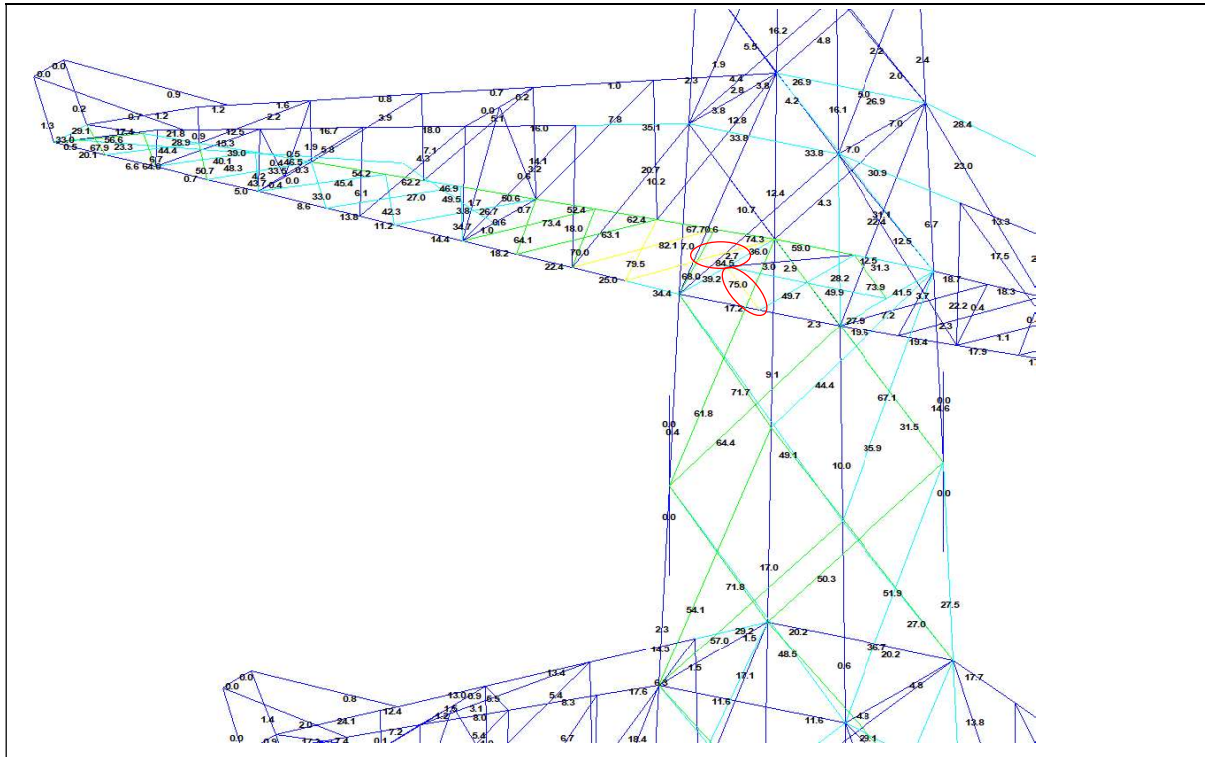
### Sterkte-coördinatie

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

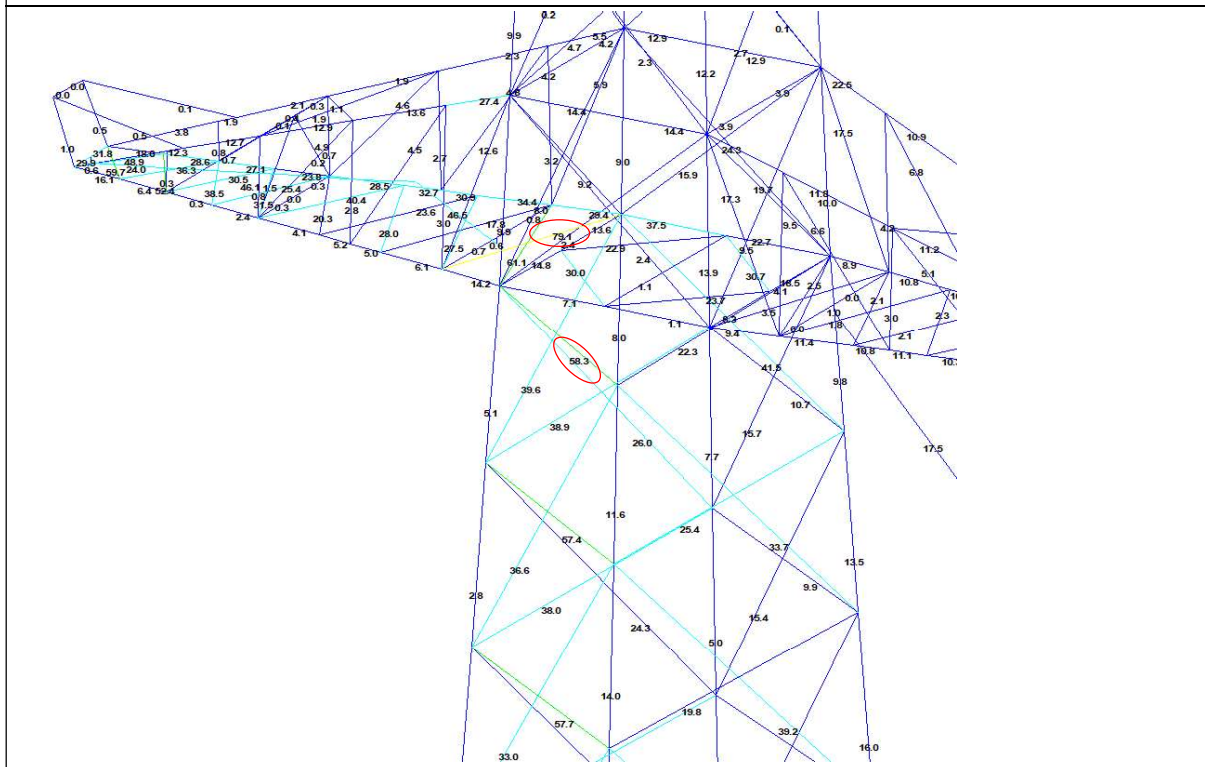
Aangezien alle masttypen in de groep van solo-masten dezelfde mastkop delen, wordt enkel masttype S+0/s getoetst. Mogelijk dat andere typen hoger of lager worden belast, maar dat levert geen verschil op in de verhouding van uitnutting tussen de verschillende onderdelen.



Boventraverse – diagonalen bovenstuk 2:  $98,3 / 80,1 = 1,23 \geq 1,10$  OK.



Middentraverse – tussenschot:  $84,5 / 75,0 = 1,13 \geq 1,10$  OK.



Ondertraverse:  $79,1 / 58,3 = 1,36 \geq 1,10$  OK



## **About DNV**

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

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

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