

*380kV reconstructiemasten en fundaties*

B.8 Mastrapportage steunmasten



ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN

# Mastrapportage GT-TLB 3-ct. S+0/n, S+3/n & S+10/n

TenneT TSO B.V.

Meridian doc.nr.: 002.678.00 0934579

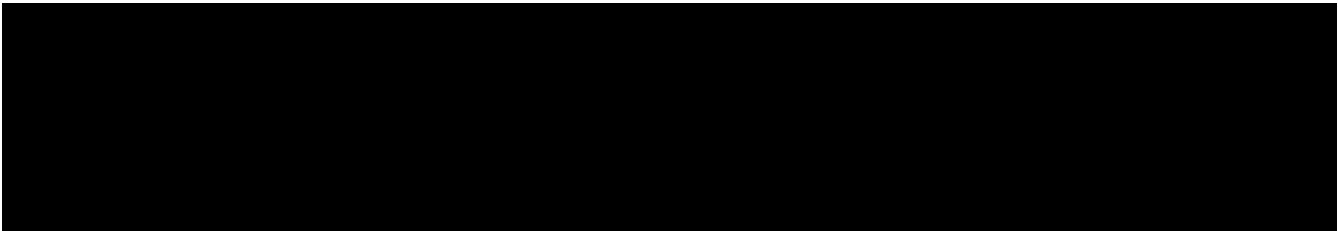
Rapport nr.: 21-0894, Rev. 3

Datum: 15-09-2022





Projectnaam: Zuid-West 380 kV Oost Verbindingen Energy Systems  
Rapport titel: Mastrapportage GT-TLB 3-ct. S+0/n, S+3/n & S+10/n DNV Netherlands B.V.  
Klant: TenneT TSO B.V. Utrechtseweg 310-B50  
Contactpersoon klant: [REDACTED] 6812 AR Arnhem  
Datum uitgave: 15-09-2022  
Project nr.: 10124719  
Organisatie unit: TDT Tel: 026 356 9111  
Meridian doc.nr.: 002.678.00 0934579 Handelsregister Arnhem 09006404  
Rapport nr.: 21-0894, Rev. 3



Copyright © DNV 2022. All rights reserved. Unless otherwise agreed in writing: (i) This publication or parts thereof may not be copied, reproduced or transmitted in any form, or by any means, whether digitally or otherwise; (ii) The content of this publication shall be kept confidential by the customer; (iii) No third party may rely on its contents; and (iv) DNV undertakes no duty of care toward any third party. Reference to part of this publication which may lead to misinterpretation is prohibited.

DNV Distributie: :

- Open
- Intern
- Commercieel vertrouwelijk
- Vertrouwelijk
- Geheim

\*Specificatie distributie: --

Rev.	Datum	Reden van uitgave	Auteur	Beoordelaar	Goedkeuder
0	18-06-2021	Eerste uitgave	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
1	29-07-2021	RFA-commentaar verwerkt	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
2	27-08-2021	RFA-commentaar verwerkt	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
3	15-09-2022	Wijziging mast 57N 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	8
3.3	Mastenlijst	8
3.4	Geleiderbelastingen	8
3.5	Reacties op de fundering	9
3.6	Modellering	9
3.7	Overige controles	9
3.8	Mastgewicht	9
4	TOETSING .....	11
4.1	Resultaat PLS-TOWER	11
4.2	Toetsing overige onderdelen	14
Appendix A	Geleiderbelastingen	
Appendix B	Resultaten PLS-TOWER	
Appendix C	Knikverkorters	
Appendix D	Blokdeuvels	
Appendix E	Liggers	
Appendix F	Galloping	

## 1 INLEIDING

In het basisontwerp van de vakwerkmasten voor de verbinding GT-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 masttype S+0/n, S+3/n, S+10/n 3-circuit masten voor de reconstructie. Deze mast is gebaseerd op het bestaande S+0 of "type A" masttype uit de verbinding GT-TLB380 met de aanpassingen om te voldoen aan de belasting uit de nieuwe situatie en de huidige ontwerpeisen van TenneT.

In deze rapportage is de toetsing van de mast van de steunmasten S+0/n, S+3/n, S+10/n 3-circuit opgenomen. De toetsing bestaat uit controle van:

- de profielen en boutverbindingen onderdeel van de hoofd draagconstructie
- de knikverkorters
- de verbinding met de fundatie via blokdeuvels
- de liggers voor de isolatorkettingen.

Buiten de scope van dit DO-rapport valt de controle van de schetsplaten en overige verbindingdetails in de constructie. Dit moet in de UO-fase worden uitgewerkt. Ook de voorzieningen voor de 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 reconstructies”.

### 2.4 Ontwerprapporten

Voor de achtergrond van het ontwerp wordt verwezen naar het uitgangspuntenrapport “D1.3 Uitgangspunten reconstructies”, DNV rapport 21-0702, Meridiannummer 002.678.00 0927721.

### 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

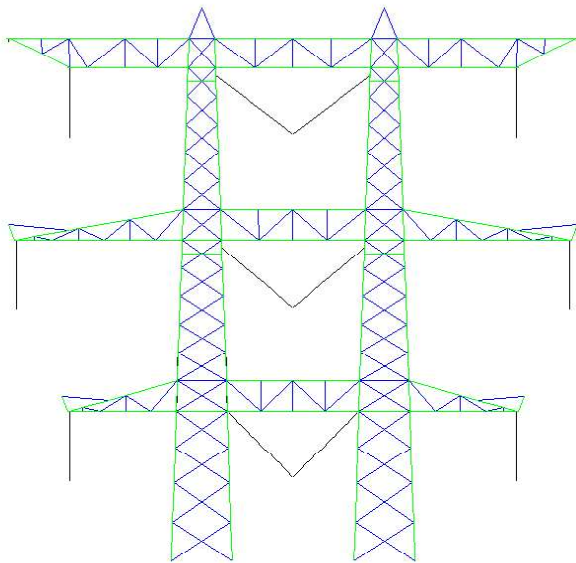
#### 3.1 Mastbeelden

In dit hoofdstuk worden de mastbeelden weergegeven met de belangrijkste maatvoering, de figuren zijn ontleend aan de bij deze rapportage horende tekeningen van de masttypen. Het gaat om de volgende tekeningen:

- Overzichtstekening S+0/n, Meridiannummer 002.678.00 0934596
- Overzichtstekening S+3/n, Meridiannummer 002.678.00 0934597
- Overzichtstekening S+10/n, Meridiannummer 002.678.00 0934598
- Principedetails GT-TLB, Meridiannummer 002.678.00 0935109.

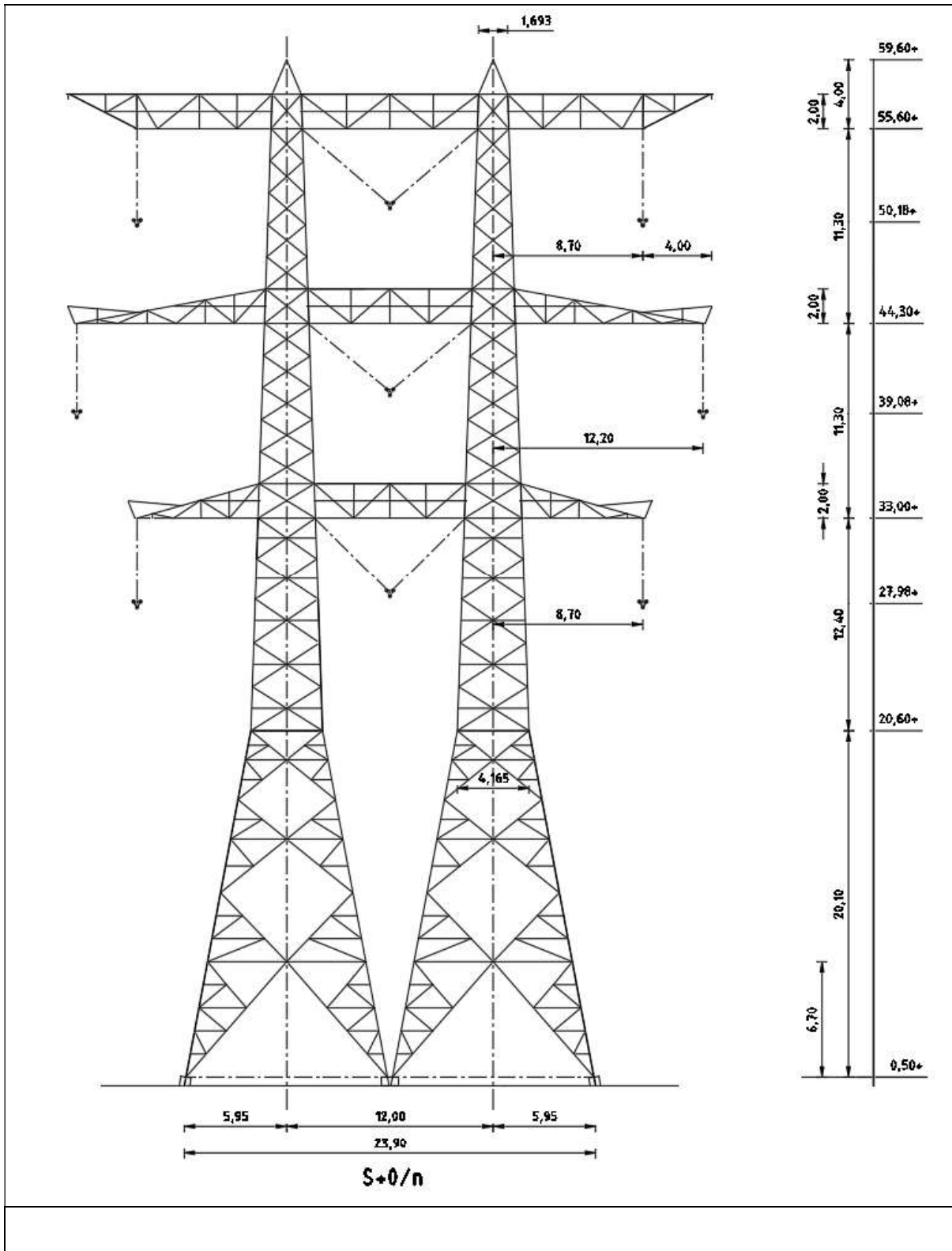
Masttype reconstructie S+0/n, S+3/n +10/n zijn steunmasten voor drie circuits 380 kV.

De drie steunmasten hebben een gedeelde mastkop en een gedeeld gedeelte van het tussenstuk, dit deel is voor alle types gelijk en berekend met belastingen van hoogste type S+10/n. Zie Figuur 1.

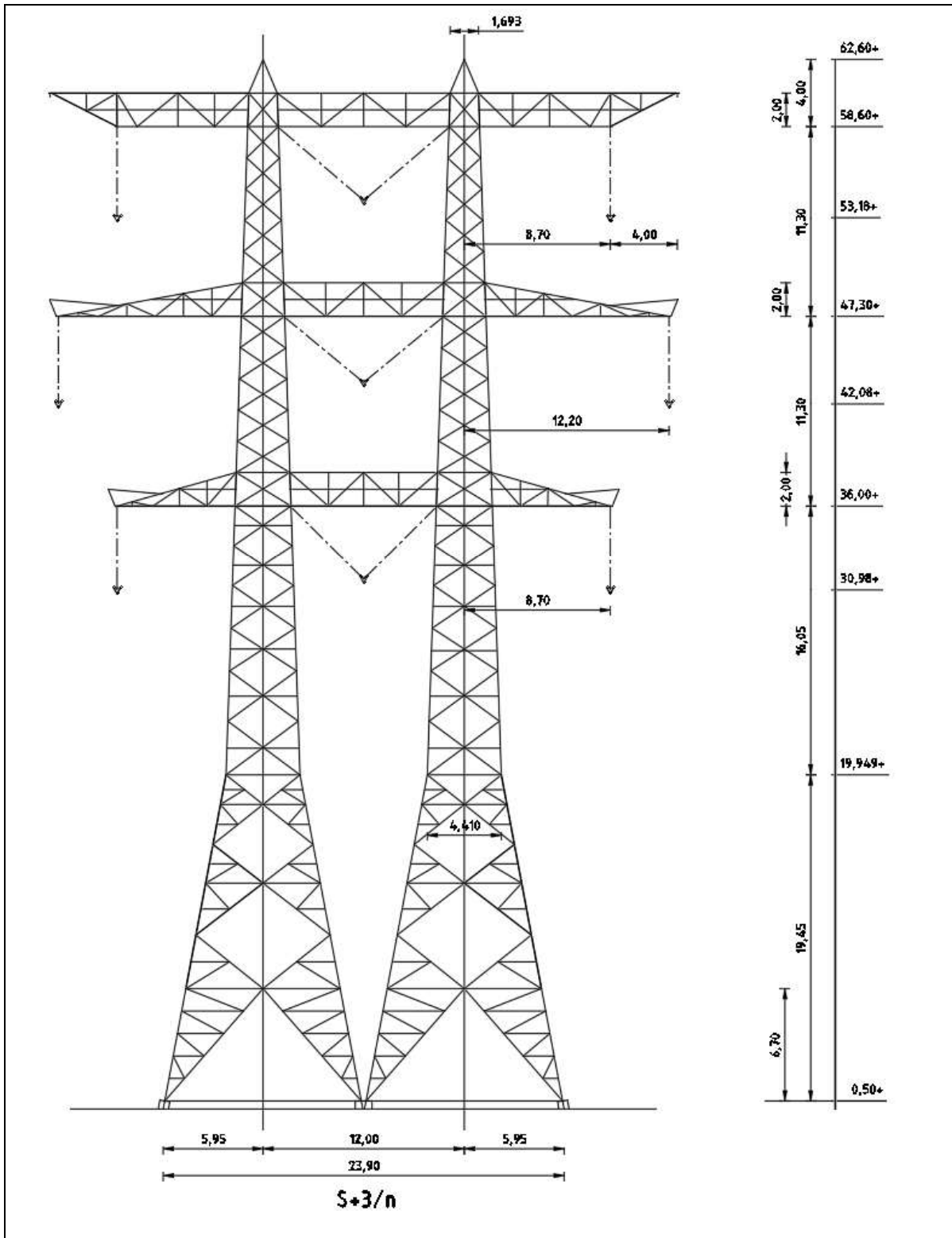


**Figuur 1 Gedeeld mastkop en tussenstuk van de 3-ct. steunmasten**

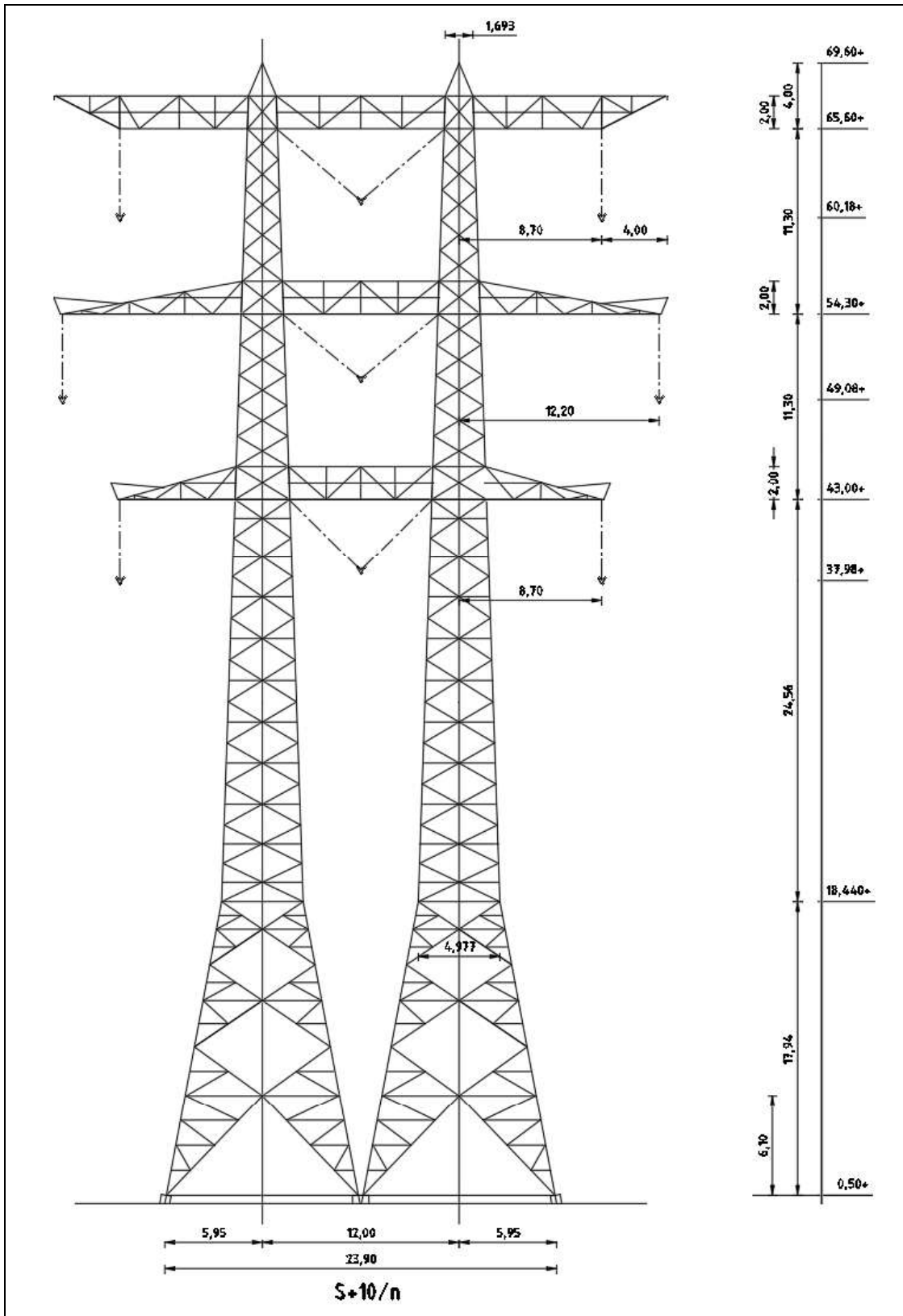




Figuur 2 Mastbeeld masttype S+0/n 3-ct



Figuur 3 Mastbeeld masttype S+3/n 3-ct



Figuur 4 Mastbeeld masttype S+10/n 3-ct

## 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
IJsgebied fasegeleider	B
IJsgebied bliksemgeleider	A

## 3.3 Mastenlijst

In Tabel 6 zijn alle masten in het tracé van het type S+0, S+3 en S+10/n opgenomen. De mast met grootste wind span is vetgedrukt aangegeven. De masttypen zullen niet met deze wind en weight span worden berekend maar met generieke wind en weight span, zie uitgangspuntenrapport.

**Tabel 6 Mastenlijst S+0 +3 +10**

Mast-nummer	Masttype	Lijnhoek (°)	Wind span (m)	Weight span (m)	Hoogteverschil ba+ah (m)	Hoogteverschil back (m)	Hoogteverschil ahead (m)
43N	S+0	180,0	324,8	326,0	0,2	0,7	-0,5
44N	S+0	180,0	340,4	339,7	-0,2	0,5	-0,6
45N	S+0	180,0	348,2	350,4	0,5	0,6	-0,1
49N	S+0	180,0	355,7	362,7	1,7	1,7	0,0
<b>54N</b>	S+0	180,0	381,9	382,6	0,2	0,4	-0,2
55N	S+0	180,0	370,6	371,8	0,3	0,2	0,1
56N	S+0	180,0	357,1	356,3	-0,2	-0,1	-0,1

Mast-nummer	Masttype	Lijnhoek (°)	Wind span (m)	Weight span (m)	Hoogteverschil ba+ah (m)	Hoogteverschil back (m)	Hoogteverschil ahead (m)
47N	S+3	180,0	352,5	380,1	6,9	3,8	3,1
52N	S+3	180,0	303,1	265,3	-4,5	-6,7	2,1
<b>57N</b>	S+3	180,0	374,1	422,2	5,6	3,3	2,3

Mast-nummer	Masttype	Lijnhoek (°)	Wind span (m)	Weight span (m)	Hoogteverschil ba+ah (m)	Hoogteverschil back (m)	Hoogteverschil ahead (m)
<b>51N</b>	S+10	180,0	280,0	367,2	17,3	10,6	6,7
51AN	S+10	180,0	213,7	269,5	8,7	1,0	7,7

## 3.4 Geleiderbelastingen

De berekening is uitgevoerd met het geleiderbelastingprogramma van DNV. 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.

Opmerking: De trekparameter tussen uitgangspunten en Appendix A verschilt, zie het uitgangspuntenrapportage voor nadere toelichting.

### 3.5 Reacties op de fundering

De oplegreacties op de fundering worden ontleend aan de uitvoer van PLS-TOWER. Door de vorm van de 3-ct masten dienen andere belastingen dan die de geleiderbelastingen te worden genomen. Deze zijn apart berekend. De uitvoer is opgenomen bij de blokdeuvels in Appendix D

### 3.6 Modellerings

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

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

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

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

### 3.7 Overige controles

In PLS-TOWER zijn niet alle elementen getoetst. Knikverkortersprofielen en overige profielen voor beloopbaarheid worden separaat getoetst. In Appendix C is dit opgenomen. De verbinding met de fundatie bestaat uit ingestorte profielen voorzien van blokdeuvels. Dit is in Appendix D opgenomen. De liggers van isolatorkettingen worden belast op buiging. Deze zijn hierop onderzocht, dit is in Appendix E opgenomen.

### 3.8 Mastgewicht

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

Het gewicht van masttype S+0/n 3-ct is bepaald op 55,9 ton

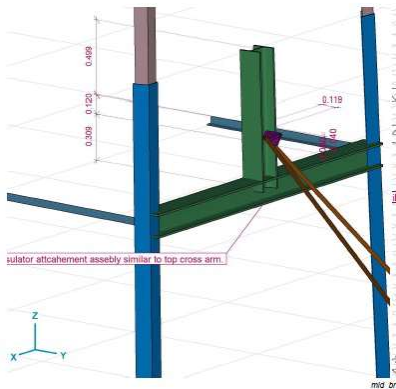
Het gewicht van masttype S+3/n 3-ct is bepaald op 57,0 ton

Het gewicht van masttype S+10/n 3-ct is bepaald op 66,2 ton.

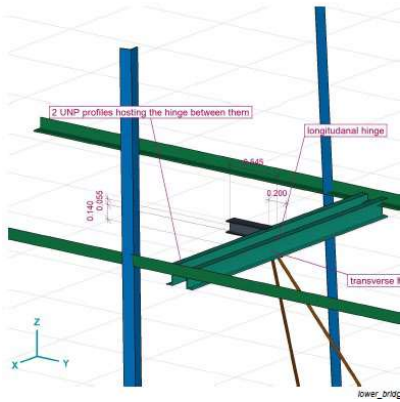
### 3.9 Aanpassingen ten opzichte van bestaande constructie S+0 (type A)

De bestaande mastconstructie is overgenomen wat betreft geleiderposities en hoofdafmetingen van de constructie. De diagonaalverbanden zijn grotendeels gelijk ingedeeld, maar wijken af in het tussenstuk, met toevoeging van diagonalen. In de traverse en de brug zijn stabiliteitsverbanden toegevoegd en diagonaalindelingen gewijzigd vanwege veiligheidseisen.

Grootste constructieve wijziging is de bevestiging van de isolatorkettingen van het middelste circuit. In de huidige constructie zijn deze bevestigd aan liggers uitgevoerd als hoekstaal. Deze liggers zijn in de nieuwbouwsituatie vervangen door dubbele UNP-profielen op de onderbrug, en een constructie van HEB-profielen bij de midden- en onderbrug. Zie hiervoor Figuur 5 en Figuur 6.



**Figuur 5 HEB-liggers midden en bovenbrug**



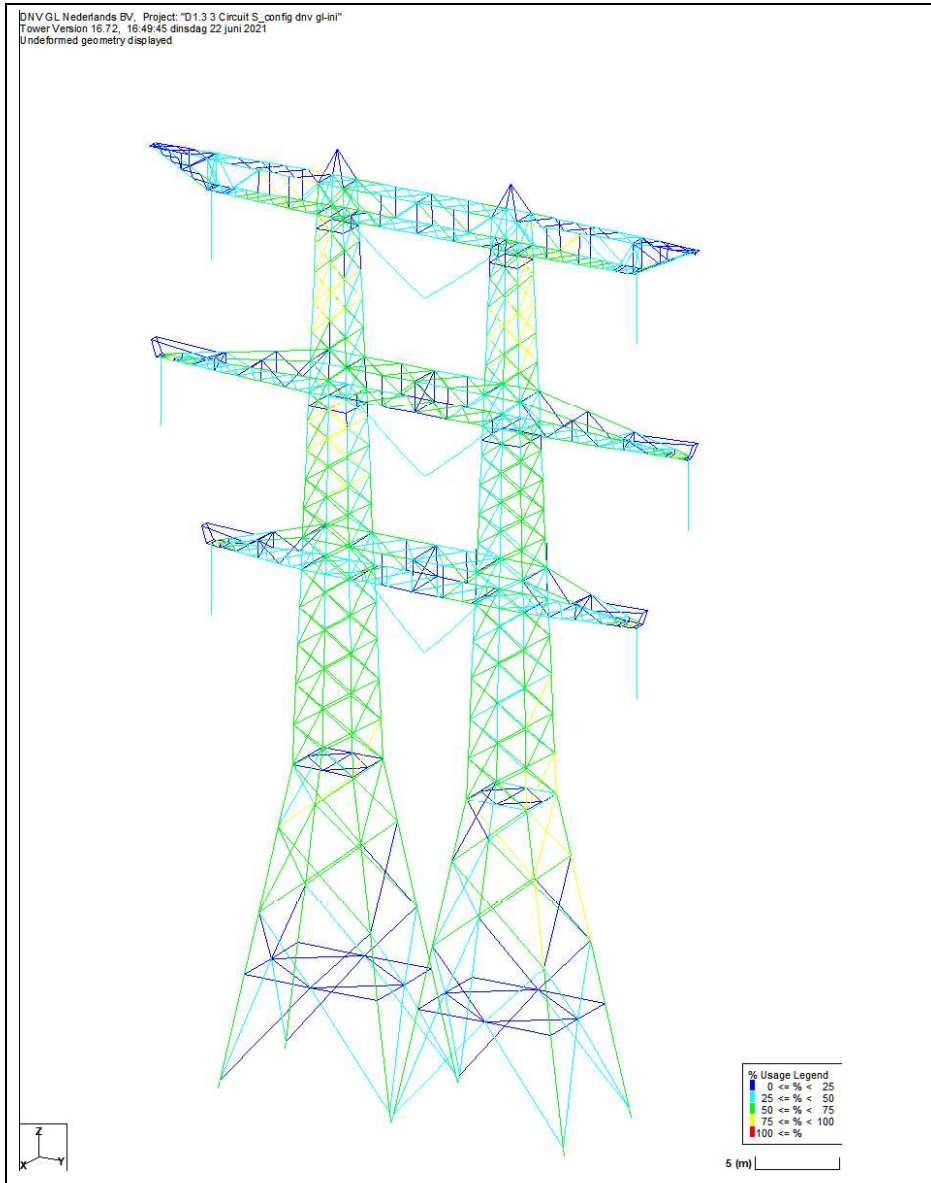
**Figuur 6 UNP-dubbelligger onderbrug**

## 4 TOETSING

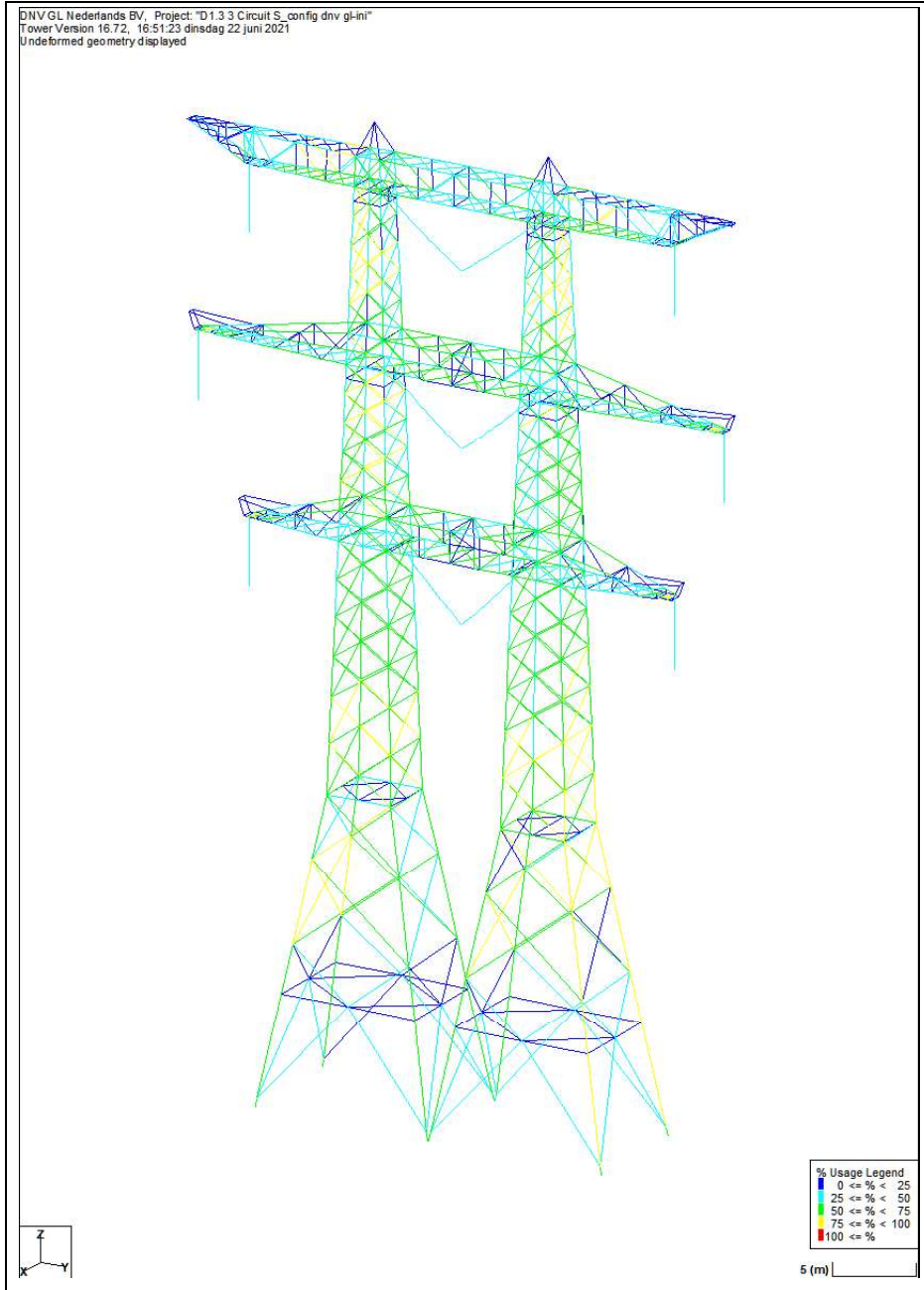
### 4.1 Resultaat PLS-TOWER

Het resultaat van de toetsing met PLS-TOWER is per masttype weergegeven in Figuur 7, Figuur 8 en Figuur 9. Voor elk masttype zijn de belastingen apart bepaald.

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.



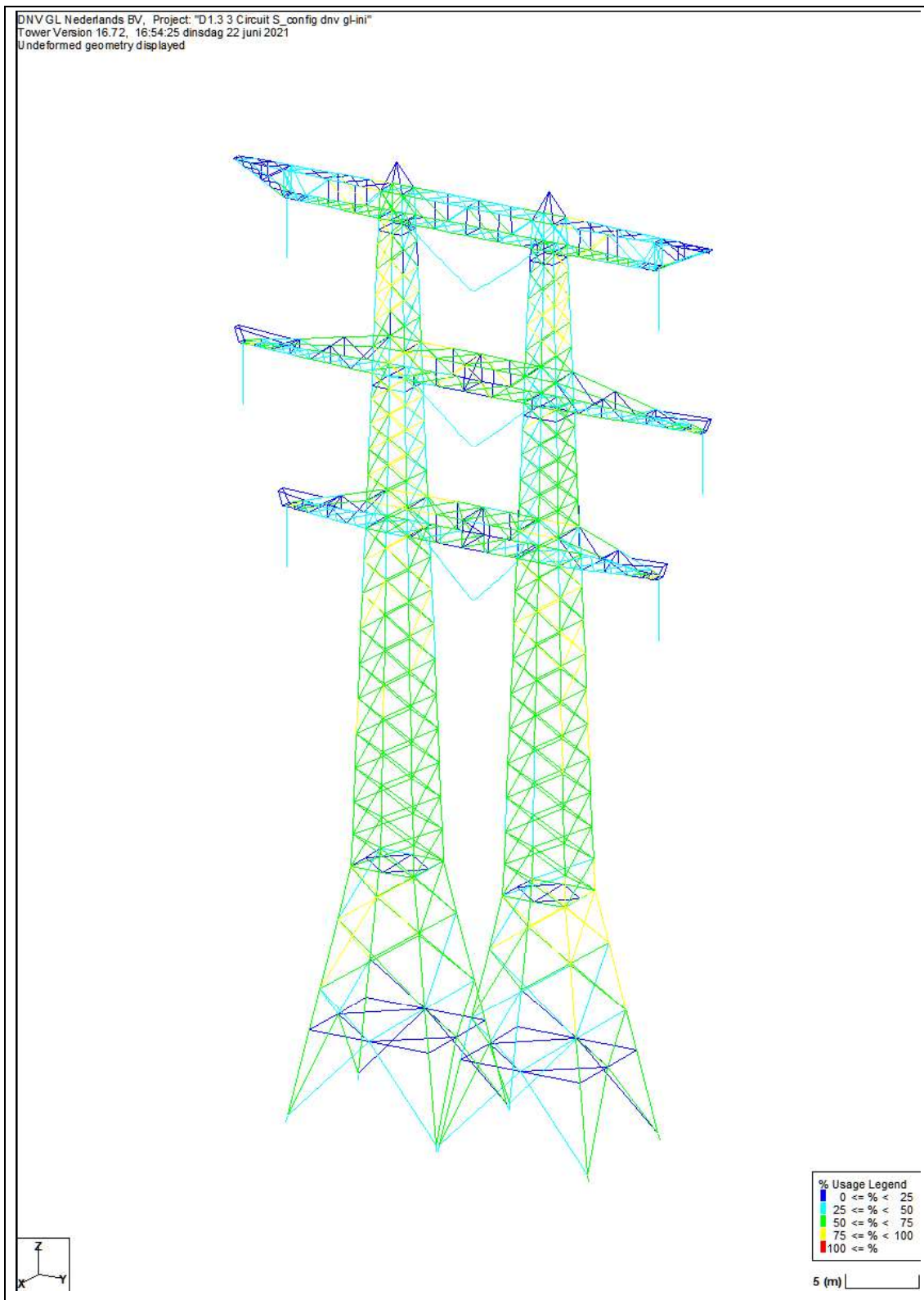
Figuur 7 Resultaat PLS-TOWER voor de steunmast S+0/n 3-ct



**Figuur 8** Resultaat PLS-TOWER voor de steunmast S+3/n 3-ct



DNVGL Nederlands BV, Project: "D1.3.3 Circuit S\_config dnv gl-ini"  
 Tower Version 16.72, 16:54:25 dinsdag 22 juni 2021  
 Undeformed geometry displayed



**Figuur 9** Resultaat PLS-TOWER voor de steunmast S+10/n 3-ct

## 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 7, Figuur 8, Figuur 9 Appendix B
Knikverkorters	Voldoen	Appendix C
Blokdeuvels randstijl	Voldoen	Appendix D
Liggers	Voldoen	Appendix E

## APPENDIX A

### Geleiderbelastingen

---

Geleiderbelastingen opgenomen:

- Masttype S+0/n
- Masttype S+3/n
- Masttype S+10/n.



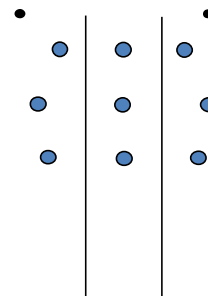
Project: GT-TLB380  
 Tower: S+0\_n 3ct  
 Number: 54N

Auteur: TBR  
 Versie: v11.9

### Geleiderbelastingen

#### Algemeen

Benaming S+0\_n 3ct  
 Masttype Steunmast  
 Aantal circuits 3  
 Configuratie 3-circuit-verticaal  
 Aantal bliksemgeleiders 2



Configuratie geleiders

#### Uitgangspunten

Norm NEN-EN50341-2-15:2019  
 Gevolgklasse initieel CC2  
 Betrouwbaarheidsniveau initieel Nieuwbouw  
 Referentieperiode initieel 50 jaar  
 0  
 Betrouwbaarheidsniveau na aanpassing n.v.t.  
 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	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Circuit 2	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Circuit 3	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	2 %	2 %	1600

#### Geleiders Ahead

Omschrijving	Spanning	Geleider Ahead	Bundel Ah	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden $P_{ahead}$
Circuit 1	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Circuit 2	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Circuit 3	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	2 %	2 %	1600

#### Isolatoren (1)

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <sup>2</sup> ]
Circuit 1	Halfverankering	5,40	4,50	2,40
Circuit 2	V-ketting	5,40	4,50	2,40
Circuit 3	Halfverankering	5,40	4,50	2,40
Bliksemdraad 1	Vast (Bliksemdraad)	0,10	0,20	0,10
Bliksemdraad 2	Vast (Bliksemdraad)	0,10	0,20	0,10

1. Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset

#### Ophanghoogte en positie in mast

Circuits	Aanduiding	Nummer	Ophanghoogte	Aangrijppunt	Positie in mast Horizontale afstand
Circuit 1	10	380ct1f1	51,1 m	55,6 m	-14,7 m
Circuit 1	11	380ct1f2	39,8 m	44,3 m	-18,2 m
Circuit 1	12	380ct1f3	28,5 m	33,0 m	-14,7 m
Circuit 2	20	380ct2f1	51,1 m	55,6 m	0,0 m
Circuit 2	21	380ct2f2	39,8 m	44,3 m	0,0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	28,5 m	33,0 m	0,0 m
Circuit 3	30	380ct3f1	51,1 m	55,6 m	14,7 m
Circuit 3	31	380ct3f2	39,8 m	44,3 m	18,2 m
Circuit 3	32	380ct3f3	28,5 m	33,0 m	14,7 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	57,4 m	57,6 m	-18,7 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	57,4 m	57,6 m	18,7 m

Project: GT-TLB380  
 Tower: S+0\_n 3ct  
 Number: 54N

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

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

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

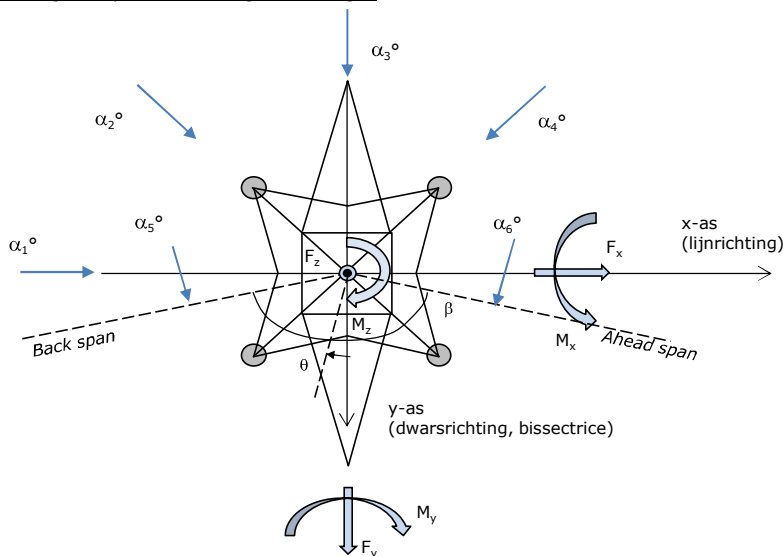
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h_{back}$	$\Delta h_{ahead}$	$\Delta y_{back}$	$\Delta y_{ahead}$
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	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
Circuit 3	30	380ct3f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 3	31	380ct3f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 3	32	380ct3f3	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	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 °
<i>Geleiderbelastingen</i>	$\alpha_3$	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: GT-TLB380  
 Tower: S+0\_n 3ct  
 Number: 54N

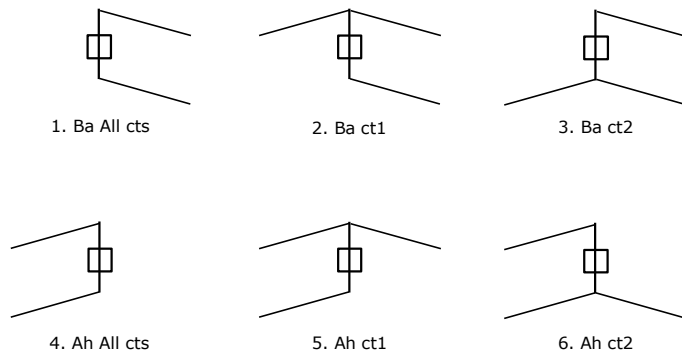
### Geleiderafval

		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
Circuit 3	380ct3f1	0	1	1	0	0,8	0
Circuit 3	380ct3f2	0	1	1	0	0,8	0
Circuit 3	380ct3f3	0	1	1	0	0,8	0
Bliksemdraad 1	bl1	1	0	1	0	1	0
Bliksemdraad 2	bl2	0	1	1	0	1	0

### Belastingsituaties SPLS

Beschouwde situaties SPLS: SPLS voor steunmast niet van toepassing

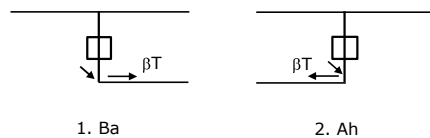
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: GT-TLB380  
 Tower: S+0\_n 3ct  
 Number: 54N

**Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud**

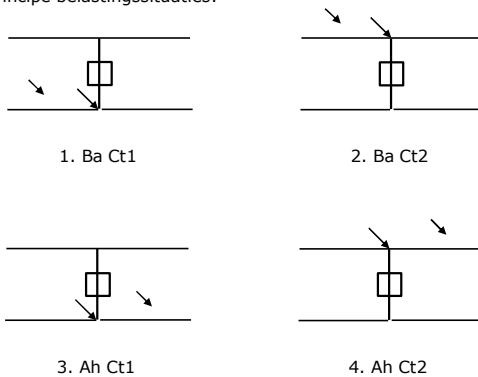
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden 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 en 2, uitgangspunt is symmetrie tussen back / ahead.

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

Principe belastingssituaties:



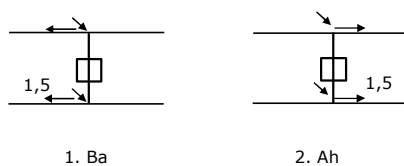
**Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting**

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

Beschouwde situaties lijndansen 8: 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: GT-TLB380  
 Tower: S+0\_n 3ct  
 Number: 54N

## Mastconstructie

### Eigenschappen

Masttype	Steunmast
Mastbenaming	S+0_n 3ct
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m
Masthoogte t.o.v. voetplaat	59,6 m
Gewicht mast	540,0 kN

<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	16,00	23,90 m
Helling van de randstijl	0,214	0,382 -
Factor spatkracht	1,3	1,3 -

### Berekening windbelasting

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

### Eigenschappen mastsecties langsrichting (vooraanzicht, yz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk1	7,20	23,90	18,39	7,20	0,382	152,26	17,00	0,11	3,35
Tussenstuk1	20,60	18,39	8,33	13,40	0,376	179,05	24,79	0,14	3,21
Tussenstuk2	33,00	8,33	6,67	12,40	0,067	93,01	17,25	0,19	2,99
Bovenstuk1	44,30	6,67	5,16	11,30	0,067	66,87	14,90	0,22	2,83
Bovenstuk2	57,60	5,16	3,44	13,30	0,065	57,22	14,52	0,25	2,71
Topstuk	59,60	3,44		2,00		3,44	0,52	0,15	3,15
Ondertraverse	33,00	11,36	4,40	2,00		36,35	5,05	0,14	3,21
Middentraverse	44,30	15,62	4,75	2,00		52,74	6,16	0,12	3,32
Boventraverse	55,60	17,00	12,95	2,00		127,08	6,39	0,05	3,67

### 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>
Broekstuk1	7,20	16,00	12,92	7,20	0,382	152,26	13,53	0,09	3,46
Tussenstuk1	20,60	12,92	7,18	13,40	0,376	179,05	20,20	0,11	3,34
Tussenstuk2	33,00	7,18	5,93	12,40	0,067	93,01	14,63	0,16	3,12
Bovenstuk1	44,30	5,93	4,78	11,30	0,067	66,87	10,89	0,16	3,10
Bovenstuk2	57,60	4,78	3,44	13,30	0,065	57,22	10,94	0,19	2,97
Topstuk	59,60	3,44		2,00		3,44	0,69	0,20	2,93
Ondertraverse	33,00	11,36	4,40	2,00		36,35	2,84	0,08	3,52
Middentraverse	44,30	15,62	4,75	2,00		52,74	4,07	0,08	3,52
Boventraverse	55,60	17,00	12,95	2,00		127,08	6,59	0,05	3,66

NB: oppervlakte traverse dwarsrichting wordt in berekening gereduceerd.

Project: GT-TLB380  
 Tower: S+0\_n 3ct  
 Number: 54N

#### Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m <sup>2</sup> /m)	Factor	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk1				
Tussenstuk1				
Tussenstuk2				
Bovenstuk1				
Bovenstuk2				

#### Invoer antennes

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

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>x1</sub> [kN]	F <sub>x2</sub> [kN]	F <sub>x3</sub> [kN]	F <sub>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>y1</sub> [kNm]	M <sub>y2</sub> [kNm]	M <sub>y3</sub> [kNm]	M <sub>y4</sub> [kNm]
Broekstuk1	0,70	39,9	30,9	0,0	-30,9	3,6	143,6	111,1	0,0	-111,1
Tussenstuk1	0,78	62,4	48,9	0,0	-48,9	13,9	867,1	679,5	0,0	-679,5
Tussenstuk2	0,96	49,4	39,5	0,0	-39,5	26,8	1325,3	1059,7	0,0	-1059,7
Bovenstuk1	1,06	44,9	34,3	0,0	-34,3	38,7	1736,2	1325,4	0,0	-1325,4
Bovenstuk2	1,14	44,9	34,8	0,0	-34,8	51,0	2285,6	1770,8	0,0	-1770,8
Topstuk	1,18	1,9	1,8	0,0	-1,8	58,6	113,8	107,6	0,0	-107,6
Ondertraverse	1,02	33,1	17,5	0,0	-17,5	33,7	1114,6	589,4	0,0	-589,4
Middentraverse	1,10	45,2	24,6	0,0	-24,6	45,0	2031,9	1104,1	0,0	-1104,1
Boventraverse	1,17	55,0	32,9	0,0	-32,9	56,3	3091,9	1851,4	0,0	-1851,4
<b>Totaal</b>		<b>376,7</b>	<b>265,1</b>	<b>0,0</b>	<b>-265,1</b>		<b>12710,1</b>	<b>8599,1</b>	<b>0,0</b>	<b>-8599,1</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]
Broekstuk1	0,70	0,0	30,9	32,9	30,9	3,6	0,0	111,1	118,3	111,1
Tussenstuk1	0,78	0,0	48,9	52,8	48,9	13,9	0,0	679,5	734,5	679,5
Tussenstuk2	0,96	0,0	39,5	43,7	39,5	26,8	0,0	1059,7	1172,5	1059,7
Bovenstuk1	1,06	0,0	34,3	35,9	34,3	38,7	0,0	1325,4	1387,8	1325,4
Bovenstuk2	1,14	0,0	34,8	37,1	34,8	51,0	0,0	1770,8	1888,3	1770,8
Topstuk	1,18	0,0	1,8	2,4	1,8	58,6	0,0	107,6	139,8	107,6
Ondertraverse	1,02	0,0	17,5	8,2	17,5	33,7	0,0	589,4	274,7	589,4
Middentraverse	1,10	0,0	24,6	12,7	24,6	45,0	0,0	1104,1	570,5	1104,1
Boventraverse	1,17	0,0	32,9	22,6	32,9	56,3	0,0	1851,4	1271,9	1851,4
<b>Totaal</b>		<b>0,0</b>	<b>265,1</b>	<b>248,3</b>	<b>265,1</b>		<b>0,0</b>	<b>8599,1</b>	<b>7558,1</b>	<b>8599,1</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	540	0	0	0
Windrichting 0°	377	0	0	0	12710	0
Windrichting 45°	265	265	0	8599	8599	0
Windrichting 90°	0	248	0	7558	0	0
Windrichting 135°	-265	265	0	8599	-8599	0

Project: GT-TLB380  
 Tower: S+0\_n 3ct  
 Number: 54N

### 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	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-05
Circuit 2	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-05
Circuit 3	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-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	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-05
Circuit 2	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-05
Circuit 3	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-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]	IJsg gebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Circuit 2	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Circuit 3	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Bliksemdraad 1	1	2	9,6	A	15+0,4d	23,7	23,7
Bliksemdraad 2	1	2	9,3	A	15+0,4d	23,7	23,7

#### Verticale belasting ahead

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsg gebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Circuit 2	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Circuit 3	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Bliksemdraad 1	1	2	9,6	A	15+0,4d	23,7	23,7
Bliksemdraad 2	1	2	9,3	A	15+0,4d	23,7	23,7

#### Isolatoren

Geleider	$G_{isolator}$ [kN]	Aantal	$F_{v,iso}$ [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <sup>2</sup> ]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	5,40	1	5,4	4,5	2,4	53,85	1,16	1,2	3,33
380ct1f2	5,40	1	5,4	4,5	2,4	42,55	1,09	1,2	3,13
380ct1f3	5,40	1	5,4	4,5	2,4	31,25	1,00	1,2	2,88
380ct2f1	5,40	1	5,4	4,5	2,4	53,85	1,16	1,2	3,33
380ct2f2	5,40	1	5,4	4,5	2,4	42,55	1,09	1,2	3,13
380ct2f3	5,40	1	5,4	4,5	2,4	31,25	1,00	1,2	2,88
380ct3f1	5,40	1	5,4	4,5	2,4	53,85	1,16	1,2	3,33
380ct3f2	5,40	1	5,4	4,5	2,4	42,55	1,09	1,2	3,13
380ct3f3	5,40	1	5,4	4,5	2,4	31,25	1,00	1,2	2,88
bl1	0,10	1	0,1	0,2	0,1	58,00	1,18	1,2	0,14
bl2	0,10	1	0,1	0,2	0,1	58,00	1,18	1,2	0,14

Project: GT-TLB380  
 Tower: S+0\_n 3ct  
 Number: 54N

#### Windbelasting back

Geleider	hoogte		G <sub>c_dwars</sub>	G <sub>c_trek</sub>	C <sub>c</sub>	d <sub>toeslag</sub>	W <sub>y</sub>	W <sub>y,vak</sub>	D <sub>ijs,toeslag</sub>	W <sub>y,ijs</sub>	W <sub>y,ijs,vak</sub>
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	45,8	1,11	0,61	0,61	1,07	28,25	61,2	61,2	46,9	114,4	114,4
380ct1f2	34,5	1,03	0,59	0,59	1,09	28,25	55,8	55,8	46,9	102,1	102,1
380ct1f3	23,2	0,92	0,56	0,56	1,12	28,25	48,5	48,5	46,9	86,3	86,3
380ct2f1	45,8	1,11	0,61	0,61	1,07	28,25	61,2	61,2	46,9	114,4	114,4
380ct2f2	34,5	1,03	0,59	0,59	1,09	28,25	55,8	55,8	46,9	102,1	102,1
380ct2f3	23,2	0,92	0,56	0,56	1,12	28,25	48,5	48,5	46,9	86,3	86,3
380ct3f1	45,8	1,11	0,61	0,61	1,07	28,25	61,2	61,2	46,9	114,4	114,4
380ct3f2	34,5	1,03	0,59	0,59	1,09	28,25	55,8	55,8	46,9	102,1	102,1
380ct3f3	23,2	0,92	0,56	0,56	1,12	28,25	48,5	48,5	46,9	86,3	86,3
bl1	52,1	1,15	0,62	0,62	1,18	22,24	18,7	18,7	63,1	53,9	53,9
bl2	52,1	1,15	0,62	0,62	1,19	22,13	18,7	18,7	63,0	53,9	53,9

#### Windbelasting ahead

Geleider	hoogte		G <sub>c_dwars</sub>	G <sub>c_trek</sub>	C <sub>c</sub>	d <sub>toeslag</sub>	W <sub>y</sub>	W <sub>y,vak</sub>	D <sub>ijs,toeslag</sub>	W <sub>y,ijs</sub>	W <sub>y,ijs,vak</sub>
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	45,8	1,11	0,61	0,61	1,07	28,25	61,2	61,2	46,9	114,4	114,4
380ct1f2	34,5	1,03	0,59	0,59	1,09	28,25	55,8	55,8	46,9	102,1	102,1
380ct1f3	23,2	0,92	0,56	0,56	1,12	28,25	48,5	48,5	46,9	86,3	86,3
380ct2f1	45,8	1,11	0,61	0,61	1,07	28,25	61,2	61,2	46,9	114,4	114,4
380ct2f2	34,5	1,03	0,59	0,59	1,09	28,25	55,8	55,8	46,9	102,1	102,1
380ct2f3	23,2	0,92	0,56	0,56	1,12	28,25	48,5	48,5	46,9	86,3	86,3
380ct3f1	45,8	1,11	0,61	0,61	1,07	28,25	61,2	61,2	46,9	114,4	114,4
380ct3f2	34,5	1,03	0,59	0,59	1,09	28,25	55,8	55,8	46,9	102,1	102,1
380ct3f3	23,2	0,92	0,56	0,56	1,12	28,25	48,5	48,5	46,9	86,3	86,3
bl1	52,1	1,15	0,62	0,62	1,18	22,24	18,7	18,7	63,1	53,9	53,9
bl2	52,1	1,15	0,62	0,62	1,19	22,13	18,7	18,7	63,0	53,9	53,9

Project: GT-TLB380  
 Masttype: S+0\_n 3ct  
 Mast: 54N

Auteur: TBR  
 Versie: v11.9

### 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>				$\gamma_G$	$\gamma_Q$			
			$G_k$		$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$
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 51  
 Aantal belastingcombinaties SPLS 0  
 Aantal belastingcombinaties SLS 11  
 Aantal knooplasten 682

Project: GT-TLB380  
 Masttype: S+0\_n 3ct  
 Mast: 54N

### Samenvattingstabellen geleiderbelastingen

In de onderstaande vier tabellen is weergegeven:

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

#### Maximale waarden voor back en ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-62,9	62,9	5,7	5,7	10,3	10,3
380ct1f1	-161,2	161,2	20,9	20,9	24,8	24,8
380ct1f2	-158,3	158,3	19,1	19,1	24,8	24,8
380ct1f3	-154,9	154,9	16,7	16,7	24,8	24,8
380ct2f1	-161,2	161,2	20,9	20,9	24,8	24,8
380ct2f2	-158,3	158,3	19,1	19,1	24,8	24,8
380ct2f3	-154,9	154,9	16,7	16,7	24,8	24,8
380ct3f1	-161,2	161,2	20,9	20,9	24,8	24,8
380ct3f2	-158,3	158,3	19,1	19,1	24,8	24,8
380ct3f3	-154,9	154,9	16,7	16,7	24,8	24,8
bl2	-62,1	62,1	5,7	5,7	10,2	10,2

#### Min. Weight span (m)

##### Weight sp: Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	440,0	447,2	440,0
380ct1f1	440,0	445,7	440,0
380ct1f2	440,0	445,5	440,0
380ct1f3	440,0	445,2	440,0
380ct2f1	440,0	445,7	440,0
380ct2f2	440,0	445,5	440,0
380ct2f3	440,0	445,2	440,0
380ct3f1	440,0	445,7	440,0
380ct3f2	440,0	445,5	440,0
380ct3f3	440,0	445,2	440,0
bl2	440,0	447,4	440,0

#### Max. Weight span (m)

##### Weight sp: Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	487,0	433,4
380ct1f1	468,8	441,2
380ct1f2	465,1	440,4
380ct1f3	460,2	439,6
380ct2f1	468,8	441,2
380ct2f2	465,1	440,4
380ct2f3	460,2	439,6
380ct3f1	468,8	441,2
380ct3f2	465,1	440,4
380ct3f3	460,2	439,6
bl2	488,3	433,2

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

Voor alle geleiders	Wind / Weight span verhouding
Max. weight span	488,3 m / 1,221 -
Min. weight span	285,1 m / 0,713 -

Project: GT-TLB380  
 Masttype: S+0\_n 3ct  
 Mast: 54N

**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	22,9	11,4	20,5	-62,9	62,9
380ct1f1	58,7	41,7	49,7	-161,2	161,2
380ct1f2	58,7	38,2	49,6	-158,3	158,3
380ct1f3	58,7	33,4	49,5	-154,9	154,9
380ct2f1	58,7	41,7	49,7	-161,2	161,2
380ct2f2	58,7	38,2	49,6	-158,3	158,3
380ct2f3	58,7	33,4	49,5	-154,9	154,9
380ct3f1	58,7	41,7	49,7	-161,2	161,2
380ct3f2	58,7	38,2	49,6	-158,3	158,3
380ct3f3	58,7	33,4	49,5	-154,9	154,9
bl2	22,3	11,4	20,3	-62,1	62,1

**EDS-belastingen geleiders**

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	0,0	0,0	4,3	-15,3	15,3
380ct1f1	0,0	0,0	25,6	-73,3	73,3
380ct1f2	0,0	0,0	25,6	-73,3	73,3
380ct1f3	0,0	0,0	25,6	-73,3	73,3
380ct2f1	0,0	0,0	25,6	-73,3	73,3
380ct2f2	0,0	0,0	25,6	-73,3	73,3
380ct2f3	0,0	0,0	25,6	-73,3	73,3
380ct3f1	0,0	0,0	25,6	-73,3	73,3
380ct3f2	0,0	0,0	25,6	-73,3	73,3
380ct3f3	0,0	0,0	25,6	-73,3	73,3
bl2	0,0	0,0	4,2	-14,9	14,9

**Controle uplift SLS-wind**

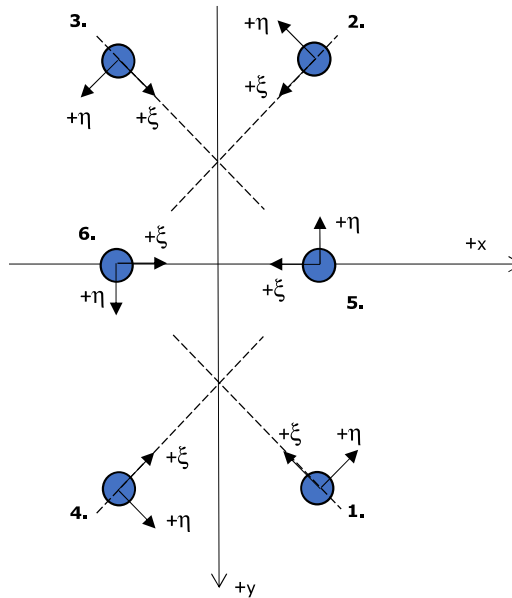
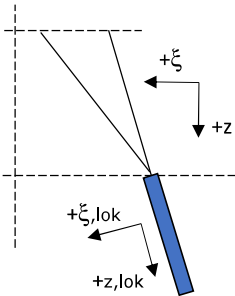
Combinati	Geleider	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4	bl1	2,2	2,2
	380ct1f1	12,9	12,9
	380ct1f2	12,9	12,9
	380ct1f3	12,9	12,9
	380ct2f1	12,9	12,9
	380ct2f2	12,9	12,9
	380ct2f3	12,9	12,9
	380ct3f1	12,9	12,9
	380ct3f2	12,9	12,9
	380ct3f3	12,9	12,9
	bl2	2,1	2,1



Project: GT-EHV  
 Masttype: S+0 (3ct)  
 Mast: 54N

**Oplegreacties per randstijl, zesvoudige fundatie** Auteur: TBR  
 Versie: 1.1

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



Assenstelsels

**Maximale drukbelasting**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_45	-121,02	-211,35	<b>940,84</b>	-17,01	-218,14	-14,20	940,84
2	ULS 1a_0	-82,45	151,42	<b>675,19</b>	15,72	-152,75	-6,39	675,19
3	ULS 8 Ba	40,84	91,65	<b>409,08</b>	-17,05	-84,92	3,75	409,08
4	ULS 1a_135	121,02	-211,35	<b>940,82</b>	17,01	-218,14	-14,20	940,82
5	ULS 1a_0	-169,38	3,15	<b>1378,51</b>	3,15	-169,38	89,46	1378,51
6	ULS 1a_135	148,13	-75,33	<b>1199,71</b>	75,33	-148,13	77,14	1199,71

**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	11,07	46,11	<b>-197,90</b>	16,45	34,85	-8,05	-197,90
2	ULS 1a_0_9_0_9_135	95,91	-170,14	<b>-749,09</b>	-14,95	174,35	11,97	-749,09
3	ULS 1a_0_9_0_9_45	-95,92	-170,14	<b>-749,10</b>	14,94	174,36	11,98	-749,10
4	ULS 1a_0_9_0_9_0	-57,29	109,97	<b>-487,47</b>	-13,57	108,78	3,12	-487,47
5	ULS 1a_0_9_0_9_135	89,33	-74,16	<b>-766,54</b>	-74,16	89,33	-54,60	-766,54
6	ULS 1a_0_9_0_9_0	-110,61	-2,67	<b>-946,30</b>	2,67	110,61	-67,08	-946,30

**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 8 Ba	11,07	46,11	-197,90	<b>16,45</b>	34,85	-8,05	-197,90
2	ULS 8 Ah	-40,83	91,65	409,07	<b>17,06</b>	-84,91	3,76	409,07
3	ULS 8 Ah	-11,54	-46,42	-200,45	<b>16,23</b>	35,41	-8,04	-200,45
4	ULS 8 Ba	40,67	-91,79	408,77	<b>17,27</b>	-84,86	3,75	408,77
5	ULS 5a Ah 11	-14,59	52,64	44,93	<b>52,64</b>	-14,59	-6,15	44,93
6	ULS 1a_90	34,91	-105,79	255,75	<b>105,79</b>	-34,91	13,11	255,75



**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	ULS 8 Ah	-40,67	-91,80	408,79	<b>-17,27</b>	-84,86	3,75	408,79
2	ULS 8 Ba	11,55	-46,42	-200,46	<b>-16,23</b>	35,42	-8,03	-200,46
3	ULS 8 Ba	40,84	91,65	409,08	<b>-17,05</b>	-84,92	3,75	409,08
4	ULS 8 Ah	-11,06	46,12	-197,92	<b>-16,47</b>	34,85	-8,05	-197,92
5	ULS 1a_90	-34,92	-105,78	255,73	<b>-105,78</b>	-34,92	13,10	255,73
6	ULS 5a Ba 11	14,59	52,64	44,95	<b>-52,64</b>	-14,59	-6,15	44,95

**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	ULS 8 Ba	11,07	46,11	-197,90	<b>16,45</b>	34,85	-8,05	-197,90
2	ULS 1a_0_9_0_9_135	95,91	-170,14	-749,09	<b>-14,95</b>	174,35	11,97	-749,09
3	ULS 1a_0_9_0_9_45	-95,92	-170,14	-749,10	<b>14,94</b>	174,36	11,98	-749,10
4	ULS 1a_0_9_0_9_0	-57,29	109,97	-487,47	<b>-13,57</b>	108,78	3,12	-487,47
5	ULS 1a_0_9_0_9_135	89,33	-74,16	-766,54	<b>-74,16</b>	89,33	-54,60	-766,54
6	ULS 1a_0_9_0_9_45	-89,33	-74,16	-766,50	<b>74,16</b>	89,33	-54,60	-766,50

**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	-13,30	-20,78	<b>94,98</b>	-0,51	-22,61	-2,02	94,98
2	SLS 7	-13,13	20,54	<b>93,80</b>	0,52	-22,34	-2,00	93,80
3	SLS 7	13,14	20,54	<b>93,81</b>	-0,51	-22,35	-2,01	93,81
4	SLS 7	13,30	-20,77	<b>94,96</b>	0,50	-22,61	-2,02	94,96
5	SLS 7	-28,58	0,23	<b>208,19</b>	0,23	-28,58	10,51	208,19
6	SLS 7	28,58	0,23	<b>208,21</b>	-0,23	-28,58	10,52	208,21

**Omhullenden ongeacht stijl - buitenpoten**

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	-121,02	-211,35	<b>940,84</b>	-17,01	-218,14	-14,20	940,84
Max. trek	ULS 1a_0_9_0_9_45	-95,92	-170,14	<b>-749,10</b>	14,94	174,36	11,98	-749,10
Max. pos. torsie	ULS 8 Ba	40,67	-91,79	408,77	<b>17,27</b>	-84,86	3,75	408,77
Max. neg. torsie	ULS 8 Ah	-40,67	-91,80	408,79	<b>-17,27</b>	-84,86	3,75	408,79
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0_9_0_9_135	95,91	-170,14	<b>-749,09</b>	<b>-14,95</b>	174,35	11,97	-749,09

**Omhullenden ongeacht stijl - middenpoten**

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_0	-169,38	3,15	<b>1378,51</b>	3,15	-169,38	89,46	1378,51
Max. trek	ULS 1a_0_9_0_9_0	-110,61	-2,67	<b>-946,30</b>	2,67	110,61	-67,08	-946,30
Max. pos. torsie	ULS 1a_90	34,91	-105,79	-255,75	<b>105,79</b>	-34,91	13,11	255,75
Max. neg. torsie	ULS 1a_90	-34,92	-105,78	-255,73	<b>-105,78</b>	-34,92	13,10	255,73
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0_9_0_9_135	89,33	-74,16	<b>-766,54</b>	<b>-74,16</b>	89,33	-54,60	-766,54

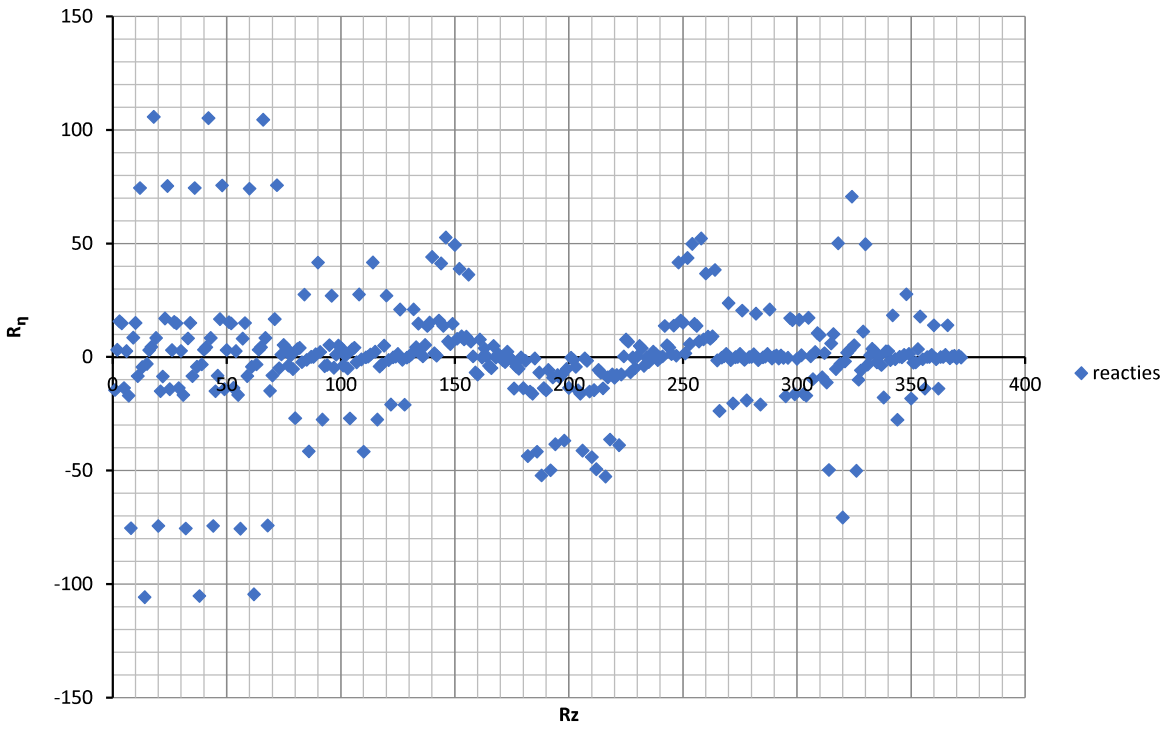
**Maximale drukbelasting SLS**

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	-83,77	-145,30	<b>647,15</b>	-11,22	-150,44	-10,16	647,15
2	SLS 1a_0	-57,64	105,06	<b>468,53</b>	10,55	-106,34	-4,78	468,53
3	ULS 1a_135	24,33	51,73	<b>238,09</b>	-8,56	-49,00	2,61	238,09
4	ULS 1a_135	121,02	-211,35	<b>940,82</b>	17,01	-218,14	-14,20	940,82
5	SLS 1a_0	-118,74	2,15	<b>959,98</b>	2,15	-118,74	61,52	959,98
6	ULS 1a_135	148,13	-75,33	<b>1199,71</b>	75,33	-148,13	77,14	1199,71

**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	ULS 1a_135	-8,72	2,06	<b>-7,87</b>	8,39	-6,10	-7,81	-7,87
2	ULS 1a_135	91,25	-163,34	<b>-717,80</b>	-15,04	166,69	11,10	-717,80
3	SLS 1a_45	-57,89	-104,52	<b>-458,48</b>	10,04	106,25	6,87	-458,48
4	SLS 1a_0	-32,59	64,65	<b>-285,60</b>	-8,88	63,05	1,14	-285,60
5	ULS 1a_135	79,18	-74,39	<b>-696,09</b>	-74,39	79,18	-51,52	-696,09
6	SLS 1a_0	-61,59	-1,69	<b>-543,57</b>	1,69	61,59	-40,48	-543,57

Reacties  $R_z$  en  $R_\eta$





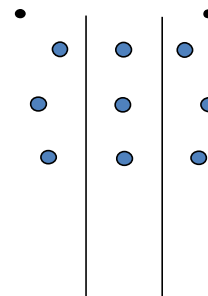
Project: GT-TLB380  
 Tower: S+3 3ct  
 Number: 57N

Auteur: TBR  
 Versie: v11.9

### Geleiderbelastingen

#### Algemeen

Benaming S+3 3ct  
 Masttype Steunmast  
 Aantal circuits 3  
 Configuratie 3-circuit-verticaal  
 Aantal bliksemgeleiders 2



Configuratie geleiders

#### Uitgangspunten

Norm NEN-EN50341-2-15:2019  
 Gevolgklasse initieel CC2  
 Betrouwbaarheidsniveau initieel Nieuwbouw  
 Referentieperiode initieel 50 jaar  
 Betrouwbaarheidsniveau na aanpassing n.v.t.  
 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	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Circuit 2	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Circuit 3	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	2 %	2 %	1600

#### Geleiders Ahead

Omschrijving	Spanning	Geleider Ahead	Bundel Ah	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden $P_{ahead}$
Circuit 1	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Circuit 2	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Circuit 3	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	2 %	2 %	1600

#### Isolatoren (1)

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <sup>2</sup> ]
Circuit 1	Halfverankering	5,40	4,50	2,40
Circuit 2	V-ketting	5,40	4,50	2,40
Circuit 3	Halfverankering	5,40	4,50	2,40
Bliksemdraad 1	Vast (Bliksemdraad)	0,10	0,20	0,10
Bliksemdraad 2	Vast (Bliksemdraad)	0,10	0,20	0,10

1. Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset

#### Ophanghoogte en positie in mast

Circuits	Aanduiding	Nummer	Ophanghoogte	Aangrijppunt	Positie in mast Horizontale afstand
Circuit 1	10	380ct1f1	54,1 m	58,6 m	-14,7 m
Circuit 1	11	380ct1f2	43,0 m	47,5 m	-18,2 m
Circuit 1	12	380ct1f3	31,5 m	36,0 m	-14,7 m
Circuit 2	20	380ct2f1	54,1 m	58,6 m	0,0 m
Circuit 2	21	380ct2f2	43,0 m	47,5 m	0,0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	31,5 m	36,0 m	0,0 m
Circuit 3	30	380ct3f1	54,1 m	58,6 m	14,7 m
Circuit 3	31	380ct3f2	43,0 m	47,5 m	18,2 m
Circuit 3	32	380ct3f3	31,5 m	36,0 m	14,7 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	60,4 m	60,6 m	-18,7 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	60,4 m	60,6 m	18,7 m

Project: GT-TLB380  
 Tower: S+3 3ct  
 Number: 57N

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

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

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

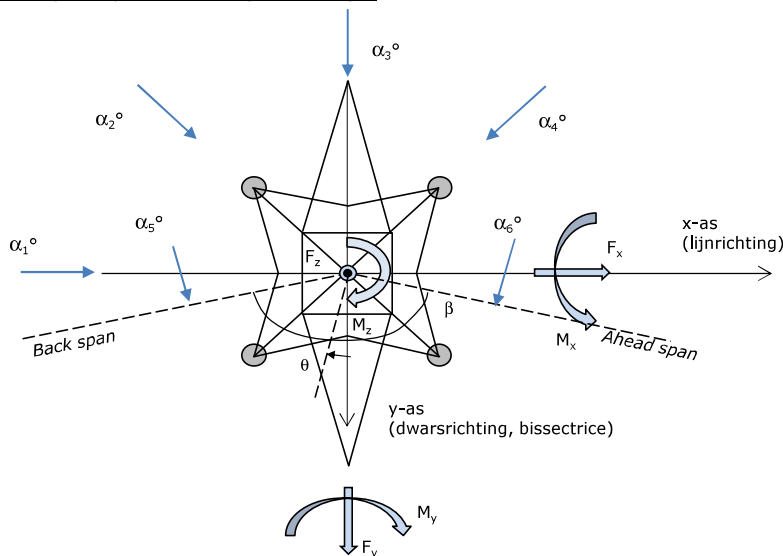
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h_{back}$	$\Delta h_{ahead}$	$\Delta y_{back}$	$\Delta y_{ahead}$
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	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
Circuit 3	30	380ct3f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 3	31	380ct3f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 3	32	380ct3f3	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	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	$\alpha_1$	
Windrichtingen volgens:	$\alpha_2$	
<i>Geleiderbelastingen</i>	$\alpha_3$	
	$\alpha_4$	
	$\alpha_5$	
	$\alpha_6$	

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: GT-TLB380  
 Tower: S+3 3ct  
 Number: 57N

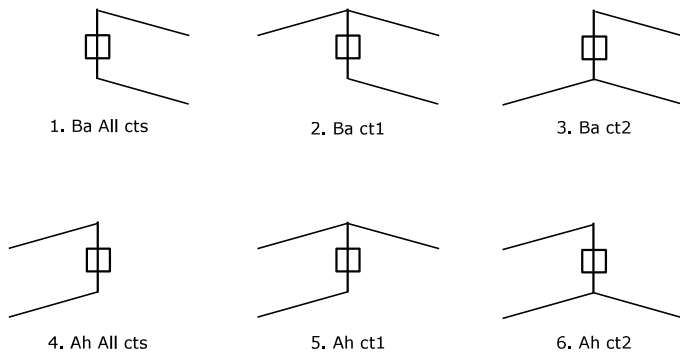
### Geleiderafval

		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
Circuit 3	380ct3f1	0	1	1	0	0,8	0
Circuit 3	380ct3f2	0	1	1	0	0,8	0
Circuit 3	380ct3f3	0	1	1	0	0,8	0
Bliksemdraad 1	bl1	1	0	1	0	1	0
Bliksemdraad 2	bl2	0	1	1	0	1	0

### Belastingsituaties SPLS

Beschouwde situaties SPLS: SPLS voor steunmast niet van toepassing

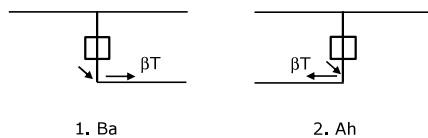
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: GT-TLB380  
 Tower: S+3 3ct  
 Number: 57N

**Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud**

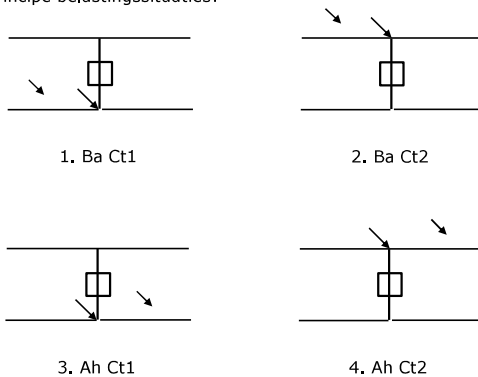
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden 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 en 2, uitgangspunt is symmetrie tussen back / ahead.

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

Principe belastingssituaties:



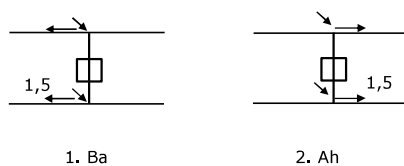
**Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting**

Geleider		
Steenmast fase	0,866 W	1,5 W
Steenmast 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: GT-TLB380  
 Tower: S+3 3ct  
 Number: 57N

## Mastconstructie

### Eigenschappen

Masttype	Steunmast
Mastbenaming	S+3 3ct
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m
Masthoogte t.o.v. voetplaat	62,6 m
Gewicht mast	550,0 kN

<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	16,00	23,90 m
Helling van de randstijl	0,189	0,599 -
Factor spatkracht	1,3	1,3 -

### Berekening windbelasting

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

### Eigenschappen mastsecties langsrichting (vooraanzicht, yz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk1	7,20	23,90	15,27	7,20	0,599	141,02	17,00	0,12	3,30
Tussenstuk1	19,95	15,27	8,80	12,75	0,254	153,46	24,79	0,16	3,10
Tussenstuk2	36,00	8,80	6,67	16,05	0,066	124,16	17,25	0,14	3,21
Bovenstuk 1	47,30	6,67	5,16	11,30	0,067	66,87	14,90	0,22	2,83
Bovenstuk 2	60,60	5,16	3,44	13,30	0,065	57,22	14,52	0,25	2,71
Topstuk	62,60	3,44		2,00		3,44	0,52	0,15	3,15
Ondertraverse	38,00	14,20	7,50	1,90		66,74	5,05	0,08	3,53
Middentraverse	49,30	18,20	7,10	1,90		81,90	6,16	0,08	3,54
Boventraverse	60,60	18,70	14,70	1,90		155,21	6,39	0,04	3,72

### 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>
Broekstuk1	7,20	16,00	13,28	7,20	0,599	141,02	13,70	0,10	3,42
Tussenstuk1	19,95	13,28	7,20	12,75	0,254	153,46	19,58	0,13	3,27
Tussenstuk2	36,00	7,20	5,92	16,05	0,066	124,16	18,95	0,15	3,15
Bovenstuk 1	47,30	5,92	4,80	11,30	0,067	66,87	10,90	0,16	3,10
Bovenstuk 2	60,60	4,80	1,70	13,30	0,065	57,22	8,65	0,15	3,15
Topstuk	62,60	1,70		2,00		3,44	0,34	0,10	3,41
Ondertraverse	38,00	14,20	7,50	1,90		66,74	3,71	0,06	3,64
Middentraverse	49,30	18,20	7,10	1,90		81,90	4,81	0,06	3,63
Boventraverse	60,60	18,70	14,70	1,90		155,21	6,98	0,04	3,70

NB: oppervlakte traverse dwarsrichting wordt in berekening gereduceerd.



Project: GT-TLB380  
 Tower: S+3 3ct  
 Number: 57N

#### Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m <sup>2</sup> /m)	Factor	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk1				
Tussenstuk1				
Tussenstuk2				
Bovenstuk 1				
Bovenstuk 2				

#### Invoer antennes

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

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

Omschrijving	p <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>x1</sub> [kN]	F <sub>x2</sub> [kN]	F <sub>x3</sub> [kN]	F <sub>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>y1</sub> [kNm]	M <sub>y2</sub> [kNm]	M <sub>y3</sub> [kNm]	M <sub>y4</sub> [kNm]
Broekstuk1	0,70	39,3	30,6	0,0	-30,6	3,6	141,6	110,3	0,0	-110,3
Tussenstuk1	0,78	59,8	46,5	0,0	-46,5	13,6	811,6	630,7	0,0	-630,7
Tussenstuk2	0,97	53,7	47,3	0,0	-47,3	28,0	1501,8	1322,8	0,0	-1322,8
Bovenstuk 1	1,09	45,8	35,0	0,0	-35,0	41,7	1908,6	1457,3	0,0	-1457,3
Bovenstuk 2	1,16	45,5	32,7	0,0	-32,7	54,0	2456,3	1764,7	0,0	-1764,7
Topstuk	1,20	2,0	1,4	0,0	-1,4	61,6	121,2	87,7	0,0	-87,7
Ondertraverse	1,06	37,8	20,9	0,0	-20,9	38,6	1461,5	807,9	0,0	-807,9
Middentraverse	1,14	49,5	27,7	0,0	-27,7	49,9	2470,0	1383,2	0,0	-1383,2
Boventraverse	1,20	56,9	34,6	0,0	-34,6	61,2	3485,8	2121,2	0,0	-2121,2
<b>Totaal</b>		<b>390,4</b>	<b>276,8</b>	<b>0,0</b>	<b>-276,8</b>		<b>14358,4</b>	<b>9685,9</b>	<b>0,0</b>	<b>-9685,9</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]
Broekstuk1	0,70	0,0	30,6	32,9	30,6	3,6	0,0	110,3	118,3	110,3
Tussenstuk1	0,78	0,0	46,5	49,7	46,5	13,6	0,0	630,7	674,8	630,7
Tussenstuk2	0,97	0,0	47,3	57,8	47,3	28,0	0,0	1322,8	1616,1	1322,8
Bovenstuk 1	1,09	0,0	35,0	36,6	35,0	41,7	0,0	1457,3	1526,4	1457,3
Bovenstuk 2	1,16	0,0	32,7	31,6	32,7	54,0	0,0	1764,7	1703,2	1764,7
Topstuk	1,20	0,0	1,4	1,4	1,4	61,6	0,0	87,7	85,6	87,7
Ondertraverse	1,06	0,0	20,9	11,5	20,9	38,6	0,0	807,9	442,8	807,9
Middentraverse	1,14	0,0	27,7	15,8	27,7	49,9	0,0	1383,2	790,2	1383,2
Boventraverse	1,20	0,0	34,6	24,7	34,6	61,2	0,0	2121,2	1514,0	2121,2
<b>Totaal</b>		<b>0,0</b>	<b>276,8</b>	<b>262,0</b>	<b>276,8</b>		<b>0,0</b>	<b>9685,9</b>	<b>8471,4</b>	<b>9685,9</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	550	0	0	0
Windrichting 0°	390	0	0	0	14358	0
Windrichting 45°	277	277	0	9686	9686	0
Windrichting 90°	0	262	0	8471	0	0
Windrichting 135°	-277	277	0	9686	-9686	0

Project: GT-TLB380  
 Tower: S+3 3ct  
 Number: 57N

### 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	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-05
Circuit 2	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-05
Circuit 3	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-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	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-05
Circuit 2	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-05
Circuit 3	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-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]	IJsg gebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Circuit 2	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Circuit 3	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Bliksemdraad 1	1	2	9,6	A	15+0,4d	23,7	23,7
Bliksemdraad 2	1	2	9,3	A	15+0,4d	23,7	23,7

#### Verticale belasting ahead

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsg gebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Circuit 2	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Circuit 3	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Bliksemdraad 1	1	2	9,6	A	15+0,4d	23,7	23,7
Bliksemdraad 2	1	2	9,3	A	15+0,4d	23,7	23,7

#### Isolatoren

Geleider	$G_{isolator}$ [kN]	Aantal	$F_{v,iso}$ [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <sup>2</sup> ]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	5,40	1	5,4	4,5	2,4	56,85	1,17	1,2	3,38
380ct1f2	5,40	1	5,4	4,5	2,4	45,75	1,11	1,2	3,20
380ct1f3	5,40	1	5,4	4,5	2,4	34,25	1,03	1,2	2,95
380ct2f1	5,40	1	5,4	4,5	2,4	56,85	1,17	1,2	3,38
380ct2f2	5,40	1	5,4	4,5	2,4	45,75	1,11	1,2	3,20
380ct2f3	5,40	1	5,4	4,5	2,4	34,25	1,03	1,2	2,95
380ct3f1	5,40	1	5,4	4,5	2,4	56,85	1,17	1,2	3,38
380ct3f2	5,40	1	5,4	4,5	2,4	45,75	1,11	1,2	3,20
380ct3f3	5,40	1	5,4	4,5	2,4	34,25	1,03	1,2	2,95
bl1	0,10	1	0,1	0,2	0,1	61,00	1,20	1,2	0,14
bl2	0,10	1	0,1	0,2	0,1	61,00	1,20	1,2	0,14

Project: GT-TLB380  
 Tower: S+3 3ct  
 Number: 57N

#### 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	48,8	1,13	0,62	0,62	1,06	28,25	62,5	62,5	46,9	117,3	117,3
380ct1f2	37,7	1,05	0,60	0,60	1,08	28,25	57,5	57,5	46,9	105,9	105,9
380ct1f3	26,2	0,95	0,57	0,57	1,11	28,25	50,7	50,7	46,9	91,0	91,0
380ct2f1	48,8	1,13	0,62	0,62	1,06	28,25	62,5	62,5	46,9	117,3	117,3
380ct2f2	37,7	1,05	0,60	0,60	1,08	28,25	57,5	57,5	46,9	105,9	105,9
380ct2f3	26,2	0,95	0,57	0,57	1,11	28,25	50,7	50,7	46,9	91,0	91,0
380ct3f1	48,8	1,13	0,62	0,62	1,06	28,25	62,5	62,5	46,9	117,3	117,3
380ct3f2	37,7	1,05	0,60	0,60	1,08	28,25	57,5	57,5	46,9	105,9	105,9
380ct3f3	26,2	0,95	0,57	0,57	1,11	28,25	50,7	50,7	46,9	91,0	91,0
bl1	55,1	1,16	0,62	0,62	1,18	22,24	19,1	19,1	63,1	55,1	55,1
bl2	55,1	1,16	0,62	0,62	1,18	22,13	19,0	19,0	63,0	55,0	55,0

#### 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	48,8	1,13	0,62	0,62	1,06	28,25	62,5	62,5	46,9	117,3	117,3
380ct1f2	37,7	1,05	0,60	0,60	1,08	28,25	57,5	57,5	46,9	105,9	105,9
380ct1f3	26,2	0,95	0,57	0,57	1,11	28,25	50,7	50,7	46,9	91,0	91,0
380ct2f1	48,8	1,13	0,62	0,62	1,06	28,25	62,5	62,5	46,9	117,3	117,3
380ct2f2	37,7	1,05	0,60	0,60	1,08	28,25	57,5	57,5	46,9	105,9	105,9
380ct2f3	26,2	0,95	0,57	0,57	1,11	28,25	50,7	50,7	46,9	91,0	91,0
380ct3f1	48,8	1,13	0,62	0,62	1,06	28,25	62,5	62,5	46,9	117,3	117,3
380ct3f2	37,7	1,05	0,60	0,60	1,08	28,25	57,5	57,5	46,9	105,9	105,9
380ct3f3	26,2	0,95	0,57	0,57	1,11	28,25	50,7	50,7	46,9	91,0	91,0
bl1	55,1	1,16	0,62	0,62	1,18	22,24	19,1	19,1	63,1	55,1	55,1
bl2	55,1	1,16	0,62	0,62	1,18	22,13	19,0	19,0	63,0	55,0	55,0

Project: GT-TLB380  
 Masttype: S+3 3ct  
 Mast: 57N

Auteur: TBR  
 Versie: v11.9

### 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 4  
 Aantal belastingcombinaties ULS 51  
 Aantal belastingcombinaties SPLS 0  
 Aantal belastingcombinaties SLS 11  
 Aantal knooplasten 682

Project: GT-TLB380  
 Masttype: S+3 3ct  
 Mast: 57N

### 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	-63,1	63,1	5,8	5,8	10,3	10,3
380ct1f1	-161,9	161,9	21,3	21,3	24,9	24,9
380ct1f2	-159,2	159,2	19,6	19,6	24,8	24,8
380ct1f3	-155,9	155,9	17,4	17,4	24,8	24,8
380ct2f1	-161,9	161,9	21,3	21,3	24,9	24,9
380ct2f2	-159,2	159,2	19,6	19,6	24,8	24,8
380ct2f3	-155,9	155,9	17,4	17,4	24,8	24,8
380ct3f1	-161,9	161,9	21,3	21,3	24,9	24,9
380ct3f2	-159,2	159,2	19,6	19,6	24,8	24,8
380ct3f3	-155,9	155,9	17,4	17,4	24,8	24,8
bl2	-62,3	62,3	5,8	5,8	10,2	10,2

#### Min. Weight span (m)

Weight sp: Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	440,0	447,3	440,0
380ct1f1	440,0	445,8	440,0
380ct1f2	440,0	445,5	440,0
380ct1f3	440,0	445,3	440,0
380ct2f1	440,0	445,8	440,0
380ct2f2	440,0	445,5	440,0
380ct2f3	440,0	445,3	440,0
380ct3f1	440,0	445,8	440,0
380ct3f2	440,0	445,5	440,0
380ct3f3	440,0	445,3	440,0
bl2	440,0	447,5	440,0

#### Max. Weight span (m)

Weight sp: Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	488,1	433,5
380ct1f1	469,7	441,3
380ct1f2	466,3	440,6
380ct1f3	461,7	439,8
380ct2f1	469,7	441,3
380ct2f2	466,3	440,6
380ct2f3	461,7	439,8
380ct3f1	469,7	441,3
380ct3f2	466,3	440,6
380ct3f3	461,7	439,8
bl2	489,4	433,3

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

Voor alle geleiders	Wind / Weight span verhouding
Max. weight span	489,4 m 1,224 -
Min. weight span	283,6 m 0,709 -

Project: GT-TLB380  
 Masttype: S+3 3ct  
 Mast: 57N

Geleider	Maximale waarden back+ahead span			Maximale waarden trekkracht geleider	
	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	22,9	11,7	20,5	-63,1	63,1
380ct1f1	58,7	42,5	49,7	-161,9	161,9
380ct1f2	58,7	39,3	49,6	-159,2	159,2
380ct1f3	58,7	34,8	49,6	-155,9	155,9
380ct2f1	58,7	42,5	49,7	-161,9	161,9
380ct2f2	58,7	39,3	49,6	-159,2	159,2
380ct2f3	58,7	34,8	49,6	-155,9	155,9
380ct3f1	58,7	42,5	49,7	-161,9	161,9
380ct3f2	58,7	39,3	49,6	-159,2	159,2
380ct3f3	58,7	34,8	49,6	-155,9	155,9
bl2	22,3	11,6	20,4	-62,3	62,3

EDS-belastingen geleiders					
Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	0,0	0,0	4,3	-15,3	15,3
380ct1f1	0,0	0,0	25,6	-73,3	73,3
380ct1f2	0,0	0,0	25,6	-73,3	73,3
380ct1f3	0,0	0,0	25,6	-73,3	73,3
380ct2f1	0,0	0,0	25,6	-73,3	73,3
380ct2f2	0,0	0,0	25,6	-73,3	73,3
380ct2f3	0,0	0,0	25,6	-73,3	73,3
380ct3f1	0,0	0,0	25,6	-73,3	73,3
380ct3f2	0,0	0,0	25,6	-73,3	73,3
380ct3f3	0,0	0,0	25,6	-73,3	73,3
bl2	0,0	0,0	4,2	-14,9	14,9

Controle uplift SLS-wind			
Combinati	Geleider	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4	bl1	2,2	2,2
	380ct1f1	12,9	12,9
	380ct1f2	12,9	12,9
	380ct1f3	12,9	12,9
	380ct2f1	12,9	12,9
	380ct2f2	12,9	12,9
	380ct2f3	12,9	12,9
	380ct3f1	12,9	12,9
	380ct3f2	12,9	12,9
	380ct3f3	12,9	12,9
	bl2	2,1	2,1

Project: GT-TLB380  
 Masttype: S+3 3ct  
 Mast: 57N

**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	373	300	18245	0	0
ULS 1a_0,9_90		0	373	231	18246	0	0
ULS 3_90		0	202	488	10018	0	0
ULS 3_0,9_90		0	202	410	10018	0	0
SLS 7		0	0	239	-2	0	0

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

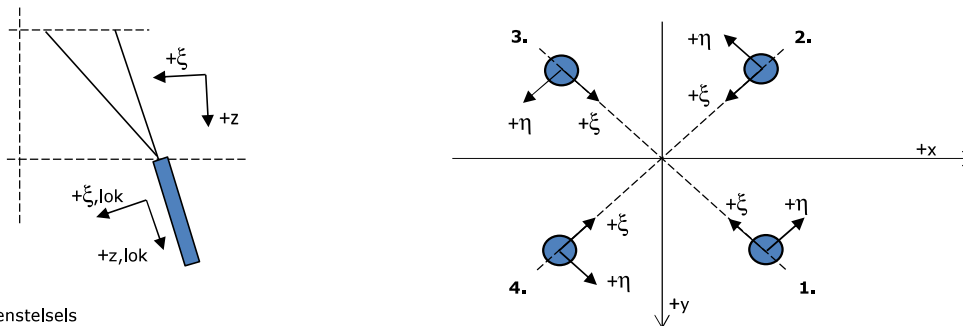
Combinatie	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_90	0	766	960	30953	0	0
ULS 3_90	0	320	1148	13830	0	0
SLS 7	0	0	789	-2	0	0

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

Combinatie	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
ULS 1a_0,9_0,9_90	0	766	661	<b>30954</b>	0	0
ULS 1a_0	600	0	946	-3	<b>22248</b>	0
ULS 5a Ba 11	59	0	790	181	2787	<b>-1068</b>
ULS 1a_0,9_0,9_45	426	611	672	<b>24082</b>	<b>15031</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	288	704	<b>1211</b>	-424	-631	130	1430
2	ULS 1a_0	208	-726	<b>932</b>	487	-577	9	1100
3	ULS 8 Ba	-105	-420	<b>539</b>	-291	-321	18	637
4	ULS 1a_135	-288	704	<b>1211</b>	424	-631	130	1430

**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	4	-76	<b>-98</b>	65	39	-22	-115
2	ULS 1a_0,9_0,9_135	-189	388	<b>-805</b>	-217	373	-133	-951
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	189	388	<b>-805</b>	217	373	-133	-951
4	ULS 1a_0,9_0,9_0	108	-409	<b>-526</b>	-280	318	-12	-621

**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 1a_0,9_0,9_135	59	-82	202	<b>101</b>	-3	124	239
2	ULS 1a_0	208	-726	932	<b>487</b>	-577	9	1100
3	ULS 1a_0,9_0,9_0	108	409	-526	<b>280</b>	318	-12	-621
4	ULS 1a_135	-288	704	1211	<b>424</b>	-631	130	1430

**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 1a_0	208	726	932	<b>-487</b>	-577	9	1100
2	ULS 1a_0,9_0,9_135	-189	388	-805	<b>-217</b>	373	-133	-951
3	ULS 1a_135	-41	-398	204	<b>-308</b>	-256	-128	240
4	ULS 1a_0,9_0,9_0	108	-409	-526	<b>-280</b>	318	-12	-621

Project: GT-TLB380  
 Masttype: S+3 3ct  
 Mast: 57N

#### 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,jok</sub> [kN]	R <sub>z,jok</sub> [kN]
1	ULS 1a_0	208	726	<b>932</b>	<b>-487</b>	-577	9	1100
2	ULS 1a_0,9_0,9_135	-189	388	<b>-805</b>	<b>-217</b>	373	-133	-951
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	189	388	<b>-805</b>	<b>217</b>	373	-133	-951
4	ULS 1a_0,9_0,9_0	108	-409	<b>-526</b>	<b>-280</b>	318	-12	-621

#### 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,jok</sub> [kN]	R <sub>z,jok</sub> [kN]
1	SLS 7	48	154	197	-101	-126	-2	233
2	SLS 7	48	-154	197	101	-126	-2	233
3	SLS 7	-48	-154	197	-101	-126	-2	233
4	SLS 7	-48	154	197	101	-126	-2	233

#### 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,jok</sub> [kN]	R <sub>z,jok</sub> [kN]
Max. druk	ULS 1a_45	288	704	<b>1211</b>	-424	-631	130	1430
Max. trek	ULS 1a_0,9_0,9_45	189	388	<b>-805</b>	217	373	-133	-951
Max. pos. torsie	ULS 1a_0	208	-726	932	<b>487</b>	-577	9	1100
Max. neg. torsie	ULS 1a_0	208	726	932	<b>-487</b>	-577	9	1100
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0,9_0,9_45	189	388	<b>-805</b>	<b>217</b>	373	-133	-951

#### Maximale trekbelasting SLS

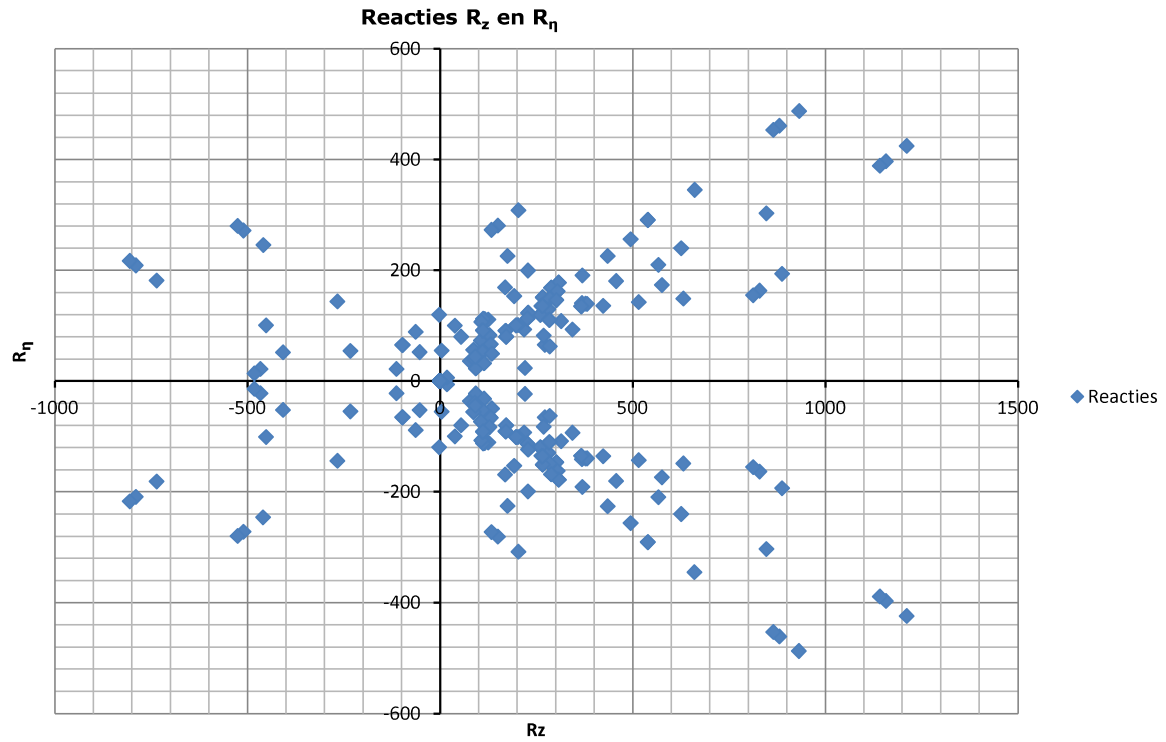
Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,jok</sub> [kN]	R <sub>z,jok</sub> [kN]
1	SLS 7	48	154	<b>197</b>	-101	-126	-2	233
2	SLS 1a_135	-105	192	<b>-451</b>	-101	194	-90	-533
3	SLS 1a_45	105	192	<b>-451</b>	101	194	-90	-533
4	SLS 1a_0	52	-207	<b>-266</b>	-144	158	-9	-315

#### 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,jok</sub> [kN]	R <sub>z,jok</sub> [kN]
1	SLS 1a_45	202	500	<b>847</b>	-303	-446	86	1000
2	SLS 1a_0	148	-515	<b>661</b>	345	-410	5	780
3	SLS 7	-48	-154	<b>197</b>	-101	-126	-2	233
4	SLS 1a_135	-202	500	<b>847</b>	303	-446	86	1000



Project: GT-TLB380  
Masttype: S+3 3ct  
Mast: 57N

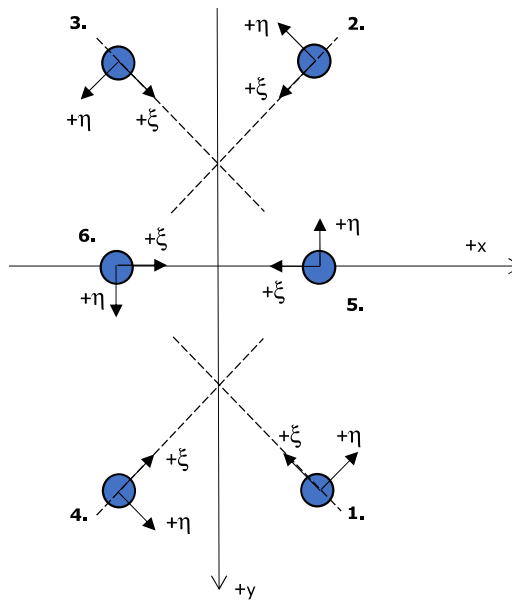
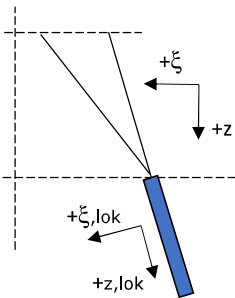




Project: GT-EHV  
 Masttype: S+3 (3ct)  
 Mast: 57N

**Oplegreacties per randstijl, zesvoudige fundatie** Auteur: TBR  
 Versie: 1.1

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



Assenstelsels

**Maximale drukbelasting**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_45	-122,97	-219,49	<b>1027,48</b>	-19,92	-224,29	-3,16	1027,48
2	ULS 1a_0	-84,62	157,31	<b>737,27</b>	17,19	-157,83	0,84	737,27
3	ULS 8 Ba	40,09	91,90	<b>431,18</b>	-17,81	-84,44	8,36	431,18
4	ULS 1a_135	122,97	-219,49	<b>1027,47</b>	19,92	-224,29	-3,16	1027,47
5	ULS 1a_0	-173,29	3,03	<b>1500,70</b>	3,03	-173,29	108,42	1500,70
6	ULS 1a_135	151,16	-77,09	<b>1303,19</b>	77,09	-151,16	93,47	1303,19

**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	11,86	47,18	<b>-216,27</b>	16,39	36,10	-10,44	-216,27
2	ULS 1a_0,9_0,9_135	99,93	-179,06	<b>-834,15</b>	-16,57	182,65	3,13	-834,15
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	-99,93	-179,07	<b>-834,16</b>	16,58	182,66	3,13	-834,16
4	ULS 1a_0,9_0,9_0	-60,89	116,32	<b>-545,91</b>	-14,11	115,31	-2,18	-545,91
5	ULS 1a_0,9_0,9_135	95,50	-75,23	<b>-864,06</b>	-75,23	95,50	-66,70	-864,06
6	ULS 1a_0,9_0,9_0	-117,72	-2,58	<b>-1063,09</b>	2,58	117,72	-81,84	-1063,09

**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 8 Ba	11,86	47,18	-216,27	<b>16,39</b>	36,10	-10,44	-216,27
2	ULS 8 Ah	-40,08	91,90	431,18	<b>17,82</b>	-84,43	8,37	431,18
3	ULS 1a_0,9_45	-98,96	-177,75	-827,38	<b>16,65</b>	181,12	3,05	-827,38
4	ULS 1a_135	122,97	-219,49	1027,47	<b>19,92</b>	-224,29	-3,16	1027,47
5	ULS 5a Ah 11	-12,98	48,54	35,60	<b>48,54</b>	-12,98	-6,30	35,60
6	ULS 1a_90	33,05	-107,33	259,21	<b>107,33</b>	-33,05	15,61	259,21

**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	ULS 1a_45	-122,97	-219,49	1027,48	<b>-19,92</b>	-224,29	-3,16	1027,48
2	ULS 1a_0,9_135	98,96	-177,74	-827,37	<b>-16,64</b>	181,11	3,05	-827,37
3	ULS 8 Ba	40,09	91,90	431,18	<b>-17,81</b>	-84,44	8,36	431,18
4	ULS 8 Ah	-11,85	47,18	-216,28	<b>-16,40</b>	36,09	-10,45	-216,28
5	ULS 1a_90	-33,05	-107,32	259,20	<b>-107,32</b>	-33,05	15,61	259,20
6	ULS 5a Ba 11	12,97	48,54	35,61	<b>-48,54</b>	-12,97	-6,29	35,61

**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	ULS 8 Ba	11,86	47,18	-216,27	<b>16,39</b>	36,10	-10,44	-216,27
2	ULS 1a_0,9_0,9_135	99,93	-179,06	-834,15	<b>-16,57</b>	182,65	3,13	-834,15
3	ULS 1a_0,9_0,9_45	-99,93	-179,07	-834,16	<b>16,58</b>	182,66	3,13	-834,16
4	ULS 1a_0,9_0,9_0	-60,89	116,32	-545,91	<b>-14,11</b>	115,31	-2,18	-545,91
5	ULS 1a_0,9_0,9_135	95,50	-75,23	-864,06	<b>-75,23</b>	95,50	-66,70	-864,06
6	ULS 1a_0,9_0,9_45	-95,50	-75,23	-864,03	<b>75,23</b>	95,50	-66,69	-864,03

**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	-12,61	-20,36	<b>96,72</b>	-0,85	-21,80	-0,99	96,72
2	SLS 7	-12,46	20,13	<b>95,55</b>	0,84	-21,55	-0,99	95,55
3	SLS 7	12,47	20,13	<b>95,55</b>	-0,84	-21,56	-1,00	95,55
4	SLS 7	12,61	-20,35	<b>96,71</b>	0,84	-21,80	-0,99	96,71
5	SLS 7	-26,97	0,22	<b>210,24</b>	0,22	-26,97	12,50	210,24
6	SLS 7	26,97	0,22	<b>210,25</b>	-0,22	-26,97	12,50	210,25

**Omhullenden ongeacht stijl - buitenpoten**

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	-122,97	-219,49	<b>1027,48</b>	-19,92	-224,29	-3,16	1027,48
Max. trek	ULS 1a_0,9_0,9_45	-99,93	-179,07	<b>-834,16</b>	16,58	182,66	3,13	-834,16
Max. pos. torsie	ULS 1a_135	122,97	-219,49	1027,47	<b>19,92</b>	-224,29	-3,16	1027,47
Max. neg. torsie	ULS 1a_45	-122,97	-219,49	1027,48	<b>-19,92</b>	-224,29	-3,16	1027,48
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0,9_0,9_45	-99,93	-179,07	<b>-834,16</b>	<b>16,58</b>	182,66	3,13	-834,16

**Omhullenden ongeacht stijl - middenpoten**

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_0	-173,29	3,03	<b>1500,70</b>	3,03	-173,29	108,42	1500,70
Max. trek	ULS 1a_0,9_0,9_0	-117,72	-2,58	<b>-1063,09</b>	2,58	117,72	-81,84	-1063,09
Max. pos. torsie	ULS 1a_90	33,05	-107,33	-259,21	<b>107,33</b>	-33,05	15,61	259,21
Max. neg. torsie	ULS 1a_90	-33,05	-107,32	-259,20	<b>-107,32</b>	-33,05	15,61	259,20
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0,9_0,9_135	95,50	-75,23	<b>-864,06</b>	<b>-75,23</b>	95,50	-66,70	-864,06

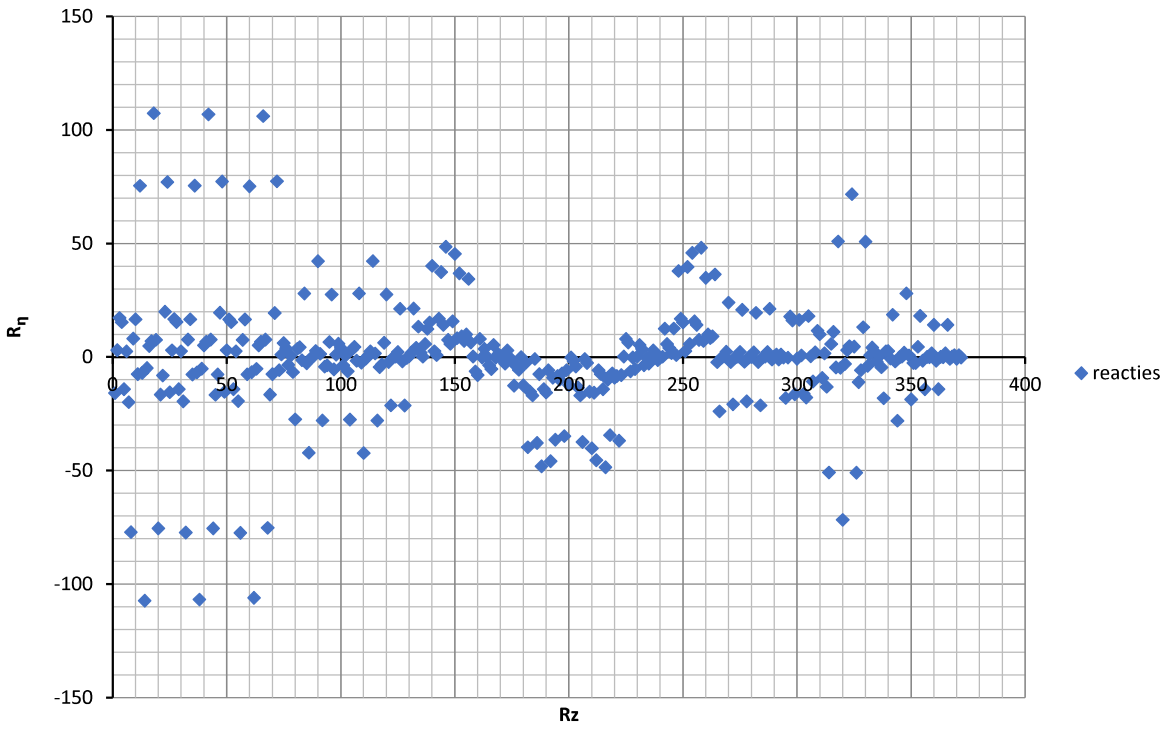
**Maximale drukbelasting SLS**

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	-85,01	-150,61	<b>705,44</b>	-13,14	-154,43	-2,60	705,44
2	SLS 1a_0	-58,95	108,83	<b>510,11</b>	11,56	-109,53	0,26	510,11
3	ULS 1a_135	25,80	53,18	<b>256,55</b>	-8,14	-51,02	4,19	256,55
4	ULS 1a_135	122,97	-219,49	<b>1027,47</b>	19,92	-224,29	-3,16	1027,47
5	SLS 1a_0	-121,01	2,07	<b>1041,52</b>	2,07	-121,01	74,50	1041,52
6	ULS 1a_135	151,16	-77,09	<b>1303,19</b>	77,09	-151,16	93,47	1303,19

**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	ULS 1a_0,9_0,9_135	-1,96	10,85	<b>-51,72</b>	7,66	4,41	-6,72	-51,72
2	ULS 1a_0,9_0,9_135	99,93	-179,06	<b>-834,15</b>	-16,57	182,65	3,13	-834,15
3	SLS 1a_45	-60,78	-110,67	<b>-514,30</b>	11,06	112,07	1,39	-514,30
4	SLS 1a_0	-35,29	69,13	<b>-324,00</b>	-9,13	67,78	-1,95	-324,00
5	ULS 1a_0,9_0,9_135	95,50	-75,23	<b>-864,06</b>	-75,23	95,50	-66,70	-864,06
6	SLS 1a_0	-67,05	-1,63	<b>-621,01</b>	1,63	67,05	-49,53	-621,01

Reacties  $R_z$  en  $R_\eta$





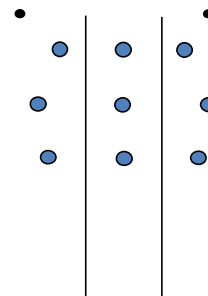
Project: GT-TLB380  
 Tower: S+10\_n 3ct  
 Number: 51N

Auteur: TBR  
 Versie: v11.9

### Geleiderbelastingen

#### Algemeen

Benaming S+10\_n 3ct  
 Masttype Steunmast  
 Aantal circuits 3  
 Configuratie 3-circuit-verticaal  
 Aantal bliksemgeleiders 2



Configuratie geleiders

#### Uitgangspunten

Norm NEN-EN50341-2-15:2019  
 Gevolgklasse initieel CC2  
 Betrouwbaarheidsniveau initieel Nieuwbouw  
 Referentieperiode initieel 50 jaar  
 0  
 Betrouwbaarheidsniveau na aanpassing n.v.t.  
 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	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Circuit 2	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Circuit 3	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	2 %	2 %	1600

#### Geleiders Ahead

Omschrijving	Spanning	Geleider Ahead	Bundel Ah	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden $P_{ahead}$
Circuit 1	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Circuit 2	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Circuit 3	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	2 %	2 %	1600

#### Isolatoren (1)

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <sup>2</sup> ]
Circuit 1	Halfverankering	5,40	4,50	2,40
Circuit 2	V-ketting	5,40	4,50	2,40
Circuit 3	Halfverankering	5,40	4,50	2,40
Bliksemdraad 1	Vast (Bliksemdraad)	0,10	0,20	0,10
Bliksemdraad 2	Vast (Bliksemdraad)	0,10	0,20	0,10

1. Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset

#### Ophanghoogte en positie in mast

Circuits	Aanduiding	Nummer	Ophanghoogte	Aangrijppunt	Positie in mast Horizontale afstand
Circuit 1	10	380ct1f1	61,2 m	65,7 m	-14,7 m
Circuit 1	11	380ct1f2	49,8 m	54,3 m	-18,4 m
Circuit 1	12	380ct1f3	38,5 m	43,0 m	-14,7 m
Circuit 2	20	380ct2f1	61,2 m	65,7 m	0,0 m
Circuit 2	21	380ct2f2	49,8 m	54,3 m	0,0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	38,5 m	43,0 m	0,0 m
Circuit 3	30	380ct3f1	61,2 m	65,7 m	14,7 m
Circuit 3	31	380ct3f2	49,8 m	54,3 m	18,4 m
Circuit 3	32	380ct3f3	38,5 m	43,0 m	14,7 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	67,4 m	67,6 m	-18,8 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	67,4 m	67,6 m	18,8 m

Project: GT-TLB380  
 Tower: S+10\_n 3ct  
 Number: 51N

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

	Back	Ahead	
Verhoging voor windbelasting	5,0 m	5,0 m	(positief: omhoog)
Verlaging voor verticale belasting	-10,0 m	-10,0 m	(negatief: omlaag, grotere weight span)
Verlaging:	Niet in 0,9EG-combinaties		

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

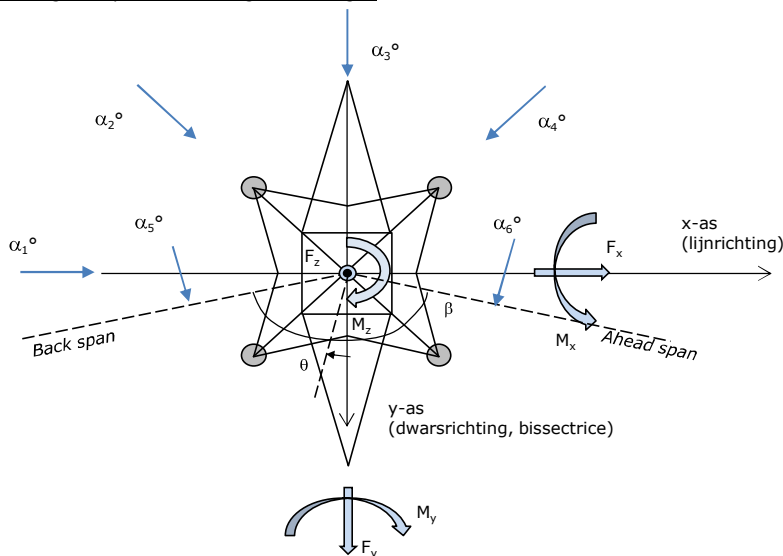
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h_{back}$	$\Delta h_{ahead}$	$\Delta y_{back}$	$\Delta y_{ahead}$
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	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
Circuit 3	30	380ct3f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 3	31	380ct3f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 3	32	380ct3f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemendraad 1	1	bl1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemendraad 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	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	$\alpha_1$	
Windrichtingen volgens:	$\alpha_2$	
<i>Geleiderbelastingen</i>	$\alpha_3$	
	$\alpha_4$	
	$\alpha_5$	
	$\alpha_6$	

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: GT-TLB380  
 Tower: S+10\_n 3ct  
 Number: 51N

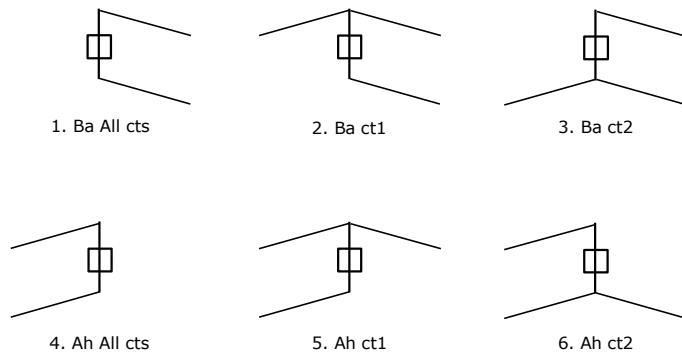
### Geleiderafval

		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
Circuit 3	380ct3f1	0	1	1	0	0,8	0
Circuit 3	380ct3f2	0	1	1	0	0,8	0
Circuit 3	380ct3f3	0	1	1	0	0,8	0
Bliksemdraad 1	bl1	1	0	1	0	1	0
Bliksemdraad 2	bl2	0	1	1	0	1	0

### Belastingsituaties SPLS

Beschouwde situaties SPLS: SPLS voor steunmast niet van toepassing

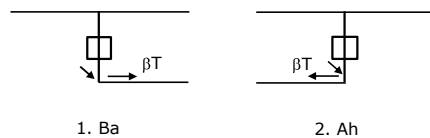
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:





Project: GT-TLB380  
 Tower: S+10\_n 3ct  
 Number: 51N

**Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud**

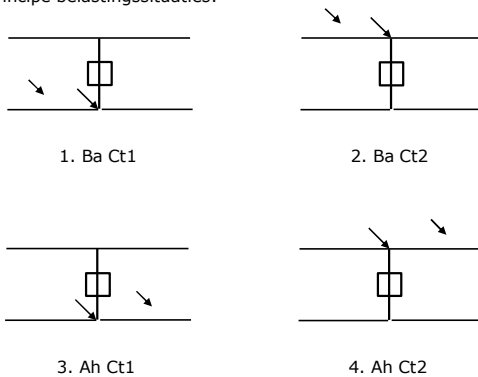
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden 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 en 2, uitgangspunt is symmetrie tussen back / ahead.

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

Principe belastingssituaties:



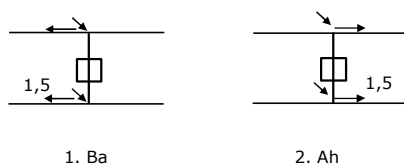
**Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting**

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

Beschouwde situaties lijndansen 8: 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: GT-TLB380  
 Tower: S+10\_n 3ct  
 Number: 51N

## Mastconstructie

### Eigenschappen

Masttype	Steunmast
Mastbenaming	S+10_n 3ct
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m
Masthoogte t.o.v. voetplaat	69,6 m
Gewicht mast	620,0 kN

<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	19,64	23,40 m
Helling van de randstijl	0,315	0,346 -
Factor spatkracht	1,3	1,3 -

### Berekening windbelasting

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

### Eigenschappen mastsecties langsrichting (vooraanzicht, yz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	6,60	23,40	18,83	6,60	0,346	139,36	17,00	0,12	3,29
Tussenstuk1	18,44	18,83	8,00	11,84	0,457	158,83	24,79	0,16	3,13
Tussenstuk2	43,00	8,00	6,39	24,56	0,033	176,68	17,25	0,10	3,42
Bovenstuk 1	54,30	6,39	4,98	11,30	0,062	64,25	14,90	0,23	2,80
Bovenstuk 2	67,60	4,98	3,34	13,30	0,062	55,33	14,52	0,26	2,67
Topstuk	69,60	3,34		2,00		3,34	0,52	0,16	3,13
Ondertraverse	43,00	14,20	4,40	2,00		45,43	5,05	0,11	3,35
Middentraverse	49,80	18,20	4,75	2,00		61,46	6,16	0,10	3,40
Boventraverse	63,10	18,70	12,95	2,00		139,78	6,39	0,05	3,70

### 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	6,60	19,64	15,48	6,60	0,346	139,36	15,07	0,11	3,36
Tussenstuk1	18,44	15,48	8,00	11,84	0,457	158,83	20,85	0,13	3,25
Tussenstuk2	43,00	8,00	5,92	24,56	0,033	176,68	30,77	0,17	3,05
Bovenstuk 1	54,30	5,92	4,80	11,30	0,062	64,25	10,90	0,17	3,07
Bovenstuk 2	67,60	4,80	3,40	13,30	0,062	55,33	10,91	0,20	2,94
Topstuk	69,60	3,40		2,00		3,34	0,68	0,20	2,91
Ondertraverse	38,50	14,20	4,40	2,00		45,43	3,35	0,07	3,54
Middentraverse	49,80	18,20	4,75	2,00		61,46	4,59	0,07	3,54
Boventraverse	63,10	18,70	12,95	2,00		139,78	6,96	0,05	3,67

NB: oppervlakte traverse dwarsrichting wordt in berekening gereduceerd.

Project: GT-TLB380  
 Tower: S+10\_n 3ct  
 Number: 51N

#### Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m <sup>2</sup> /m)	Factor	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk				
Tussenstuk1				
Tussenstuk2				
Bovenstuk 1				
Bovenstuk 2				

#### Invoer antennes

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

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>x1</sub> [kN]	F <sub>x2</sub> [kN]	F <sub>x3</sub> [kN]	F <sub>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>y1</sub> [kNm]	M <sub>y2</sub> [kNm]	M <sub>y3</sub> [kNm]	M <sub>y4</sub> [kNm]
Broekstuk	0,70	39,3	31,7	0,0	-31,7	3,3	129,6	104,7	0,0	-104,7
Tussenstuk1	0,76	58,7	46,6	0,0	-46,6	12,5	734,9	584,0	0,0	-584,0
Tussenstuk2	1,00	58,7	64,5	0,0	-64,5	30,7	1802,6	1980,2	0,0	-1980,2
Bovenstuk 1	1,13	47,1	36,0	0,0	-36,0	48,7	2291,1	1752,0	0,0	-1752,0
Bovenstuk 2	1,19	46,4	36,0	0,0	-36,0	61,0	2827,3	2191,3	0,0	-2191,3
Topstuk	1,23	2,0	1,9	0,0	-1,9	68,6	137,7	129,4	0,0	-129,4
Ondertraverse	1,06	36,0	19,6	0,0	-19,6	39,2	1409,5	765,8	0,0	-765,8
Middentraverse	1,14	47,8	26,5	0,0	-26,5	50,5	2410,3	1339,4	0,0	-1339,4
Boventraverse	1,21	57,1	34,7	0,0	-34,7	63,8	3642,3	2214,5	0,0	-2214,5
<b>Totaal</b>		<b>393,0</b>	<b>297,5</b>	<b>0,0</b>	<b>-297,5</b>		<b>15385,2</b>	<b>11061,3</b>	<b>0,0</b>	<b>-11061,3</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	31,7	35,5	31,7	3,3	0,0	104,7	117,3	104,7
Tussenstuk1	0,76	0,0	46,6	51,3	46,6	12,5	0,0	584,0	641,7	584,0
Tussenstuk2	1,00	0,0	64,5	93,3	64,5	30,7	0,0	1980,2	2864,8	1980,2
Bovenstuk 1	1,13	0,0	36,0	37,8	36,0	48,7	0,0	1752,0	1838,5	1752,0
Bovenstuk 2	1,19	0,0	36,0	38,4	36,0	61,0	0,0	2191,3	2337,6	2191,3
Topstuk	1,23	0,0	1,9	2,4	1,9	68,6	0,0	129,4	167,3	129,4
Ondertraverse	1,06	0,0	19,6	10,1	19,6	39,2	0,0	765,8	395,6	765,8
Middentraverse	1,14	0,0	26,5	14,8	26,5	50,5	0,0	1339,4	746,6	1339,4
Boventraverse	1,21	0,0	34,7	24,7	34,7	63,8	0,0	2214,5	1577,3	2214,5
<b>Totaal</b>		<b>0,0</b>	<b>297,5</b>	<b>308,3</b>	<b>297,5</b>		<b>0,0</b>	<b>11061,3</b>	<b>10686,6</b>	<b>11061,3</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	620	0	0	0
Windrichting 0°	393	0	0	0	15385	0
Windrichting 45°	298	298	0	11061	11061	0
Windrichting 90°	0	308	0	10687	0	0
Windrichting 135°	-298	298	0	11061	-11061	0

Project: GT-TLB380  
 Tower: S+10\_n 3ct  
 Number: 51N

### 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	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-05
Circuit 2	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-05
Circuit 3	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-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	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-05
Circuit 2	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-05
Circuit 3	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-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]	IJsg gebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Circuit 2	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Circuit 3	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Bliksemdraad 1	1	2	9,6	A	15+0,4d	23,7	23,7
Bliksemdraad 2	1	2	9,3	A	15+0,4d	23,7	23,7

#### Verticale belasting ahead

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsg gebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Circuit 2	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Circuit 3	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Bliksemdraad 1	1	2	9,6	A	15+0,4d	23,7	23,7
Bliksemdraad 2	1	2	9,3	A	15+0,4d	23,7	23,7

#### Isolatoren

Geleider	$G_{isolator}$ [kN]	Aantal	$F_{v,iso}$ [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <sup>2</sup> ]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	5,40	1	5,4	4,5	2,4	63,94	1,21	1,2	3,48
380ct1f2	5,40	1	5,4	4,5	2,4	52,55	1,15	1,2	3,31
380ct1f3	5,40	1	5,4	4,5	2,4	41,25	1,08	1,2	3,11
380ct2f1	5,40	1	5,4	4,5	2,4	63,94	1,21	1,2	3,48
380ct2f2	5,40	1	5,4	4,5	2,4	52,55	1,15	1,2	3,31
380ct2f3	5,40	1	5,4	4,5	2,4	41,25	1,08	1,2	3,11
380ct3f1	5,40	1	5,4	4,5	2,4	63,94	1,21	1,2	3,48
380ct3f2	5,40	1	5,4	4,5	2,4	52,55	1,15	1,2	3,31
380ct3f3	5,40	1	5,4	4,5	2,4	41,25	1,08	1,2	3,11
bl1	0,10	1	0,1	0,2	0,1	68,00	1,23	1,2	0,15
bl2	0,10	1	0,1	0,2	0,1	68,00	1,23	1,2	0,15

Project: GT-TLB380  
 Tower: S+10\_n\_3ct  
 Number: 51N

#### Windbelasting back

Geleider	hoogte		G <sub>c_dwars</sub>	G <sub>c_trek</sub>	C <sub>c</sub>	d <sub>toeslag</sub>	w <sub>y</sub>	w <sub>y,vak</sub>	D <sub>ijs,toeslag</sub>	w <sub>y,ijs</sub>	w <sub>y,ijs,vak</sub>
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	55,8	1,17	0,63	0,63	1,05	28,25	65,2	65,2	46,9	123,5	123,5
380ct1f2	44,5	1,10	0,61	0,61	1,07	28,25	60,7	60,7	46,9	113,1	113,1
380ct1f3	33,2	1,02	0,59	0,59	1,09	28,25	55,0	55,0	46,9	100,5	100,5
380ct2f1	55,8	1,17	0,63	0,63	1,05	28,25	65,2	65,2	46,9	123,5	123,5
380ct2f2	44,5	1,10	0,61	0,61	1,07	28,25	60,7	60,7	46,9	113,1	113,1
380ct2f3	33,2	1,02	0,59	0,59	1,09	28,25	55,0	55,0	46,9	100,5	100,5
380ct3f1	55,8	1,17	0,63	0,63	1,05	28,25	65,2	65,2	46,9	123,5	123,5
380ct3f2	44,5	1,10	0,61	0,61	1,07	28,25	60,7	60,7	46,9	113,1	113,1
380ct3f3	33,2	1,02	0,59	0,59	1,09	28,25	55,0	55,0	46,9	100,5	100,5
bl1	62,1	1,20	0,63	0,63	1,17	22,24	19,8	19,8	63,1	57,6	57,6
bl2	62,1	1,20	0,63	0,63	1,17	22,13	19,8	19,8	63,0	57,6	57,6

#### Windbelasting ahead

Geleider	hoogte		G <sub>c_dwars</sub>	G <sub>c_trek</sub>	C <sub>c</sub>	d <sub>toeslag</sub>	w <sub>y</sub>	w <sub>y,vak</sub>	D <sub>ijs,toeslag</sub>	w <sub>y,ijs</sub>	w <sub>y,ijs,vak</sub>
	wind	Stuwdruk									
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	55,8	1,17	0,63	0,63	1,05	28,25	65,2	65,2	46,9	123,5	123,5
380ct1f2	44,5	1,10	0,61	0,61	1,07	28,25	60,7	60,7	46,9	113,1	113,1
380ct1f3	33,2	1,02	0,59	0,59	1,09	28,25	55,0	55,0	46,9	100,5	100,5
380ct2f1	55,8	1,17	0,63	0,63	1,05	28,25	65,2	65,2	46,9	123,5	123,5
380ct2f2	44,5	1,10	0,61	0,61	1,07	28,25	60,7	60,7	46,9	113,1	113,1
380ct2f3	33,2	1,02	0,59	0,59	1,09	28,25	55,0	55,0	46,9	100,5	100,5
380ct3f1	55,8	1,17	0,63	0,63	1,05	28,25	65,2	65,2	46,9	123,5	123,5
380ct3f2	44,5	1,10	0,61	0,61	1,07	28,25	60,7	60,7	46,9	113,1	113,1
380ct3f3	33,2	1,02	0,59	0,59	1,09	28,25	55,0	55,0	46,9	100,5	100,5
bl1	62,1	1,20	0,63	0,63	1,17	22,24	19,8	19,8	63,1	57,6	57,6
bl2	62,1	1,20	0,63	0,63	1,17	22,13	19,8	19,8	63,0	57,6	57,6

Project: GT-TLB380  
 Masttype: S+10\_n 3ct  
 Mast: 51N

Auteur: TBR  
 Versie: v11.9

### 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>				$\gamma_G$	$\gamma_Q$				
			$G_k$		$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$	
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 51  
 Aantal belastingcombinaties SPLS 0  
 Aantal belastingcombinaties SLS 11  
 Aantal knooplasten 682

Project: GT-TLB380  
 Masttype: S+10\_n 3ct  
 Mast: 51N

### 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	-63,6	63,6	6,1	6,1	11,1	11,1
380ct1f1	-163,5	163,5	22,2	22,2	26,9	26,9
380ct1f2	-160,9	160,9	20,7	20,7	26,8	26,8
380ct1f3	-157,9	157,9	18,8	18,8	26,8	26,8
380ct2f1	-163,5	163,5	22,2	22,2	26,9	26,9
380ct2f2	-160,9	160,9	20,7	20,7	26,8	26,8
380ct2f3	-157,9	157,9	18,8	18,8	26,8	26,8
380ct3f1	-163,5	163,5	22,2	22,2	26,9	26,9
380ct3f2	-160,9	160,9	20,7	20,7	26,8	26,8
380ct3f3	-157,9	157,9	18,8	18,8	26,8	26,8
bl2	-62,8	62,8	6,0	6,0	11,0	11,0

#### Min. Weight span (m)

##### Weight sp: Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	480,0	495,1	480,0
380ct1f1	480,0	491,7	480,0
380ct1f2	480,0	491,4	480,0
380ct1f3	480,0	490,9	480,0
380ct2f1	480,0	491,7	480,0
380ct2f2	480,0	491,4	480,0
380ct2f3	480,0	490,9	480,0
380ct3f1	480,0	491,7	480,0
380ct3f2	480,0	491,4	480,0
380ct3f3	480,0	490,9	480,0
bl2	480,0	495,4	480,0

#### Max. Weight span (m)

##### Weight sp: Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	580,9	467,6
380ct1f1	543,0	483,5
380ct1f2	536,9	482,1
380ct1f3	529,3	480,6
380ct2f1	543,0	483,5
380ct2f2	536,9	482,1
380ct2f3	529,3	480,6
380ct3f1	543,0	483,5
380ct3f2	536,9	482,1
380ct3f3	529,3	480,6
bl2	583,7	467,2

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

Voor alle geleiders	Wind / Weight span verhouding
Max. weight span	583,7 m / 1,459 -
Min. weight span	280,2 m / 0,701 -

Project: GT-TLB380  
 Masttype: S+10\_n 3ct  
 Mast: 51N

**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	22,9	12,1	22,1	-63,6	63,6
380ct1f1	58,7	44,3	53,8	-163,5	163,5
380ct1f2	58,7	41,4	53,7	-160,9	160,9
380ct1f3	58,7	37,7	53,6	-157,9	157,9
380ct2f1	58,7	44,3	53,8	-163,5	163,5
380ct2f2	58,7	41,4	53,7	-160,9	160,9
380ct2f3	58,7	37,7	53,6	-157,9	157,9
380ct3f1	58,7	44,3	53,8	-163,5	163,5
380ct3f2	58,7	41,4	53,7	-160,9	160,9
380ct3f3	58,7	37,7	53,6	-157,9	157,9
bl2	22,3	12,1	21,9	-62,8	62,8

**EDS-belastingen geleiders**

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	0,0	0,0	4,7	-15,3	15,3
380ct1f1	0,0	0,0	27,4	-73,3	73,3
380ct1f2	0,0	0,0	27,4	-73,3	73,3
380ct1f3	0,0	0,0	27,4	-73,3	73,3
380ct2f1	0,0	0,0	27,4	-73,3	73,3
380ct2f2	0,0	0,0	27,4	-73,3	73,3
380ct2f3	0,0	0,0	27,4	-73,3	73,3
380ct3f1	0,0	0,0	27,4	-73,3	73,3
380ct3f2	0,0	0,0	27,4	-73,3	73,3
380ct3f3	0,0	0,0	27,4	-73,3	73,3
bl2	0,0	0,0	4,6	-14,9	14,9

**Controle uplift SLS-wind**

Combinati	Geleider	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4	bl1	2,4	2,4
	380ct1f1	14,0	14,0
	380ct1f2	14,0	14,0
	380ct1f3	14,0	14,0
	380ct2f1	14,0	14,0
	380ct2f2	14,0	14,0
	380ct2f3	14,0	14,0
	380ct3f1	14,0	14,0
	380ct3f2	14,0	14,0
	380ct3f3	14,0	14,0
	bl2	2,4	2,4

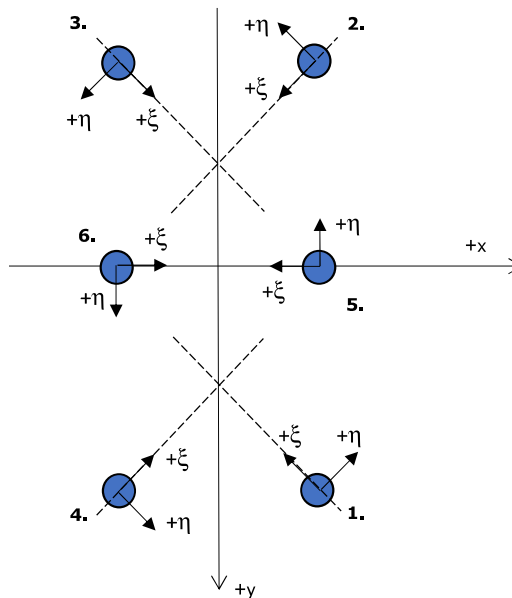
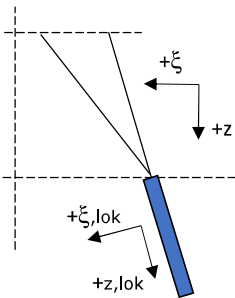




Project: GT-EHV  
 Masttype: S+10 (3ct)  
 Mast: 51N

**Oplegreacties per randstijl, zesvoudige fundatie** Auteur: TBR  
 Versie: 1.1

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



Assenstelsels

**Maximale drukbelasting**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_45	-173,36	-232,34	<b>1145,19</b>	-13,57	-281,45	-1,00	1145,19
2	ULS 1a_0	-102,99	161,39	<b>769,12</b>	22,89	-182,04	6,32	769,12
3	ULS 8 Ba	49,40	92,85	<b>443,37</b>	-20,78	-97,12	11,46	443,37
4	ULS 1a_135	173,36	-232,34	<b>1145,16</b>	13,57	-281,45	-1,01	1145,16
5	ULS 1a_0	-211,10	2,95	<b>1566,36</b>	2,95	-211,10	83,65	1566,36
6	ULS 1a_135	186,30	-86,37	<b>1366,28</b>	86,37	-186,30	70,80	1366,28

**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	SLS 1a_259	35,24	56,49	<b>-261,21</b>	8,64	63,09	-0,88	-261,21
2	ULS 1a_0_9_0_9_135	136,84	-187,32	<b>-930,54</b>	-13,20	224,65	-3,23	-930,54
3	ULS 1a_0_9_0_9_45	-136,85	-187,32	<b>-930,55</b>	13,20	224,66	-3,23	-930,55
4	ULS 1a_0_9_0_9_0	-64,84	115,06	<b>-551,90</b>	-22,96	123,15	-12,01	-551,90
5	ULS 1a_0_9_0_9_135	99,82	-83,38	<b>-871,79</b>	-83,38	99,82	-64,23	-871,79
6	ULS 1a_0_9_0_9_0	-125,06	-2,49	<b>-1076,29</b>	2,49	125,06	-77,47	-1076,29

**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 1a_135	-40,71	-7,61	74,17	<b>26,62</b>	-36,28	-18,12	74,17
2	SLS 1a_0	-46,68	105,33	398,29	<b>30,81</b>	-102,94	-5,40	533,95
3	SLS 1a_45	-65,98	-121,43	-518,46	<b>26,12</b>	128,07	1,10	-571,34
4	SLS 1a_90	63,94	-118,93	541,31	<b>26,11</b>	-124,91	7,65	603,03
5	ULS 5a Ah 11	-27,56	43,96	72,84	<b>43,96</b>	-27,56	-13,85	72,84
6	ULS 1a_90	52,07	-117,80	297,52	<b>117,80</b>	-52,07	3,92	297,52

**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	SLS 1a_45	-66,64	-152,50	611,05	<b>-45,33</b>	-148,31	1,33	787,02
2	ULS 8 Ba	6,48	-42,78	-202,86	<b>-22,15</b>	32,17	-17,51	-202,86
3	SLS 1a_259	40,76	93,55	373,85	<b>-27,90</b>	-90,89	0,67	373,85
4	ULS 1a_45	40,71	-7,60	74,13	<b>-26,63</b>	-36,28	-18,12	74,13
5	ULS 1a_90	-52,07	-117,80	297,48	<b>-117,80</b>	-52,07	3,91	297,48
6	SLS 1a_259	34,08	65,40	277,00	<b>-65,40</b>	-34,08	18,05	277,00

**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	SLS 1a_259	35,24	56,49	-261,21	<b>8,64</b>	63,09	-0,88	-261,21
2	ULS 1a_0.9_0.9_135	136,84	-187,32	-930,54	<b>-13,20</b>	224,65	-3,23	-930,54
3	ULS 1a_0.9_0.9_45	-136,85	-187,32	-930,55	<b>13,20</b>	224,66	-3,23	-930,55
4	ULS 1a_0.9_0.9_0	-64,84	115,06	-551,90	<b>-22,96</b>	123,15	-12,01	-551,90
5	ULS 1a_0.9_0.9_135	99,82	-83,38	-871,79	<b>-83,38</b>	99,82	-64,23	-871,79
6	ULS 1a_0.9_0.9_45	-99,82	-83,37	-871,74	<b>83,37</b>	99,82	-64,22	-871,74

**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	-19,53	-22,93	<b>109,78</b>	0,53	-29,65	-2,76	109,78
2	SLS 7	-19,33	22,71	<b>108,60</b>	-0,52	-29,35	-2,76	108,60
3	SLS 7	19,33	22,71	<b>108,61</b>	0,52	-29,35	-2,76	108,61
4	SLS 7	19,53	-22,92	<b>109,74</b>	-0,54	-29,64	-2,77	109,74
5	SLS 7	-41,62	0,21	<b>236,97</b>	0,21	-41,62	2,97	236,97
6	SLS 7	41,62	0,22	<b>237,00</b>	-0,22	-41,62	2,98	237,00

**Omhullenden ongeacht stijl - buitenpoten**

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	-173,36	-232,34	<b>1145,19</b>	-13,57	-281,45	-1,00	1145,19
Max. trek	ULS 1a_0.9_0.9_45	-136,85	-187,32	<b>-930,55</b>	13,20	224,66	-3,23	-930,55
Max. pos. torsie	SLS 1a_0	-46,68	105,33	398,29	<b>30,81</b>	-102,94	-5,40	398,29
Max. neg. torsie	SLS 1a_45	-66,64	-152,50	611,05	<b>-45,33</b>	-148,31	1,33	611,05
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0.9_0.9_135	136,84	-187,32	<b>-930,54</b>	<b>-13,20</b>	224,65	-3,23	-930,54

**Omhullenden ongeacht stijl - middenpoten**

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_0	-211,10	2,95	<b>1566,36</b>	2,95	-211,10	83,65	1566,36
Max. trek	ULS 1a_0.9_0.9_0	-125,06	-2,49	<b>-1076,29</b>	2,49	125,06	-77,47	-1076,29
Max. pos. torsie	ULS 1a_90	52,07	-117,80	-297,52	<b>117,80</b>	-52,07	3,92	297,52
Max. neg. torsie	ULS 1a_90	-52,07	-117,80	-297,48	<b>-117,80</b>	-52,07	3,91	297,48
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0.9_0.9_135	99,82	-83,38	<b>-871,79</b>	<b>-83,38</b>	99,82	-64,23	-871,79

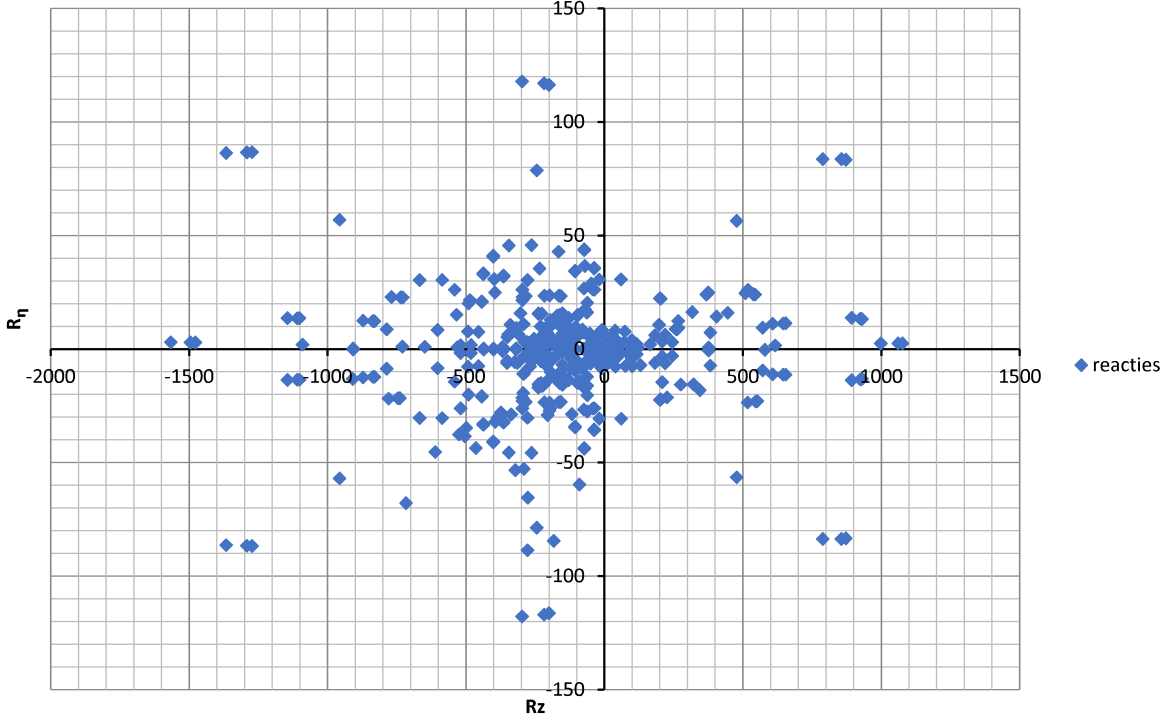
**Maximale drukbelasting SLS**

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	-120,06	-159,75	<b>787,02</b>	-8,67	-194,18	-1,45	787,02
2	SLS 1a_0	-72,53	112,03	<b>533,95</b>	15,09	-127,16	3,60	533,95
3	SLS 1a_259	40,76	93,55	<b>373,85</b>	-27,90	-90,89	0,67	373,85
4	ULS 1a_135	173,36	-232,34	<b>1145,16</b>	13,57	-281,45	-1,01	1145,16
5	SLS 1a_0	-149,07	2,01	<b>1090,64</b>	2,01	-149,07	56,16	1090,64
6	ULS 1a_135	186,30	-86,37	<b>1366,28</b>	86,37	-186,30	70,80	1366,28

**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 1a_259	35,24	56,49	<b>-261,21</b>	8,64	63,09	-0,88	-261,21
2	ULS 1a_135	129,75	-179,55	<b>-893,19</b>	-13,75	214,24	-4,49	-893,19
3	SLS 1a_45	-82,16	-114,77	<b>-571,34</b>	9,39	136,34	-3,57	-571,34
4	SLS 1a_0	-34,91	67,08	<b>-321,78</b>	-15,62	69,56	-9,24	-321,78
5	ULS 1a_135	84,32	-83,62	<b>-788,41</b>	-83,62	84,32	-64,04	-788,41
6	SLS 1a_0	-65,43	-1,58	<b>-616,64</b>	1,58	65,43	-50,61	-616,64

Reacties  $R_z$  en  $R_\eta$



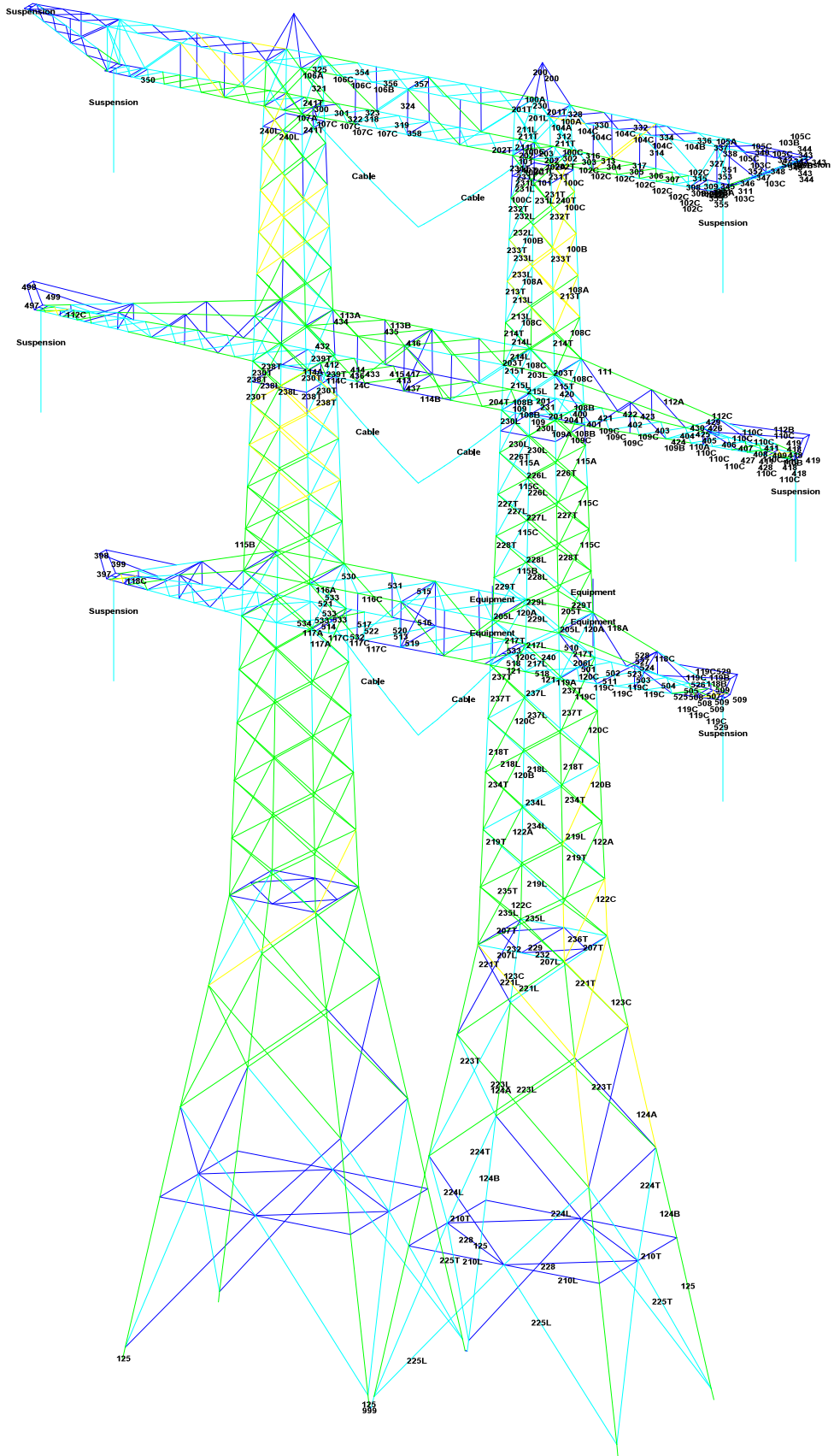


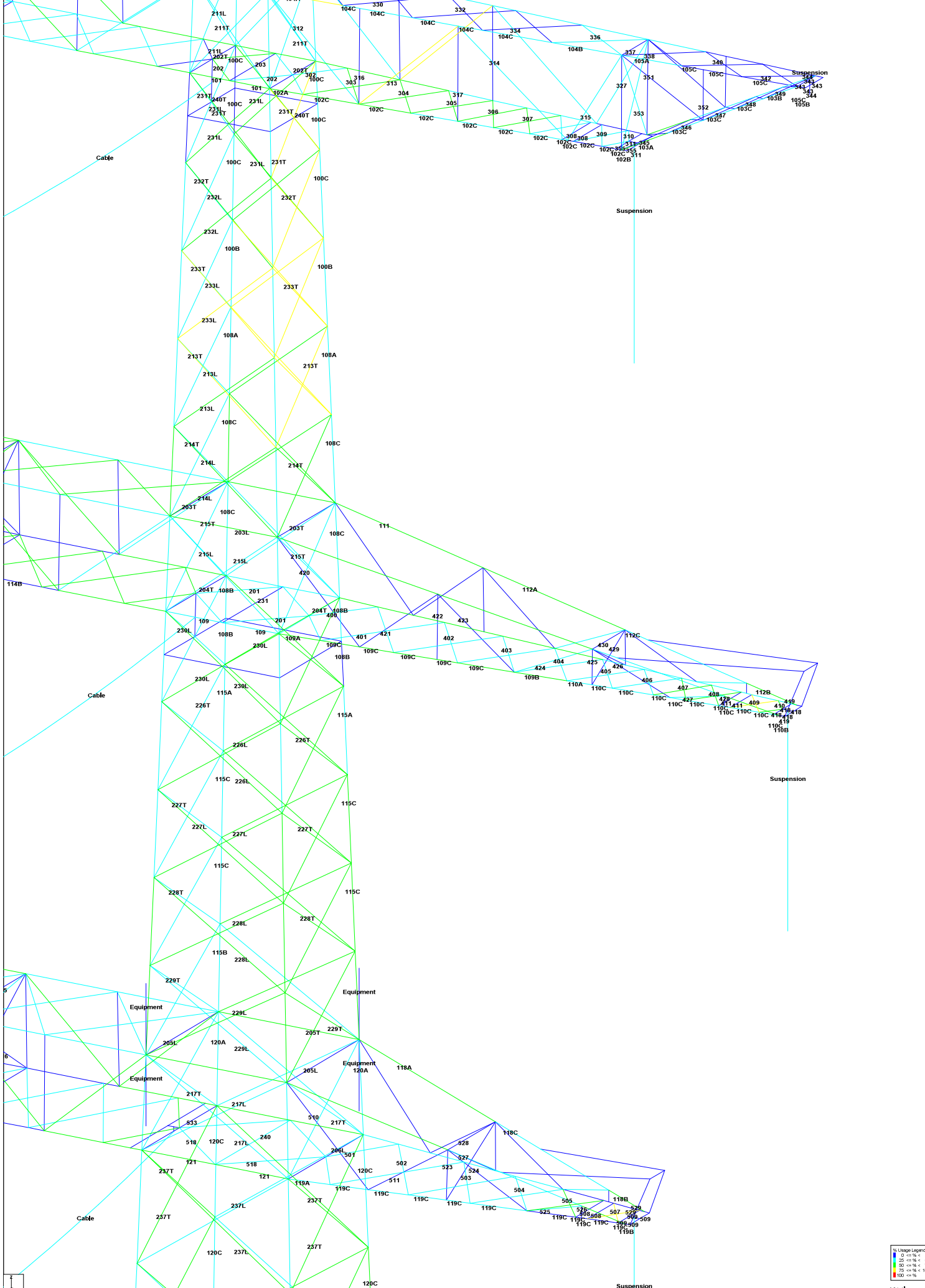
## **APPENDIX B**

### **Resultaten PLS-TOWER**

---

Deze Appendix bevat de resultaten voor de toetsing van profielen en bouten uit PLS-TOWER voor masttype S+0/n, S+3/n en S+10/n.





Assessment of angle groups



Date 25-6-2021
Author BIT
Version 4.3

GT-TLB
S+0/n 3t

Table with columns: Group Label, Description, Type, Part, Section, U.C. (Comp), U.C. (Remain), U.C. (Cross-Arm), U.C. (Top), U.C. (Bottom), U.C. (Hing), U.C. (Trans), U.C. (Ince), U.C. (Tens), U.C. (Frac). Contains 237 rows of structural analysis data for various angle groups.





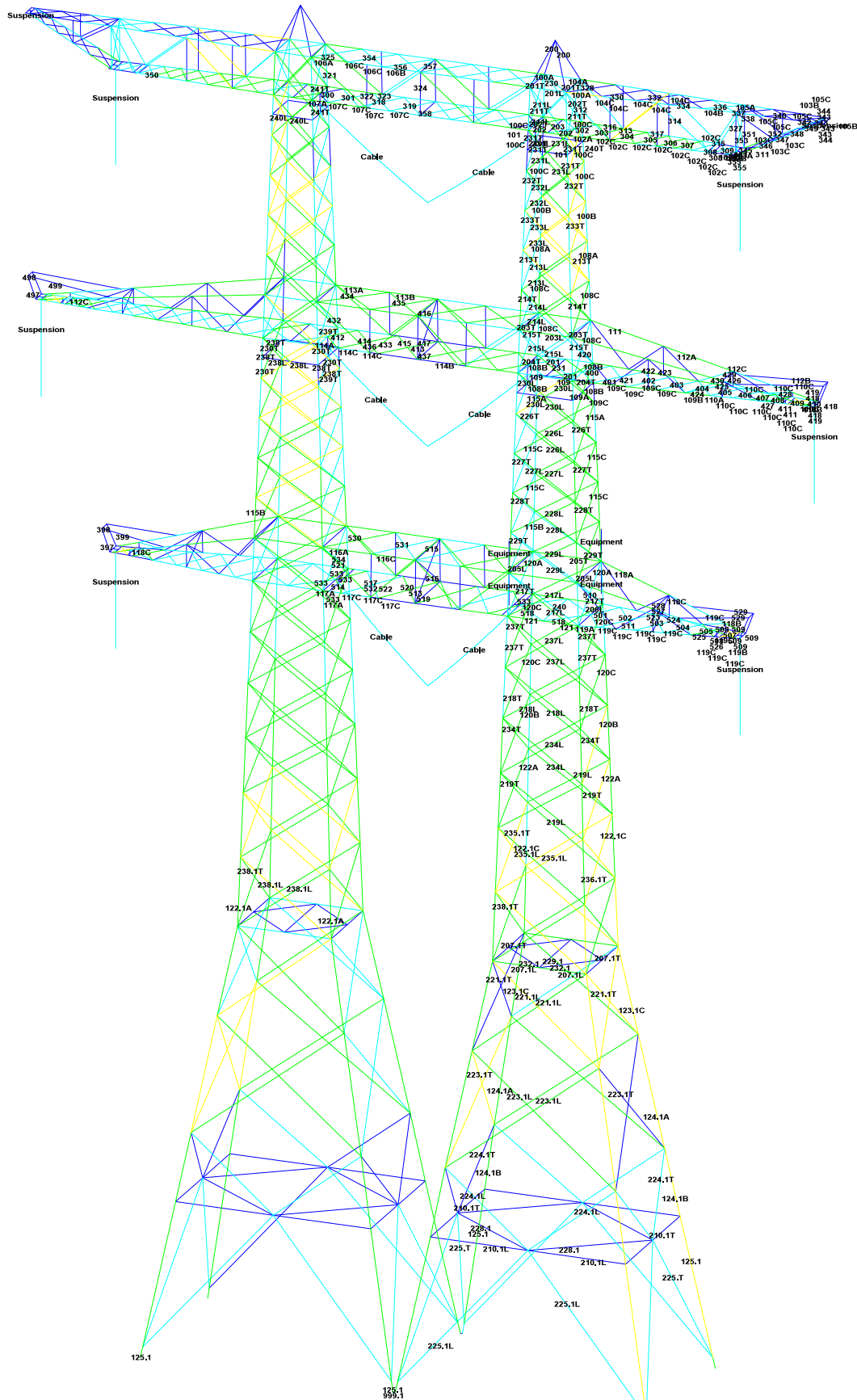


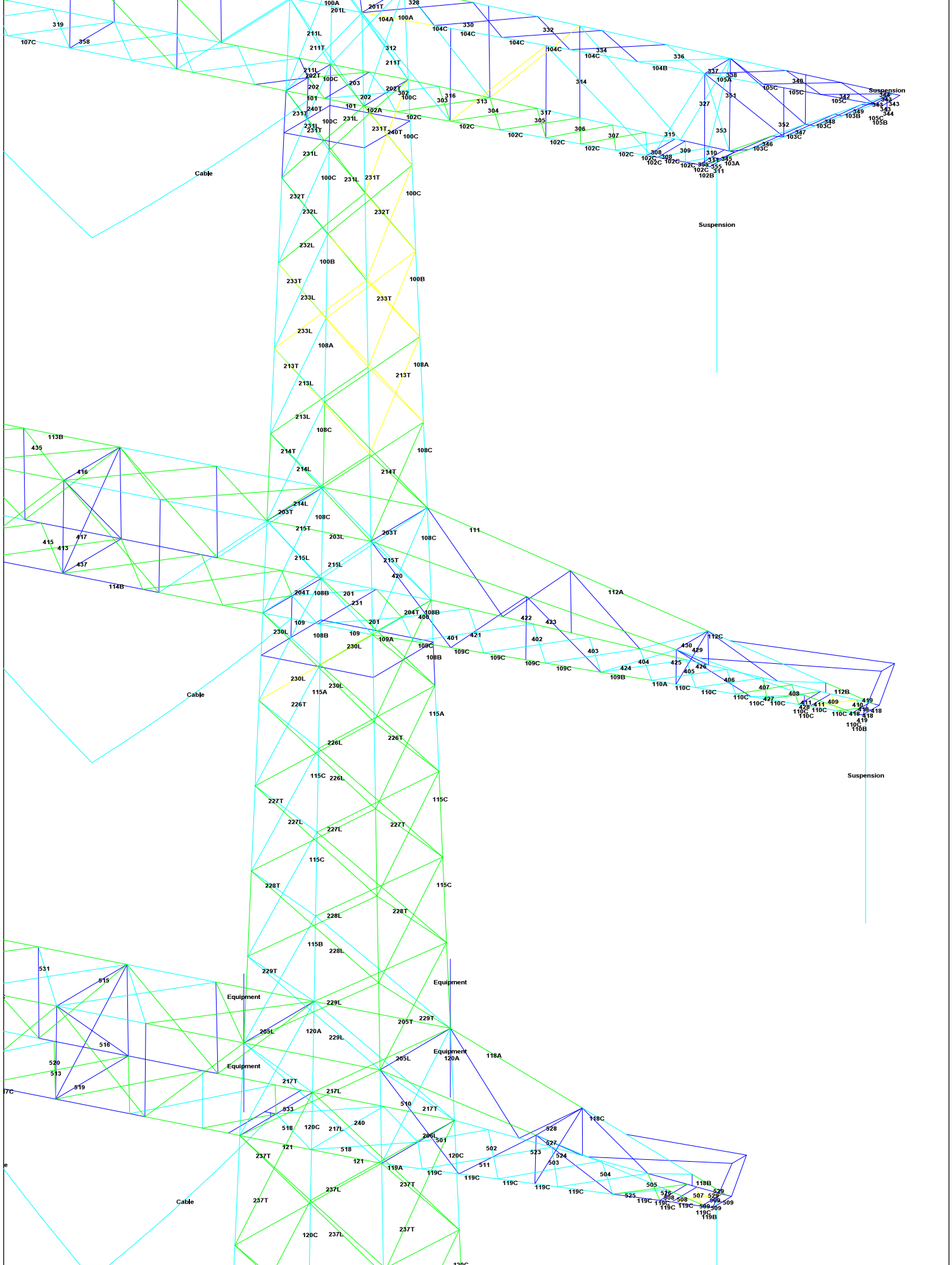
Assessment of angle groups

Date 25-6-2021
Author BIT
Version 4.3

GT-TLB
S+O/n 3ct

Table with columns: Group Label, Description, Type, Profile, Steel Qualities, #Shel/Cl, p1, RLV, RLV, RLV, Slenderness, Compression, Load Case, U.C. (Comp), U.C. (Comp) aring, Shear (Comp) aring, U.C. (Comp) aring, Tension, Load Case, Tension, NE Section aring, U.C. (Tens), U.C. (Tens) aring, U.C. (Tens) aring. The table contains structural analysis data for various steel profiles and components, including section properties and stress checks.





Usage Legend

Blue	0 <= % < 25
Cyan	25 <= % < 50
Green	50 <= % < 75
Yellow	75 <= % < 100
Red	100 <= %

0.5 m



Assessment of angle groups

Date 28-7-2021
Author BJT
Version 4.3

GT-TLB
S+3/n Act

Table with columns: Group Label, Description, Type, Part, Size, # of bolts, Steel Quality, SLS, ULS, RLT, Slenderness, Compress, Buckling, Shear, U.C., U.C. (Comp), U.C. (Tension), Net Section, U.C. (Tens), U.C. (Tens) (Tens). Rows include various structural components like Section 7 Rib, Section 6 Rib, Section 5 Rib, etc.



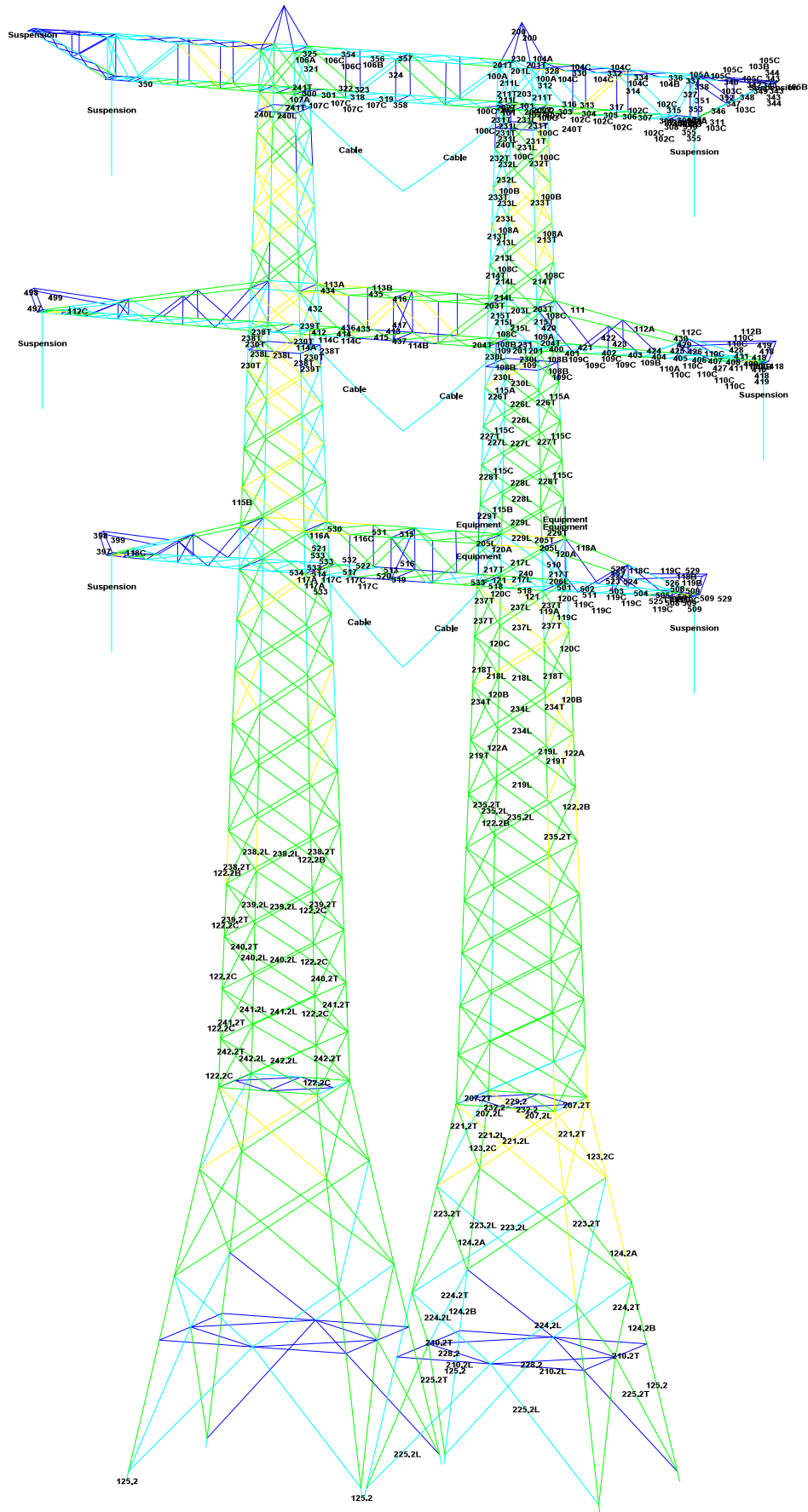
Assessment of angle groups

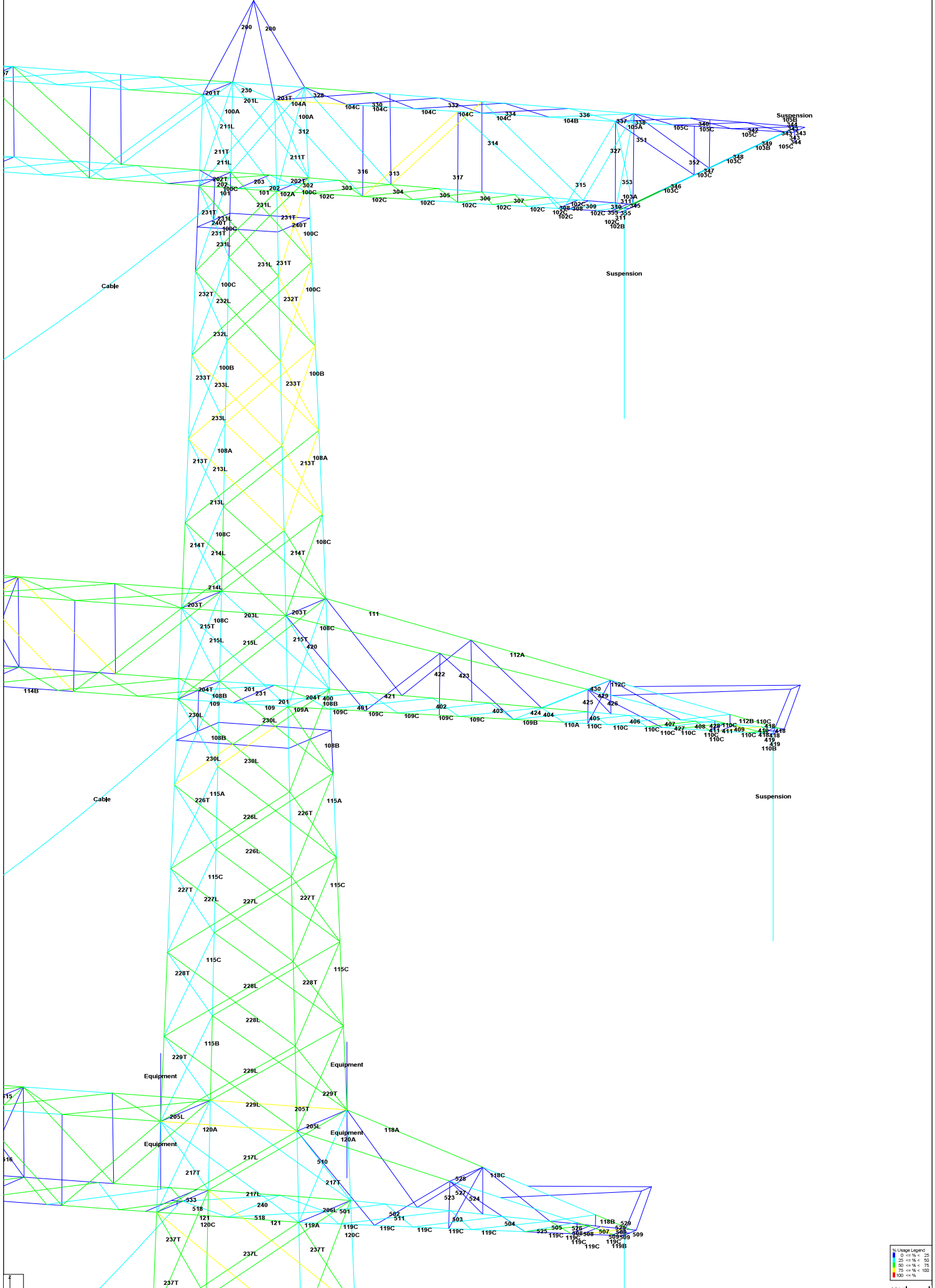
Date 28-7-2021  
Author BJT  
Version 4.3



GT-TLB  
S+3/n 3ct

Table with columns: Group Label, Description, Type, Profile, #SteelBolts, #shp1c1, e2, p1, RLX, RLY, RLZ, Slenderness, Compression, U.C., Shear, Tension, Ret. Section ear, Tension, Ret. Section ear. Contains detailed engineering data for various structural components.





Usage Legend
0 -> 25
25 -> 50
50 -> 75
75 -> 100
100 -> 150









## APPENDIX C

### Knikverkorters

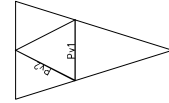
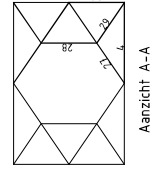
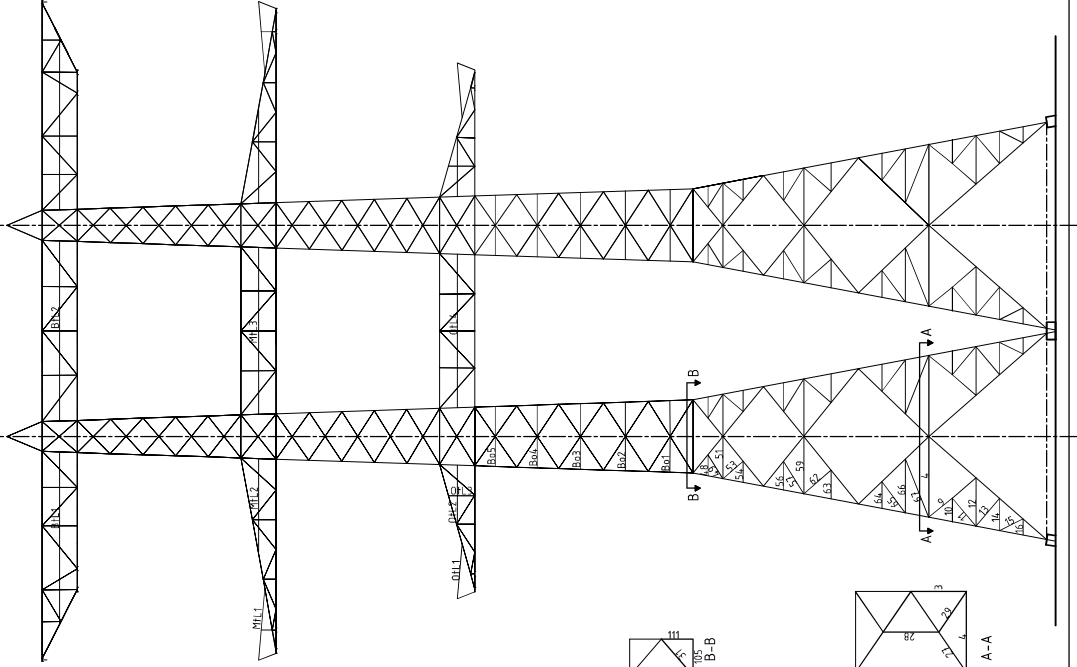
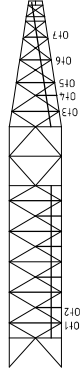
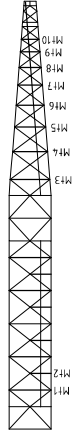
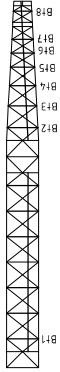
---

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 steunegend 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.

Overzicht knikverkorters - S+0\_n 3-ct



## Knikverkorters

Date: 2021-07-28  
 Author: BJT  
 Version: 1.8

ZWO  
 S+0\_n 3ct

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt Quality	Length (m)	Angle (°)	Slender ness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Exceedance Type	Notes
16	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	0.920	0	10.5	0.35	64.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.44		
15	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.490	63	15.3	0.00	36.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.29		
14	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.840	0	18.9	10.5	26.6	60.3	41.3	43.1	0.81	0.88		
13	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	2.070	40	21.3	10.5	22.2	60.3	41.3	43.1	0.81	0.47		
12	Broekstuk	Enkele staaf	L60.6	S355J0	M16	8.8	2.750	0	23.5	10.5	27.3	60.3	52.3	98.8	1.40	0.76		
11	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	2.080	40	21.4	10.5	22.1	60.3	41.3	43.1	0.81	0.48		
10	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.350	0	13.9	0.51	41.1	60.3	41.3	43.1	0.81	0.65		
9	Broekstuk	Kniksteun op 0,5L	L50.5	S355J0	M16	8.8	3.500	50	23.1	10.5	16.5	60.3	41.3	43.1	1.08	0.64		
24	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	0.640	0	66	10.5	84.2	60.3	41.3	43.1	0.81	0.31		
23	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.430	70	14.7	0.00	38.1	60.3	41.3	43.1	0.81	0.28		
22	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.300	0	13.4	10.5	43.1	60.3	41.3	43.1	0.81	0.62		
21	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.760	50	18.1	10.5	28.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.37		
20	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.930	0	19.8	10.5	24.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.92		
19	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.740	50	17.9	10.5	28.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.36		
18	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	0.970	0	10.0	10.5	60.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.46		
17	Broekstuk	Kniksteun op 0,5L	L50.5	S355J0	M16	8.8	3.150	58	20.8	10.5	19.2	60.3	41.3	43.1	1.08	0.55		
PV1	Broekstuk	Enkele staaf	L80.6	S355J0	M16	8.8	3.450	0	2.19	2.2	41.3	60.3	52.3	145.8	2.68	0.51		
PV2	Broekstuk	Enkele staaf	L80.6	S355J0	M16	8.8	3.800	63	2.42	0.00	35.4	60.3	52.3	145.8	2.68	0.06		
4	Tussenschot +7,2r	Enkele staaf	L100.8	S355J0	M16	8.8	4.600	0	23.4	0.0	61.9	60.3	69.7	257.2	5.49	0.33		
3	Tussenschot +7,2r	Enkele staaf	L80.6	S355J0	M16	8.8	3.150	0	20.0	0.0	47.5	60.3	52.3	145.8	2.68	0.46		
27	Tussenschot +7,2r	Kruisende staaf halverwege	L70.6	S355J0	M16	8.8	5.600	0	20.4	0.0	40.1	60.3	52.3	122.3	2.58	0.41		
28	Tussenschot +7,2r	Enkele staaf	L70.6	S355J0	M16	8.8	3.150	0	23.0	0.0	33.4	60.3	52.3	122.3	1.99	0.62		
29	Tussenschot +7,2r	Enkele staaf	L70.6	S355J0	M16	8.8	2.780	0	20.3	0.0	40.5	60.3	52.3	122.3	1.99	0.55		
67	Tussenstuk1	Enkele staaf	L80.6	S355J0	M16	8.8	3.570	22	22.7	12.3	39.1	60.3	52.3	145.8	2.68	0.49		
66	Tussenstuk1	Enkele staaf	L70.6	S355J0	M16	8.8	3.060	0	22.3	12.3	34.9	60.3	52.3	122.3	1.99	0.60		
65	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	2.220	27	22.8	12.3	19.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.95		
64	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.530	0	15.7	12.3	34.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.73		
63	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.630	0	16.7	12.3	31.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.78		
62	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	2.050	50	21.1	12.3	22.6	60.3	41.3	43.1	0.81	0.55		
59	Tussenstuk1	Enkele staaf	L70.7	S355J0	M16	8.8	3.260	0	23.9	12.3	36.2	60.3	61.0	142.7	2.23	0.57		
57	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	2.170	32	22.3	12.3	20.6	60.3	41.3	43.1	0.81	0.60		
56	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.630	0	16.7	12.3	31.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81		
54	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.200	0	12.3	0.45	47.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.57		
53	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.510	50	15.5	12.3	35.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.35		
51	Tussenstuk1	Enkele staaf	L60.6	S355J0	M16	8.8	2.400	0	20.5	12.3	33.8	60.3	52.3	98.8	1.40	0.66		
49	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.600	32	16.4	12.3	32.6	60.3	41.3	43.1	0.81	0.38		
48	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.200	0	12.3	12.3	47.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.57		
88	Tussenstuk1	Enkele staaf	L60.6	S355J0	M16	8.8	2.650	30	22.7	0.86	28.9	60.3	52.3	98.8	1.40	0.63		
87	Tussenstuk1	Enkele staaf	L60.6	S355J0	M16	8.8	2.150	0	18.4	12.3	39.8	60.3	52.3	98.8	1.40	0.59		
86	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.800	48	18.5	12.3	27.5	60.3	41.3	43.1	0.81	0.45		

## Knikverkorters

Date: 2021-07-28  
 Author: BJT  
 Version: 1.8

ZWO  
 S+0\_n 3ct

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt	Quality	Length (m)	Angle (°)	Slender ness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Exceedance Type	Notes
85	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.070	0	110	12.3	0.40	54.6	60.3	41.3	43.1	0.81	0.51		
86	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.280	0	132	12.3	0.48	44.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.61		
82	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.840	52	189	12.3	0.00	26.6	60.3	41.3	43.1	0.81	0.46		
79	Tussenstuk1	Enkele staaf	L60.6	S355J0	M16	8.8	2.470	0	211	12.3	0.93	32.3	60.3	52.3	98.8	1.40	0.68		
78	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.810	43	186	12.3	0.00	27.2	60.3	41.3	43.1	0.81	0.45		
77	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.180	0	121	12.3	0.44	48.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.56		
75	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.030	49	106	12.3	0.00	56.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.30		
74	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.400	0	144	12.3	0.53	39.2	60.3	41.3	43.1	0.81	0.67		
71	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.980	0	203	12.3	0.74	23.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.95		
69	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.440	41	144	12.3	0.00	39.2	60.3	41.3	43.1	0.81	0.31		
31	Tussenschot +20,€	Enkele staaf	L60.6	S355J0	M16	8.8	2.950	0	97	12.3	0.35	62.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.45		
105	Tussenschot +20,€	Enkele staaf	L90.8	S355J0	M16	8.8	2.080	0	118	0.0	0.78	145.5	60.3	69.7	225.8	4.34	0.19		
111	Tussenschot +20,€	Enkele staaf	L90.8	S355J0	M16	8.8	1.800	0	102	0.0	0.68	171.1	60.3	69.7	225.8	4.34	0.16		
B01	Tussenstuk2	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	2.030	0	209	10.8	0.76	22.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.97		
B02	Tussenstuk2	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.950	0	200	10.8	0.73	24.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.93		
B03	Tussenstuk2	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.860	0	191	10.8	0.70	26.2	60.3	41.3	43.1	0.81	0.89		
B04	Tussenstuk2	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.780	0	183	10.8	0.67	27.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.85		
B05	Tussenstuk2	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.700	0	175	10.8	0.64	29.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81		
B06	Tussenstuk2	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.760	0	181	10.8	0.66	28.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81		
B07	Tussenstuk2	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.630	0	175	10.8	0.64	29.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81		
B08	Tussenstuk2	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.630	0	167	10.8	0.61	31.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.78		
B09	Tussenstuk2	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.570	0	161	10.8	0.59	33.5	60.3	41.3	43.1	0.81	0.75		
B010	Tussenstuk2	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.530	0	157	10.8	0.57	34.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.73		
O11	Ondertraverse	Enkele staaf	L70.6	S355J0	M16	8.8	2.960	0	216	0.0	1.11	36.8	60.3	52.3	122.3	1.99	0.58		
O12	Ondertraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.480	0	152	0.0	0.56	36.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.71		
O13	Ondertraverse	Enkele staaf	L60.6	S355J0	M16	8.8	2.690	0	230	0.0	1.01	28.3	60.3	52.3	98.8	1.40	0.74		
O14	Ondertraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.200	0	123	0.0	0.45	47.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.57		
O15	Ondertraverse	Enkele staaf	L60.6	S355J0	M16	8.8	2.200	0	188	0.0	0.83	38.5	60.3	52.3	98.8	1.40	0.81		
O16	Ondertraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.800	0	185	0.0	0.68	27.5	60.3	41.3	43.1	0.81	0.86		
O17	Ondertraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.200	0	123	0.0	0.45	47.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.57		
M11	Middentraverse	Enkele staaf	L60.6	S355J0	M16	8.8	2.400	0	205	0.0	0.90	33.8	60.3	52.3	98.8	1.40	0.66		
M12	Middentraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.200	0	123	0.0	0.45	47.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.57		
M13	Middentraverse	Enkele staaf	L60.6	S355J0	M16	8.8	2.250	0	193	0.0	0.84	37.2	60.3	52.3	98.8	1.40	0.62		
M14	Middentraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	2.000	0	205	0.0	0.75	23.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.96		
M15	Middentraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.780	0	183	0.0	0.67	27.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.85		
M16	Middentraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.590	0	163	0.0	0.60	32.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.76		
M17	Middentraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.410	0	145	0.0	0.53	38.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.67		
M18	Middentraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.250	0	128	0.0	0.47	45.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.60		

# DNV-GL

## Knikverkorters

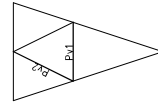
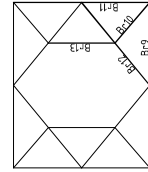
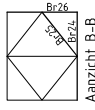
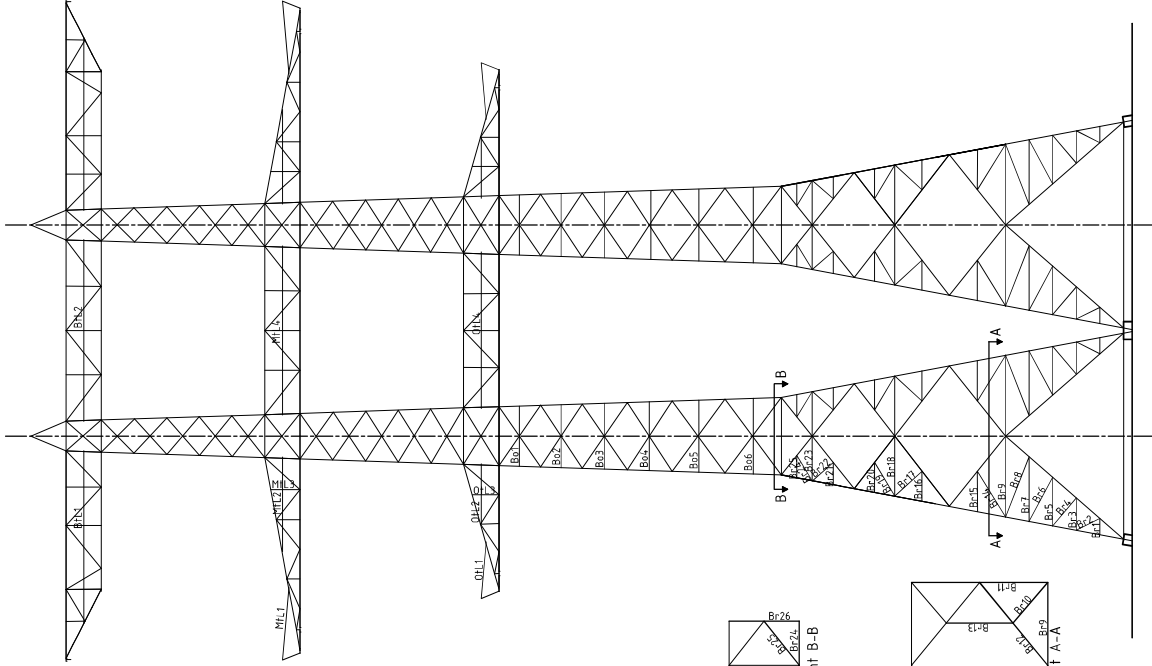
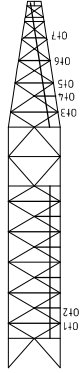
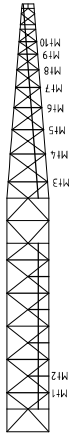
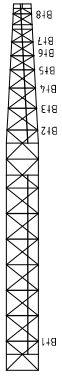
Date: 2021-07-28  
 Author: BJT  
 Version: 1.8

ZWO  
 S+0\_n 3ct

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt	Quality	Length (m)	Angle (°)	Slender ness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Exceedance Type	Notes
M9	Middentraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.120	0	115	0.0	0.42	51.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.54	
M10	Middentraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.000	0	103	0.0	0.38	58.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.48	
B1	Boventraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.820	0	187	0.0	0.68	27.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.87	
B2	Boventraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.740	0	179	0.0	0.65	28.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.83	
B3	Boventraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.610	0	165	0.0	0.60	32.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.77	
B4	Boventraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.490	0	153	0.0	0.56	36.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.71	
B5	Boventraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.365	0	142	0.0	0.52	39.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.66	
B6	Boventraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.300	0	134	0.0	0.49	43.1	60.3	41.3	43.1	0.81	0.62	
B7	Boventraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.220	0	125	0.0	0.46	46.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.58	
B8	Boventraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.050	0	108	0.0	0.39	55.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.50	



Overzicht knikverkoekers - S+3\_n 3-ct





# Knikverkorters

Date: 2021-07-28  
 Author: BJT  
 Version: 1.8

ZWO  
 S+3\_n 3ct

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt	Quality	Length (m)	Angle (°)	Slender ness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Exceedance Type	Notes
B1	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	0.920	0	95	12.1	0.35	64.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.44		
B2	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.500	63	154	12.1	0.00	35.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.34		
B3	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.840	0	189	12.1	0.69	26.6	60.3	41.3	43.1	0.81	0.88		
B4	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	2.070	40	213	12.1	0.00	22.2	60.3	41.3	43.1	0.81	0.54		
B5	Broekstuk	Enkele staaf	L60.6	S355J0	M16	8.8	2.750	0	235	12.1	1.03	27.3	60.3	52.3	98.8	1.40	0.76		
B6	Broekstuk	Enkele staaf	L60.6	S355J0	M16	8.8	2.840	28	243	12.1	0.94	25.9	60.3	52.3	98.8	1.40	0.69		
B7	Broekstuk	Enkele staaf	L80.6	S355J0	M16	8.8	3.700	0	235	12.1	1.39	36.9	60.3	52.3	145.8	2.68	0.54		
B8	Broekstuk	Enkele staaf	L80.6	S355J0	M16	8.8	3.670	21	233	12.1	1.28	37.4	60.3	52.3	145.8	2.68	0.50		
B9	Tussenschot + 7,2r	Enkele staaf	L110.10	S355J0	M16	8.8	4.600	0	213	12.1	1.73	97.5	60.3	87.1	360.6	8.04	0.22		
B10	Tussenschot + 7,2r	Enkele staaf	L70.6	S355J0	M16	8.8	3.000	0	219	0.0	1.13	36.0	60.3	52.3	122.3	1.99	0.59		
B11	Tussenschot + 7,2r	Enkele staaf	L80.6	S355J0	M16	8.8	3.870	0	246	12.1	1.45	34.4	60.3	52.3	145.8	2.68	0.57		
B12	Tussenschot + 7,2r	Kruisende staaf halverwege	L70.6	S355J0	M16	8.8	6.080	0	222	0.0	1.14	35.3	60.3	52.3	122.3	2.58	0.44		
B13	Tussenschot + 7,2r	Enkele staaf	L80.6	S355J0	M16	8.8	3.780	0	240	0.0	1.42	35.7	60.3	52.3	145.8	2.68	0.55		
B14	Tussenschot + 7,2r	Enkele staaf	L70.6	S355J0	M16	8.8	3.050	31	222	13.0	0.00	35.1	60.3	52.3	122.3	1.99	0.37		
B15	Tussenstuk1	Enkele staaf	L60.6	S355J0	M16	8.8	2.300	0	197	13.0	0.86	36.0	60.3	52.3	98.8	1.40	0.64		
B16	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.700	0	175	12.9	0.64	29.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81		
B17	Tussenstuk1	Enkele staaf	L70.6	S355J0	M16	8.8	2.100	47	216	12.9	0.00	21.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.59		
B18	Tussenstuk1	Enkele staaf	L70.6	S355J0	M16	8.8	3.410	0	249	12.9	1.28	29.4	60.3	52.3	122.3	1.99	0.67		
B19	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	2.240	31	230	12.9	0.00	19.6	60.3	41.3	43.1	0.81	0.65		
B20	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.700	0	175	12.9	0.64	29.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81		
B21	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.260	0	129	12.9	0.47	44.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.60		
B22	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.586	49	163	12.9	0.00	33.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.39		
B23	Tussenstuk1	Enkele staaf	L60.6	S355J0	M16	8.8	2.530	0	216	12.9	0.95	31.1	60.3	52.3	98.8	1.40	0.70		
B24	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.680	31	173	12.9	0.00	30.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.42		
B25	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.268	0	130	12.9	0.48	44.5	60.3	41.3	43.1	0.81	0.61		
B26	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	0.640	0	66	12.1	0.24	84.2	60.3	41.3	43.1	0.81	0.31		
B27	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.430	70	147	12.1	0.00	38.1	60.3	41.3	43.1	0.81	0.32		
B28	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.300	0	134	12.1	0.49	43.1	60.3	41.3	43.1	0.81	0.62		
B29	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.760	49	181	12.1	0.00	28.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.43		
B30	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.930	0	198	12.1	0.72	24.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81		
B31	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	2.240	37	230	12.1	0.00	19.6	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81		
B32	Broekstuk	Enkele staaf	L60.6	S355J0	M16	8.8	2.580	0	221	12.1	0.97	30.2	60.3	52.3	98.8	1.40	0.71		
B33	Broekstuk	Enkele staaf	L60.6	S355J0	M16	8.8	2.800	29	240	12.1	0.92	26.5	60.3	52.3	98.8	1.40	0.68		
B34	Broekstuk	Enkele staaf	L80.6	S355J0	M16	8.8	3.320	0	211	12.1	1.25	43.8	60.3	52.3	145.8	2.68	0.49		
B35	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	2.400	42	247	12.9	0.00	17.6	60.3	41.3	43.1	0.81	0.73		
B36	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.610	0	165	12.9	0.60	32.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81		
B37	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.330	0	137	12.9	0.50	41.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.74		
B38	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.890	51	194	12.9	0.00	25.5	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81		
B39	Tussenstuk1	Enkele staaf	L60.6	S355J0	M16	8.8	2.600	0	222	12.9	0.98	29.8	60.3	52.3	98.8	1.40	0.72		
B40	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.870	42	192	12.9	0.00	25.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81		
B41	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.240	0	127	12.9	0.47	45.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.59		



# Knikverkorters

Date: 2021-07-28  
 Author: BJT  
 Version: 1.8

ZWO  
 S+3\_n 3ct

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt	Quality	Length (m)	Angle (°)	Slender ness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Exceedance Type	Notes
B42	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.090	0	112	12.9	0.41	53.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.52		
B43	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.500	48	154	12.9	0.00	35.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.36		
B44	Tussenstuk1	Enkele staaf	L60.6	S355J0	M16	8.8	2.100	0	180	12.9	0.79	41.3	60.3	52.3	98.8	1.40	0.58		
B45	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.500	42	154	12.9	0.00	35.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.36		
B46	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.000	0	103	12.9	0.38	58.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.48		
B47	Tussenschot +19.5	Kniksteun op 0.5L	L90.8	S355J0	M16	8.8	5.000	0	182	12.9	1.88	66.8	60.3	69.7	225.8	5.70	0.33		
B48	Tussenschot +19.5	Kniksteun op 0.5L	L90.8	S355J0	M16	8.8	4.000	0	146	12.9	1.50	89.1	60.3	69.7	225.8	5.70	0.26		
B49	Tussenschot +19.5	Enkele staaf	L70.6	S355J0	M16	8.8	3.200	0	233	0.0	1.20	32.6	60.3	52.3	122.3	1.99	0.63		
PV1	Broekstuk	Enkele staaf	L80.6	S355J0	M16	8.8	3.348	0	213	2.2	1.26	43.2	60.3	52.3	145.8	2.68	0.49		
PV2	Broekstuk	Enkele staaf	L80.6	S355J0	M16	8.8	3.780	63	240	2.2	0.00	35.7	60.3	52.3	145.8	2.68	0.06		
B01	Tussenstuk2	Kniksteun op 0.5L	L60.6	S355J0	M16	8.8	3.410	0	188	11.0	1.28	32.0	60.3	52.3	98.8	1.88	0.68		
B02	Tussenstuk2	Kniksteun op 0.5L	L60.6	S355J0	M16	8.8	3.570	0	197	11.1	1.34	30.0	60.3	52.3	98.8	1.88	0.71		
B03	Tussenstuk2	Kniksteun op 0.5L	L60.6	S355J0	M16	8.8	3.730	0	205	11.2	1.40	28.2	60.3	52.3	98.8	1.88	0.74		
B04	Tussenstuk2	Kniksteun op 0.5L	L60.6	S355J0	M16	8.8	3.900	0	215	11.3	1.46	26.5	60.3	52.3	98.8	1.88	0.78		
B05	Tussenstuk2	Kniksteun op 0.5L	L60.6	S355J0	M16	8.8	4.100	0	226	11.4	1.54	24.6	60.3	52.3	98.8	1.88	0.82		
B06	Tussenstuk2	Kniksteun op 0.5L	L60.6	S355J0	M16	8.8	4.300	0	237	11.5	1.61	23.0	60.3	52.3	98.8	1.88	0.86		
B07	Tussenstuk2	Kniksteun op 0.5L	L60.6	S355J0	M16	8.8	3.000	0	165	11.5	1.13	37.9	60.3	52.3	98.8	1.88	0.60		
B08	Tussenstuk2	Kniksteun op 0.5L	L60.6	S355J0	M16	8.8	3.140	0	173	11.6	1.18	35.7	60.3	52.3	98.8	1.88	0.63		
B09	Tussenstuk2	Kniksteun op 0.5L	L60.6	S355J0	M16	8.8	3.260	0	179	11.7	1.22	34.0	60.3	52.3	98.8	1.88	0.65		
B010	Tussenstuk2	Kniksteun op 0.5L	L60.6	S355J0	M16	8.8	3.400	0	187	11.8	1.28	32.1	60.3	52.3	98.8	1.88	0.68		
B011	Tussenstuk2	Kniksteun op 0.5L	L60.6	S355J0	M16	8.8	3.530	0	194	11.9	1.32	30.5	60.3	52.3	98.8	1.88	0.70		
B012	Tussenstuk2	Kniksteun op 0.5L	L60.6	S355J0	M16	8.8	3.700	0	204	12.0	1.39	28.5	60.3	52.3	98.8	1.88	0.74		
O11	Ondertraverse	Enkele staaf	L70.6	S355J0	M16	8.8	2.960	0	216	0.0	1.11	36.8	60.3	52.3	122.3	1.99	0.58		
O12	Ondertraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.480	0	152	0.0	0.56	36.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.71		
O13	Ondertraverse	Enkele staaf	L60.6	S355J0	M16	8.8	2.690	0	230	0.0	1.01	28.3	60.3	52.3	98.8	1.40	0.74		
O14	Ondertraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.200	0	123	0.0	0.45	47.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.57		
O15	Ondertraverse	Enkele staaf	L60.6	S355J0	M16	8.8	2.200	0	188	0.0	0.83	38.5	60.3	52.3	98.8	1.40	0.81		
O16	Ondertraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.800	0	185	0.0	0.68	27.5	60.3	41.3	43.1	0.81	0.86		
O17	Ondertraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.200	0	123	0.0	0.45	47.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.57		
M11	Middentraverse	Enkele staaf	L60.6	S355J0	M16	8.8	2.400	0	205	0.0	0.90	33.8	60.3	52.3	98.8	1.40	0.66		
M12	Middentraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.200	0	123	0.0	0.45	47.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.57		
M13	Middentraverse	Enkele staaf	L60.6	S355J0	M16	8.8	2.250	0	193	0.0	0.84	37.2	60.3	52.3	98.8	1.40	0.62		
M14	Middentraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	2.000	0	205	0.0	0.75	23.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.96		
M15	Middentraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.780	0	183	0.0	0.67	27.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.85		
M16	Middentraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.590	0	163	0.0	0.60	32.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.76		
M17	Middentraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.410	0	145	0.0	0.53	38.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.67		
M18	Middentraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.250	0	128	0.0	0.47	45.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.60		



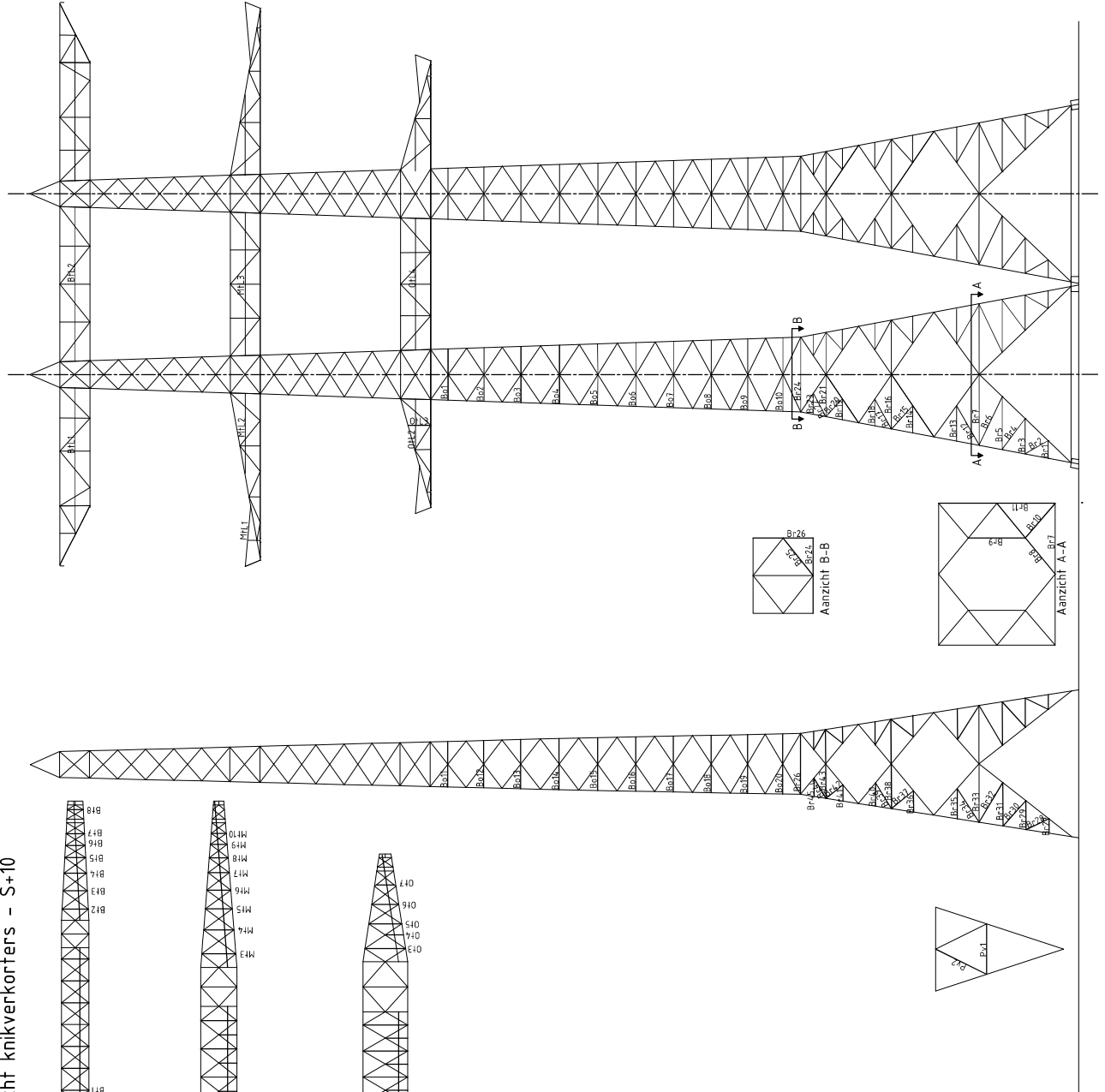
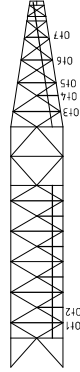
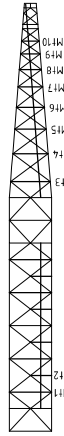
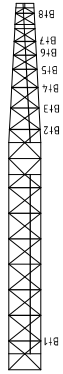
**Knikverkorters**

Date: 2021-07-28  
 Author: BJT  
 Version: 1.8

ZWO  
 S+3\_n 3ct

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt	Quality	Length (m)	Angle (°)	Slender ness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Exceedance Type	Notes
M9	Middentraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.120	0	115	0.0	0.42	51.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.54		
M10	Middentraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.000	0	103	0.0	0.38	58.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.48		
B11	Boventraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.820	0	187	0.0	0.68	27.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.87		
B12	Boventraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.740	0	179	0.0	0.65	28.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.83		
B13	Boventraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.610	0	165	0.0	0.60	32.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.77		
B14	Boventraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.490	0	153	0.0	0.56	36.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.71		
B15	Boventraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.365	0	142	0.0	0.52	39.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.66		
B16	Boventraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.300	0	134	0.0	0.49	43.1	60.3	41.3	43.1	0.81	0.62		
B17	Boventraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.220	0	125	0.0	0.46	46.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.58		
B18	Boventraverse	Enkele staaf	L50.5	S355J0	M16	8.8	1.050	0	108	0.0	0.39	55.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.50		

Overzicht knikverkorters - S+10





**Knikverkorters**

Date: 2021-07-28  
 Author: BJT  
 Version: 1.8

ZWO  
 S+10\_n 3ct

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt	Quality	Length (m)	Angle (°)	Slender ness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Exceedance Type	Notes
Br1	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.160	0	119	14.7	0.44	49.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.55		
Br2	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.750	60	180	14.7	0.00	28.6	60.3	41.3	43.1	0.81	0.51		
Br3	Broekstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.320	0	198	14.7	0.87	35.6	60.3	52.3	98.8	1.40	0.64		
Br4	Broekstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.530	37	216	14.7	0.00	31.1	60.3	52.3	98.8	1.40	0.47		
Br5	Broekstuk1	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.500	0	223	14.7	1.31	40.3	60.3	52.3	145.8	2.68	0.51		
Br6	Broekstuk1	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.550	25	226	14.7	1.21	39.4	60.3	52.3	145.8	2.68	0.47		
Br7	Broekstuk1	Enkele staaf	L110x10	S355J0	M16	8.8	4.650	0	216	14.7	1.74	95.8	60.3	87.1	360.6	8.04	0.24		
Br8	Tussenschot +6,6r	Kniksteun en verticale steur	L80x6	S355J0	M16	8.8	6.100	0	250	0.0	1.14	28.7	60.3	52.3	145.8	2.68	0.45		
Br9	Tussenschot +6,6r	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.800	0	242	0.0	1.43	35.4	60.3	52.3	145.8	2.68	0.56		
Br10	Tussenschot +6,6r	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	3.000	0	219	0.0	1.13	36.0	60.3	52.3	122.3	1.99	0.59		
Br11	Tussenschot +6,6r	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M16	8.8	3.870	0	222	0.0	1.45	61.2	60.3	69.7	225.8	4.34	0.35		
Br12	Broekstuk1	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	3.050	30	222	14.7	0.99	35.1	60.3	52.3	122.3	1.99	0.52		
Br13	Broekstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.350	0	201	14.7	0.88	34.9	60.3	52.3	98.8	1.40	0.65		
Br14	Broekstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	1.810	0	155	14.7	0.68	51.0	60.3	52.3	98.8	1.40	0.50		
Br15	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.100	42	216	14.7	0.00	21.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.68		
Br16	Broekstuk1	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.620	0	230	15.4	1.36	38.3	60.3	52.3	145.8	2.68	0.53		
Br17	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.300	29	236	15.4	0.75	18.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81		
Br18	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.800	0	185	15.4	0.68	27.5	60.3	41.3	43.1	0.81	0.86		
Br19	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.400	42	144	15.4	0.00	39.2	60.3	41.3	43.1	0.81	0.39		
Br20	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.610	42	165	15.4	0.00	32.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.48		
Br21	Broekstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.800	0	240	15.4	1.05	26.5	60.3	52.3	98.8	1.40	0.77		
Br22	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.780	29	183	15.4	0.58	27.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.74		
Br23	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.400	0	144	15.4	0.53	39.2	60.3	41.3	43.1	0.81	0.67		
Br24	Tussenschot +18,4	Enkele staaf	L100x8	S355J0	M16	8.8	2.500	0	127	15.4	0.94	148.5	60.3	69.7	257.2	5.49	0.26		
Br25	Tussenschot +18,4	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	3.200	0	233	0.0	1.20	32.6	60.3	52.3	122.3	1.99	0.63		
Br26	Tussenschot +18,4	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M16	8.8	2.000	0	113	15.4	0.75	152.3	60.3	69.7	225.8	4.34	0.26		
Br27	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	0.950	0	98	14.7	0.36	62.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.45		
Br28	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.700	65	175	14.7	0.00	29.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.49		
Br29	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.910	0	196	14.7	0.72	25.1	60.3	41.3	43.1	0.81	0.91		
Br30	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.260	42	232	14.7	0.00	19.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.76		
Br31	Broekstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.900	0	248	14.7	1.09	25.1	60.3	52.3	98.8	1.40	0.80		
Br32	Broekstuk1	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	3.060	31	223	14.7	1.09	34.9	60.3	52.3	122.3	1.99	0.42		
Br33	Broekstuk1	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.870	0	246	14.7	1.45	34.4	60.3	52.3	145.8	2.68	0.57		
Br34	Broekstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.660	33	228	15.4	0.00	28.8	60.3	52.3	98.8	1.40	0.54		
Br35	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.000	0	205	15.4	0.75	23.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.96		
Br36	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.410	0	145	15.4	0.53	38.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81		
Br37	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.880	31	193	15.4	0.00	25.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.60		
Br38	Broekstuk1	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2.960	0	216	15.4	1.11	36.8	60.3	52.3	122.3	1.99	0.58		
Br39	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.000	51	205	15.4	0.00	23.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.66		
Br40	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.550	0	159	15.4	0.58	34.1	60.3	41.3	43.1	0.81	0.74		
Br41	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.070	0	110	15.4	0.40	54.6	60.3	41.3	43.1	0.81	0.51		



# Knikverkorters

Date: 2021-07-28  
 Author: BJT  
 Version: 1.8

ZWO  
 S+10\_n 3ct

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt	Quality	Length (m)	Angle (°)	Slender ness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Exceedance Type	Notes
B42	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.440	52	148	15.4	0.00	37.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.41		
B43	Broekstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.280	0	195	15.4	0.86	36.5	60.3	52.3	98.8	1.40	0.63		
B44	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.560	29	160	15.4	0.51	33.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.65		
B45	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.220	0	125	15.4	0.46	46.2	60.3	41.3	43.1	0.81	0.58		
PV1	Broekstuk1	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.350	0	213	0.0	1.26	43.2	60.3	52.3	145.8	2.68	0.49		
PV2	Broekstuk1	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M16	8.8	3.780	0	240	0.0	1.42	35.7	60.3	52.3	145.8	2.68	0.55		
B01	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.700	0	175	10.0	0.64	29.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81		
B02	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.870	0	183	10.6	0.67	27.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.89		
B03	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.870	0	192	11.1	0.70	25.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81		
B04	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.950	0	200	11.7	0.73	24.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.93		
B05	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.040	0	210	12.2	0.77	22.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.98		
B06	Tussenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.120	0	181	12.8	0.80	40.7	60.3	52.3	98.8	1.40	0.59		
B07	Tussenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.200	0	188	13.3	0.83	38.5	60.3	52.3	98.8	1.40	0.61		
B08	Tussenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.260	0	193	13.9	0.85	37.0	60.3	52.3	98.8	1.40	0.62		
B09	Tussenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.370	0	203	14.4	0.89	34.4	60.3	52.3	98.8	1.40	0.66		
B010	Tussenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.450	0	210	15.0	0.92	32.7	60.3	52.3	98.8	1.40	0.68		
B011	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.510	0	155	0.0	0.57	35.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.72		
B012	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.570	0	161	0.0	0.59	33.5	60.3	41.3	43.1	0.81	0.75		
B013	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.620	0	166	0.0	0.61	32.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.77		
B014	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.700	0	175	0.0	0.64	29.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81		
B015	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.750	0	180	0.0	0.66	28.6	60.3	41.3	43.1	0.81	0.84		
B016	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.800	0	185	0.0	0.68	27.5	60.3	41.3	43.1	0.81	0.86		
B017	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.850	0	190	0.0	0.69	26.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.88		
B018	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.900	0	195	0.0	0.71	25.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.91		
B019	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.900	0	195	0.0	0.71	25.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.91		
B020	Tussenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.000	0	171	0.0	0.75	29.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81		
O11	Ondertraverse	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M16	8.8	2.960	0	216	0.0	1.11	36.8	60.3	52.3	122.3	1.99	0.58		
O12	Ondertraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.480	0	152	0.0	0.56	36.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.71		
O13	Ondertraverse	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.690	0	230	0.0	1.01	28.3	60.3	52.3	98.8	1.40	0.74		
O14	Ondertraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.200	0	123	0.0	0.45	47.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.57		
O15	Ondertraverse	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.200	0	188	0.0	0.83	38.5	60.3	52.3	98.8	1.40	0.61		
O16	Ondertraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.800	0	185	0.0	0.68	27.5	60.3	41.3	43.1	0.81	0.86		
O17	Ondertraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.200	0	123	0.0	0.45	47.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.57		
M11	Middentraverse	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.400	0	205	0.0	0.90	33.8	60.3	52.3	98.8	1.40	0.66		
M12	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.200	0	123	0.0	0.45	47.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.57		
M13	Middentraverse	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.250	0	193	0.0	0.84	37.2	60.3	52.3	98.8	1.40	0.62		
M14	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.000	0	205	0.0	0.75	23.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.96		
M15	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.780	0	183	0.0	0.67	27.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.85		
M16	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.590	0	163	0.0	0.60	32.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.76		



**Knikverkorters**

Date: 2021-07-28  
 Author: BJT  
 Version: 1.8

ZWO  
 S+10\_n 3ct

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt	Quality	Length (m)	Angle (°)	Slender ness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Exceedance Type	Notes
M17	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.410	0	145	0.0	0.53	38.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.67		
M18	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.250	0	128	0.0	0.47	45.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.60		
M19	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.120	0	115	0.0	0.42	51.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.54		
M110	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.000	0	103	0.0	0.38	58.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.48		
B11	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.820	0	187	0.0	0.68	27.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.87		
B12	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.740	0	179	0.0	0.65	28.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.83		
B13	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.610	0	165	0.0	0.60	32.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.77		
B14	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.490	0	153	0.0	0.56	36.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.71		
B15	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.385	0	142	0.0	0.52	39.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.66		
B16	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.300	0	134	0.0	0.49	43.1	60.3	41.3	43.1	0.81	0.62		
B17	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.220	0	125	0.0	0.46	46.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.58		
B18	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.050	0	108	0.0	0.39	55.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.50		



## 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.

De belastingen waaraan getoetst worden zijn onderstaand weergegeven. Voor de +0 en +3 masten worden de krachten van de S+3 gebruikt. De blokdeuvels zijn gelijk voor de fundatiepalen van de 3 masten (waar de enkel afmeting van de +10 knaggen iets breder zijn). De bovenste 2 rijen knaggen op de randstijl van de middenpoot zijn niet in de berekening opgenomen om conservatieve redenen.

In de bijlage is een aparte berekening voor de midden (2) en buiten (4) poten opgenomen. In de bijlage van de middenpoten wordt alleen de toetsing van de deuvels op de paal zelf uitgevoerd, de toetsing op de profielen is niet van toepassing. Dit komt doordat de belasting op de middenpoten de gecombineerde belasting is uit de 2 randstijlen, terwijl de belasting op de randstijl feitelijk de helft is. Om conservatieve redenen wordt daardoor op de middenrandstijlen dezelfde deuvels toegepast als die van de buitenrandstijlen/poten.

#### Masttype S+0/n

Omhullenden ongeacht stijl - buitenpoten									
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	-118	-205	<b>958</b>	-62	-228	-21	958	
Max. trek	ULS 1a 0,9 0,9 45	-98	-174	<b>-765</b>	54	192	27	-765	
Max. pos. torsie	ULS 1a 135	118	-205	958	<b>62</b>	-228	-21	958	
Max. neg. torsie	ULS 1a 45	-118	-205	958	<b>-62</b>	-228	-21	958	
Comb. trek+torsie	ULS 1a 0,9 0,9 45	-98	-174	<b>-765</b>	<b>54</b>	192	27	-765	

Omhullenden ongeacht stijl - middenpoten									
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 0	-162	3	<b>1386</b>	3	-162	98	1386	
Max. trek	ULS 1a 0,9 0,9 0	-117	-3	<b>-955</b>	3	117	-62	-955	
Max. pos. torsie	ULS 1a 90	27	-118	-263	<b>118</b>	-27	23	263	
Max. neg. torsie	ULS 1a 90	-27	-118	-263	<b>-118</b>	-27	23	263	
Comb. trek+torsie	ULS 1a 0,9 0,9 135	96	-81	<b>-774</b>	<b>-81</b>	96	-49	-774	

#### Masttype S+3/n

Omhullenden ongeacht stijl - buitenpoten									
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	-118	-213	<b>1024</b>	-67	-234	-12	1024	
Max. trek	ULS 1a 0,9 0,9 45	-100	-180	<b>-833</b>	56	198	18	-833	
Max. pos. torsie	ULS 1a 135	118	-213	1024	<b>67</b>	-234	-12	1024	
Max. neg. torsie	ULS 1a 45	-118	-213	1024	<b>-67</b>	-234	-12	1024	
Comb. trek+torsie	ULS 1a 0,9 0,9 45	-100	-180	<b>-833</b>	<b>56</b>	198	18	-833	

Omhullenden ongeacht stijl - middenpoten									
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 0	-165	3	<b>1496</b>	3	-165	116	1496	
Max. trek	ULS 1a 0,9 0,9 0	-124	-3	<b>-1066</b>	3	124	-76	-1066	
Max. pos. torsie	ULS 1a 0,9 90	21	-115	-195	<b>115</b>	-21	15	195	
Max. neg. torsie	ULS 1a 0,9 90	-21	-115	-195	<b>-115</b>	-21	15	195	
Comb. trek+torsie	ULS 1a 0,9 0,9 45	-102	-80	<b>-867</b>	<b>80</b>	102	-61	-867	

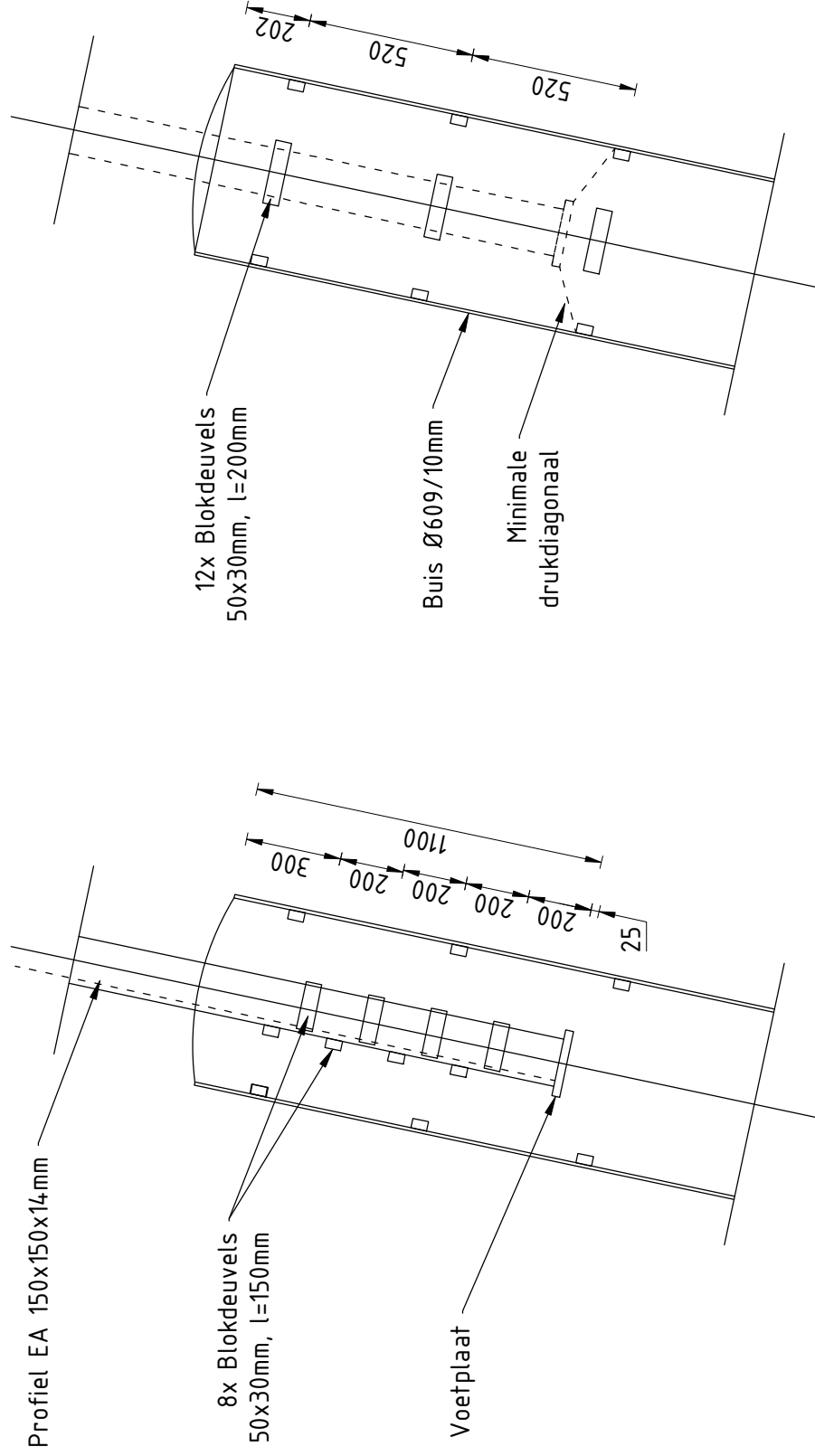
#### Masttype S+10/n

Omhullenden ongeacht stijl - buitenpoten									
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	-173	-232	<b>1145</b>	-42	-287	-39	1145	
Max. trek	ULS 1a 0,9 0,9 45	-137	-187	<b>-931</b>	36	229	28	-931	
Max. pos. torsie	ULS 1a 135	173	-232	1145	<b>42</b>	-287	-39	1145	
Max. neg. torsie	ULS 1a 45	-173	-232	1145	<b>-42</b>	-287	-39	1145	
Comb. trek+torsie	ULS 1a 0,9 0,9 135	137	-187	<b>-931</b>	<b>-36</b>	229	28	-931	

Omhullenden ongeacht stijl - middenpoten									
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 0	-211	3	<b>1566</b>	3	-211	83	1566	
Max. trek	ULS 1a 0,9 0,9 0	-125	-2	<b>-1076</b>	3	125	-77	-1076	
Max. pos. torsie	ULS 1a 90	52	-118	-298	<b>118</b>	-52	4	298	
Max. neg. torsie	ULS 1a 90	-52	-118	-297	<b>-118</b>	-52	4	297	
Comb. trek+torsie	ULS 1a 0,9 0,9 135	100	-83	<b>-872</b>	<b>-83</b>	100	-64	-872	

# Principe blokdeuvels - S+0 +3/n 3ct buitenpoten



## Algemene opmerkingen

- Aarding niet aangegeven
- Spiraalwapening niet aangegeven

Project: GT-TLB  
 Mast: S+0 +3\_n 3ct buitenpoten (ook van toepassing op middenpoten deuvels op hoekprofiel)

### Shear blocks

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

Datum: 2021-07-28

Auteur: BJT

Versie: 1.4

Load			Results		
Compression	$F_{Ed,c}$	1024 kN	Compression	U.C.	0.77 < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	833 kN	Tension	U.C.	0.63 < 1,00 OK

#### Main leg

Profile		<b>L150.14</b>
Steel material		S355
Cross section		4030 mm <sup>2</sup>
Axial capacity	$N_{pl}$	1431 kN
Width	$b$	150 mm
Thickness	$t$	14 mm
Length in concrete		1100 mm

#### Capacity shear blocks main leg

$A_{f1}$	=	4500 mm <sup>2</sup>
$A_{f2}$	=	12600 mm <sup>2</sup>
Slope		1: 5
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}}$	=	1.67
$f_{jd} = C_A \times f_{cd}$	=	26.8 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	723 kN
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	723 kN

#### Shear blocks main leg

Width	$b$	50 mm
Thickness	$h$	30 mm
Length	$L$	150 mm
Welds	$a$	5 mm
c.t.c. separation	$s$	200 mm
Number for compr.	$n_c$	6 -
Number for tension	$n_t$	6 -

#### Capacity foot plate

$k_d$	=	1.73 -
$f_{jd} = C_A \times f_{cd}$	=	27.7 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
$A_{p,c}$	=	25630 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = A_{p,druk} \times f_{jd}$	=	710 kN
$A_{p,t}$	=	21600 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd}$	=	599 kN

#### Foot plate

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

#### 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

#### Capacities

$F_{Rd,c,plate}$	=	710 kN
$F_{Rd,blocks,c}$	=	723 kN
$F_{Rd,c} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate}$	=	<b>1433 kN</b>
U.C. compression		0.71 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)		719 kN
$F_{Rd,t} = \min(\text{welds} / \text{foot plate})$	=	599 kN
$F_{Rd,blocks,t}$	=	723 kN
$F_{Rd,t} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate}$	=	<b>1321 kN</b>
U.C. tension		0.63 < 1,00 OK
U.C. welds		0.48 < 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	$s$	520 mm
Number for compr.	$n_c$	8 -
Number for tension	$n_t$	8 -

#### Capacity shear blocks pile

$A_{f1}$	=	6000 mm <sup>2</sup>
$A_{f2}$	=	18000 mm <sup>2</sup>
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}}$	=	1.73 -
$f_{jd} = k_d \times f_{cd}$	=	27.7 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	<b>1330 kN</b>
U.C. compression		0.77 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	<b>1330 kN</b>
U.C. tension		0.63 < 1,00 OK
U.C. welds		0.42 < 1,00 OK

#### Design value concrete strength

Material factor	$\gamma_c$	1.5
Add. mat. factor	$\gamma_m$	1.25 -
$f_{cd} =$		16.0 N/mm <sup>2</sup>

#### Steel tower stub

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

#### "Splitting" of pile

Spread of forces		45 °
Length force flow		806 mm
Splitting force		517 kN/m
Yield strength wall	$f_{yd} =$	355 N/mm <sup>2</sup>
Capacity tubular pile		7100 kN/m
U.C.		0.07 < 1,00 OK

Project: GT-TLB  
 Mast: S+0 +3\_n 3ct buitenpoten (ook van toepassing op middenpoten deuvels op hoekprofiel)

### 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  
 $F_{t,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = F_{Rd,c} / n = 145 \text{ kN}$   
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 2.17 \text{ kNm}$

#### Check

$\sigma_{vw,Ed} = 211 \text{ N/mm}^2 \leq$   
 $\sigma_1 = 105 \text{ N/mm}^2 \leq$

#### Welds

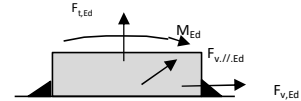
a = 5 mm  
 l = 150 mm  
 $\beta_w = 0.9$   
 $\gamma_{M2} = 1.25$

#### Stress components

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 4al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 4al = 68 \text{ N/mm}^2$   


---

 $b^* = b + 2/3av\sqrt{2} = 54.7 \text{ mm}$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = 0,706M_{Ed} / al b^* = 37 \text{ N/mm}^2$   
 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{vw,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 211 \text{ N/mm}^2$



$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.48 OK**  
 $0,9f_u / \gamma_{M2} = 353 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.30 OK**

### Welds of shear blocks of pile

Out-of-plane loading

#### Plate

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

#### Member forces

Factor 1.2  
 $F_{t,Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 60 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = 200 \text{ kN}$   
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 0.00 \text{ kNm}$

#### Check

$\sigma_{vw,Ed} = 183 \text{ N/mm}^2 \leq$   
 $\sigma_1 = 92 \text{ N/mm}^2 \leq$

#### Welds

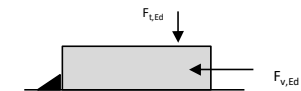
a = 5 mm  
 l = 200 mm  
 $\beta_w = 0.9$   
 $\gamma_{M2} = 1.25$

#### Stress components

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 2al = 21 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 2al = 71 \text{ N/mm}^2$   


---

 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{vw,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 183 \text{ N/mm}^2$

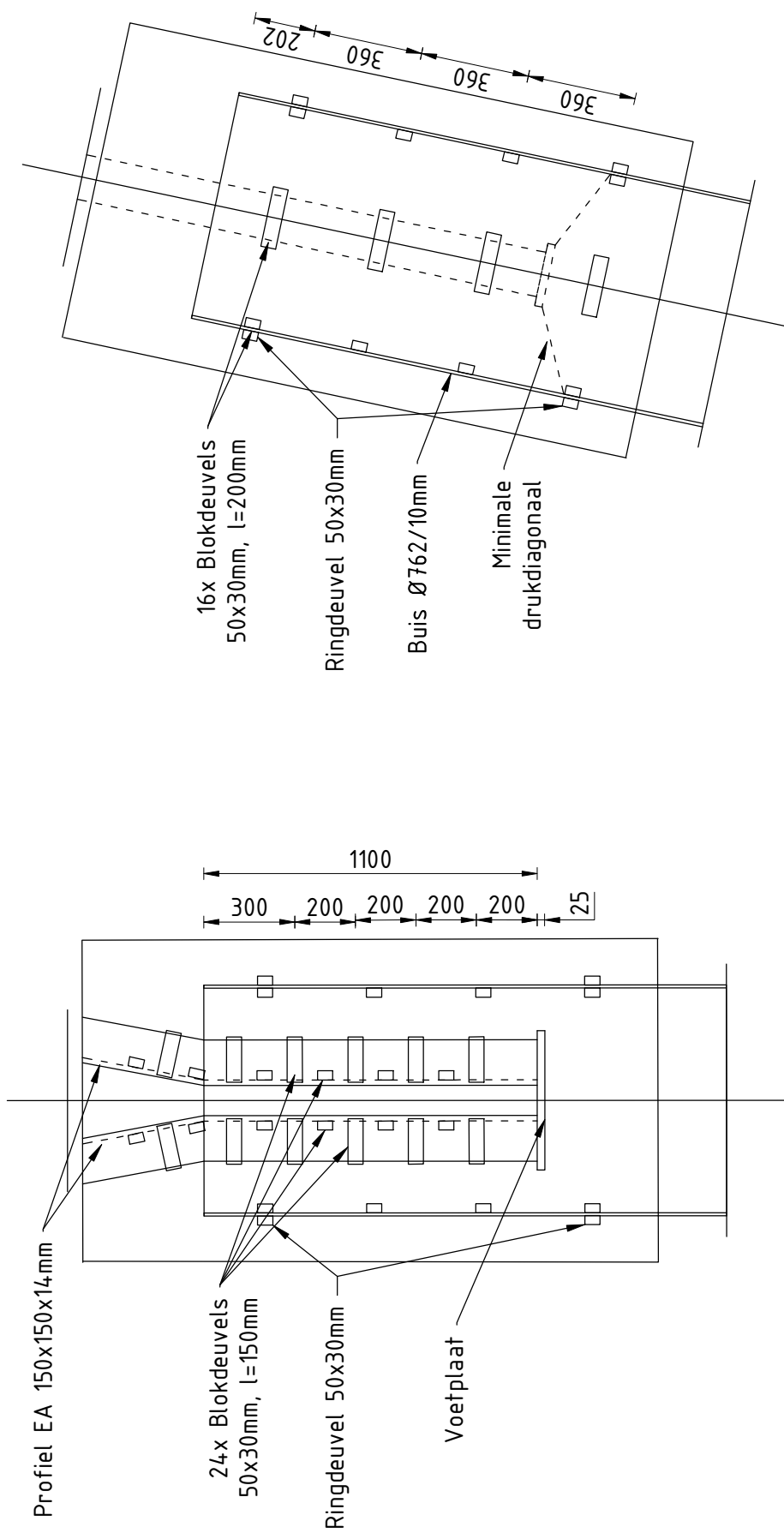


$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.42 OK**  
 $0,9f_u / \gamma_{M2} = 353 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.26 OK**

### 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 = 572 mm  
 Capacity  $F_{Rd} = a \times l \times f_{w,d} / \sqrt{3} = 719 \text{ kN}$

# Principe blokdeuvels - S+0 +3/n 3ct middenpoten



## Algemene opmerkingen

- Aarding niet aangegeven
- Spiraalwapening niet aangegeven

Project: GT-TLB  
 Mast: S+0 +3\_n 3ct middenpoten (voor deussels hoekprofiel/main leg zie bijlage voor buitenpoten)

<b>Shear blocks</b>	NEN-EN 1993-1-1 en NEN-EN 1994-1-1	Datum: 2021-06-24
		Auteur: BJT
		Versie: 1.4

Load			Results		
Compression	$F_{Ed,c}$	1496 kN	Compression	U.C.	0.75 < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	1066 kN	Tension	U.C.	0.53 < 1,00 OK

### Main leg

Profile		<b>L150.14</b>
Steel material		S355
Cross section		4030 mm <sup>2</sup>
Axial capacity	$N_{pl}$	1431 kN
Width	$b$	150 mm
Thickness	$t$	14 mm
Length in concrete		1100 mm

### Capacity shear blocks main leg

$A_{f1} =$	4500 mm <sup>2</sup>
$A_{f2} =$	12600 mm <sup>2</sup>
Slope	1 : 5
$C_A = \sqrt{(A_{f2}/A_{f1})} =$	1.67
$f_{jd} = C_A \times f_{cd} =$	26.8 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} =$	4819 kN
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} =$	4819 kN

### Shear blocks main leg

Width	$b$	50 mm
Thickness	$h$	30 mm
Length	$L$	150 mm
Welds	$a$	5 mm
c.t.c. separation	$s$	200 mm
Number for compr.	$n_c$	40 NVT
Number for tension	$n_t$	40 NVT

### Capacity foot plate

$k_d =$	1.73 -
$f_{jd} = C_A \times f_{cd} =$	27.7 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
$A_{p,c} =$	25630 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = A_{p,druk} \times f_{jd} =$	710 kN
$A_{p,t} =$	21600 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd} =$	599 kN

### Foot plate

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

### Pile

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

### Capacities

$F_{Rd,c,plate} =$	710 kN
$F_{Rd,blocks,c} =$	4819 kN
$F_{Rd,c} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate} =$	<b>5529 kN</b>
U.C. compression	0.27 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)	719 kN
$F_{Rd,t} = \min. (welds / foot plate) =$	599 kN
$F_{Rd,blocks,t} =$	4819 kN
$F_{Rd,t} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate} =$	<b>5418 kN</b>
U.C. tension	0.20 < 1,00 OK
U.C. welds	0.48 < 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	$s$	520 mm
Number for compr.	$n_c$	12 -
Number for tension	$n_t$	12 -

### Capacity shear blocks pile

$A_{f1} =$	6000 mm <sup>2</sup>
$A_{f2} =$	18000 mm <sup>2</sup>
$C_A = \sqrt{(A_{f2}/A_{f1})} =$	1.73 -
$f_{jd} = k_d \times f_{cd} =$	27.7 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} =$	<b>1995 kN</b>
U.C. compression	0.75 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} =$	<b>1995 kN</b>
U.C. tension	0.53 < 1,00 OK
U.C. welds	0.42 < 1,00 OK

### Design value concrete strength

Material factor	$\gamma_c$	1.5
Add. mat. factor	$\gamma_m$	1.25 -
$f_{cd} =$		16.0 N/mm <sup>2</sup>

### Steel tower stub

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

### "Splitting" of pile

Spread of forces		45 °
Length force flow		729 mm
Splitting force		731 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

Project: GT-TLB  
 Mast: S+0 +3\_n 3ct middenpoten (voor deussels hoekprofiel/main leg zie bijlage voor buitenpoten)

### 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

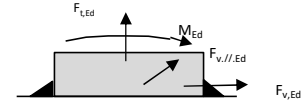
Factor 1.2  
 $F_{t,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = F_{rd,c} / n = 145 \text{ kN}$   
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 2.17 \text{ kNm}$

#### Check

$\sigma_{vw,Ed} = 211 \text{ N/mm}^2 \leq$   
 $\sigma_1 = 105 \text{ N/mm}^2 \leq$

#### Welds

a = 5 mm  
 l = 150 mm  
 $\beta_w = 0.9$   
 $\gamma_{M2} = 1.25$



#### Stress components

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 4al = 68 \text{ N/mm}^2$   


---

 $b^* = b + 2/3av2 = 54.7 \text{ mm}$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = 0,706M_{Ed} / al b^* = 37 \text{ N/mm}^2$   
 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{vw,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 211 \text{ N/mm}^2$

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.48 OK**  
 $0,9f_u / \gamma_{M2} = 353 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.30 OK**

### Welds of shear blocks of pile

Out-of-plane loading

#### Plate

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

#### Member forces

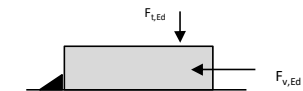
Factor 1.2  
 $F_{t,Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 60 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = 200 \text{ kN}$   
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 0.00 \text{ kNm}$

#### Check

$\sigma_{vw,Ed} = 183 \text{ N/mm}^2 \leq$   
 $\sigma_1 = 92 \text{ N/mm}^2 \leq$

#### Welds

a = 5 mm  
 l = 200 mm  
 $\beta_w = 0.9$   
 $\gamma_{M2} = 1.25$



#### Stress components

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 2al = 21 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 2al = 71 \text{ N/mm}^2$   


---

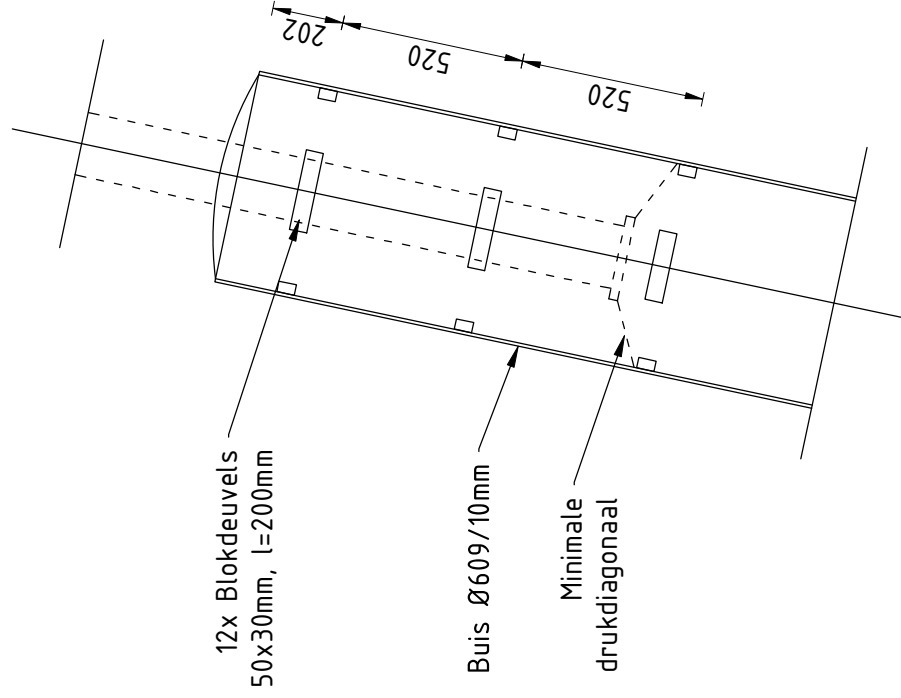
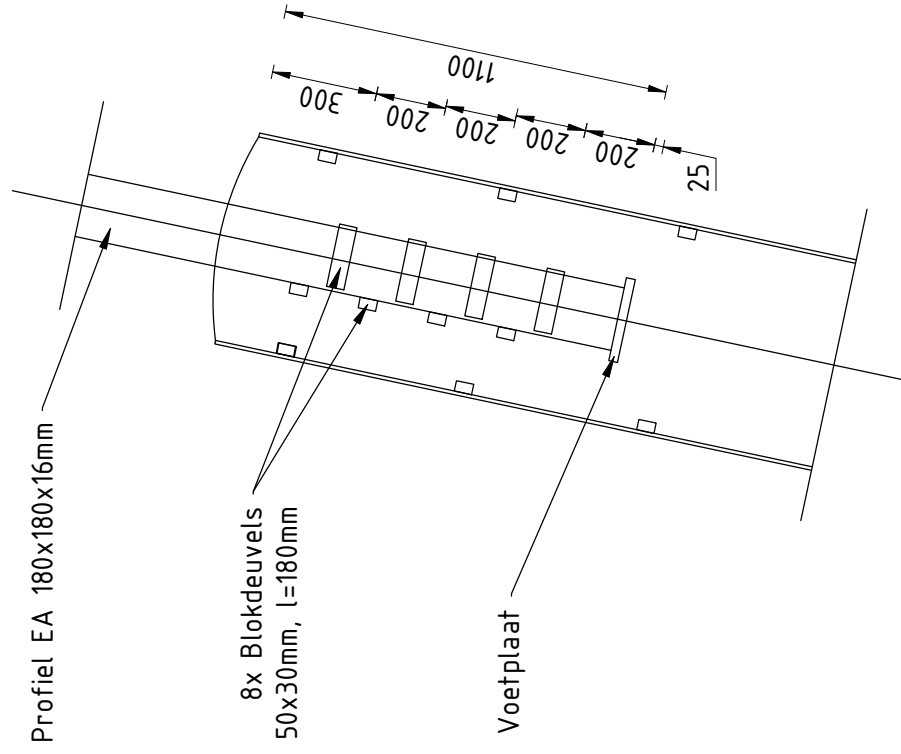
 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{vw,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 183 \text{ N/mm}^2$

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.42 OK**  
 $0,9f_u / \gamma_{M2} = 353 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.26 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 = 572 mm  
 Capacity  $F_{Rd} = a \times l \times f_{w,d} / \sqrt{3} = 719 \text{ kN}$

# Principe blokdeuvels - S+10/n 3ct buitenpoten



## Algemene opmerkingen

- Aarding niet aangegeven
- Spiraalwapening niet aangegeven



Project: GT-TLB  
 Mast: S+10\_n 3ct buitenpoten (ook van toepassing op middenpoten deuels op hoekprofiel)

### Shear blocks

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

Datum: 2021-06-24

Auteur: BJT

Versie: 1.4

Load			Results		
Compression	$F_{Ed,c}$	1145 kN	Compression	U.C.	0.86 < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	931 kN	Tension	U.C.	0.70 < 1,00 OK

#### Main leg

Profile		<b>L180.16</b>
Steel material		S355
Cross section		5540 mm <sup>2</sup>
Axial capacity	$N_{pl}$	1967 kN
Width	$b$	180 mm
Thickness	$t$	16 mm
Length in concrete		1100 mm

#### Capacity shear blocks main leg

$A_{f1}$		6000 mm <sup>2</sup>
$A_{f2}$		15600 mm <sup>2</sup>
Slope		1: 5
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}}$		1.61
$f_{jd} = C_A \times f_{cd}$		25.8 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd}$		929 kN
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$		929 kN

#### Shear blocks main leg

Width	$b$	50 mm
Thickness	$h$	30 mm
Length	$L$	200 mm
Welds	$a$	5 mm
c.t.c. separation	$s$	200 mm
Number for compr.	$n_c$	6 -
Number for tension	$n_t$	6 -

#### Capacity foot plate

$k_d$		1.73 -
$f_{jd} = C_A \times f_{cd}$		27.7 N/mm <sup>2</sup>
$c = t\sqrt{(f_{yd} / 3f_{jd})}$		54 mm
$m^* = \min(c, m)$		30 mm
Type foot plate		Extending
Effective for		Compr. and tension
$A_{p,c}$		30740 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = A_{p,druk} \times f_{jd}$		852 kN
$A_{p,t}$		25200 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd}$		698 kN

#### Foot plate

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

#### 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

#### Capacities

$F_{Rd,c,plate}$		852 kN
$F_{Rd,blocks,c}$		929 kN
$F_{Rd,c} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate}$		<b>1781 kN</b>
U.C. compression		0.64 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)		865 kN
$F_{Rd,t} = \min(\text{welds} / \text{foot plate})$		698 kN
$F_{Rd,blocks,t}$		929 kN
$F_{Rd,t} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate}$		<b>1627 kN</b>
U.C. tension		0.57 < 1,00 OK
U.C. welds		0.52 < 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	$s$	520 mm
Number for compr.	$n_c$	8 -
Number for tension	$n_t$	8 -

#### Capacity shear blocks pile

$A_{f1}$		6000 mm <sup>2</sup>
$A_{f2}$		18000 mm <sup>2</sup>
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}}$		1.73 -
$f_{jd} = k_d \times f_{cd}$		27.7 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd}$		<b>1330 kN</b>
U.C. compression		0.86 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$		<b>1330 kN</b>
U.C. tension		0.70 < 1,00 OK
U.C. welds		0.42 < 1,00 OK

#### Design value concrete strength

Material factor	$\gamma_c$	1.5
Add. mat. factor	$\gamma_m$	1.25 -
$f_{cd} =$		16.0 N/mm <sup>2</sup>

#### Steel tower stub

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

#### "Splitting" of pile

Spread of forces		45 °
Length force flow		806 mm
Splitting force		578 kN/m
Yield strength wall	$f_{yd} =$	355 N/mm <sup>2</sup>
Capacity tubular pile		7100 kN/m
U.C.		0.08 < 1,00 OK

Project: GT-TLB  
 Mast: S+10\_n 3ct buitenpoten (ook van toepassing op middenpoten deuels op hoekprofiel)

### 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

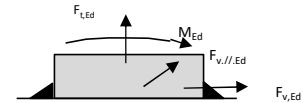
Factor 1.2  
 $F_{t,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = F_{Rd,c} / n = 186 \text{ kN}$   
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 2.79 \text{ kNm}$

#### Check

$\sigma_{vw,Ed} = 226 \text{ N/mm}^2 \leq$   
 $\sigma_1 = 113 \text{ N/mm}^2 \leq$

#### Welds

a = 5 mm  
 l = 180 mm  
 $\beta_w = 0.9$   
 $\gamma_{M2} = 1.25$



#### Stress components

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 4al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 4al = 73 \text{ N/mm}^2$   


---

 $b^* = b + 2/3av\sqrt{2} = 54.7 \text{ mm}$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = 0,706M_{Ed} / al b^* = 40 \text{ N/mm}^2$   
 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{vw,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 226 \text{ N/mm}^2$

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.52 OK**  
 $0,9f_u / \gamma_{M2} = 353 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.32 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

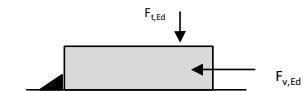
Factor 1.2  
 $F_{t,Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 60 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = 200 \text{ kN}$   
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 0.00 \text{ kNm}$

#### Check

$\sigma_{vw,Ed} = 183 \text{ N/mm}^2 \leq$   
 $\sigma_1 = 92 \text{ N/mm}^2 \leq$

#### Welds

a = 5 mm  
 l = 200 mm  
 $\beta_w = 0.9$   
 $\gamma_{M2} = 1.25$



#### Stress components

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 2al = 21 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 2al = 71 \text{ N/mm}^2$   


---

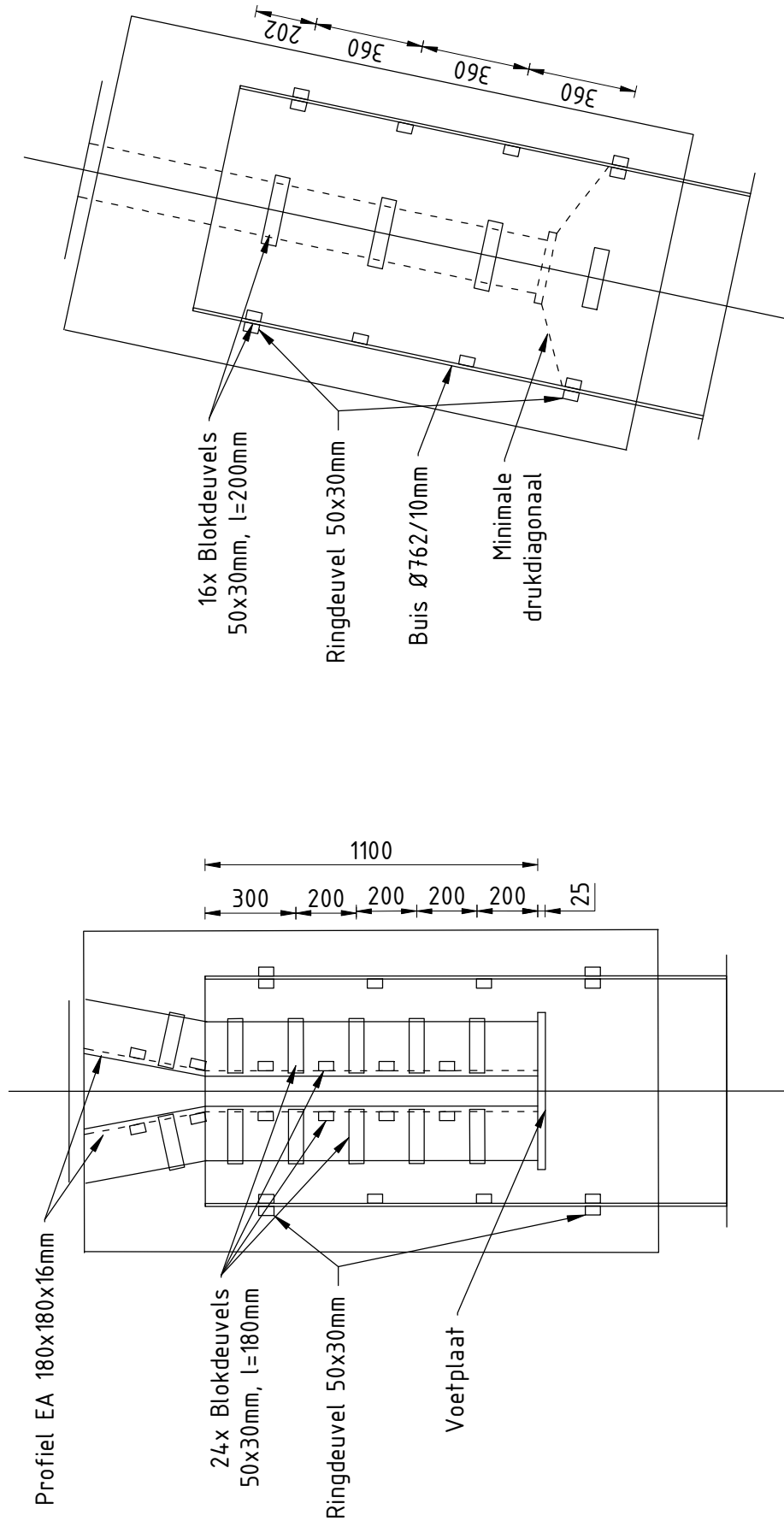
 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{vw,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 183 \text{ N/mm}^2$

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.42 OK**  
 $0,9f_u / \gamma_{M2} = 353 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.26 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  $F_{Rd} = a \times l \times f_{w,d} / \sqrt{3} = 865 \text{ kN}$

# Principe blokdeuvels - S+10/n 3ct middenpoten



## Algemene opmerkingen

- Aarding niet aangegeven
- Spiraalwapening niet aangegeven

Project: GT-TLB  
 Mast: S+10\_n 3ct middenpoten (voor deussels hoekprofiel/main leg zie bijlage voor buitenpoten)

**Shear blocks**

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

Datum: 2021-06-24  
 Auteur: BJT  
 Versie: 1.4

Load			Results		
Compression	$F_{Ed,c}$	1566 kN	Compression	U.C.	0.78 < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	1076 kN	Tension	U.C.	0.54 < 1,00 OK

**Main leg**

Profile		<b>L180.16</b>
Steel material		S355
Cross section		5540 mm <sup>2</sup>
Axial capacity	$N_{pl}$	1967 kN
Width	$b$	180 mm
Thickness	$t$	16 mm
Length in concrete		1100 mm

**Capacity shear blocks main leg**

$A_{f1}$ =	6000 mm <sup>2</sup>
$A_{f2}$ =	15600 mm <sup>2</sup>
Slope	1 : 5
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}}$ =	1.61
$f_{jd} = C_A \times f_{cd}$ =	25.8 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd}$ =	6192 kN
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$ =	6192 kN

**Shear blocks main leg**

Width	$b$	50 mm
Thickness	$h$	30 mm
Length	$L$	200 mm
Welds	$a$	5 mm
c.t.c. separation	$s$	200 mm
Number for compr.	$n_c$	40 NVT
Number for tension	$n_t$	40 NVT

**Capacity foot plate**

$k_d$ =	1.73 -
$f_{jd} = C_A \times f_{cd}$ =	27.7 N/mm <sup>2</sup>
$c = t\sqrt{(f_{yd} / 3f_{jd})}$ =	54 mm
$m^* = \min(c,m)$ =	30 mm
Type foot plate	Extending
Effective for	Compr. and tension
$A_{p,c}$ =	30740 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = A_{p,druk} \times f_{jd}$ =	852 kN
$A_{p,t}$ =	25200 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd}$ =	698 kN

**Foot plate**

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

**Pile**

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

**Capacities**

$F_{Rd,c,plate}$ =	852 kN
$F_{Rd,blocks,c}$ =	6192 kN
$F_{Rd,c} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate}$ =	<b>7044 kN</b>
U.C. compression	0.22 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)	865 kN
$F_{Rd,t} = \min(\text{welds} / \text{foot plate}) =$	698 kN
$F_{Rd,blocks,t}$ =	6192 kN
$F_{Rd,t} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate}$ =	<b>6890 kN</b>
U.C. tension	0.16 < 1,00 OK
U.C. welds	0.52 < 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	$s$	520 mm
Number for compr.	$n_c$	12 -
Number for tension	$n_t$	12 -

**Capacity shear blocks pile**

$A_{f1}$ =	6000 mm <sup>2</sup>
$A_{f2}$ =	18000 mm <sup>2</sup>
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}}$ =	1.73 -
$f_{jd} = k_d \times f_{cd}$ =	27.7 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd}$ =	<b>1995 kN</b>
U.C. compression	0.78 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$ =	<b>1995 kN</b>
U.C. tension	0.54 < 1,00 OK
U.C. welds	0.42 < 1,00 OK

**Design value concrete strength**

Material factor	$\gamma_c$	1.5
Add. mat. factor	$\gamma_m$	1.25 -
$f_{cd} =$		16.0 N/mm <sup>2</sup>

**Steel tower stub**

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

**"Splitting" of pile**

Spread of forces		45 °
Length force flow		729 mm
Splitting force		738 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

Project: GT-TLB  
 Mast: S+10\_n 3ct middenpoten (voor deussels hoekprofiel/main leg zie bijlage voor buitenpoten)

### 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

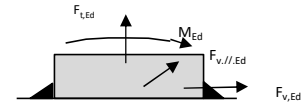
Factor 1.2  
 $F_{t,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = F_{Rd,c} / n = 186 \text{ kN}$   
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 2.79 \text{ kNm}$

#### Check

$\sigma_{vw,Ed} = 226 \text{ N/mm}^2 \leq$   
 $\sigma_1 = 113 \text{ N/mm}^2 \leq$

#### Welds

a = 5 mm  
 l = 180 mm  
 $\beta_w = 0.9$   
 $\gamma_{M2} = 1.25$



#### Stress components

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 4al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 4al = 73 \text{ N/mm}^2$   


---

 $b^* = b + 2/3av2 = 54.7 \text{ mm}$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = 0,706M_{Ed} / al b^* = 40 \text{ N/mm}^2$   
 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{vw,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 226 \text{ N/mm}^2$

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.52 OK**  
 $0,9f_u / \gamma_{M2} = 353 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.32 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

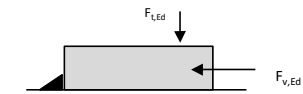
Factor 1.2  
 $F_{t,Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 60 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = 200 \text{ kN}$   
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 0.00 \text{ kNm}$

#### Check

$\sigma_{vw,Ed} = 183 \text{ N/mm}^2 \leq$   
 $\sigma_1 = 92 \text{ N/mm}^2 \leq$

#### Welds

a = 5 mm  
 l = 200 mm  
 $\beta_w = 0.9$   
 $\gamma_{M2} = 1.25$



#### Stress components

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 2al = 21 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 2al = 71 \text{ N/mm}^2$   


---

 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{vw,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 183 \text{ N/mm}^2$

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.42 OK**  
 $0,9f_u / \gamma_{M2} = 353 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.26 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

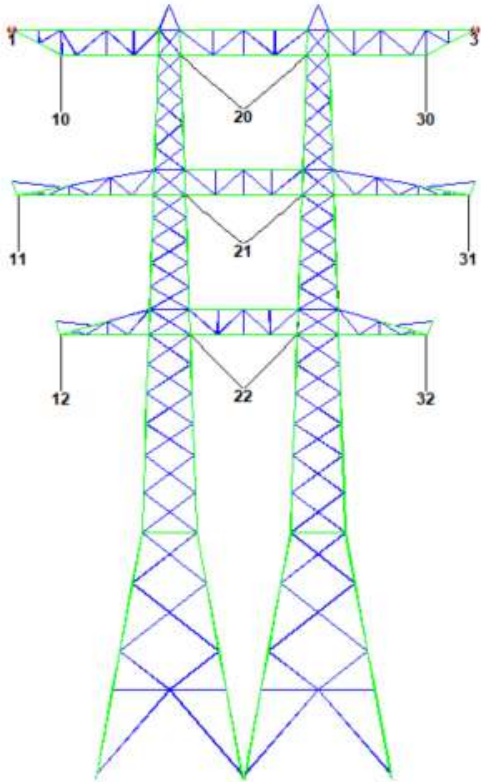
---

### Liggers

De liggers uit hoekstaal, UNP- en HE-profiel voor de isolatoren zijn met het programma AxisVM op buiging gecontroleerd.

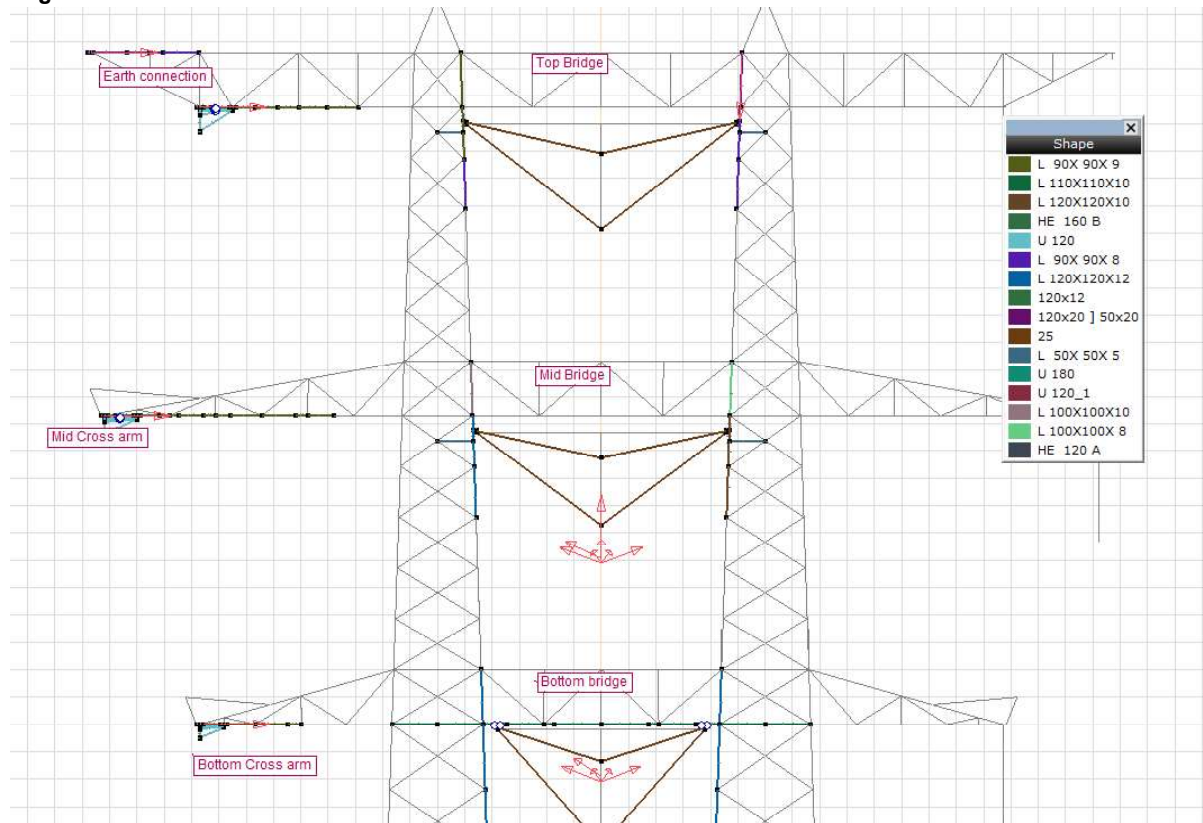
## 1 INTRODUCTION

The beams for insulators of tower 3 circuit S+0\_n, S+3\_n, S+10\_n tower in the “ZWO East” project is investigated in the following report. The PLS-tower model of the tower with its insulator configuration is shown in Figure 1. The insulators conform to V – ketting as well as a vertical configuration.



**Figure 1 (a) S-6 PLS tower model**

Figure 1 was taken from the PLS-Tower application for visualization. The insulators ID's: 10-12 and 20-22 are shown in black in the figure. The earth wire location is indicated by 1 and 3. The following report explores the effect of bending in the bottom chord of the cross-arms and leg of the tower supporting the central bridge of the S+0 tower. The report highlights the geometry and the loading on the cross arm. The parts of the tower are analysed in isolation with the rest of the tower body. The individual parts of the tower under focus are shown in Figure 2. Axis VM report is attached as “ Appendix – report AXIS-VM”.



**Figure 2 Location of the v-ketting insulator assembly in S-6 tower**

Figure 2 shows a side view of the cross-arms. The figure also shows the V-ketting insulators marked in blue boxes. The no.s will be used to refer to the insulators in this report here forth.

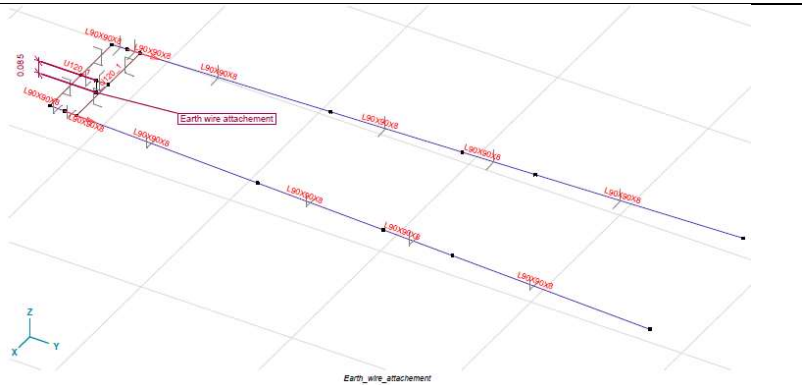
## 2 GEOMETRY

The details of the geometry of the individual parts are given in the table below. The v-ketting isolators have been modelled as  $\Phi$ -25 mm bars.

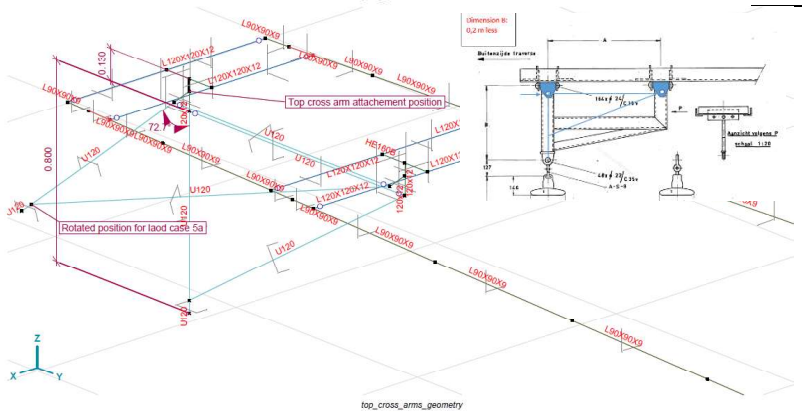
The insulators have been modelled for their normal position and the position in case of bundle failure.



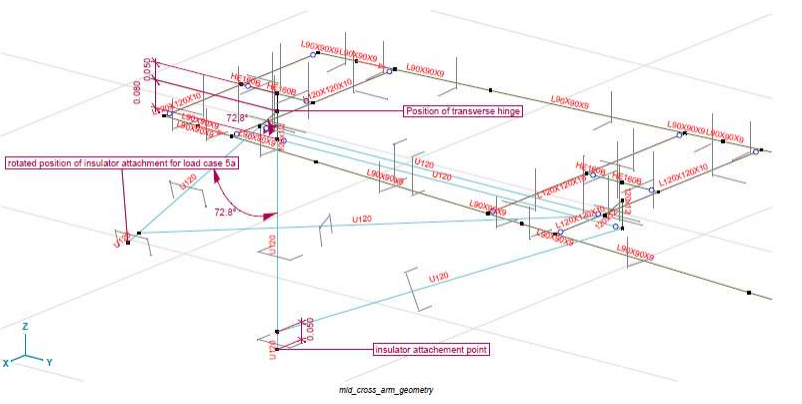
**Earth Wire attachment:** 2 UNP 120 beams with backs to each other similar to the Modular towers has been chosen to house the insulator. The elements start in the space between webs of the UNP at a distance of 85 mm below the centre line.



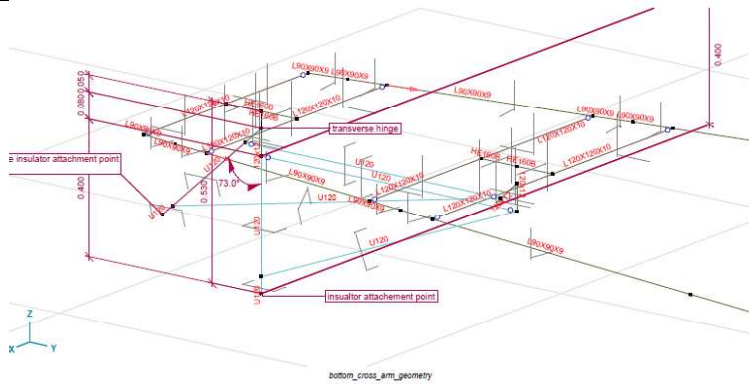
**Top cross arm:** The schematics are shown in the subfigure on the top right. The back to back double angles, L120x10 host, the transverse hinge. The double angle is hinged at its joint with the bottom chord. The transverse hinge is 130mm from the centerline of the bottom chord. The UNP 120 profile is turned into a small truss hosting the insulator. The distance of the longitudinal hinge from the centre line of the bottom chord is 800mm.



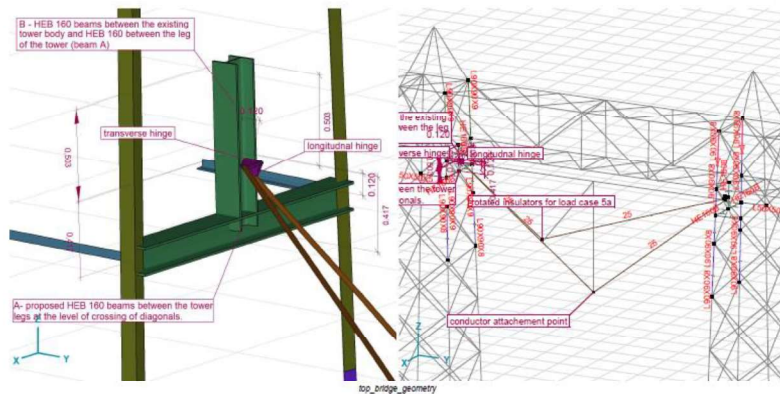
**Mid Cross Arm:** The philosophy is similar to the top cross arm. The distance of the longitudinal hinge from the centre line of the bottom chord is 600mm.



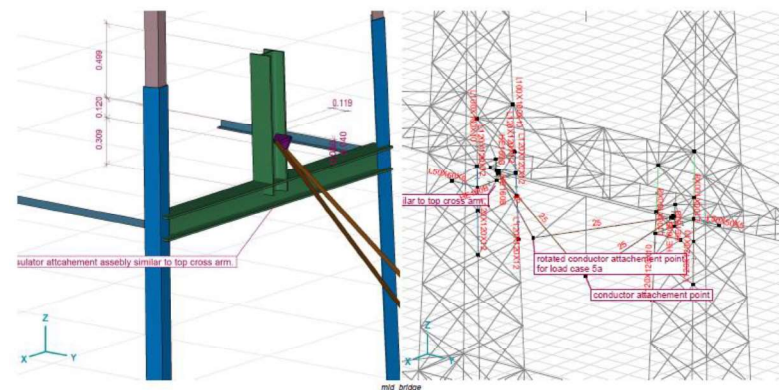
**Bottom Cross Arm:** The philosophy is similar to the top cross arm. The distance of the longitudinal hinge from the centre line of the bottom chord is 400mm.



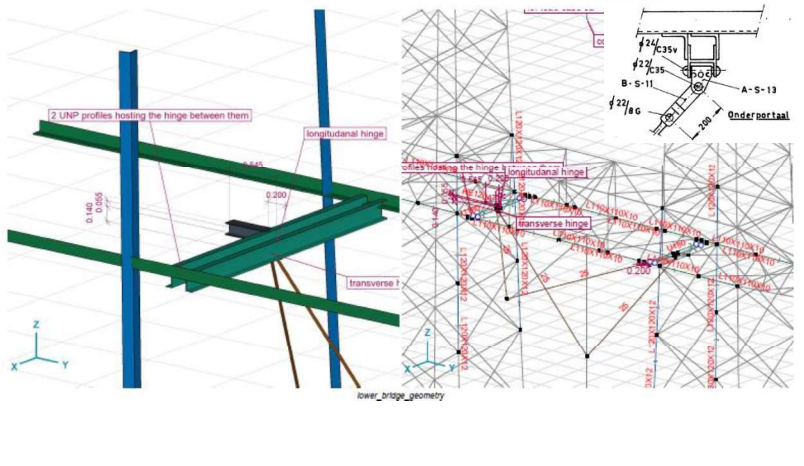
**Top bridge:** The details of the current tower are changed. The position of the insulators and attachment point is unchanged. The insulator is now supported by a HEB 160 profile. The HEB 160 beam is supported at the centre of the plan bracing in the bridge at the bottom chord level. It is supported by another HEB 160 beam at the bottom. The second beam extends between tower legs at the level of the crossing of the diagonals. The tower leg is further supported by the redundants at the diagonal crossing level reducing its unsupported length.



**Mid bridge, same principle:**



**Bottom Bridge:** The double angle in the previous system is replaced by back to back UNO 180 profiles. The transverse is hosted between the UNP profiles. The distance of the transverse hinge from the centerline of the chord is 55mm. The UNP profile is supported in a minor axis by HEA 120 section from the tower leg. The longitudinal hinge is 140mm from the transverse hinge.



## Supports

Only the cross arm of the tower and is considered in isolation in this study. This assumes that the existing cross arm will be safe and the internal forces in it will not change a lot. Thus, the change in isolators will not have a global effect and only the new members required to connect the repositioned isolators to the cross arm need to be checked for efficacy. The following mantra has been taken into account while giving the support.

1. Horizontal support in X direction: The locations where a plan brace is available.
2. Horizontal support in Y direction: The ends of the chords and leg members.
3. Vertical support: a. The end of leg and chord members. b. the location where vertical and diagonals are available.

### 3 LOADING

The loads are applied in the Axis VM model for the critical load cases. The loads are in conjunction with the loads applied in the PLS Tower model for the existing model. The loads are applied at the tip of the V-ketting isolators. The ID of the isolator is given in figure 2. The ID is matched with the PLS tower model. The ID of the isolators is used to identify and load the cross arms in Axis VM. The name of the load cases in the AxisVM model is also consistent with their counterparts in the PLS tower model. Load case 1 is the worst wind and self-weight of the cross arm. Load case 3 has loaded from both self-weight, wind and ice with relevant partial load factors. Load case 5a is the special case, for the failure in the conductor. The conductor failure in conductor 20, 21 and 22 along with failure in earth conductor is simulated in Axis VM simulation. Table 2 shows the details of the individual load cases. Table 2 refers to the position of the isolator being the default or broken. The position of the isolator in case of the conductor being intact on both side (default and operating situation) by box b in figure 4. The position of the isolator when the conductor fails on 1 side is shown by box A magenta in the figure below. Figure 4 is a schematic representation of the situation for explanation only.

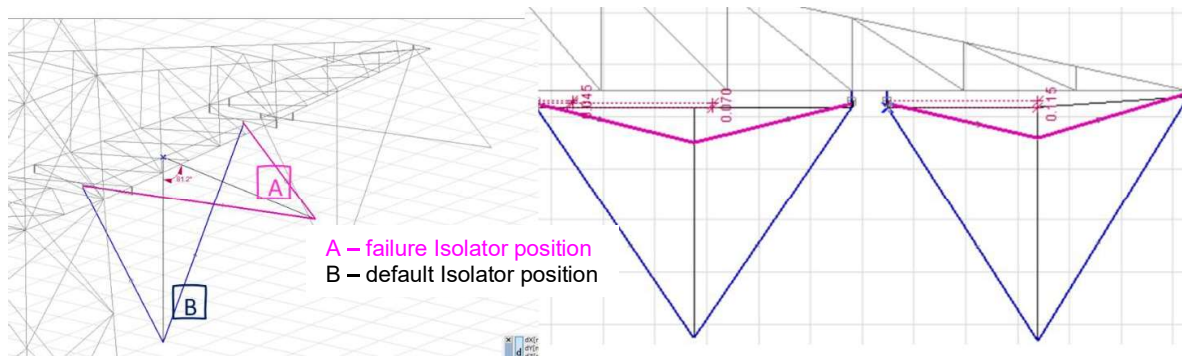
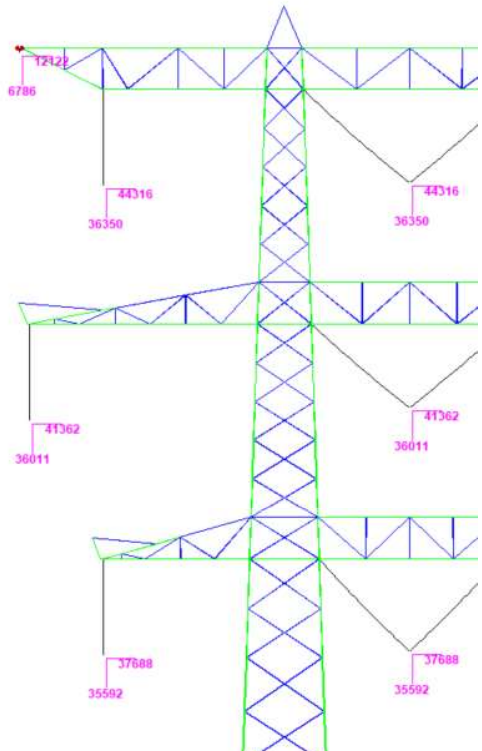
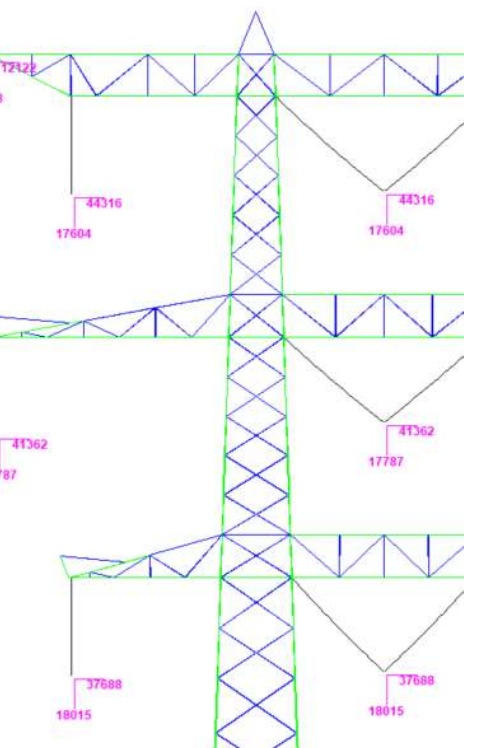
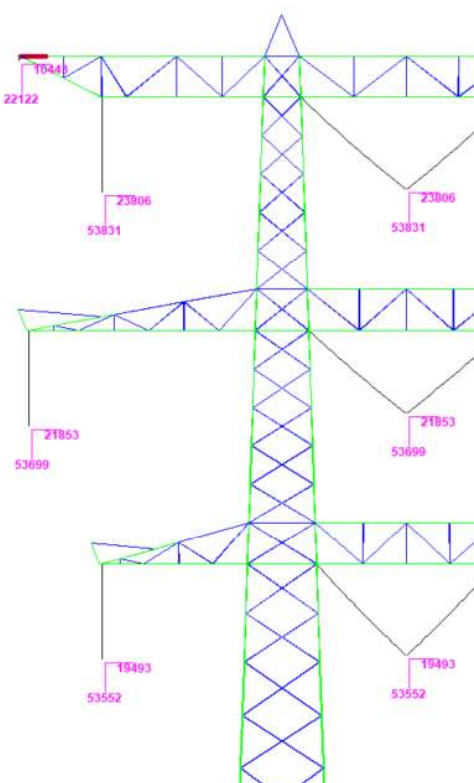
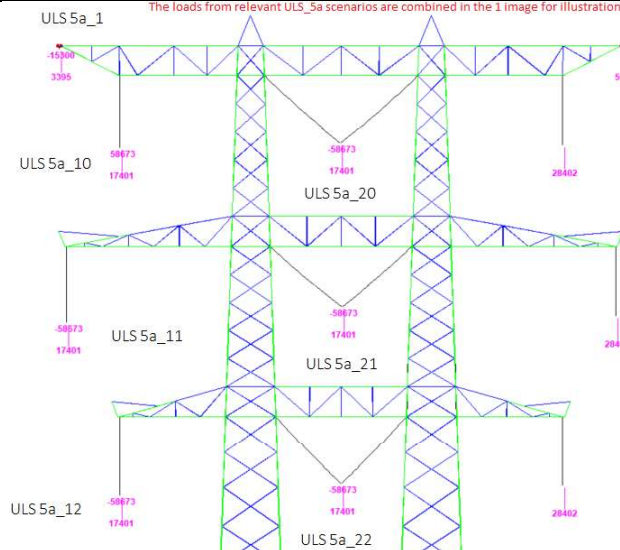


Figure 3 position of the isolators in working and broken conductors

Table 1 Details of load cases

Sr. No.	Load Case	Particular	The load applied in the PLS tower model
1	03 ULA_1a_90: isolator position B	Wind load – Critical for the max horizontal load. The isolators are modelled and thus the loads are applied at the tip of the v-ketting and horizontal insulators.	
2	11 ULA_1a_0.9_0.9_90 max – vertical load): isolator position B	Same as 1a_90. The difference being that the self-weight is given a factor of 0.9.	

<p>3</p>	<p>15 ULA 3a_90 (max – vertical load): isolator position B</p>	<p>Ice + wind – load case for the critical vertical load. Read the previous para for its application in the axisVM model.</p>	
<p>4</p>	<p>33 ULS 5a</p>	<p>The loads on the insulator due to conductor failure. The insulator swings out to position A. The loads at each insulator position from ULS_5a_10 to ULS_5a_22 are shown in the same picture for the terseness of the report.</p>	<p>The loads from relevant ULS_5a scenarios are combined in the 1 image for illustration</p> 

The axial forces in the beams in the PLS tower model apart from the ones due to conductor loading for each load cases has been applied at the nodes of the bottom chord and legs in the axis VM model. Self-weight for the cross arms is applied in the load case EG. The load cases are applied. The loads in table 2 are combined with self-weight with factor 1.

## 4 RESULTS

The stresses in the different parts are shown in Figure 5. Max stress of 277 MPa develops in the UNP profile. The maximum stress in angle profiles is 229 MPa (top cross arm beam). A detailed view of the parts is given in the table below.

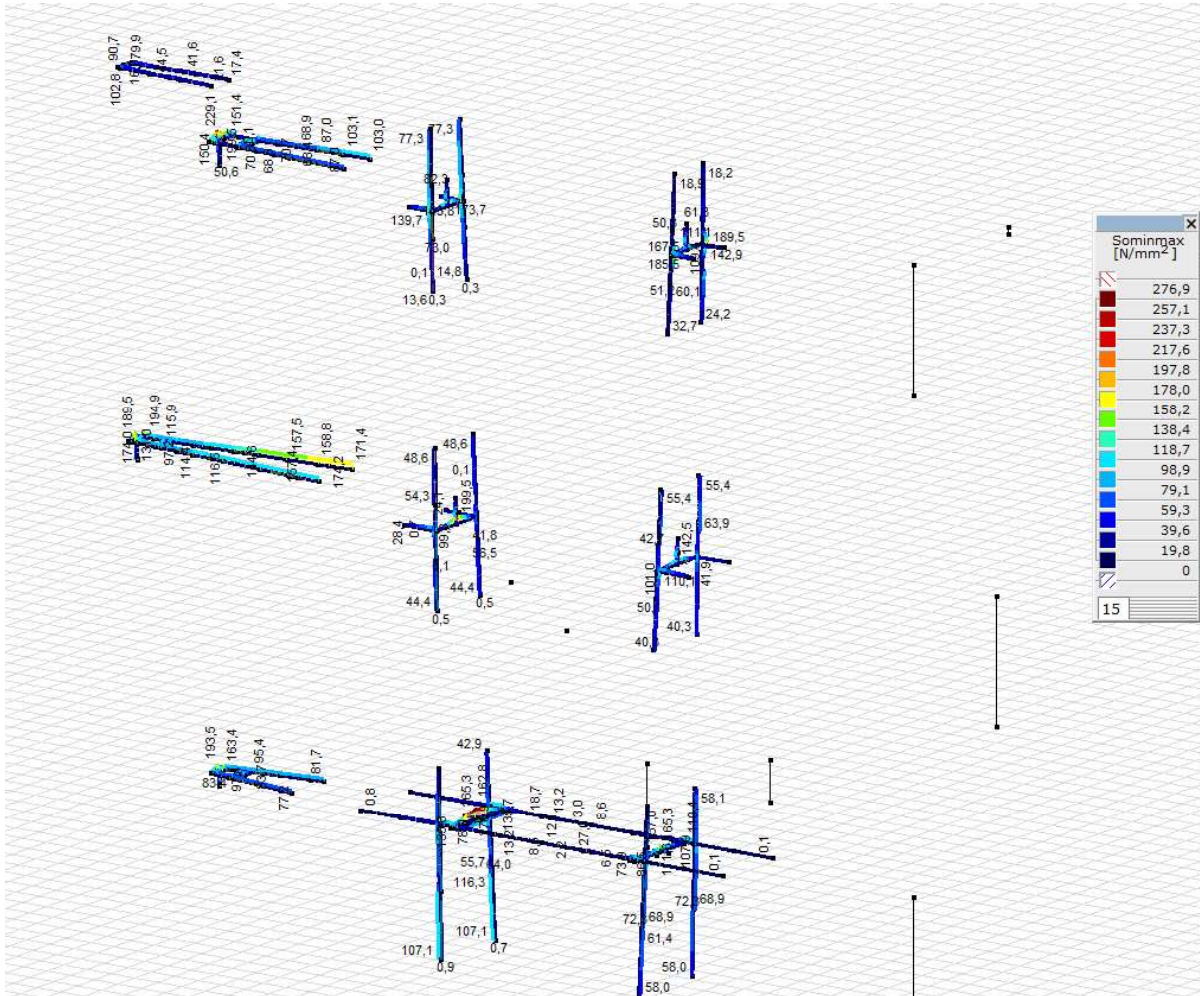
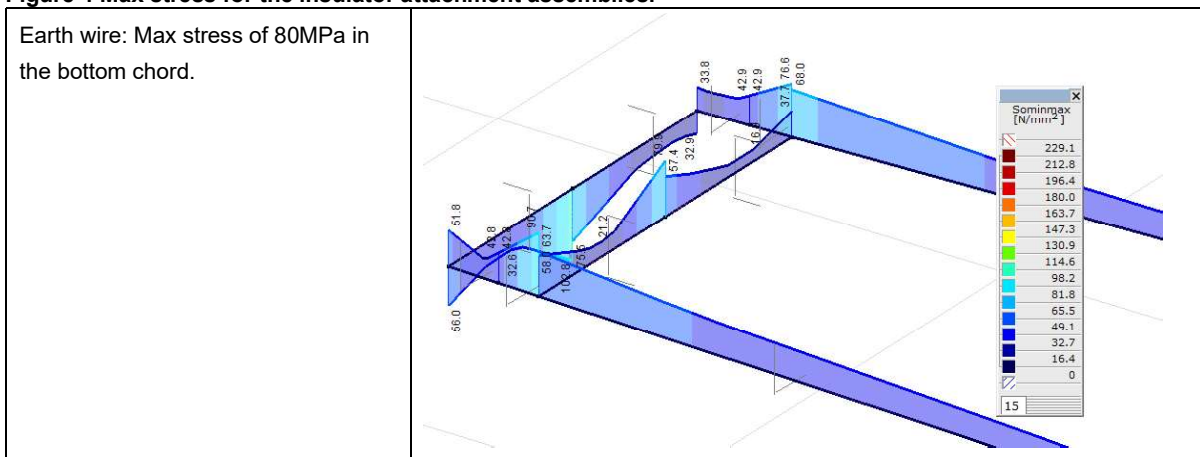
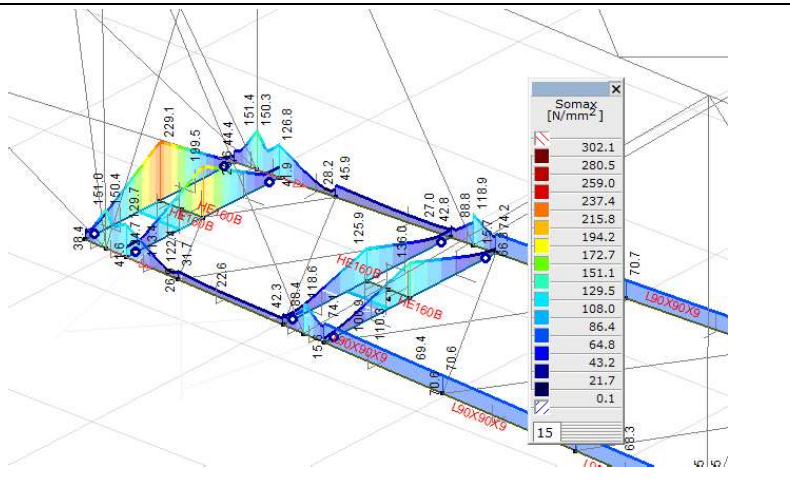


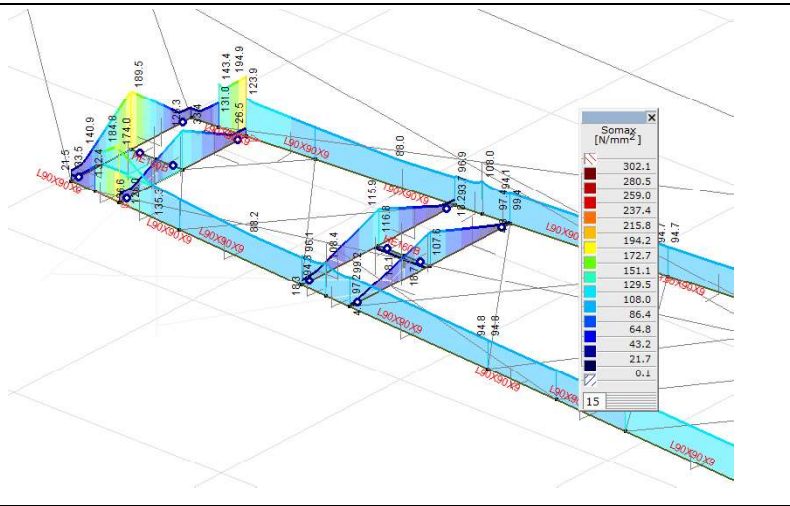
Figure 4 Max stress for the insulator attachment assemblies.



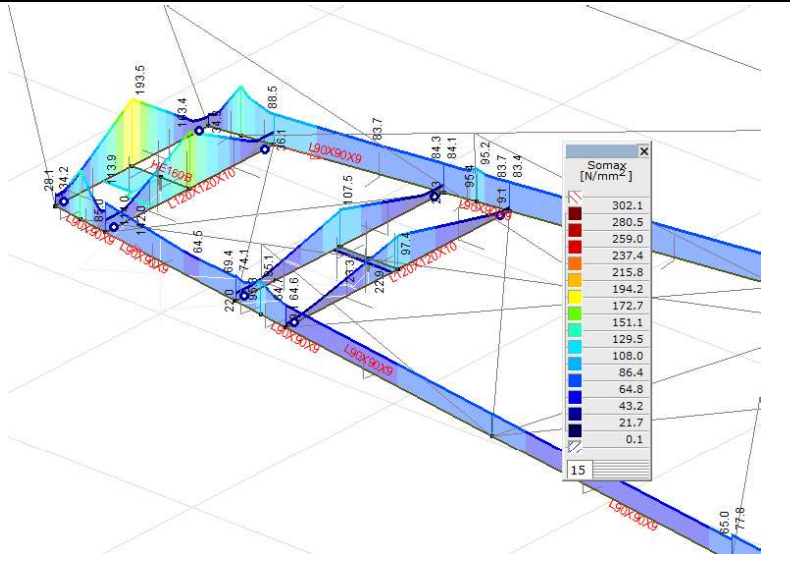
Top cross arm: Max stress of 229 MPa in the L120x12 beam supporting the insulators. The max stress in the bottom chord is 150 MPa.



Mid Cross arm: Max stress of 190 MPa in the 120x10 profiles, whereas the max stress in the bottom chord is 195 MPa.

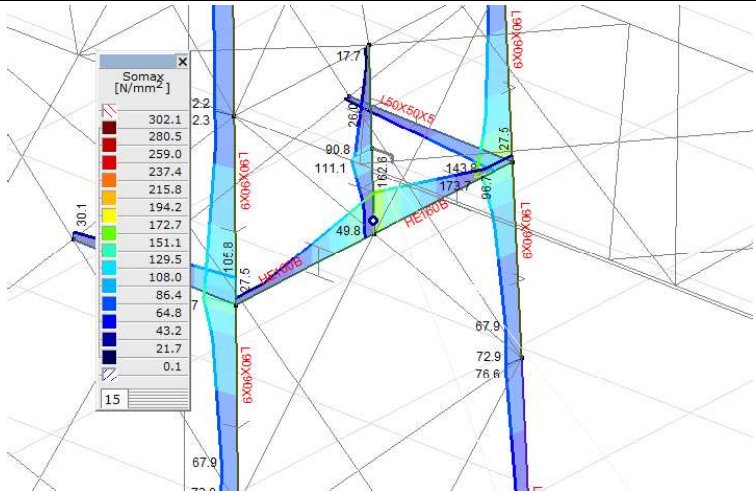


Bottom Cross arm: Max stress of 194 MPa in the 120x10 profiles, whereas the max stress in the bottom chord is 165 MPa.

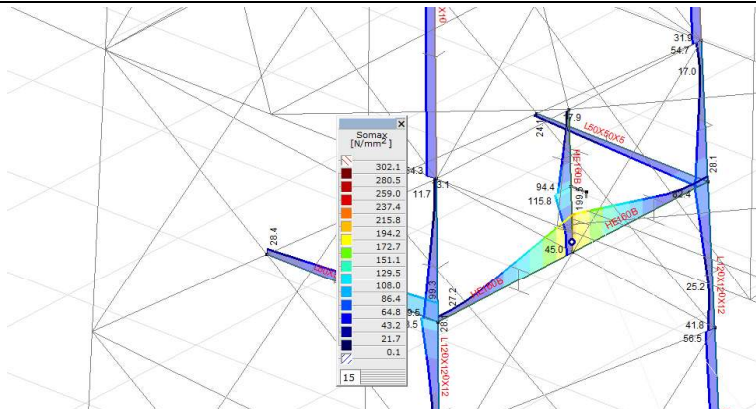




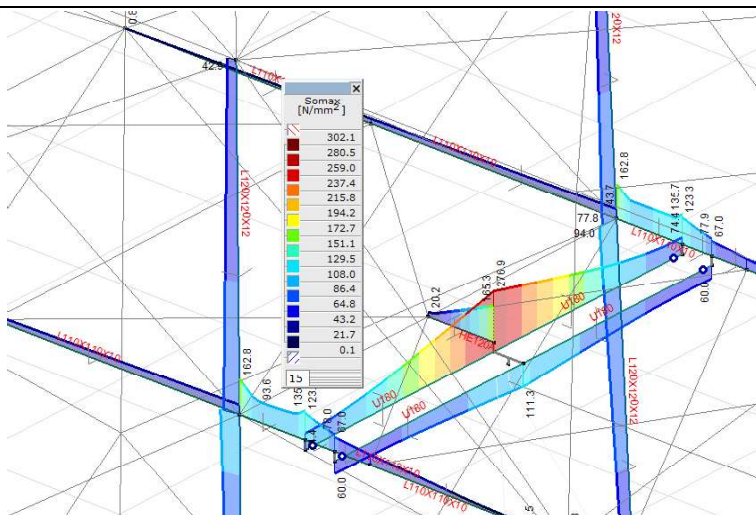
Top Bridge: Max stress of 162 MPa in the HEB profiles, whereas the max stress in the tower leg is 110 MPa.



Mid Bridge: Max stress of 200 MPa in the HEB profiles, whereas the max stress in the tower leg is 100 MPa.



Bottom bridge: Max stress of 277 MPa in the UNP 180 profiles, whereas the max stress in the tower leg is 165 MPa.





Page 12 of 12

## 5 CONCLUSION:

The existing suspension towers of the S+0 / S+3 / S+10 serie is to be replaced by a new tower. The main structure of the tower has been checked via the PLS tower application. The structure is further checked in Axis-Vm locally as the bending in the structure is neglected in the PLS tower. The report explains the geometry and loading assumptions for the beams housing the insulator assembly in the 3 circuits S+0 tower in the ZWO East project. The loading is taken from PLS tower visualization. The capacity of the beams housing the insulators and the supporting bottom chord and tower leg members are checked against the yield stress.

The initial check with same design of beams as existing tower showed considerable over-utilizations in the beams as well as the tower legs. The design was modified with heavier cross sections in the cross arms (120x12 instead 120x10). The beams at the mid girder were more modified with respect to cross section and load application point. UNP- and HEB-sections were applied.

The max stress across the angle section is 229 MPa, with a usage of 0.64. The max stress across the UNP and HEB-profiles is 279 MPa (peak value) with the usage of 0.79. Thus the structure is considered safe.

# Project

## Analysis by



AxisVM X5 R41 · Registered to DNV GL - Energy  
s+0\_TWIN\_TOWERS\_R7.axs

## Report

<i>Item</i>	<i>Page</i>
Materials	4
Cross-sections	4
model Geometry	13
Earth_wire_attachment	14
bottom_cross_arm_geometry	15
lower_bridge_geometry	16
mid_bridge	17
mid_cross_arm_geometry	18
top_bridge_geometry	19
top_cross_arms_geometry	20
3 ULS_1a_90: Concentrated loads on beams [Lower_cross_arm]	21
> 2 parts, 3 ULS_1a_90	21
11 ULS_1a_0.9_0.9_90: Concentrated loads on beams [Lower_cross_arm]	22
> 2 parts, 11_ULS_1a_0.9_0.9_90	22
ULS_5a: Concentrated loads on beams [Lower_cross_arm]	23
> 2 parts, ULS_5a	23
15_ULS_3_90: Nodal loads [Lower_cross_arm]	24
> 2 parts, 15_ULS_3_90	24
Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Earth]	25
[I], > Earth, Linear, Envelope (Load cases), Tx [kNm], Filled diagram	29
[I], > Earth, Linear, Envelope (Load cases), My [kNm], Filled diagram	30
[I], > Earth, Linear, Envelope (Load cases), Mz [kNm], Filled diagram	31
Beam stresses [Linear, Envelope (Load cases), Earth]	32
[I], > Earth, Linear, Envelope (Load cases), Sominmax [N/mm <sup>2</sup> ], Filled diagram	32
Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Top_cross_arm]	33
[I], > Top_cross_arm, Linear, Envelope (Load cases), Tx [kNm], Filled diagram	41
[I], > Top_cross_arm, Linear, Envelope (Load cases), My [kNm], Filled diagram	42
[I], > Top_cross_arm, Linear, Envelope (Load cases), Mz [kNm], Filled diagram	43
Beam stresses [Linear, Envelope (Load cases), Top_cross_arm]	44
[I], > Top_cross_arm, Linear, Envelope (Load cases), Sominmax [N/mm <sup>2</sup> ], Filled diagram	44
Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Mid_cross_arm]	45
[I], > Mid_cross_arm, Linear, Envelope (Load cases), Tx [kNm], Filled diagram	56
[I], > Mid_cross_arm, Linear, Envelope (Load cases), My [kNm], Filled diagram	57
[I], > Mid_cross_arm, Linear, Envelope (Load cases), Mz [kNm], Filled diagram	58
Beam stresses [Linear, Envelope (Load cases), Mid_cross_arm]	59
[I], > Mid_cross_arm, Linear, Envelope (Load cases), Sominmax [N/mm <sup>2</sup> ], Filled diagram	59
Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Lower_cross_arm]	60
[I], > Lower_cross_arm, Linear, Envelope (Load cases), Tx [kNm], Filled diagram	67
[I], > Lower_cross_arm, Linear, Envelope (Load cases), My [kNm], Filled diagram	68
[I], > Lower_cross_arm, Linear, Envelope (Load cases), Mz [kNm], Filled diagram	69

<i>Item</i>	<i>Page</i>
Beam stresses [Linear, Envelope (Load cases), Lower cross_arm]	70
[I], > Lower_cross_arm, Linear, Envelope Max (Load cases), Soma $x$ [N/mm <sup>2</sup> ], Filled diagram	70
Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Top_bridge]	71
[I], > Top_bridge, Linear, Envelope (Load cases), My [kNm], Filled diagram	79
[I], > Top_bridge, Linear, Envelope (Load cases), Mz [kNm], Filled diagram	80
[I], > Top_bridge, Linear, Envelope (Load cases), Tx [kNm], Filled diagram	81
Beam stresses [Linear, Envelope (Load cases), Top_bridge]	82
[I], > Top_bridge, Linear, Envelope (Load cases), Somin $max$ [N/mm <sup>2</sup> ], Filled diagram	82
Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Mid_bridge]	83
[I], > Mid_bridge, Linear, Envelope (Load cases), Tx [kNm], Filled diagram	91
[I], > Mid_bridge, Linear, Envelope (Load cases), My [kNm], Filled diagram	92
[I], > Mid_bridge, Linear, Envelope (Load cases), Mz [kNm], Filled diagram	93
Beam stresses [Linear, Envelope (Load cases), Mid_bridge]	94
[I], > Mid_bridge, Linear, Envelope (Load cases), Somin $max$ [N/mm <sup>2</sup> ], Filled diagram	94
Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), bottom_bridge]	95
[I], > bottom_bridge, Linear, Envelope (Load cases), My [kNm], Filled diagram	109
[I], > bottom_bridge, Linear, Envelope (Load cases), Mz [kNm], Filled diagram	110
[I], > bottom_bridge, Linear, Envelope (Load cases), Tx [kNm], Filled diagram	111
Beam stresses [Linear, Envelope (Load cases), bottom_bridge]	112
[I], > bottom_bridge, Linear, Envelope (Load cases), Somin $max$ [N/mm <sup>2</sup> ], Filled diagram	113

### Materials

Name	Type	National design code	Material code	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 color	Contour color	Texture	
1	S 355	Steel	Eurocode-NL	10025-2	Linear	210000	210000	0.30	1.2E-5	7850			Steel

Name	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	$P_6$	$P_7$	$P_8$	$P_9$	$P_{10}$	$P_{11}$	$P_{12}$	$P_{13}$	$P_{14}$
1	S 355	$f_y$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 355.00	$f_u$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 510.00	$f_u$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 335.00	$E_s$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 470.00									

Name: Material name; Type: Type of material; Model: Material model;  $E_x$ : Young's modulus of elasticity in local x direction;  $E_y$ : Young's modulus of elasticity in local y direction;  $\nu$ : Poisson's ratio;  $\alpha_T$ : Thermal expansion coefficient;  $\rho$ : Density; Contour color: Material outline color;  $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}, P_{11}, P_{12}, P_{13}, P_{14}$ : Design parameter;





### Cross-sections

Name	Drawing	Process	Shape	$h$ [mm]	$b$ [mm]	$n_v$ [mm]	$t_f$ [mm]	$r_1$ [mm]	$r_2$ [mm]	$r_3$ [mm]	$A_x$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_y$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_z$ [mm <sup>2</sup> ]	$I_x$ [mm <sup>4</sup> ]	$I_y$ [mm <sup>4</sup> ]	$I_z$ [mm <sup>4</sup> ]
1	L 90X 90X 8	Rolled	L	90.0	90.0	8.0	8.0	11.0	5.5	0	1389.04	603.70	611.07	32189.4	1043715.0	1043715.0
2	L 70X 70X 6	Rolled	L	70.0	70.0	6.0	6.0	9.0	4.5	0	812.73	352.06	356.95	10739.9	368795.6	368795.6

Name	$I_1$ [mm <sup>4</sup> ]	$I_2$ [mm <sup>4</sup> ]	$I_{\omega}$ [mm <sup>6</sup> ]	$\alpha$ [°]	$W_{1,el,t}$ [mm <sup>3</sup> ]	$W_{1,el,b}$ [mm <sup>3</sup> ]	$W_{2,el,t}$ [mm <sup>3</sup> ]	$W_{2,el,b}$ [mm <sup>3</sup> ]	$W_{1,pl}$ [mm <sup>3</sup> ]	$W_{2,pl}$ [mm <sup>3</sup> ]	$i_y$ [mm]	$i_z$ [mm]
1	L 90X 90X 8	1656122.0	431308.0	45.00	1.7E+07	26023.4	26023.4	13599.0	12217.6	41166.2	27.4	27.4
2	L 70X 70X 6	584919.3	152671.9	45.00	3333474	11817.2	11817.2	6203.4	5599.5	18692.5	21.3	21.3

Name	$H_y$ [mm]	$H_z$ [mm]	$y_G$ [mm]	$z_G$ [mm]	$y_s$ [mm]	$z_s$ [mm]	$S_p$
1	L 90X 90X 8	90.0	90.0	25.0	-20.2	-20.2	4
2	L 70X 70X 6	70.0	70.0	19.3	-15.7	-15.7	4

## Cross-sections

Name	Drawing	Process	Shape	h [mm]	b [mm]	t <sub>w</sub> [mm]	t <sub>f</sub> [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> ]
3 L 100X100X 8		Rolled	L	100.0	100.0	8.0	8.0	12.0	6.0	0	1551.52	669.67	678.46	36218.9	1448264.0	1448264.0
4 L 120X120X10		Rolled	L	120.0	120.0	10.0	10.0	13.0	6.5	0	2318.22	1004.33	1014.85	82759.6	3129113.0	3129113.0
5 L 120X120X12		Rolled	L	120.0	120.0	12.0	12.0	13.0	6.5	0	2754.22	1208.71	1219.23	139579.2	3676399.0	3676399.0
6 L 110X110X10		Rolled	L	110.0	110.0	10.0	10.0	12.0	6.0	0	2115.52	921.79	930.74	75067.7	2386800.0	2386800.0

Name	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,elt</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>1,el,b</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>2,elt</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]
3 L 100X100X 8	-849655.4	2297919.0	598608.2	45.00	2.3E+07	32497.5	32497.5	17014.9	15467.6	51224.3	26412.7	30.6	30.6
4 L 120X120X10	-1840138.0	4969251.0	1288975.0	45.00	7.9E+07	58563.2	58563.2	30420.2	27507.4	92246.3	47331.9	36.7	36.7
5 L 120X120X12	-2160249.0	5836648.0	1516150.0	45.00	1.3E+08	68785.5	68785.5	35578.9	31565.4	109074.8	55859.7	36.5	36.5
6 L 110X110X10	-1403305.0	3790105.0	983494.6	45.00	6E+07	48727.4	48727.4	25265.4	22639.8	76990.2	39468.0	33.6	33.6

Name	H <sub>y</sub> [mm]	H <sub>z</sub> [mm]	y <sub>G</sub> [mm]	z <sub>G</sub> [mm]	y <sub>s</sub> [mm]	z <sub>s</sub> [mm]	S <sub>p</sub>
3 L 100X100X 8	100.0	100.0	27.4	27.4	-22.6	-22.6	4
4 L 120X120X10	120.0	120.0	33.1	33.1	-27.3	-27.3	4
5 L 120X120X12	120.0	120.0	34.0	34.0	-27.0	-27.0	4
6 L 110X110X10	110.0	110.0	30.7	30.7	-24.9	-24.9	4

## Cross-sections

Name	Drawing	Process	Shape	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> ]
7	L 100X100X10	Rolled	L	100.0	100.0	10.0	10.0	12.0	6.0	0	1915.52	840.25	849.06	68400.0	1766604.0	1766604.0
8	L 50X 50X 5	Rolled	L	50.0	50.0	5.0	5.0	7.0	3.5	0	480.28	210.38	213.29	4408.9	109629.1	109629.1
9	L 60X 60X 6	Rolled	L	60.0	60.0	6.0	6.0	8.0	4.0	0	690.90	302.80	306.64	9044.2	227898.9	227898.9
10	L 80X 80X 6	Rolled	L	80.0	80.0	6.0	6.0	10.0	5.0	0	934.78	402.15	407.43	12473.9	558166.2	558166.2

Name	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,elt</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>1,elb</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>2,elt</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>2,elb</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]
7	L 100X100X10	-1036581.0	2803186.0	730023.0	45.00	4.4E+07	39643.0	20631.6	18290.5	62957.8	32342.2	30.4	30.4
8	L 50X 50X 5	-64162.8	173791.9	45466.3	45.00	678722	4915.6	2584.4	2290.7	7830.3	4045.4	15.1	15.1
9	L 60X 60X 6	-133497.7	361396.6	94401.2	45.00	2037188	8518.2	4463.6	3956.0	13554.5	6989.1	18.2	18.2
10	L 80X 80X 6	-326876.9	885043.1	231289.3	45.00	5085144	15645.5	8233.3	7546.6	24644.0	12753.5	24.4	24.4

Name	H <sub>y</sub> [mm]	H <sub>z</sub> [mm]	y <sub>G</sub> [mm]	z <sub>G</sub> [mm]	y <sub>s</sub> [mm]	z <sub>s</sub> [mm]	S <sub>p</sub>
7	L 100X100X10	100.0	28.2	28.2	-22.3	-22.3	4
8	L 50X 50X 5	50.0	14.0	14.0	-11.0	-11.0	4
9	L 60X 60X 6	60.0	16.9	16.9	-13.3	-13.3	4
10	L 80X 80X 6	80.0	21.7	21.7	-18.1	-18.1	4



## Cross-sections

Name	Drawing	Process	Shape	h [mm]	b [mm]	t <sub>w</sub> [mm]	t <sub>f</sub> [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> ]
11	HE 160 B	Rolled	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
12	120x10	Rolled	Rect.	10.0	120.0	0	0	0	0	0	1200.00	1000.00	1000.00	37893.9	10000.0	1440000.0
13	L 90X 90X 9	Rolled	L	90.0	90.0	9.0	9.0	11.0	5.5	0	1552.04	680.71	688.10	45021.7	1158223.0	1158223.0
14	U 120	Rolled	U	120.0	55.0	7.0	9.0	9.0	4.5	0	1698.73	617.80	752.09	41830.7	3643327.0	430614.1

Name	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,elt</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>1,elb</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>2,elt</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>2,elb</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]
11	HE 160 B	0	2.5E+07	8892443.0	0	4.7E+10	311542.7	311542.7	111155.5	354020.6	169972.2	67.8	40.5
12	120x10	0	1440000.0	10000.0	90.00	1.2E+07	24000.0	24000.0	2000.0	36000.0	3000.0	2.9	34.6
13	L 90X 90X 9	-679416.3	1837639.0	478806.7	45.00	2.3E+07	28875.7	28875.7	15045.3	45872.2	23579.5	27.3	27.3
14	U 120	0	3643327.0	430614.1	0	8.9E+08	60722.1	60722.1	11058.3	72702.6	21257.6	46.3	15.9

Name	H <sub>y</sub> [mm]	H <sub>z</sub> [mm]	y <sub>G</sub> [mm]	z <sub>G</sub> [mm]	y <sub>s</sub> [mm]	z <sub>s</sub> [mm]	S <sub>p</sub>
11	HE 160 B	160.0	80.0	80.0	0	0	9
12	120x10	120.0	10.0	60.0	0	0	5
13	L 90X 90X 9	90.0	90.0	25.4	25.4	-20.0	4
14	U 120	55.0	120.0	16.1	60.0	-29.6	8





## Cross-sections

Name	Drawing	Process	Shape	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> ]
15	L 80X 80X 8	Rolled	L	80.0	80.0	8.0	8.0	10.0	5.0	0	1226.78	537.99	544.05	28221.9	722397.8	722397.8
16	L 130X130X12	Rolled	L	130.0	130.0	12.0	12.0	14.0	7.0	0	2997.13	1307.44	1319.65	152690.7	4721381.0	4721382.0
17	L 130x130x10	Rolled	L	130.0	130.0	10.0	10.0	14.0	0	0	2542.09	1101.66	1106.39	91323.5	4109558.0	4109558.0
18	50x10	Rolled	Rect.	10.0	50.0	0	0	0	0	0	500.00	416.67	416.67	14565.4	4166.7	104166.7

Name	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,elt</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>1,elb</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>2,elt</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>2,elb</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]
15	L 80X 80X 8	-423612.4	1146010.0	298785.4	45.00	1.2E+07	20258.8	10570.7	9369.6	32196.1	16562.3	24.3	24.3
16	L 130X130X12	-2776282.0	7497663.0	1945100.0	45.00	1.7E+08	81563.8	42243.5	37794.8	128920.4	66052.0	39.7	39.7
17	L 130x130x10	-2411737.0	6521295.0	1697822.0	45.00	1.1E+08	70942.3	35122.0	33517.8	110655.5	56898.3	40.2	40.2
18	50x10	0	104166.7	4166.7	90.00	732514	4166.7	833.3	833.3	6250.0	1250.0	2.9	14.4

Name	H <sub>y</sub> [mm]	H <sub>z</sub> [mm]	y <sub>G</sub> [mm]	z <sub>G</sub> [mm]	y <sub>s</sub> [mm]	z <sub>s</sub> [mm]	S <sub>p</sub>
15	L 80X 80X 8	80.0	80.0	22.5	22.5	-17.8	4
16	L 130X130X12	130.0	130.0	36.4	36.4	-29.4	4
17	L 130x130x10	130.0	130.0	35.8	35.8	-30.1	4
18	50x10	50.0	10.0	25.0	5.0	0	5

## Cross-sections

Name	Drawing	Process	Shape	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> ]
19		Other	Round	24.0	24.0	0	0	0	0	0	452.30	387.68	387.68	32572.0	16279.4	16279.4
20		Rolled	Rect.	10.0	140.0	0	0	0	0	0	1400.00	1166.67	1166.67	44558.0	11666.7	2286667.0
21		Other	Round	30.0	30.0	0	0	0	0	0	706.71	605.76	605.76	79521.6	39744.6	39744.6
22		Rolled	I	114.0	120.0	5.0	8.0	12.0	0	0	2534.18	1759.06	558.61	60604.8	6062668.0	2308999.0

Name	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,elt</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>1,elb</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>2,elt</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>2,elb</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]
19	0	16279.4	16279.4	0	0	1356.6	1356.6	1356.6	1356.6	2303.3	2303.3	6.0	6.0
20	0	2286667.0	11666.7	90.00	1.9E+07	32666.7	32666.7	2333.3	2333.3	49000.0	3500.0	2.9	40.4
21	0	39744.6	39744.6	0	0	2649.6	2649.6	2649.6	2649.6	4498.6	4498.6	7.5	7.5
22	0	6062668.0	2308999.0	0	6.3E+09	106362.6	106362.6	38483.3	38483.3	119516.2	58856.8	48.9	30.2

Name	H <sub>y</sub> [mm]	H <sub>z</sub> [mm]	y <sub>G</sub> [mm]	z <sub>G</sub> [mm]	y <sub>s</sub> [mm]	z <sub>s</sub> [mm]	S <sub>p</sub>
19	24.0	24.0	12.0	12.0	0	0	5
20	140.0	10.0	70.0	5.0	0	0	5
21	30.0	30.0	15.0	15.0	0	0	5
22	120.0	114.0	60.0	57.0	0	0	9

**Project**





Analysis by

Model: s+0\_TWIN\_TOWERS\_R7.axs

6/15/2021

Page 10

**Cross-sections**

Name	Drawing	Process	Shape	h [mm]	b [mm]	t <sub>w</sub> [mm]	t <sub>f</sub> [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> ]
23		Rolled	Rect.	12.0	120.0	0	0	0	0	0	1440.00	1200.00	1200.00	64756.9	1728000.0	17280.0
24		Rolled	U	160.0	65.0	7.5	10.5	10.5	5.5	0	2401.46	779.16	1094.03	74997.1	9247535.0	850482.0
25		Rolled	I	152.0	160.0	6.0	9.0	15.0	0	0	3878.04	2636.55	888.57	121366.2	1.7E+07	6155809.0
26		Rolled	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

Name	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,elt</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>1,el,b</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>2,elt</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]
23	0	1728000.0	17280.0	0	2E+07	28800.0	28800.0	2880.0	2880.0	43200.0	4320.0	34.6	3.5
24	0	9247535.0	850482.0	0	3.2E+09	115594.2	115594.2	18249.1	46232.2	137539.2	35145.4	62.1	18.8
25	0	1.7E+07	6155809.0	0	3.1E+10	220173.4	220173.4	76947.6	76947.6	245202.6	117640.1	65.7	39.8
26	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

Name	H <sub>y</sub> [mm]	H <sub>z</sub> [mm]	y <sub>G</sub> [mm]	z <sub>G</sub> [mm]	y <sub>s</sub> [mm]	z <sub>s</sub> [mm]	S <sub>p</sub>
23	12.0	120.0	6.0	60.0	0	0	5
24	65.0	160.0	18.4	80.0	-34.9	0	8
25	160.0	152.0	80.0	76.0	0	0	9
26	75.0	200.0	20.1	100.0	-38.7	0	8

**Project**

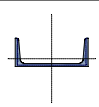
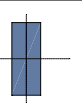
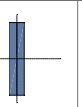
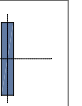
Analysis by

Model: s+0\_TWIN\_TOWERS\_R7.axs

6/15/2021

Page 11

**Cross-sections**

Name	Drawing	Process	Shape	h [mm]	b [mm]	t <sub>w</sub> [mm]	t <sub>f</sub> [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> ]
27		Rolled	U	180.0	70.0	8.0	11.0	11.0	5.5	0	2796.60	854.02	1315.43	95985.6	1.4E+07	1134974.0
28		Rolled	Rect.	20.0	50.0	0	0	0	0	0	1000.00	833.33	833.33	99745.0	33333.3	208333.3
29		Rolled	Rect.	20.0	100.0	0	0	0	0	0	2000.00	1666.67	1666.67	233045.9	66666.7	1666667.0
30		Rolled	Rect.	20.0	120.0	0	0	0	0	0	2400.00	2000.00	2000.00	286374.0	80000.0	2880000.0

Name	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,elt</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>1,elb</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>2,elt</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>2,elb</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]
27	0	1.4E+07	1134974.0	0	5.5E+09	150435.9	150435.9	22379.1	58855.1	179116.9	43099.0	69.6	20.1
28	0	208333.3	33333.3	90.00	3639196	8333.3	8333.3	3333.3	3333.3	12500.0	5000.0	5.8	14.4
29	0	1666667.0	66666.7	90.00	4.7E+07	33333.3	33333.3	6666.7	6666.7	50000.0	10000.0	5.8	28.9
30	0	2880000.0	80000.0	90.00	8.5E+07	48000.0	48000.0	8000.0	8000.0	72000.0	12000.0	5.8	34.6

Name	H <sub>y</sub> [mm]	H <sub>z</sub> [mm]	y <sub>G</sub> [mm]	z <sub>G</sub> [mm]	y <sub>s</sub> [mm]	z <sub>s</sub> [mm]	S <sub>p</sub>
27	70.0	180.0	19.3	90.0	-36.8	0	8
28	50.0	20.0	25.0	10.0	0	0	5
29	100.0	20.0	50.0	10.0	0	0	5
30	120.0	20.0	60.0	10.0	0	0	5

**Project**


Analysis by

Model: s+0\_TWIN\_TOWERS\_R7.axs

6/15/2021

Page 12

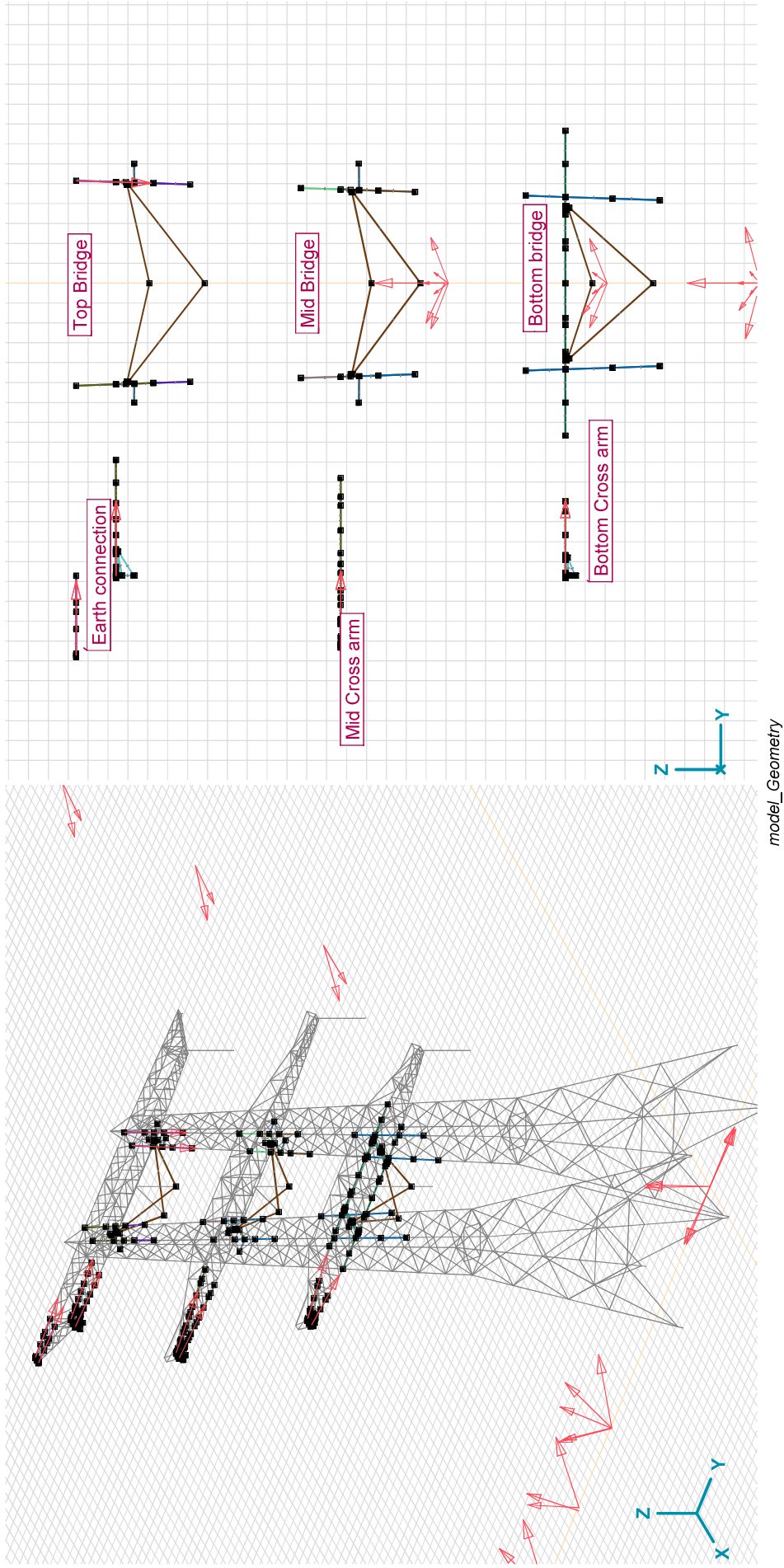
**Cross-sections**

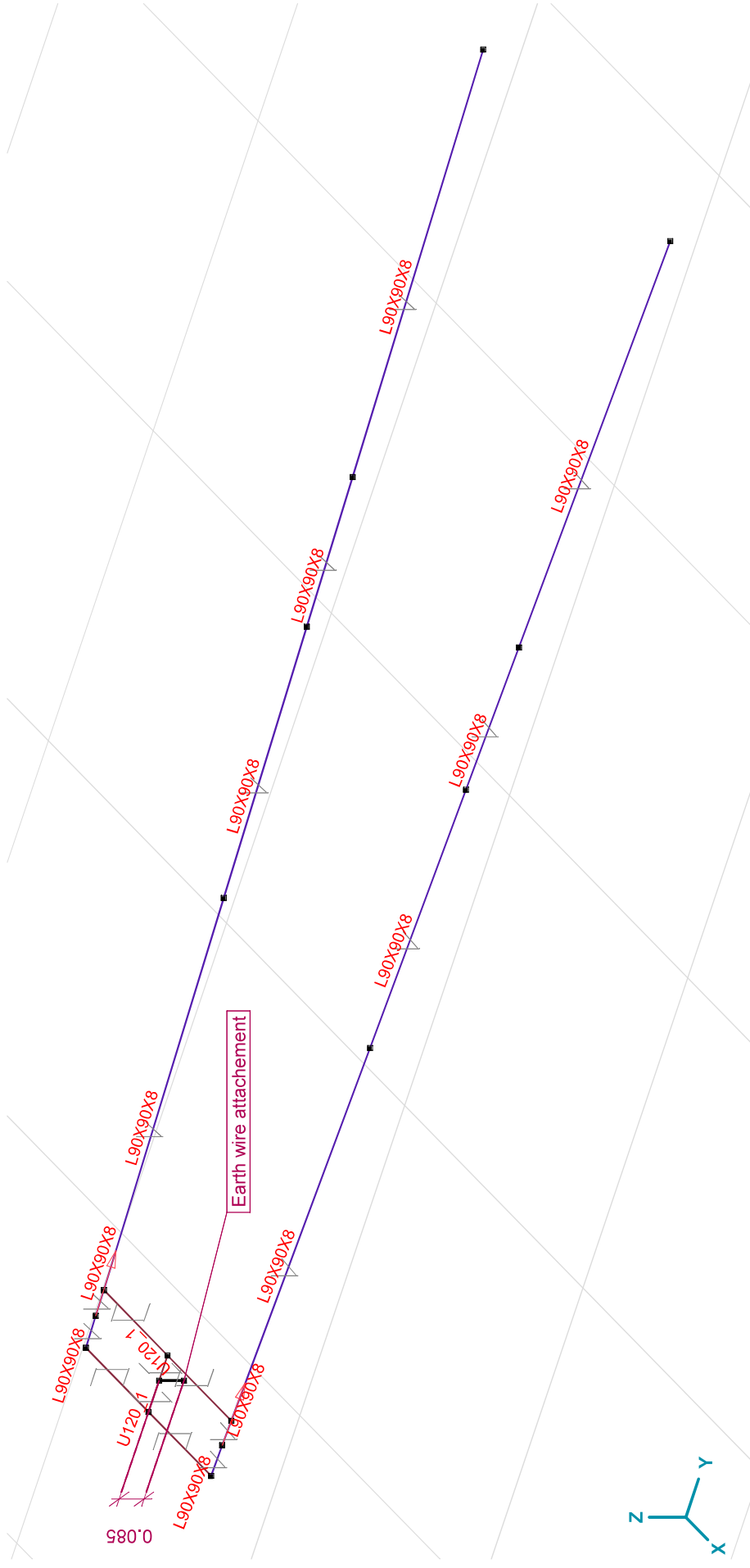
Name	Drawing	Process	Shape	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	r <sub>1</sub> [mm]	r <sub>2</sub> [mm]	r <sub>3</sub> [mm]	A <sub>x</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>y</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>z</sub> [mm <sup>2</sup> ]	I <sub>x</sub> [mm <sup>4</sup> ]	I <sub>y</sub> [mm <sup>4</sup> ]	I <sub>z</sub> [mm <sup>4</sup> ]
31 U 120_1		Rolled	U	120.0	55.0	7.0	9.0	9.0	4.5	0	1698.73	617.80	752.09	41830.7	3643327.0	430614.1

Name	I <sub>1</sub> [mm <sup>4</sup> ]	I <sub>2</sub> [mm <sup>4</sup> ]	α [°]	I <sub>0</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]
31 U 120_1	0	430614.1	0	8.9E+08	60722.1	60722.1	11058.3	26813.4	72702.6	21257.6	46.3	15.9

Name	H <sub>y</sub> [mm]	H <sub>z</sub> [mm]	y <sub>G</sub> [mm]	z <sub>G</sub> [mm]	y <sub>s</sub> [mm]	z <sub>s</sub> [mm]	S <sub>p</sub>
31 U 120_1	55.0	120.0	16.1	60.0	-29.6	0	8

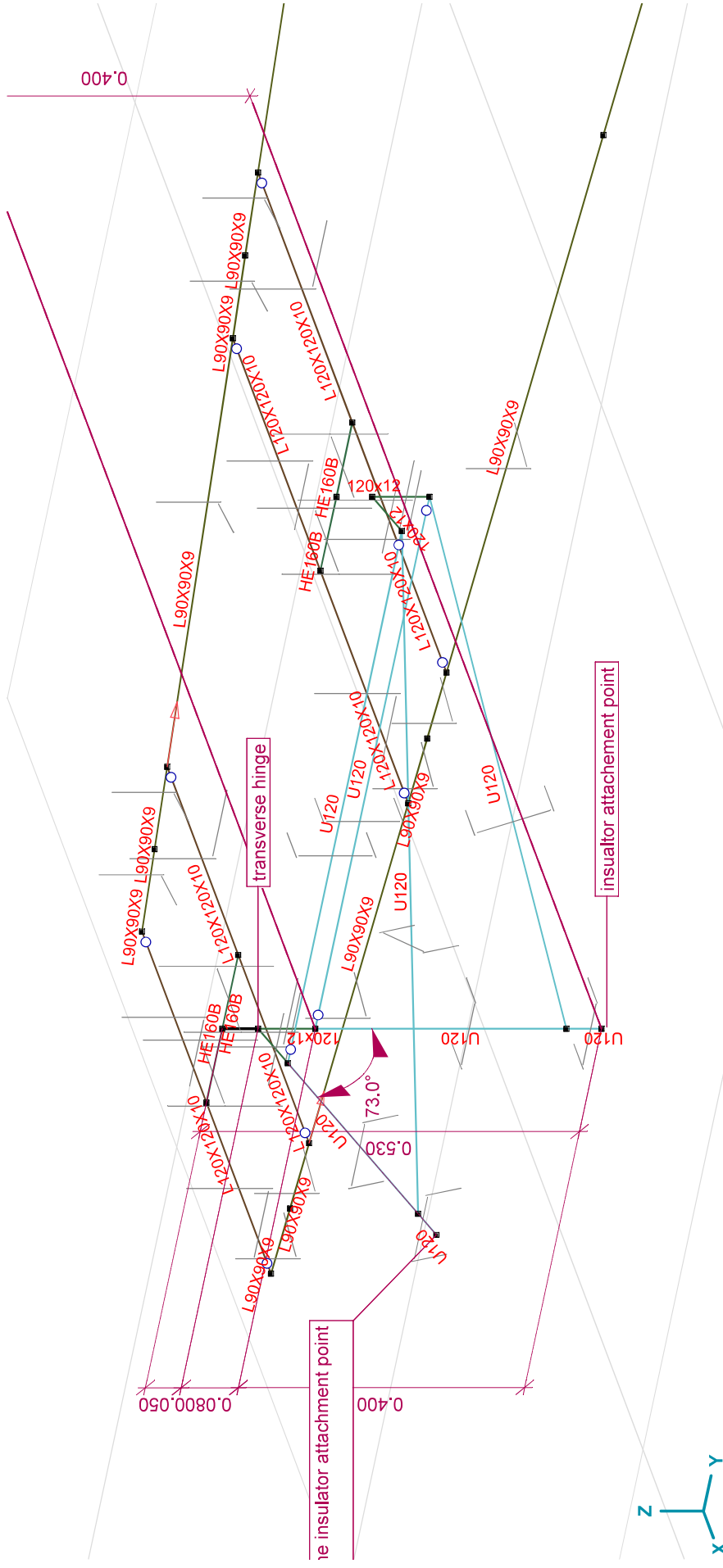
**Name:** Cross-section name; **Process:** Manufacturing process; **h:** Cross-section height; **b:** Cross-section width; **tw:** Web thickness; **tf:** Flange thickness; **r<sub>1</sub>, r<sub>2</sub>, r<sub>3</sub>:** Rounding radius; **tf:** Flange thickness; **W<sub>1,el</sub>, W<sub>2,el</sub>:** Elastic modulus; **W<sub>1,pl</sub>, W<sub>2,pl</sub>:** Plastic modulus; **I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>:** Principal moments of inertia; **I<sub>0</sub>:** Warping constant; **W<sub>1,el,t</sub>, W<sub>1,el,b</sub>, W<sub>2,el,t</sub>, W<sub>2,el,b</sub>:** Elastic modulus of the shear (torsion) center relative to the center of gravity; **y<sub>s</sub>, z<sub>s</sub>:** y coordinate of the center of gravity; **y<sub>G</sub>, z<sub>G</sub>:** z coordinate of the center of gravity; **S<sub>p</sub>:** Stress calculation points;

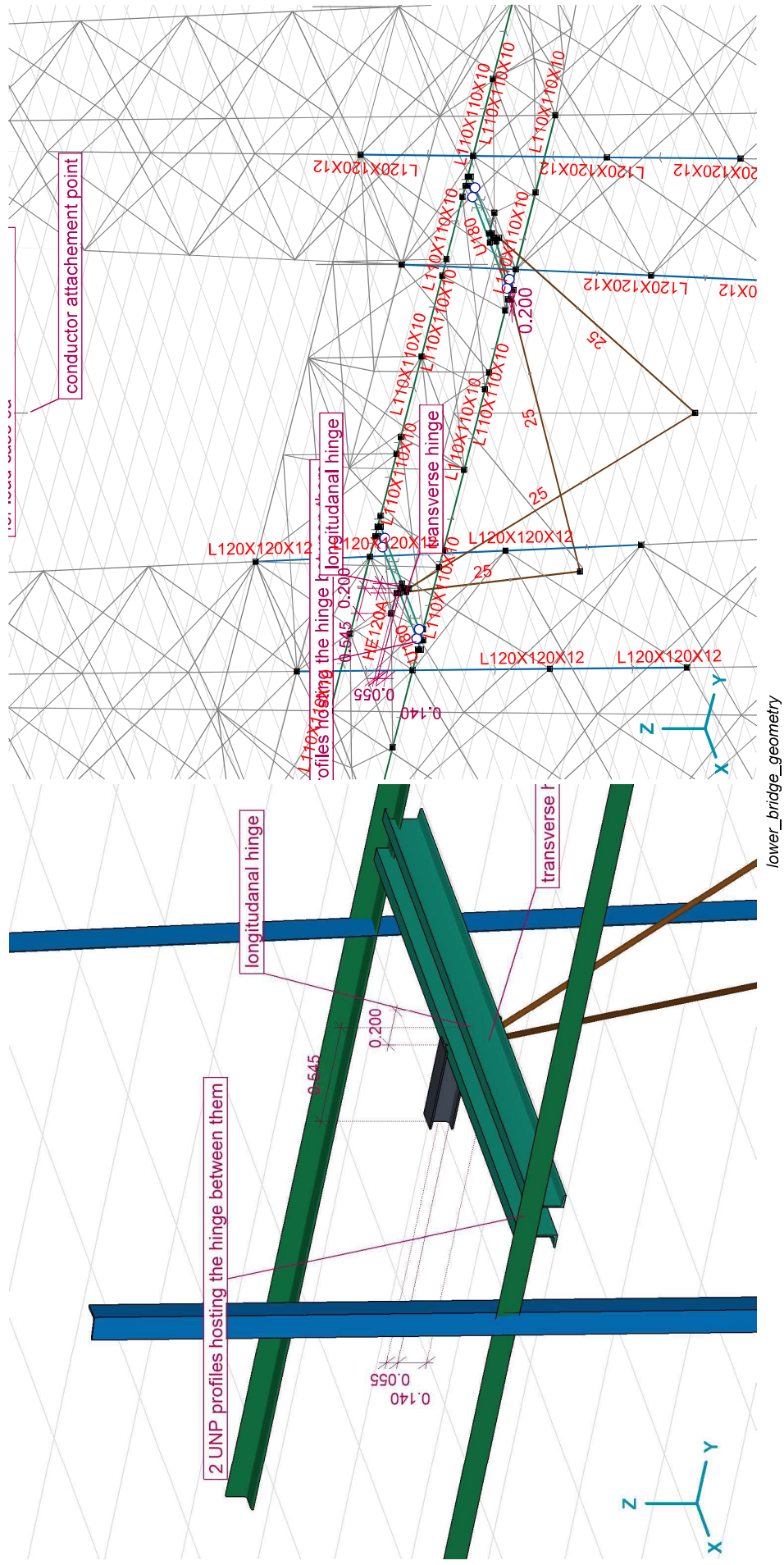


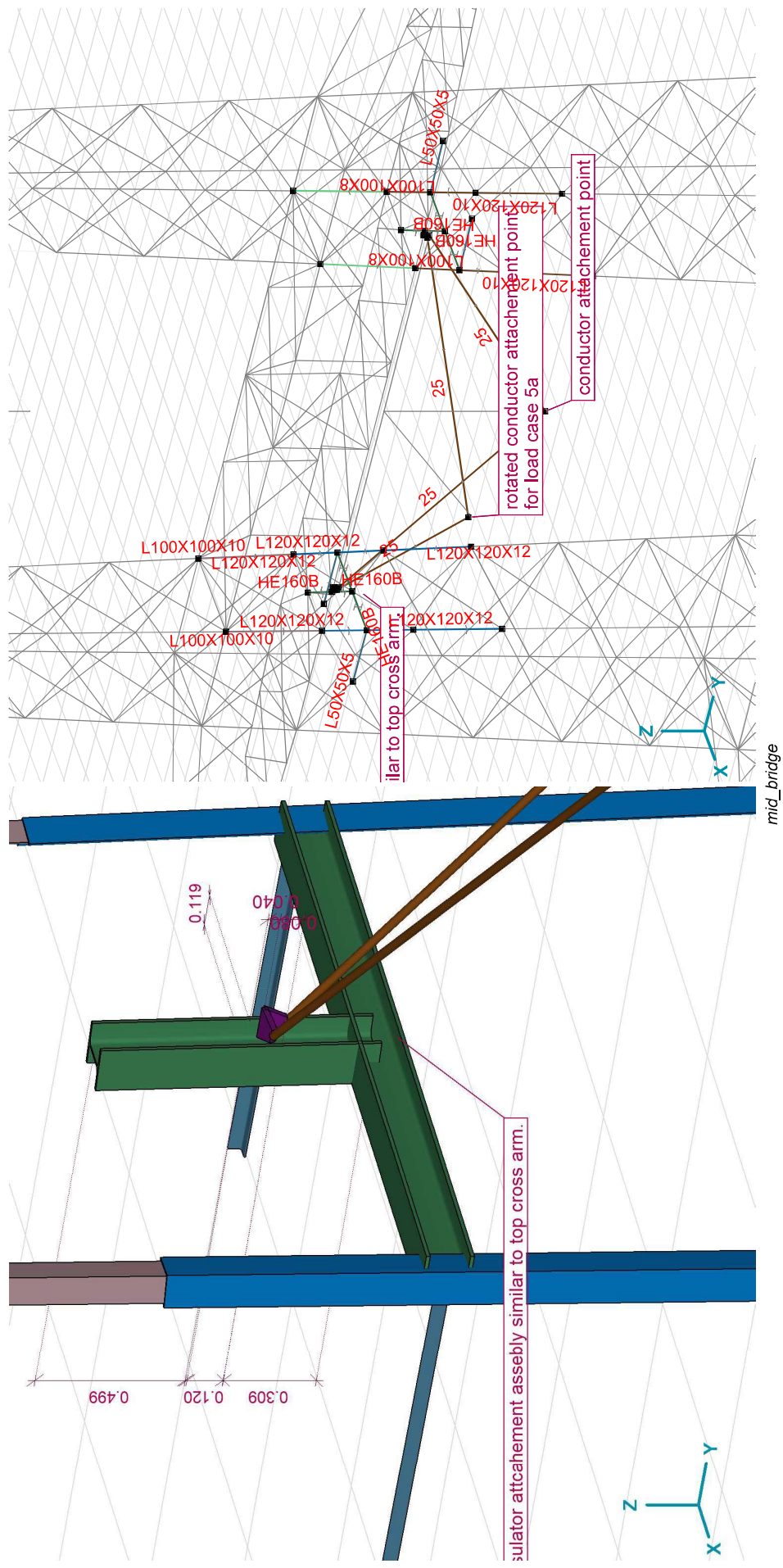


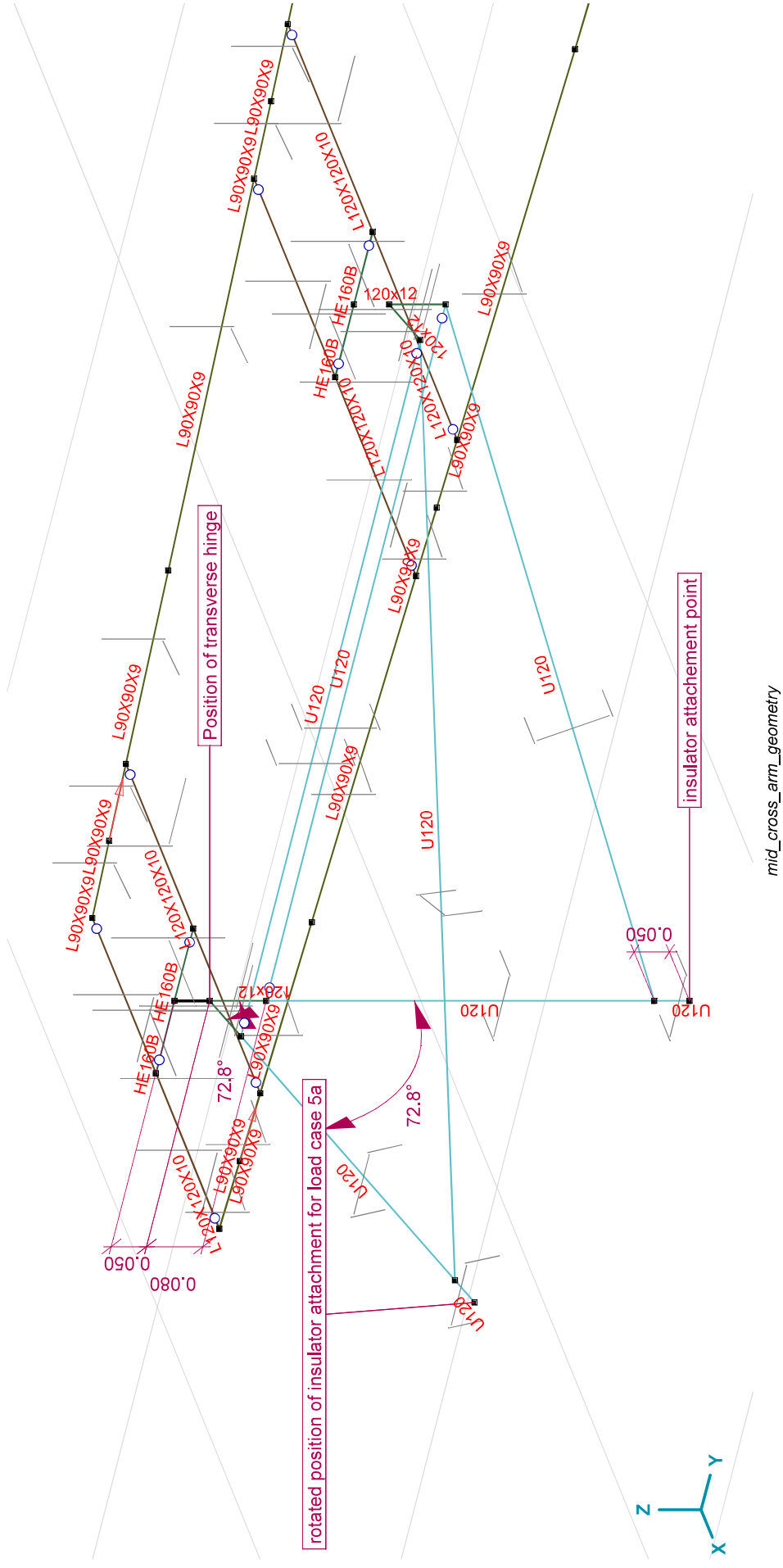
Earth\_wire\_attachment

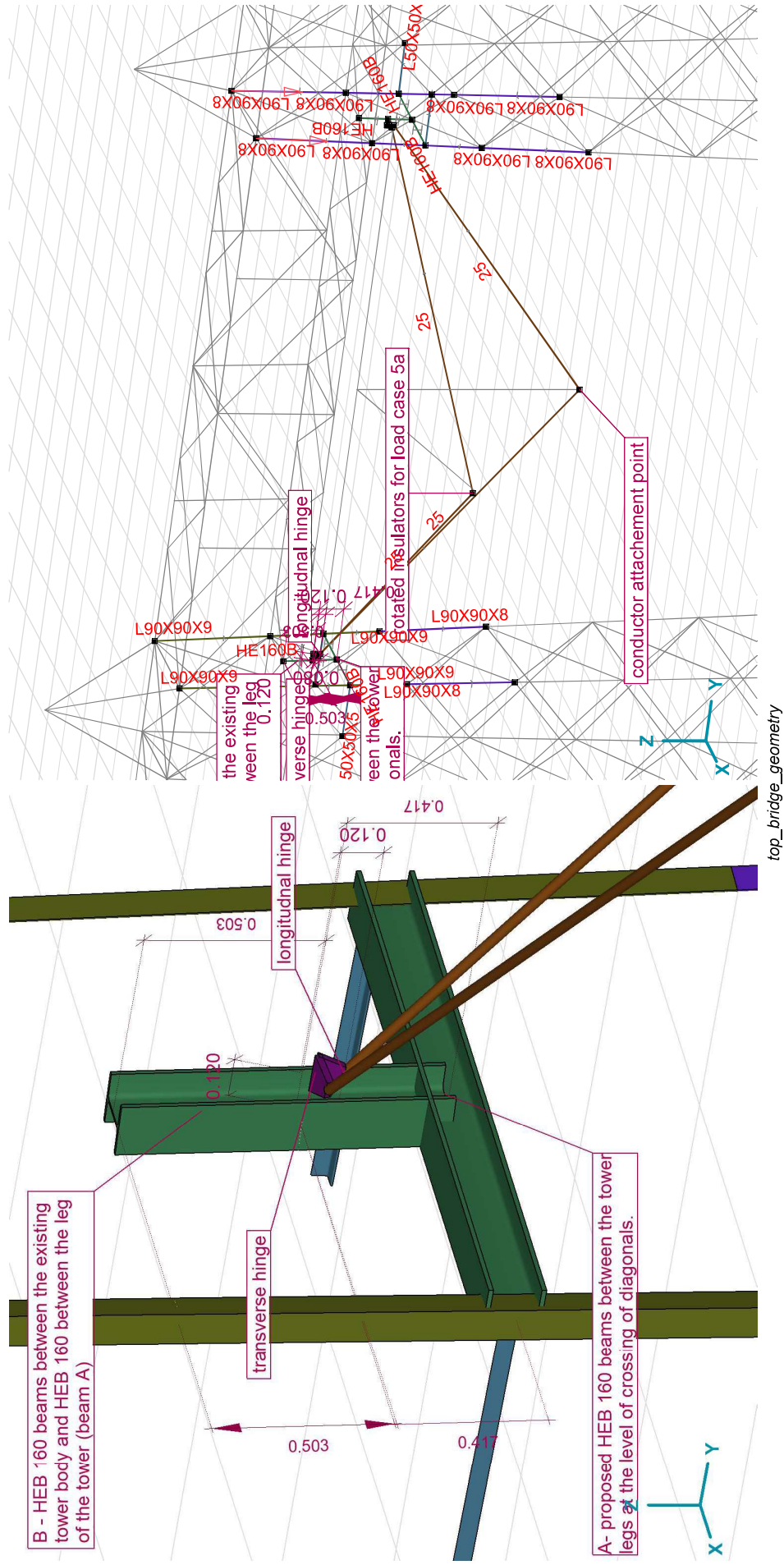


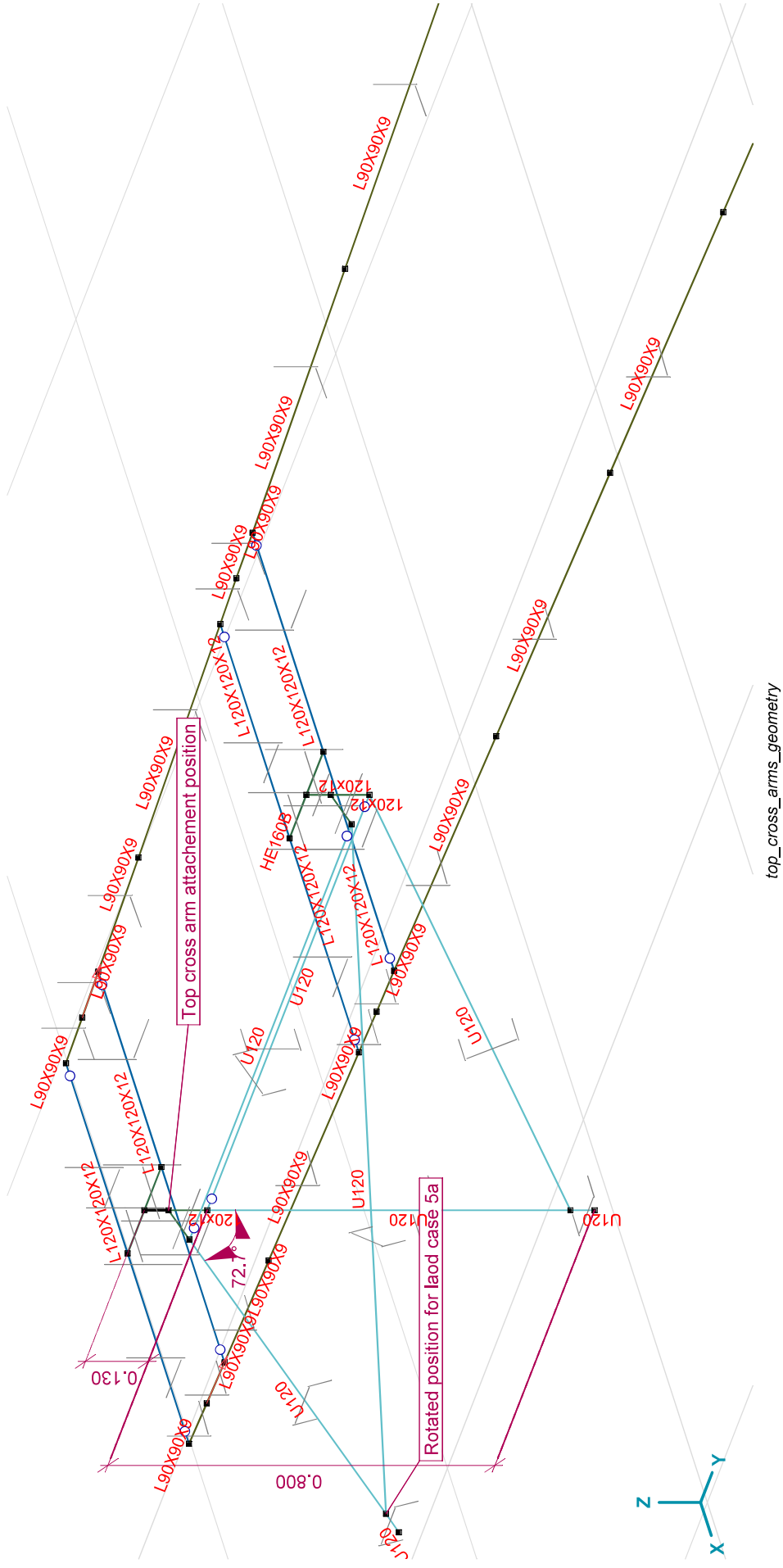








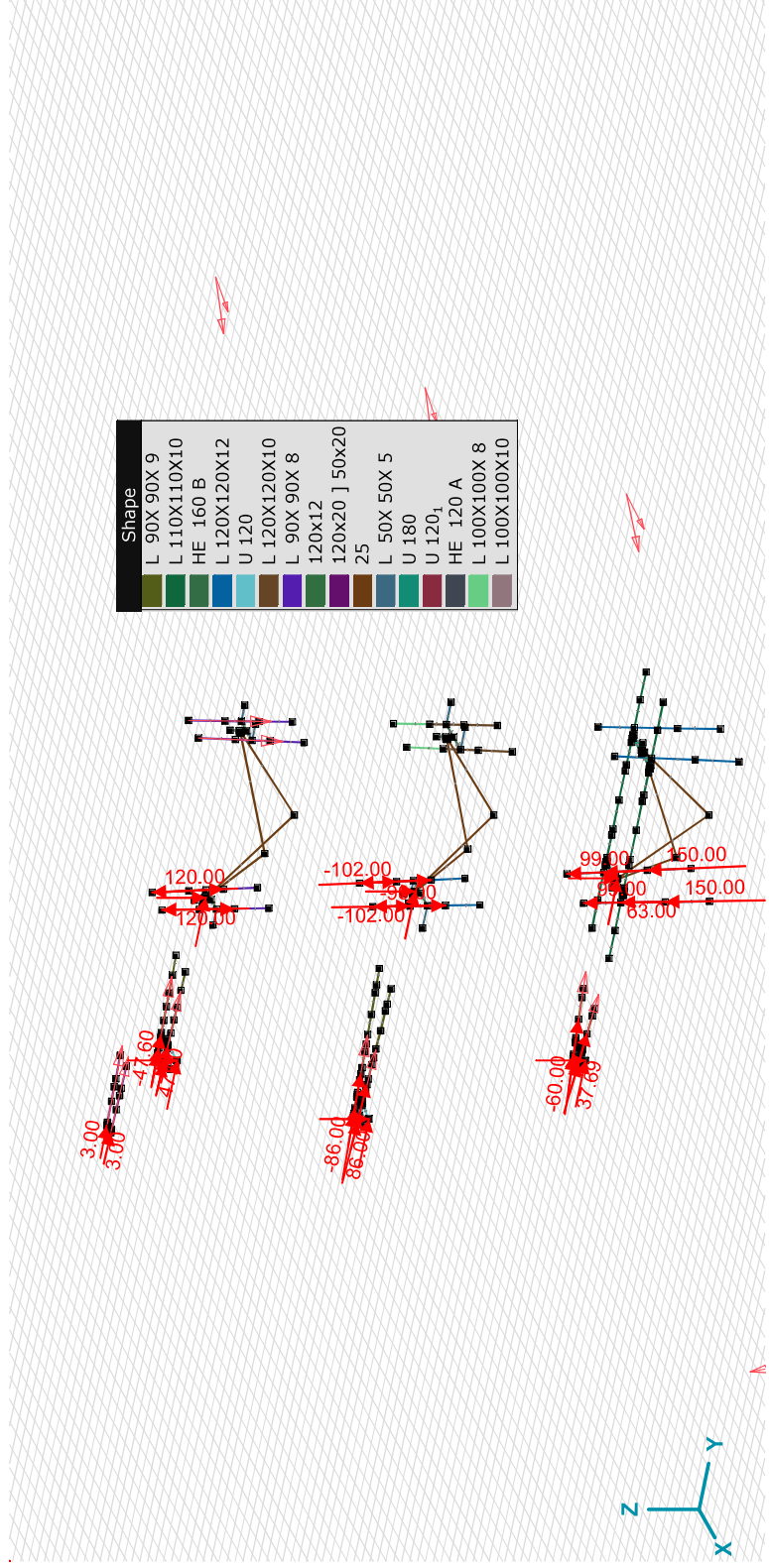




3\_ULS\_1a\_90: Concentrated loads on beams [Lower\_cross\_arm]

Type	Length [m]	a/d	Pos.	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
54 Beam L	1.202	d	0	15.00	0	0	0	0	0
53 Beam L	1.202	a	1.000	-15.00	0	0	0	0	0
43 Beam L	0.653	d	0	5.00	0	0	0	0	0
42 Beam L	0.653	a	1.000	-5.00	0	0	0	0	0
39 Beam L	0.125	d	0	60.00	0	0	0	0	0
37 Beam L	0.125	a	1.000	-60.00	0	0	0	0	0

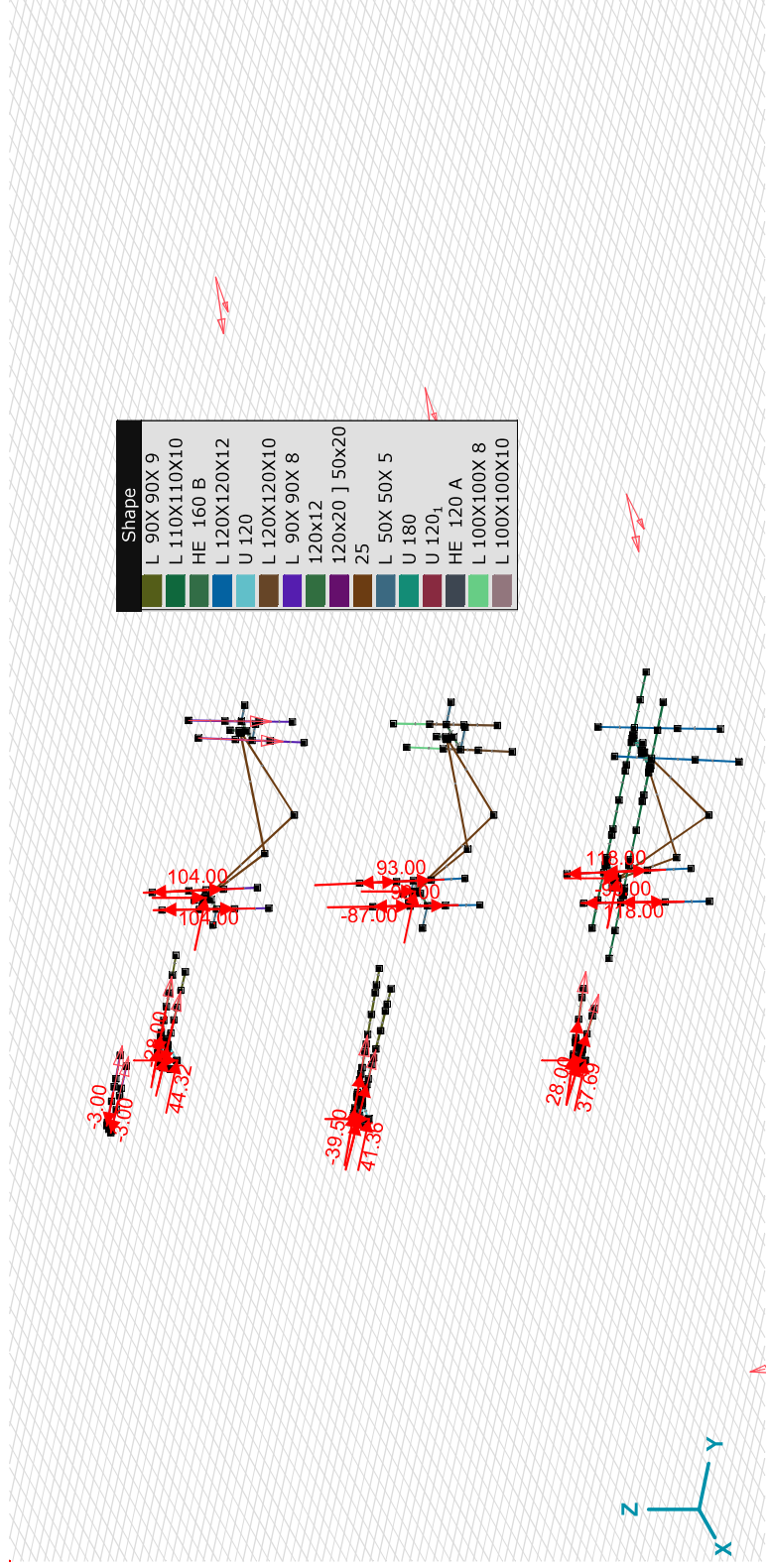
Type: Load type; Length: Beam length; a/d: Position by ratio(a) or by length(d); Pos.: Position; Fx, Fy, Fz: Load force component; Mx, My, Mz: Load moment component;



11\_ULS\_1a\_0.9\_90: Concentrated loads on beams [Lower\_cross\_arm]

	Type	Length [m]	a/d	Pos.	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
54	Beam L	1.202	d	0	15.00	0	0	0	0	0
53	Beam L	1.202	a	1.000	-15.00	0	0	0	0	0
43	Beam L	0.653	d	0	6.00	0	0	0	0	0
42	Beam L	0.653	a	1.000	-6.00	0	0	0	0	0
39	Beam L	0.125	d	0	28.00	0	0	0	0	0
37	Beam L	0.125	a	1.000	-28.00	0	0	0	0	0

Type: Load type; Length: Beam length; a/d: Position by ratio(a) or by length(d); Pos.: Position; Fx, Fy, Fz: Load force component; Mx, My, Mz: Load moment component;



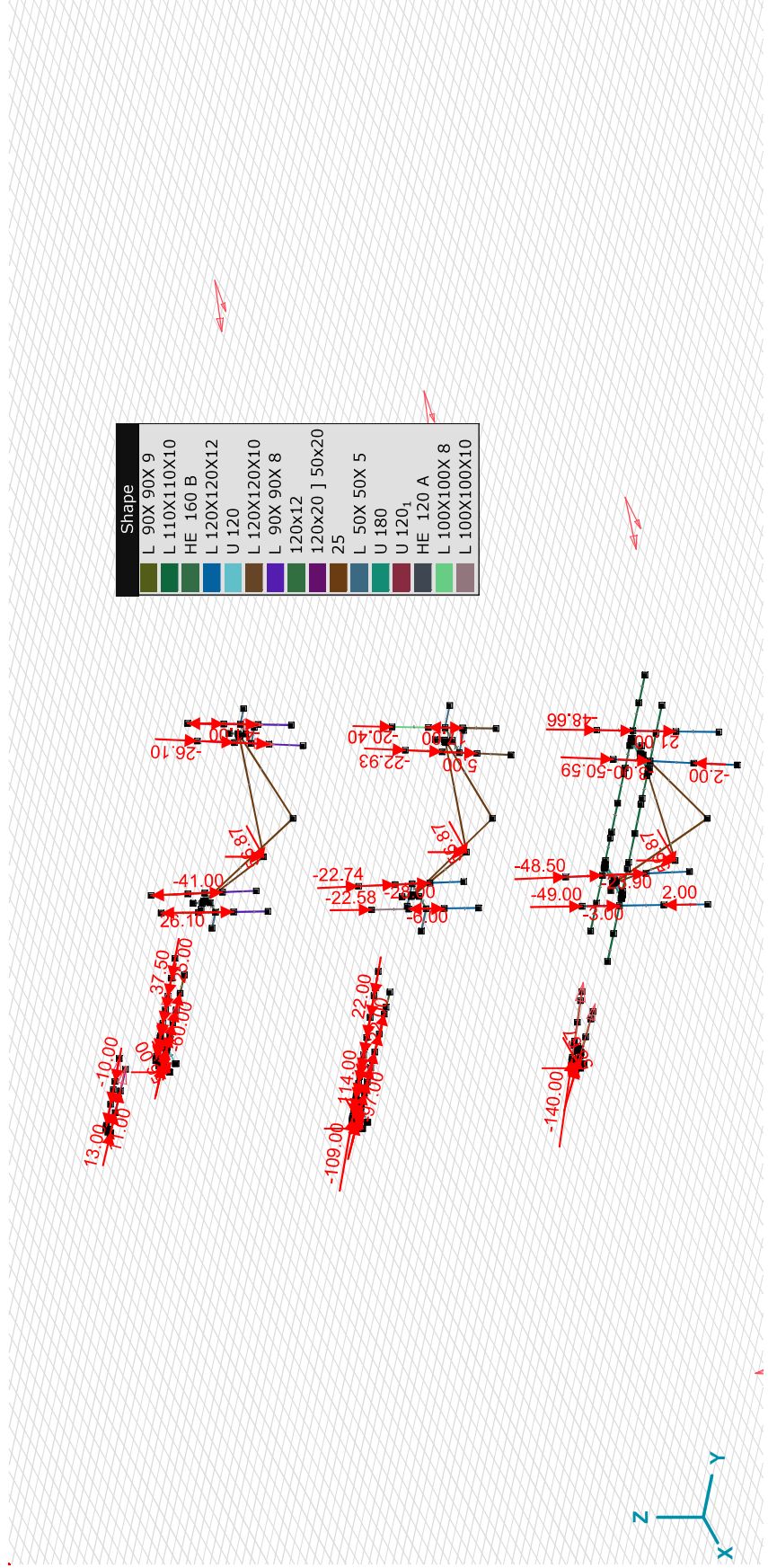
> 2 parts, 11\_ULS\_1a\_0.9\_90



ULS\_5a: Concentrated loads on beams [Lower\_cross\_arm]

Type	Length [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]
43 Beam L	0.653	d	0	6.00	0	0	0	0	0
39 Beam L	0.125	d	0	55.00	0	0	0	0	0
37 Beam L	0.125	a	1,000	-140.00	0	0	0	0	0

Type: Load type; Length: Beam length; a/d: Position by ratio(a) or by length(d); Pos.: Position; F<sub>x</sub>, F<sub>y</sub>, F<sub>z</sub>: Load force component; M<sub>x</sub>, M<sub>y</sub>, M<sub>z</sub>: Load moment component;

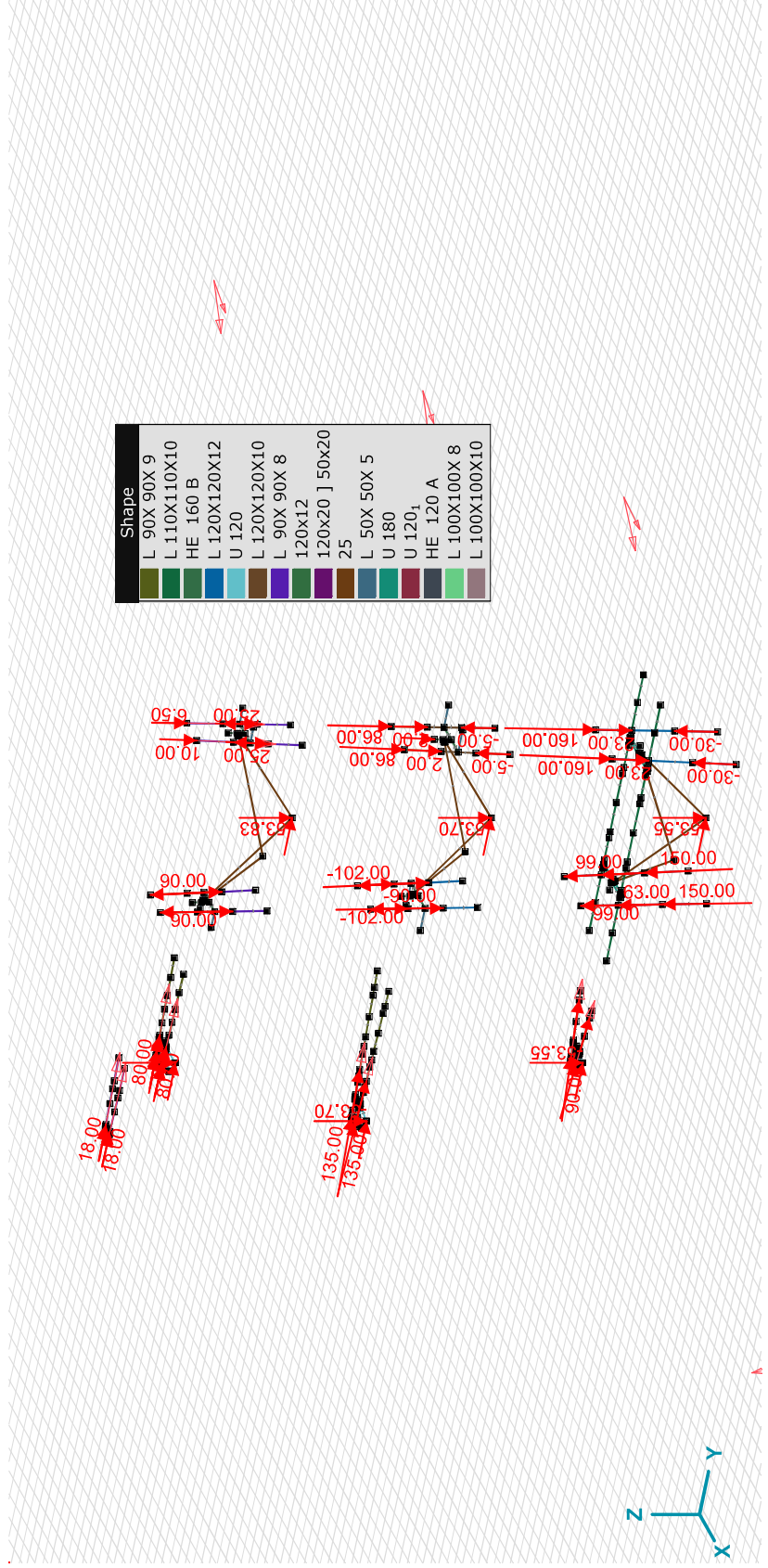


> 2 parts, ULS\_5a

15\_ULS\_3\_90: Nodal loads [Lower\_cross\_arm]

Direction	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
R27	90.00			0		
R28	90.00			0		
R27	20.00			0		
R28	20.00			0		

Fx, Fy, Fz: Load force component; Mx, My, Mz: Load moment component;



> 2 parts, 15\_ULS\_3\_90

**Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Earth]**

Sh.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	iy [kN]	Iz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
278	U 120_I	Nx	min	15 ULS_3_90	L=0.358	(911)	-1.8	-3.6	3.7	0	-1.3	-0.7
			max	ULS_5a		(911)	5.9	1.5	2.0	0	-0.7	0.3
		Tx	min	15 ULS_3_90		(911)	-1.8	-3.6	3.7	0	-1.3	-0.7
			max	ULS_5a		(911)	5.9	1.5	2.0	0	-0.7	0.3
		My	min	15 ULS_3_90		(911)	-1.8	-3.6	3.7	0	-1.3	-0.7
			max	11 ULS_1a_0.9_0.9_90		(911)	-0.8	-3.4	-2.1	0	0.7	-0.6
		Mz	min	3 ULS_1a_90		(911)	-1.0	-3.6	-0.9	0	0.3	-0.7
max	15 ULS_3_90		(912)	-1.8	-3.6	3.7	0	0	0.6			
279	U 120_I	Nx	min	ULS_5a	L=0.358	(910)	-5.9	1.5	0.1	0	0	0.3
			max	15 ULS_3_90		(910)	1.8	1.7	-3.7	0	0	0.3
		Tx	min	EG		(910)	0	0	0	0	0	
			max	15 ULS_3_90		(910)	1.8	1.7	-3.7	0	0	0.3
		My	min	15 ULS_3_90		(911)	1.8	1.7	-3.7	0	-1.3	-0.3
			max	11 ULS_1a_0.9_0.9_90		(911)	0.8	2.6	2.1	0	0.7	-0.5
		Mz	min	11 ULS_1a_0.9_0.9_90		(911)	0.8	2.6	2.1	0	0.7	-0.5
max	11 ULS_1a_0.9_0.9_90		(910)	0.8	2.6	2.1	0	0	0.4			
280	U 120_I	Nx	min	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	L=0.351	(905)	-4.6	3.6	-3.3	0	1.2	0.6
			max	ULS_5a		(905)	2.2	-0.5	-1.6	0	0.6	0
		Tx	min	11 ULS_1a_0.9_0.9_90		(905)	-4.6	3.6	-3.3	0	1.2	0.6
			max	ULS_5a		(905)	2.2	-0.5	-1.6	0	0.6	0
		My	min	11 ULS_1a_0.9_0.9_90		(906)	-4.6	3.6	-3.3	0	0	-0.6
			max	15 ULS_3_90		(905)	-2.9	3.7	-7.3	0	2.6	0.7
		Mz	min	15 ULS_3_90		(906)	-2.9	3.7	-7.3	0	0	-0.6
max	3 ULS_1a_90		(905)	-4.4	3.7	-4.3	0	1.5	0.7			
281	U 120_I	Nx	min	3 ULS_1a_90	L=0.351	(904)	-6.4	-2.4	4.3	0	0	-0.4
			max	EG		(904)	0	0	0	0	0	
		Tx	min	EG		(904)	0	0	0	0	0	
			max	11 ULS_1a_0.9_0.9_90		(904)	-6.2	-2.6	3.3	0	0	-0.4
		My	min	ULS_5a		(905)	-1.3	-0.5	-0.1	0	0	0
			max	15 ULS_3_90		(905)	-6.4	-1.5	7.3	0	2.6	0.3
		Mz	min	11 ULS_1a_0.9_0.9_90		(904)	-6.2	-2.6	3.3	0	0	-0.4
max	11 ULS_1a_0.9_0.9_90		(905)	-6.2	-2.6	3.3	0	1.2	0.5			

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Earth]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	
284	I L 90X 90X 8	Nx	min	ULS_5a	L=1.346	(920)	-30.0	0	0	0	-0.1	-0.1	
			max	EG	0	(920)	0	0	0	0	0	0	
		Tx	min	11 ULS_1a 0.9 0.9_90	0	(920)	(920)	-4.0	-0.1	0.1	0	-0.1	-0.1
			max	15 ULS_3_90	0	(920)	(920)	-28.3	-0.2	0.2	0	-0.3	-0.2
		My	min	15 ULS_3_90	0	(920)	(923)	-28.3	-0.2	0.2	0	0	0
			max	15 ULS_3_90	1.346	(923)	(920)	-28.3	-0.2	0.2	0	-0.3	-0.2
		Mz	min	15 ULS_3_90	0	(920)	(923)	-4.0	-0.1	0.1	0	0	0
			max	11 ULS_1a 0.9 0.9_90	1.346	(923)	(920)	-4.0	-0.1	0.1	0	0	0
285	I L 90X 90X 8	Nx	min	15 ULS_3_90	L=1.346	(919)	-24.2	-0.2	0.2	0	-0.3	-0.2	
			max	ULS_5a	0	(919)	20.0	0	0	0	0	0	
		Tx	min	15 ULS_3_90	0	(919)	(919)	-24.2	-0.2	0.2	0	-0.3	-0.2
			max	11 ULS_1a 0.9 0.9_90	0	(919)	(919)	-2.1	-0.1	0.1	0	-0.1	-0.1
		My	min	15 ULS_3_90	0	(919)	(919)	-24.2	-0.2	0.2	0	-0.3	-0.2
			max	ULS_5a	0	(919)	(919)	20.0	0	0	0	0	0
		Mz	min	15 ULS_3_90	0	(919)	(919)	-24.2	-0.2	0.2	0	-0.3	-0.2
			max	11 ULS_1a 0.9 0.9_90	1.346	(922)	(922)	-2.1	-0.1	0.1	0	0	0
286	I L 90X 90X 8	Nx	min	15 ULS_3_90	L=0.471	(918)	-28.3	0.3	0.2	0	-0.3	-0.1	
			max	EG	0	(918)	0	0	0	0	0	0	
		Tx	min	11 ULS_1a 0.9 0.9_90	0	(918)	(918)	-4.0	0.1	0.1	0	-0.2	0
			max	15 ULS_3_90	0	(918)	(918)	-28.3	0.3	0.2	0	-0.3	-0.1
		My	min	15 ULS_3_90	0	(918)	(918)	-28.3	0.3	0.2	0	-0.3	-0.1
			max	EG	0	(918)	(918)	0	0	0	0	0	0
		Mz	min	15 ULS_3_90	0.471	(920)	(920)	-28.3	0.3	0.2	0	-0.3	-0.2
			max	EG	0	(918)	(918)	0	0	0	0	0	0
287	I L 90X 90X 8	Nx	min	15 ULS_3_90	L=0.471	(917)	-24.2	0.3	0.2	0	-0.3	-0.1	
			max	ULS_5a	0	(917)	10.0	0	0	0	0	0	
		Tx	min	15 ULS_3_90	0	(917)	(917)	-24.2	0.3	0.2	0	-0.3	-0.1
			max	11 ULS_1a 0.9 0.9_90	0	(917)	(917)	-2.1	0.1	0.1	0	-0.2	0
		My	min	15 ULS_3_90	0	(917)	(917)	-24.2	0.3	0.2	0	-0.3	-0.1
			max	ULS_5a	0	(917)	(917)	10.0	0	0	0	0	0



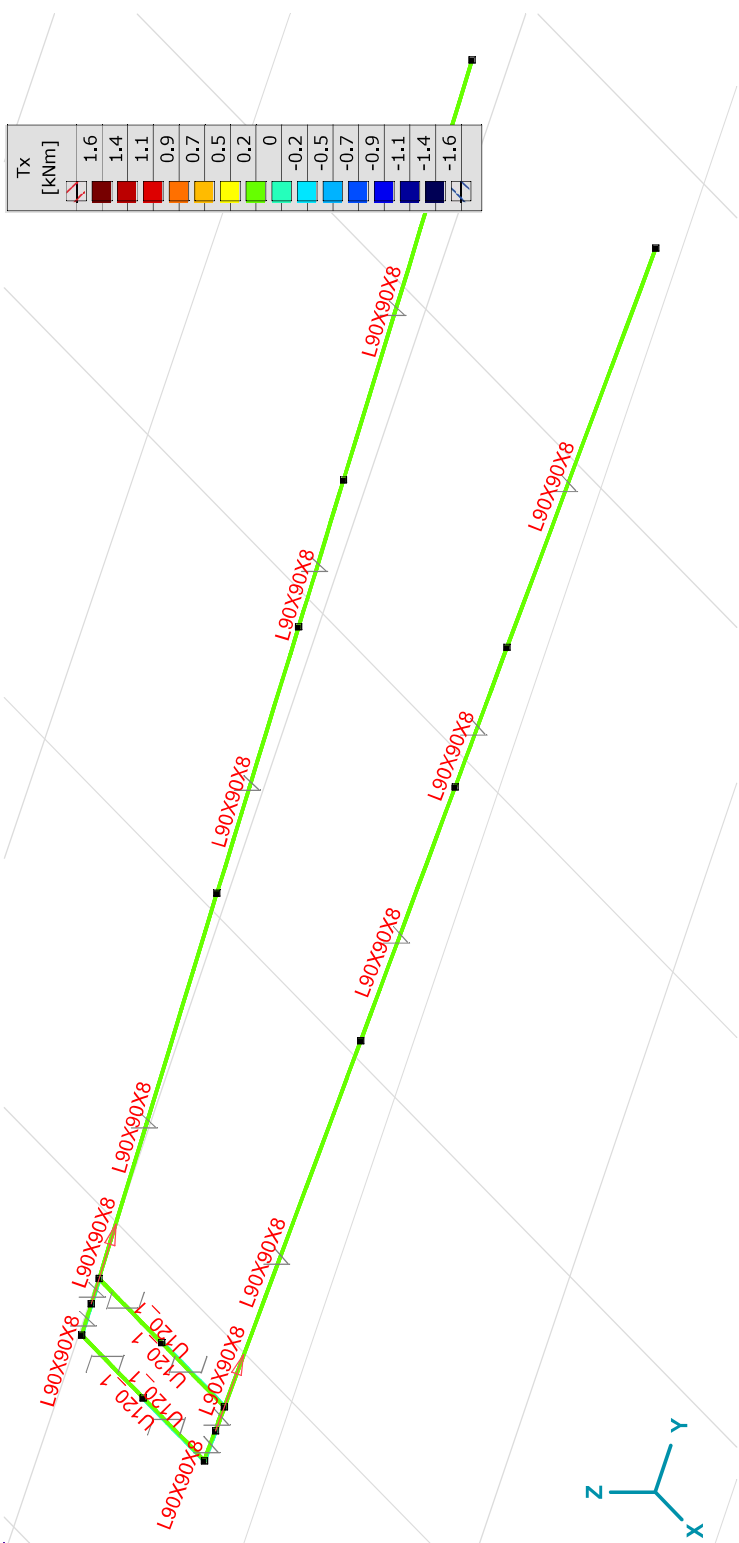
Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Earth]

Sh.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]			
292	I L 90X 90X 8	My	min	ULS_5a	0	(910)	0	-0.2	0	0	0	-0.2			
			max	15_ULS_3_90	0	(910)	-24.2	0.4	-0.8	0	1.3	0.7			
			min	ULS_5a	0	(910)	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0.7		
			max	15_ULS_3_90	0	(910)	-24.2	0.4	-0.8	0	1.3	0.7			
293	I L 90X 90X 8	Nx	min	3_ULS_1a_90	I=0.081	(909)	-6.8	4.2	4.3	0	0.4	0.2			
			max	ULS_5a	0	(909)	0.6	-2.2	1.6	0	0.2	0.1			
			min	ULS_5a	0	(909)	0.6	-2.2	1.6	0	0.2	0.1			
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(909)	-0.7	4.4	3.3	0	0.3	0.1			
			min	EG	0	(909)	0	0	0	0	0	0			
			max	15_ULS_3_90	0.081	(912)	-6.8	2.8	7.3	0	1.3	0.1			
			min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0.081	(912)	-0.7	4.4	3.3	0	0.6	-0.2			
			max	15_ULS_3_90	0	(909)	-6.8	2.8	7.3	0	0.7	0.4			
			294	I L 90X 90X 8	Nx	min	3_ULS_1a_90	I=0.081	(907)	-5.6	-6.3	4.3	0	0.4	0.3
						max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(907)	0.2	-6.1	3.3	0	0.3	0.2
						min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(907)	0.2	-6.1	3.3	0	0.3	0.2
						max	EG	0	(907)	0	0	0	0	0	0
min	ULS_5a	0.081				(910)	-0.5	-1.3	-0.1	0	0	0.1			
max	15_ULS_3_90	0.081				(910)	-4.8	-6.3	7.3	0	1.3	0.9			
min	ULS_5a	0				(907)	-0.5	-1.3	-0.1	0	0	0			
max	15_ULS_3_90	0.081				(910)	-4.8	-6.3	7.3	0	1.3	0.9			
295	I L 90X 90X 8	Nx				min	3_ULS_1a_90	I=0.101	(906)	-6.8	4.2	4.3	0	0	0.6
						max	ULS_5a	0	(906)	0.6	-2.2	1.6	0	0	-0.1
						min	ULS_5a	0	(906)	0.6	-2.2	1.6	0	0	-0.1
						max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(906)	-0.7	4.4	3.3	0	0	0.6
			min	ULS_5a	0	(906)	0.6	-2.2	1.6	0	0	-0.1			
			max	15_ULS_3_90	0.101	(909)	-6.8	2.7	7.3	0	0.7	0.4			
			min	ULS_5a	0	(906)	0.6	-2.2	1.6	0	0	-0.1			
			max	15_ULS_3_90	0	(906)	-6.8	2.7	7.3	0	0	0.6			
			296	I L 90X 90X 8	Nx	min	3_ULS_1a_90	I=0.101	(904)	-5.7	-6.3	4.3	0	0	-0.4
						max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(904)	0.2	-6.1	3.3	0	0	-0.4

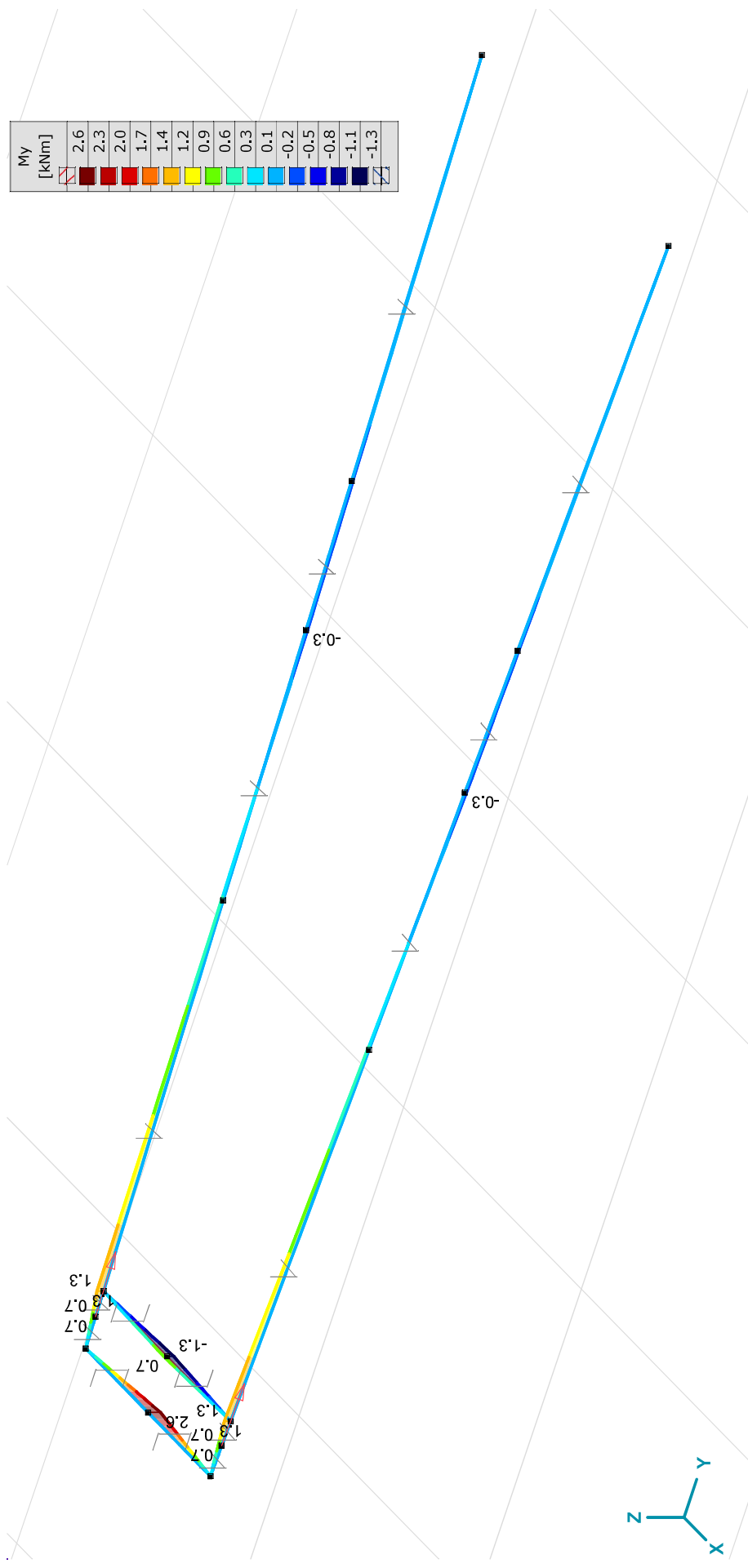
**Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Earth]**

Sh.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
		Tx	min max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90 EG	0 0	(904) (904)	0.2 0	-6.1 0	3.3 0	0 0	0 0	-0.4 0
		My	min max	ULS 5a 15_ULS_3_90	0.101 0.101	(907) (907)	-0.5 -4.8	-1.3 -6.3	-0.1 7.3	0 0	0 0.7	0 0.4
		Mz	min max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90 15_ULS_3_90	0 0.101	(904) (907)	0.2 -4.8	-6.1 -6.3	3.3 7.3	0 0	0 0.7	-0.4 0.4

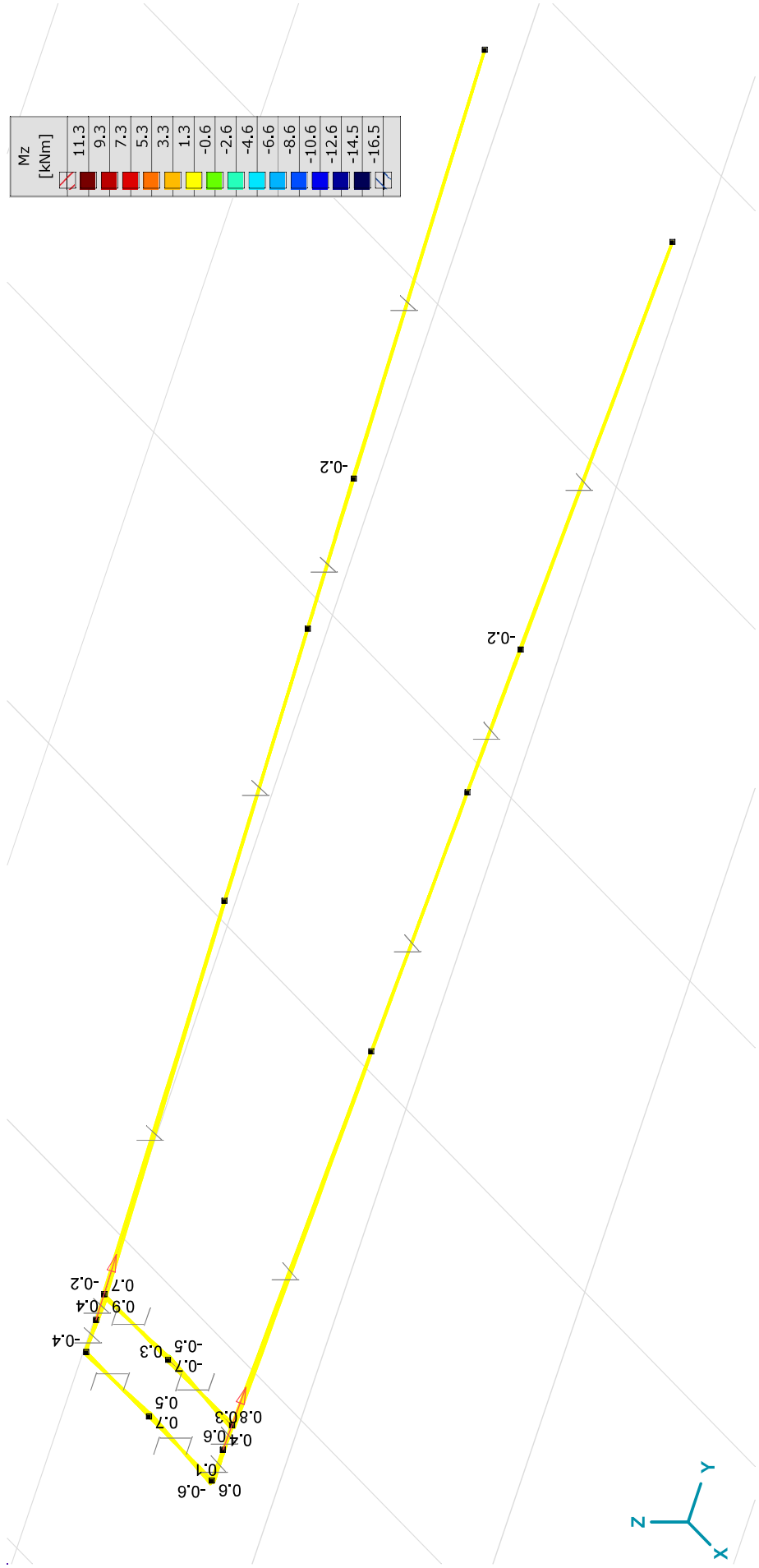
Sh.: Cross-section; C: Extremal component; min, max.: Extreme type; Case: Load case of extreme; Loc.: Cross-section local x position on the beam; Nx: Axial force; Vy: Shear force in local y direction; Vz: Shear force in local z direction; Tx: Torsional moment; My: Flexural moment about local y axis; Mz: Flexural moment about local z axis;



[L] > Earth, Linear, Envelope (Load cases), Tx [kNm], Filled diagram







[1], > Earth, Linear, Envelope (Load cases),  $M_z$  [kNm], Filled diagram

### Project

Analysis by

Model: s+0\_TWIN\_TOWERS\_R7.axs

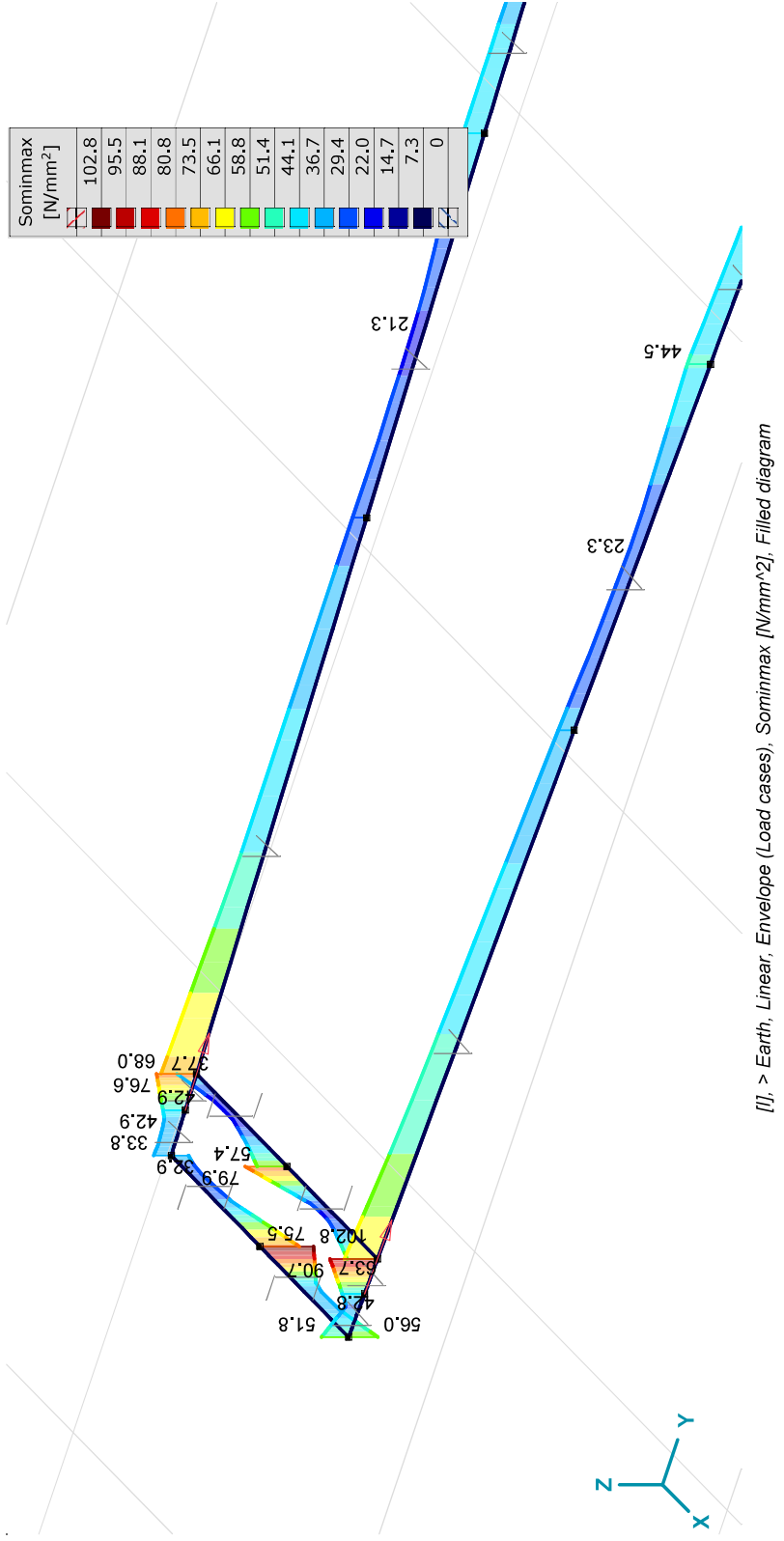
6/15/2021

Page 32

### Beam stresses [Linear, Envelope (Load cases), Earth]

Sh.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	S <sub>min</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	S <sub>max</sub> [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>omin</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	S <sub>omax</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	V <sub>y</sub> mean [N/mm <sup>2</sup> ]	V <sub>z</sub> mean [N/mm <sup>2</sup> ]
Ext.														
278	U 120 1	Somin	min	EG	0	(911)	0	0	0	0	0	0	0	0
284	L 90X 90X 8		max	ULS 5a	1.346	(923)	-21.6	-21.6	0	0.1	21.6	21.6	0	0
278	U 120 1	Somax	min	EG	0	(911)	0	0	0	0	0	0	0	0
280	U 120 1		max	15 ULS 3_90	0	(905)	-102.8	64.8	0	13.6	1.7	102.8	2.2	-4.3

Sh.: Cross-section; C: Extremal component; min, max.: Extreme type; Case: Load case of extreme; Loc.: Cross-section local x position on the beam; S<sub>min</sub>: Axial stress cross-section minimum; S<sub>max</sub>: Axial stress cross-section maximum; V<sub>min</sub>: Shear stress in local y direction; V<sub>max</sub>: Shear stress in local z direction; S<sub>omin</sub>: Von Mises stress cross-section minimum; S<sub>omax</sub>: Von Mises stress cross-section maximum; V<sub>y</sub>mean: Shear stress in local y direction; V<sub>z</sub>mean: Shear stress in local z direction;



Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Top\_cross\_arm]

Sh.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	
215	5 L 120X120X12	Nx	min	EG	L=0.497	(752)	0	-0.1	0.1	0	-0.1	0	
			max	ULS_5a	0	(752)	8.3	-3.3	5.8	0	-2.9	-1.6	
			min	EG	0	(752)	0	0	-0.1	0.1	0	-0.1	0
			max	11 ULS_1a 0.9 0.9_90	0	(752)	1.3	-1.0	13.0	0	-6.4	-0.5	-3.5
			min	15 ULS_3_90	0	(752)	2.3	-7.1	18.4	0	-9.1	0	0
			max	3 ULS_1a_90	0.497	(751)	2.0	-4.1	17.9	0	0	0	0
			min	15 ULS_3_90	0	(752)	2.3	-7.1	18.4	0	-9.1	-3.5	0
max	15 ULS_3_90	0.497	(751)	2.3	-7.1	18.4	0	0	0	0			
216	5 L 120X120X12	Nx	min	ULS_5a	L=0.497	(753)	-7.3	1.9	-2.8	0	0	0	
			max	15 ULS_3_90	0	(753)	2.4	7.3	-18.4	0	0	0	
			min	11 ULS_1a 0.9 0.9_90	0	(753)	1.6	1.3	-13.0	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(753)	-7.3	1.9	-2.8	0	0	0	
			min	15 ULS_3_90	0.497	(752)	2.4	7.3	-18.4	0	-9.1	-3.6	
			max	11 ULS_1a 0.9 0.9_90	0	(753)	1.6	1.3	-13.0	0	0	0	
			min	15 ULS_3_90	0.497	(752)	2.4	7.3	-18.4	0	-9.1	-3.6	
max	EG	0	(753)	0	0.1	-0.2	0	0	0				
217	13 L 90X 90X 9	Nx	min	EG	L=0.124	(754)	0.1	0	-0.2	0	0	0	
			max	15 ULS_3_90	0	(754)	7.2	2.0	-18.4	0	2.3	0.2	
			min	3 ULS_1a_90	0	(754)	4.2	1.8	-17.9	0	2.3	0.2	
			max	EG	0	(754)	0.1	0	-0.2	0	0	0	
			min	EG	0.124	(751)	0.1	0	-0.2	0	0	0	
			max	15 ULS_3_90	0	(754)	7.2	2.0	-18.4	0	2.3	0.2	
			min	3 ULS_1a_90	0.124	(751)	4.2	1.8	-17.9	0	0	0	
max	ULS_5a	0	(754)	3.7	8.2	-5.8	0	0.7	1.0				
219	13 L 90X 90X 9	Nx	min	EG	L=0.124	(753)	0.1	0	0.2	0	0	0	
			max	15 ULS_3_90	0	(753)	7.4	-2.0	18.4	0	0	0	
			min	ULS_5a	0	(753)	1.5	7.4	2.8	0	0	0	
			max	11 ULS_1a 0.9 0.9_90	0	(753)	1.4	-1.5	13.0	0	0	0	
			min	ULS_5a	0	(753)	1.5	7.4	2.8	0	0	0	
			max	15 ULS_3_90	0.124	(756)	7.4	-2.0	18.4	0	2.3	0.3	
			min	ULS_5a	0.124	(756)	1.5	7.4	2.8	0	0.3	-0.9	
max	3 ULS_1a_90	0.124	(756)	4.6	-2.1	17.9	0	2.3	0.3				

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Top\_cross\_arm]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	
220	L 90X 90X 9	Nx	min	EG	L=0.124	(757)	0.1	0	0.2	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(757)	7.8	8.1	5.7	0	0	2.0	
			min	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(757)	1.0	1.3	13.0	0	0	0.3	0
			max	EG	0	(757)	0.1	0	0.2	0	0	0	0
			min	EG	0	(757)	0.1	0	0.2	0	0	0	0
			max	15 ULS_3_90	0.124	(757)	6.2	1.9	17.7	0	2.3	0.2	0
222	L 90X 90X 9	Mz	min	EG	0.124	(757)	0.1	0	0.2	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(757)	7.8	8.1	5.7	0	0	2.0	
			min	EG	L=0.124	(756)	0.1	0	-0.2	0	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(756)	16.5	7.4	-3.1	0	0.3	-0.9	0
			min	ULS_5a	0	(756)	16.5	7.4	-3.1	0	0.3	-0.9	0
			max	3 ULS_1a_90	0	(756)	4.6	-2.1	-17.4	0	2.3	0.3	0
223	L 120X120X12	My	min	ULS_5a	0.124	(759)	16.5	7.4	-3.1	0	-0.1	-1.8	
			max	15 ULS_3_90	0	(756)	6.4	-2.1	-17.7	0	2.3	0.3	
			min	ULS_5a	0.124	(759)	16.5	7.4	-3.1	0	-0.1	-1.8	
			max	3 ULS_1a_90	0.124	(759)	4.6	-2.1	-17.4	0	0.1	0.5	
			min	ULS_5a	L=0.510	(757)	-15.9	2.7	-5.7	0	0	0	0
			max	EG	0	(757)	-0.1	0.1	-0.2	0	0	0	0
224	L 120X120X12	Tx	min	EG	0	(757)	-0.1	0.1	-0.2	0	0	0	
			max	3 ULS_1a_90	0	(757)	-3.9	16.0	-17.3	0.1	0	0	
			min	15 ULS_3_90	0.510	(758)	-4.1	13.5	-17.5	0.1	-8.9	-6.9	
			max	15 ULS_3_90	0	(757)	-4.1	13.5	-17.5	0.1	0	0	
			min	3 ULS_1a_90	0.510	(758)	-3.9	16.0	-17.3	0.1	-8.8	-8.1	
			max	ULS_5a	0	(757)	-15.9	2.7	-5.7	0	0	0	
224	L 120X120X12	Nx	min	3 ULS_1a_90	L=0.510	(758)	-4.5	-15.7	17.3	-0.1	-8.8	-8.0	
			max	ULS_5a	0	(758)	14.1	-2.2	3.2	0	-1.6	-1.1	
			min	3 ULS_1a_90	0	(758)	-4.5	-15.7	17.3	-0.1	-8.8	-8.0	
			max	ULS_5a	0	(758)	14.1	-2.2	3.2	0	-1.6	-1.1	
			min	15 ULS_3_90	0	(758)	-4.4	-13.4	17.5	-0.1	-8.9	-6.8	
			max	ULS_5a	0.510	(759)	14.1	-2.2	3.2	0	0	0	

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Top\_cross\_arm]

Sh.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
225	L 90X 90X 9	Mz	min max	3 ULS_Ia_90 3 ULS_Ia_90	0 0.510	(758) (759)	-4.5 -4.5	-15.7 -15.7	17.3 17.3	-0.1 -0.1	-8.8 0	-8.0 0
		Nx	min	3 ULS_Ia_90	L=0.310	(760)	-19.7	-1.3	0.2	0	0	0.1
		Tx	min	11 ULS_Ia_0.9_0.9_90	0	(760)	15.2	-0.9	0.1	0	0.1	0
		My	min	3 ULS_Ia_90	0	(760)	-19.7	-1.3	0.2	0	0	0.1
		My	min	EG	0	(760)	0	0	0	0	0	0
		max	EG	0.093			0	0	0	0	0	0
		Mz	min	3 ULS_Ia_90	0.310	(760)	-19.7	-1.3	0.2	0	0.2	0.5
		max	ULS_5a ULS_5a	0 0.310			10.2 10.2	-7.5 -7.5	0 0	0 0	0 0	-0.3 2.0
226	L 90X 90X 9	Nx	min	3 ULS_Ia_90	L=0.310	(759)	-19.1	1.6	-0.2	0	0.2	0.5
		Tx	min	11 ULS_Ia_0.9_0.9_90	0	(759)	15.8	1.1	-0.1	0	0.1	0.4
		My	min	3 ULS_Ia_90	0	(759)	-19.1	1.6	-0.2	0	0.2	0.5
		max	ULS_5a	0	(759)	9.1	-6.8	0.1	0	0	-0.1	-1.8
		Mz	min	3 ULS_Ia_90	0	(759)	-19.1	1.6	-0.2	0	0.2	0.5
		max	ULS_5a	0	(759)	9.1	-6.8	0.1	0	0	-0.1	-1.8
227	L 90X 90X 9	Nx	min	3 ULS_Ia_90	L=0.634	(763)	-27.8	-0.2	0.2	0	0	-0.1
		Tx	min	ULS_5a	0	(763)	37.6	0.8	0	0	0.1	0.2
		My	min	EG	0	(763)	-27.8	-0.2	0.2	0	0	-0.1
		max	15 ULS_3_90	0	(763)	-15.4	-0.1	0.2	0	0	-0.1	0
		Mz	min	3 ULS_Ia_90	0.634		-27.8	-0.2	0.2	0	0.1	0
		max	ULS_5a	0.634			37.6	0.8	0	0	0	-0.3
228	L 90X 90X 9	Nx	min	3 ULS_Ia_90	L=0.634	(761)	-27.1	0.2	-0.2	0	0.1	0
		Tx	min	EG	0	(761)	0	0	0	0	0	0
		My	min	3 ULS_Ia_90	0	(761)	-27.1	0.2	-0.2	0	0.1	0
		max	EG	0	(761)	0	0	0	0	0	0	0





Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Top\_cross\_arm]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
238	13 L 90X 90X 9	Nx	min	15_ULS_3_90	0	(771)	-105.8	-0.1	0	0	0.1	0
			max	ULS_5a	0	(771)	22.2	0	0	0	0	0
			min	3_ULS_1a_90	0	(771)	-83.4	-0.2	-0.1	0	0.1	-0.1
			max	ULS_5a	0	(771)	22.2	0	0	0	0	0
			min	EG	0.716	(774)	0	0.1	0	0	0	0
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(771)	-33.9	-0.2	-0.1	0	0.1	0
			min	3_ULS_1a_90	0	(771)	-83.4	-0.2	-0.1	0	0.1	-0.1
max	3_ULS_1a_90	0.716	(774)	-83.4	-0.2	-0.1	0	0.1	0.1			
239	13 L 90X 90X 9	Nx	min	15_ULS_3_90	L=0.801	(776)	-106.0	-0.1	0	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(776)	84.9	0	0	0	0	0
			min	EG	0	(776)	0	0	-0.1	0	0	0
			max	3_ULS_1a_90	0	(776)	-85.9	-0.1	0.1	0	0	0
			min	EG	0.481		0	0	0	0	0	0
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0.801		-34.5	-0.1	0.1	0	0.1	0.1
			min	EG	0.801		0	0	0	0	0	0
max	3_ULS_1a_90	0.801		-85.9	-0.1	0.1	0	0.1	0.1			
240	13 L 90X 90X 9	Nx	min	15_ULS_3_90	L=0.801	(774)	-105.8	0.1	0	0	0.1	0
			max	EG	0	(774)	0	0	0	0	0	0
			min	3_ULS_1a_90	0	(774)	-85.4	0.1	-0.1	0	0.1	0.1
			max	ULS_5a	0	(774)	-5.8	0	0	0	0	0
			min	EG	0.320		0	0	0	0	0	0
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(774)	-33.9	0.1	-0.1	0	0.1	0.1
			min	EG	0	(774)	0	0	0	0	0	0
max	3_ULS_1a_90	0	(774)	-85.4	0.1	-0.1	0	0.1	0.1			
240	13 L 90X 90X 9	Nx	min	15_ULS_3_90	L=0.795	(779)	-106.0	0	0	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(779)	97.4	0	0	0	0	0
			min	EG	0	(779)	0	0.1	-0.2	0	0.1	0
			max	3_ULS_1a_90	0	(779)	-85.9	0	0.1	0	0	0
			min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(779)	-34.5	0	0.1	0	0.1	0
			max	EG	0	(779)	0	0.1	-0.2	0	0.1	0
			min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(779)	-34.5	0	0.1	0	0.1	0
max	EG	0	(779)	0	0.1	-0.2	0	0.1	0			



Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Top\_cross\_arm]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	
241	L 90X 90X 9	Nx	min	15_ULS_3_90	L=0.795	(777)	-105.8	0	0	0	0	0	
			max	EG	0	(777)	0	-0.1	0.1	0	0	0	
			min	3_ULS_1a_90	0	(777)	-85.4	0	-0.1	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(777)	-29.8	0	0	0	0	0	
			min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0.795	(780)	-33.9	0	-0.1	0.2	0	0	0
			max	EG	0.795	(780)	0	-0.1	0.2	0	0	0.1	0
242	L 90X 90X 9	Mz	min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0.795	(780)	-33.9	0	-0.1	0	0	0	
			max	EG	0.795	(780)	0	-0.1	0.2	0	0	0.1	0
			min	15_ULS_3_90	L=1.043	(782)	-106.0	0	0	0	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(782)	134.9	0	0	0	0	0	0
			min	EG	0	(782)	0	-0.1	0	0	0	0	0
			max	3_ULS_1a_90	0	(782)	-85.9	0	0	0	0	0	0
243	L 90X 90X 9	My	min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	1.043	(782)	-34.5	0	0	0	0	0	
			max	EG	1.043	(782)	0	-0.1	0.2	0	0	0.1	0
			min	EG	0	(782)	0	-0.1	0	0	0	0	0
			max	EG	1.043	(782)	0	-0.1	0	0	0	0	0
			min	15_ULS_3_90	L=1.043	(780)	-105.8	0	0	0	0	0	0
			max	EG	0	(780)	0	0.1	-0.2	0	0	0.1	0
244	L 90X 90X 9	Tx	min	3_ULS_1a_90	0	(780)	-85.4	0	0	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(780)	-54.8	0	0	0	0	0	
			min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(780)	-33.9	0	0	0	0	0	
			max	EG	0	(780)	0	0.1	-0.2	0	0	0.1	0
			min	EG	1.043	(783)	0	0.1	0	0	0	0	0
			max	EG	0	(780)	0	0.1	-0.2	0	0	0.1	0
244	L 90X 90X 9	Nx	min	15_ULS_3_90	L=1.144	(785)	-106.0	0	0	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(785)	159.9	0	0	0	0	0	
			min	EG	0	(785)	0	0	-0.1	0	0	0	
			max	3_ULS_1a_90	0	(785)	-85.9	0	0	0	0	0	
			min	EG	0.801	(785)	0	0	0	0	0	0	
			max	ULS_5a	1.143	(785)	159.9	0	0	0	0	0	

**Project**

Analysis by

Model: s+0\_TWIN\_TOWERS\_R7.axs

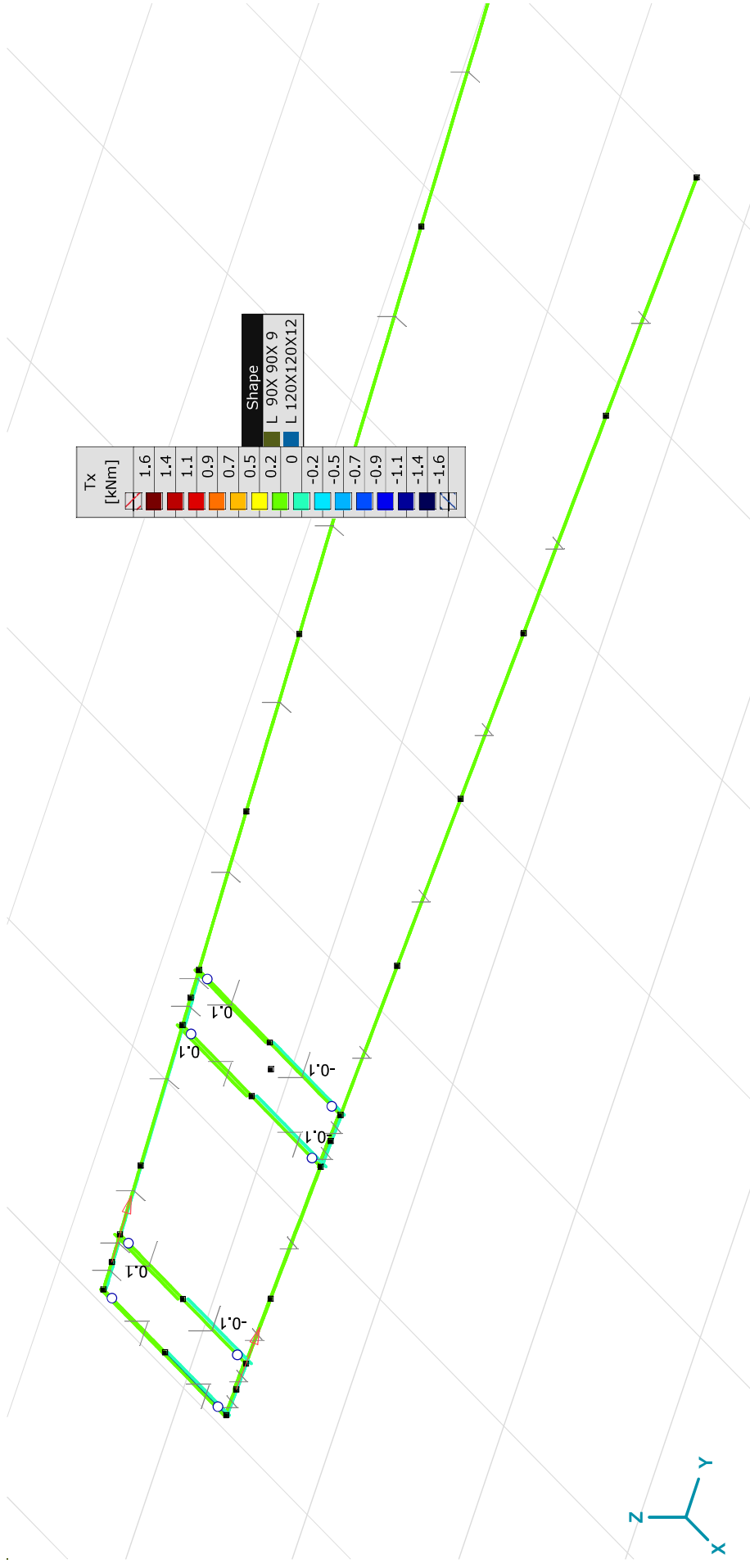
6/15/2021

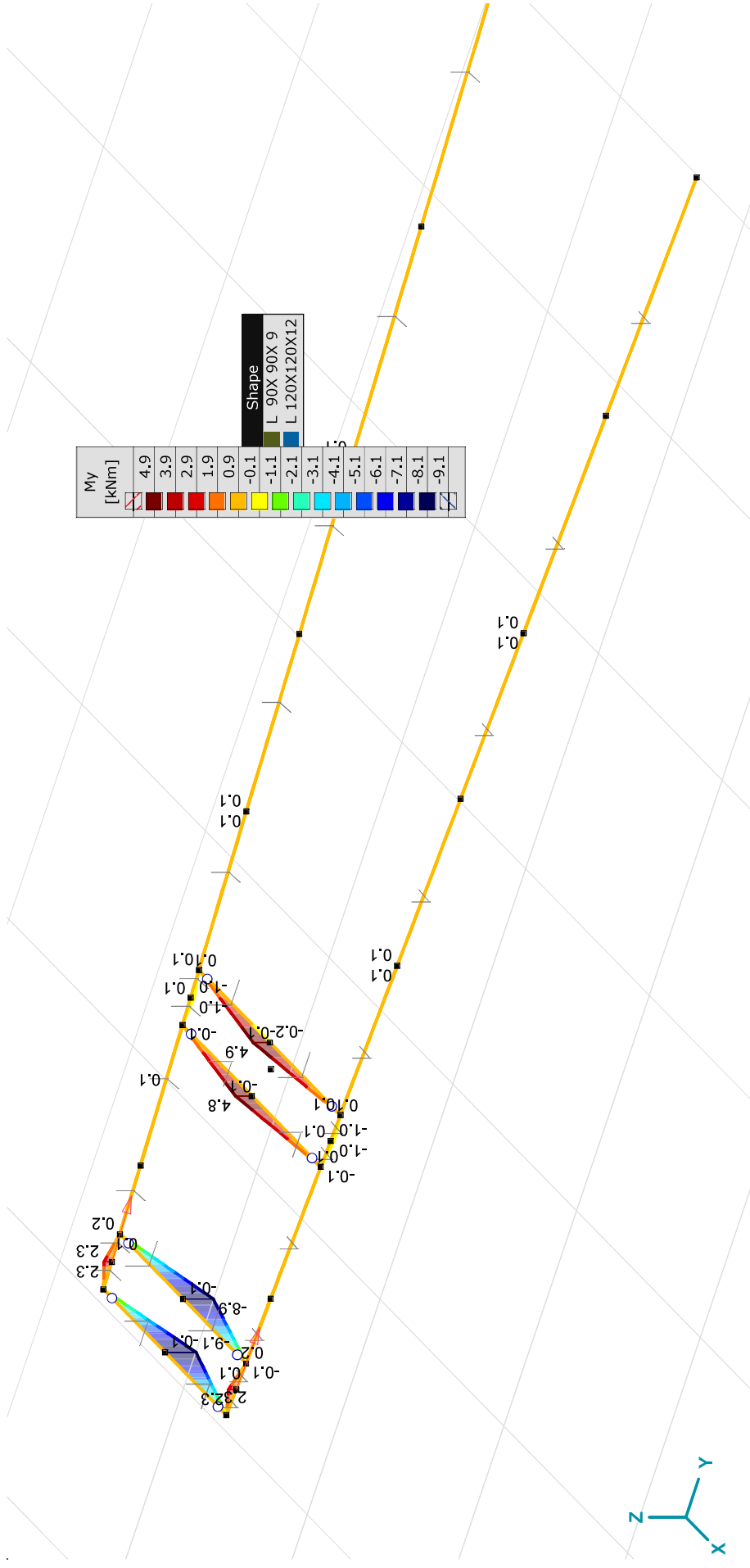
Page 40

**Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Top\_cross\_arm]**

Sh.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
		Mz	min max	EG ULS_5a	1.143 1.143		0 159.9	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
245	13 L 90X 90X 9				L=1.144							
		Nx	min max	15 ULS_3_90 EG	0 (783)	(783)	-105.8 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
		Tx	min max	3 ULS_1a_90 ULS_5a	0 0	(783) (783)	-85.4 -80.8	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
		My	min max	EG ULS_5a	0.343 0	(783) (783)	0 -80.8	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
		Mz	min max	EG EG	0 1.144	(783) (786)	0 0	0 0	0 0.1	0 0	0 0	0 0
258	5 L 120X120X12				L=0.572							
		Nx	min max	ULS_5a 11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0 0	(769) (769)	-34.0 0.1	7.0 -0.3	-0.2 8.6	0 0	0 0	0 0
		Tx	min max	ULS_5a 3 ULS_1a_90	0 0	(769) (769)	-34.0 0.1	7.0 0.3	-0.2 8.6	0 0.1	0 0	0 0
		My	min max	ULS_5a 3 ULS_1a_90	0.572 0.572	(770) (770)	-34.0 0.1	7.0 0.3	-0.2 8.6	0 0.1	-0.2 4.9	-4.0 -0.2
		Mz	min max	ULS_5a 11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0.572 0.572	(770) (770)	-34.0 0.1	7.0 -0.3	-0.2 8.6	0 0	-0.2 4.9	-4.0 0.1
259	5 L 120X120X12				L=0.559							
		Nx	min max	3 ULS_1a_90 ULS_5a	0 0	(764) (764)	-0.4 32.8	10.3 7.7	-8.4 -0.3	0.1 0	4.7 0.2	5.7 4.3
		Tx	min max	ULS_5a 3 ULS_1a_90	0 0	(764) (764)	32.8 -0.4	7.7 10.3	-0.3 -8.4	0 0.1	0.2 4.7	4.3 5.7
		My	min max	EG 11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0 0	(764) (764)	0 -0.4	-0.1 10.0	0.1 -8.5	0 0.1	-0.1 4.8	-0.1 5.6
		Mz	min max	EG 3 ULS_1a_90	0 0	(764) (764)	0 -0.4	-0.1 10.3	0.1 -8.4	0 0.1	-0.1 4.7	-0.1 5.7

Sh.: Cross-section; C: Extremal component; min, max.: Extreme type; Case: Load case of extreme; Loc.: Cross-section local x position on the beam; Nx: Axial force; Vy: Shear force in local y direction; Vz: Shear force in local z direction; Tx: Torsional moment; My: Flexural moment about local y axis; Mz: Flexural moment about local z axis;



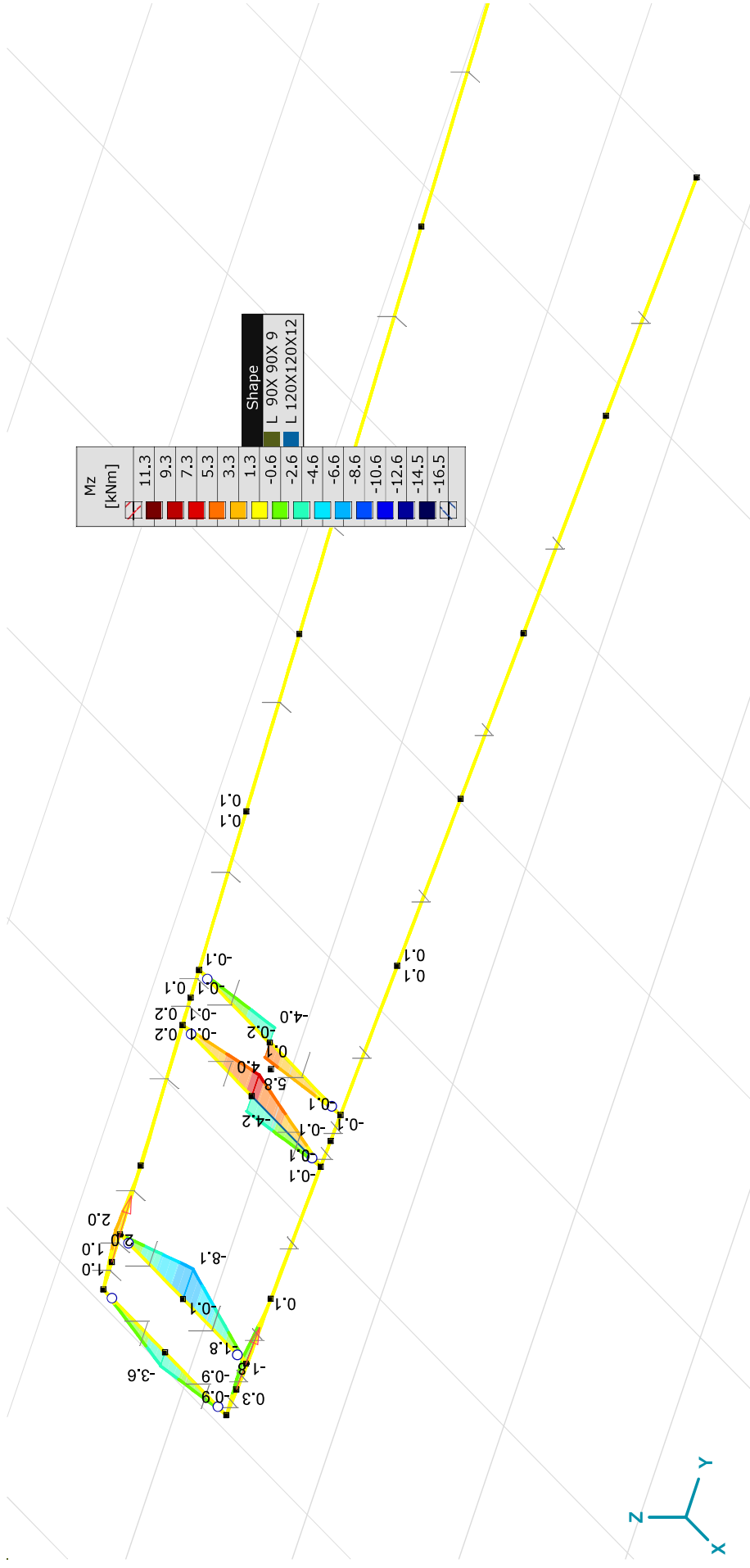


[[], > Top\_cross\_arm, Linear, Envelope (Load cases), My [kNm], Filled diagram

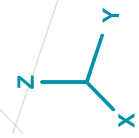
### Project

Analysis by

Model: s+0\_TWIN\_TOWERS\_R7.axs



[I], > Top\_cross\_arm, Linear, Envelope (Load cases), Mz [kNm], Filled diagram



### Project

Analysis by

Model: s+0\_TWIN\_TOWERS\_R7.axs

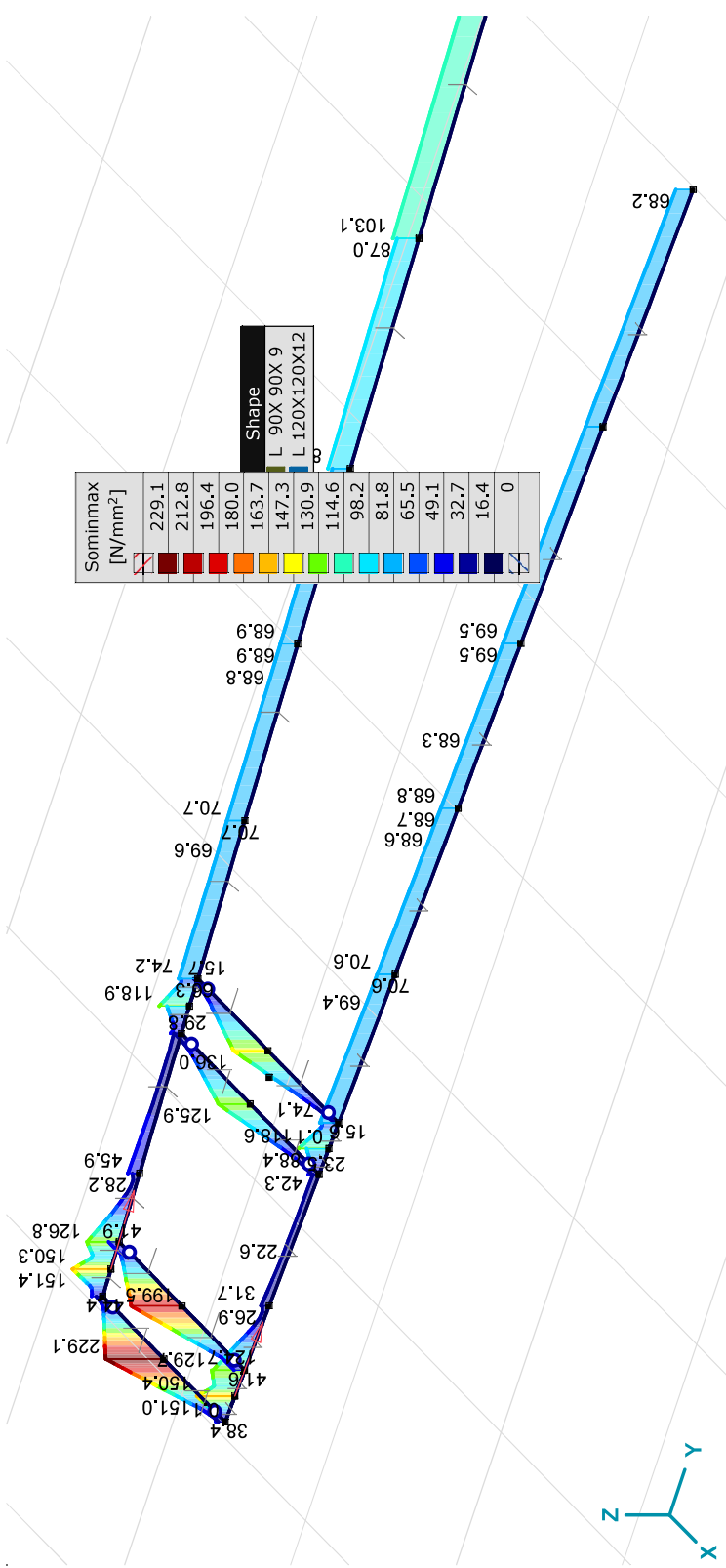
6/15/2021

Page 44

### Beam stresses [Linear, Envelope (Load cases), Top\_cross\_arm]

Ext.	Sh.	Cross-section name	C	min.	max.	Case	Loc. [m]	Node	Smin [N/mm <sup>2</sup> ]	Smax [N/mm <sup>2</sup> ]	Vmin [N/mm <sup>2</sup> ]	Vmax [N/mm <sup>2</sup> ]	Somin [N/mm <sup>2</sup> ]	Somax [N/mm <sup>2</sup> ]	Vymean [N/mm <sup>2</sup> ]	Vzmean [N/mm <sup>2</sup> ]
			Somin	min		EG	0	(769)	0	0	0	0.2	0	0.4	0	-0.1
258	5	L 120X120X12	Somin	min		EG	0	(769)	0	0	0	0.2	0	0.4	0	-0.1
244	13	L 90X 90X 9	Somax	max		ULS 5a	0	(785)	103.0	103.0	0	0.1	103.0	103.0	0	0
228	13	L 90X 90X 9	Somin	min		EG	0.190		-0.2	0.1	0	0.1	0	0.2	0	0
215	5	L 120X120X12	Somax	max		3 ULS 1a_90	0	(752)	-229.1	154.1	0	14.7	0.7	229.1	-1.5	6.5

Sh.: Cross-section; C: Extreml component; min, max.: Load case of extreme; Loc.: Cross-section local x position on the beam; Smin: Axial stress cross-section minimum; Smax: Axial stress cross-section maximum; Vmin: Shear stress in local y direction; Vmax: Shear stress cross-section maximum; Somax: Von Mises stress cross-section maximum; Somin: Von Mises stress cross-section minimum; Vymean: Shear stress in local y direction; Vzmean: Shear stress in local z direction;



[f], > Top\_cross\_arm, Linear, Envelope (Load cases), Sominmax [N/mm<sup>2</sup>], Filled diagram

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Mid\_cross\_arm]

Sh.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
132	4 L 120X120X10	Nx	min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	L=0.335	(455)	-0.1	-0.8	13.4	0	-4.5	-0.3
			max	ULS_5a	0	(455)	8.4	-2.3	7.1	0	-2.4	-0.8
			min	ULS_5a	0	(455)	8.4	-2.3	7.1	0	-2.4	-0.8
			max	15_ULS_3_90	0	(455)	0.2	-10.3	19.5	0	-6.5	-3.5
			min	15_ULS_3_90	0	(455)	0.2	-10.3	19.5	0	-6.5	-3.5
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0.335	(454)	-0.1	-0.8	13.4	0	0	0
			min	15_ULS_3_90	0	(455)	0.2	-10.3	19.5	0	-6.5	-3.5
max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0.335	(454)	-0.1	-0.8	13.4	0	0	0			
133	4 L 120X120X10	Nx	min	ULS_5a	L=0.335	(456)	-8.0	2.3	-2.3	0	0	0
			max	15_ULS_3_90	0	(456)	1.3	10.3	-19.5	0	0	0
			min	ULS_5a	0	(456)	-8.0	2.3	-2.3	0	0	0
			max	15_ULS_3_90	0	(456)	1.3	10.3	-19.5	0	0	0
			min	15_ULS_3_90	0.335	(455)	1.3	10.3	-19.5	0	-6.5	-3.5
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(456)	-0.1	0.8	-13.3	0	0	0
			min	15_ULS_3_90	0.335	(455)	1.3	10.3	-19.5	0	-6.5	-3.5
max	ULS_5a	0	(456)	-8.0	2.3	-2.3	0	0	0			
134	13 L 90X90X9	Nx	min	EG	L=0.124	(457)	0.1	0	-0.2	0	0	0
			max	15_ULS_3_90	0	(457)	10.3	-0.6	-8.6	0	1.1	-0.1
			min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(457)	0.8	-0.1	-4.9	0	0.6	0
			max	EG	0	(457)	0.1	0	-0.2	0	0	0
			min	ULS_5a	0.124	(454)	2.9	8.2	-9.7	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(457)	2.9	8.2	-9.7	0	1.2	1.0
			min	15_ULS_3_90	0	(457)	10.3	-0.6	-8.6	0	1.1	-0.1
max	ULS_5a	0	(457)	2.9	8.2	-9.7	0	1.2	1.0			
136	13 L 90X90X9	Nx	min	EG	L=0.124	(456)	0.1	0	0.2	0	0	0
			max	15_ULS_3_90	0	(456)	10.4	-0.5	9.3	0	0	0
			min	EG	0	(456)	0.1	0	0.2	0	0	0
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(456)	0.8	0.1	4.9	0	0	0
			min	ULS_5a	0.124	(459)	1.6	8.1	-4.5	0	-0.6	-1.0
			max	15_ULS_3_90	0.124	(459)	10.4	-0.5	9.3	0	1.2	0.1
			min	ULS_5a	0.124	(459)	1.6	8.1	-4.5	0	-0.6	-1.0
max	15_ULS_3_90	0.124	(459)	10.4	-0.5	9.3	0	1.2	0.1			

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Mid\_cross\_arm]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
137	L 90X90X9	Nx	min	15 ULS_3_90	L=0.124	(460)	-124.7	-0.6	12.7	0	-0.5	-0.2
			max	3 ULS_1a_90	0	(460)	4.7	-0.4	10.8	0	-0.4	-0.1
			min	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(460)	0.8	-0.1	7.1	0	-0.3	0
			max	EG	0	(460)	0.1	0	0.2	0	0	0
			min	15 ULS_3_90	0	(460)	-124.7	-0.6	12.7	0	-0.5	-0.2
			max	ULS_5a	0.124	(460)	-106.1	8.2	6.6	0	1.2	1.0
139	L 90X90X9	Nx	min	15 ULS_3_90	L=0.124	(459)	-124.6	-0.5	-12.8	0	1.2	0.1
			max	ULS_5a	0	(459)	98.6	8.1	-0.9	0	-0.6	-1.0
			min	EG	0	(459)	0.1	0	-0.2	0	0	0
			max	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(459)	-38.7	0.1	-7.1	0	0.6	0
			min	ULS_5a	0.124	(462)	98.6	8.1	-0.9	0	-0.7	-2.0
			max	15 ULS_3_90	0	(459)	-124.6	-0.5	-12.8	0	1.2	0.1
140	L 120X120X10	Nx	min	ULS_5a	L=0.355	(460)	-15.0	2.7	-6.2	0	0	0
			max	15 ULS_3_90	0	(460)	0.2	10.0	-13.4	0	0	0
			min	ULS_5a	0	(460)	-15.0	2.7	-6.2	0	0	0
			max	15 ULS_3_90	0	(460)	0.2	10.0	-13.4	0	0	0
			min	15 ULS_3_90	0.355	(461)	0.2	10.0	-13.4	0	-4.8	-3.5
			max	EG	0	(460)	-0.1	0.1	-0.1	0	0	0
141	L 120X120X10	Nx	min	3 ULS_1a_90	0.355	(461)	-0.4	12.2	-11.4	0	-4.1	-4.3
			max	ULS_5a	0	(460)	-15.0	2.7	-6.2	0	0	0
			min	15 ULS_3_90	L=0.355	(461)	-1.7	-10.0	13.4	0	-4.8	-3.5
			max	ULS_5a	0	(461)	14.2	-2.7	1.7	0	-0.6	-1.0
			min	15 ULS_3_90	0	(461)	14.2	-2.7	1.7	0	-0.6	-1.0
			max	15 ULS_3_90	0	(461)	-1.7	-10.0	13.4	0	-4.8	-3.5
144	L 120X120X10	My	min	15 ULS_3_90	0.355	(461)	-1.7	-10.0	13.4	0	-4.8	-3.5
			max	ULS_5a	0	(462)	14.2	-2.7	1.7	0	-4.8	0



Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Mid\_cross\_arm]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
		Mz	min	3_ULS_1a_90	0	(461)	-1.2	-12.2	11.4	0	-4.1	-4.3
			max	EG	0.355	(462)	-0.1	-0.1	0.1	0	0	0
142	L 90X 90X 9	Nx	min	15_ULS_3_90	L=0.313	(463)	-134.7	-0.1	-0.7	0	-0.3	-0.2
			max	ULS_5a	0	(463)	4.0	-7.0	0.4	0	0.3	-0.2
			min	15_ULS_3_90	0	(463)	-134.7	-0.1	-0.7	0	-0.3	-0.2
			max	EG	0	(463)	0	-0.1	0	0	0	0
			min	15_ULS_3_90	0.313	(463)	-134.7	-0.1	-0.7	0	-0.5	-0.2
			max	ULS_5a	0.313	(463)	4.0	-7.0	0.4	0	0.4	2.0
			min	15_ULS_3_90	0	(463)	-134.7	-0.1	-0.7	0	-0.3	-0.2
			max	ULS_5a	0.313	(463)	4.0	-7.0	0.4	0	0.4	2.0
143	L 90X 90X 9	Nx	min	15_ULS_3_90	L=0.313	(462)	-134.7	1.0	0.6	0	-0.4	0.1
			max	ULS_5a	0	(462)	82.0	-6.6	0.8	0	-0.7	-2.0
			min	EG	0	(462)	0	0.1	-0.1	0	0	0
			max	15_ULS_3_90	0	(462)	-134.7	1.0	0.6	0	-0.4	0.1
			min	ULS_5a	0	(462)	82.0	-6.6	0.8	0	-0.7	-2.0
			max	EG	0	(462)	0	0.1	-0.1	0	0	0
			min	15_ULS_3_90	0	(462)	82.0	-6.6	0.8	0	-0.7	-2.0
			max	ULS_5a	0	(462)	-134.7	1.0	0.6	0	-0.4	0.1
144	L 90X 90X 9	Nx	min	15_ULS_3_90	L=0.634	(466)	-134.6	0.4	-0.7	0	0.1	0.1
			max	ULS_5a	0	(466)	39.6	0.4	0.4	0	0	0.1
			min	15_ULS_3_90	0	(466)	-134.6	0.4	-0.7	0	0.1	0.1
			max	EG	0	(466)	0	0	-0.1	0	0	0
			min	15_ULS_3_90	0.634	(466)	-134.6	0.4	-0.7	0	-0.3	-0.2
			max	ULS_5a	0.634	(466)	39.6	0.4	0.4	0	0.3	-0.2
			min	15_ULS_3_90	0.634	(466)	-134.6	0.4	-0.7	0	-0.3	-0.2
			max	ULS_5a	0	(466)	39.6	0.4	0.4	0	0	0.1
145	L 90X 90X 9	Nx	min	15_ULS_3_90	L=0.634	(464)	-134.6	-0.4	0.6	0	-0.2	-0.2
			max	ULS_5a	0	(464)	41.5	0.1	0.8	0	-0.4	0
			min	EG	0	(464)	0	0	0	0	0	0
			max	15_ULS_3_90	0	(464)	-134.6	-0.4	0.6	0	-0.2	-0.2

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Mid\_cross\_arm]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	
146	4 L 120X120X10	My	min	ULS_5a	0	(464)	41.5	0.1	0.8	0	-0.4	0	
			max	3 ULS_1a_90	0.634	(468)	-106.5	-0.3	0.6	0	0.2	0	
			min	15 ULS_3_90	0	(464)	-134.6	-0.4	0.6	0	-0.2	-0.2	
			max	15 ULS_3_90	0.634	(468)	-134.6	-0.4	0.6	0	0.1	0.1	
147	13 L 90X 90X 9	Nx	min	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	L=0.428	(467)	-1.1	9.0	-5.8	0	2.5	3.8	
			max	ULS_5a	0	(467)	4.1	0	-0.2	0	0.1	0	
			min	EG	0	(467)	0	-0.1	0.1	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(467)	4.1	0	-0.2	0	0.1	0	
			min	EG	0	(467)	0	-0.1	0.1	0	0	0	
			max	3 ULS_1a_90	0	(467)	-0.5	9.9	-5.9	0	2.5	4.2	
		Tx	min	EG	0	(467)	0	-0.1	0.1	0	0	0	0
			max	3 ULS_1a_90	0	(467)	-0.5	9.9	-5.9	0	2.5	4.2	
			min	EG	0	(467)	0	-0.1	0.1	0	0	0	0
			max	3 ULS_1a_90	0	(467)	-0.5	9.9	-5.9	0	2.5	4.2	
			min	ULS_5a	0	(468)	-141.6	0	2.5	0	-0.2	0	0.1
			max	ULS_5a	0	(469)	68.5	-0.8	0.6	0	-0.1	0	0
148	13 L 90X 90X 9	Tx	min	3 ULS_1a_90	0	(469)	-116.4	0.1	5.2	0	-0.5	0	
			max	ULS_5a	0	(469)	68.5	-0.8	0.6	0	-0.1	0	
			min	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(469)	-72.2	0.2	5.4	0	-0.5	0	
			max	3 ULS_1a_90	0.125	(469)	-116.4	0.1	5.2	0	0.2	0	
			min	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0.125	(469)	-72.2	0.2	5.4	0	0.1	0	
			max	ULS_5a	0.125	(469)	68.5	-0.8	0.6	0	-0.1	0	
		My	min	15 ULS_3_90	0	(468)	-141.7	0.1	-2.6	0	0.1	0.1	
			max	ULS_5a	0	(468)	17.6	-0.4	0.3	0	0.1	0	
			min	ULS_5a	0	(468)	17.6	-0.4	0.3	0	0.1	0	
			max	3 ULS_1a_90	0	(468)	-116.4	-0.1	-5.3	0	0.2	0	
			min	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0.125	(471)	-72.2	-0.2	-5.4	0	-0.5	0	
			max	3 ULS_1a_90	0	(468)	-116.4	-0.1	-5.3	0	0.2	0	
Mz	min	ULS_5a	0	(468)	17.6	-0.4	0.3	0	0.1	0			
	max	15 ULS_3_90	0	(468)	-141.7	0.1	-2.6	0	0.1	0.1			
	min	15 ULS_3_90	0	(472)	-141.6	0.1	-2.7	0	0.2	0.1			
	max	ULS_5a	0	(472)	68.5	-0.9	0.4	0	-0.1	-0.1			
	min	ULS_5a	0	(472)	68.5	-0.9	0.4	0	-0.1	-0.1			
	max	15 ULS_3_90	0	(472)	-141.6	0.1	-2.7	0	0.2	0.1			

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Mid\_cross\_arm]

Sh.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]		
151	13 L 90X 90X 9	Tx	min	3_ULS_1a_90	0	(472)	-116.4	0.2	-5.8	0	0.2	0.1		
			max	ULS_5a	0	(472)	68.5	-0.9	0.4	0	-0.1	-0.1		
		My	min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0.124	(469)	-72.2	0.2	-6.0	0	0	-0.5	0	
			max	3_ULS_1a_90	0	(472)	-116.4	0.2	-5.8	0	0	0.2	0.1	
		Mz	min	ULS_5a	0	(472)	68.5	-0.9	0.4	0	0	-0.1	-0.1	
			max	15_ULS_3_90	0	(472)	-141.6	0.1	-2.7	0	0	0.2	0.1	
152	4 L 120X120X10	Nx	min	15_ULS_3_90	I=0.124	(471)	-141.7	0	2.7	0	-0.2	0.1		
			max	ULS_5a	0	(471)	17.6	-0.4	-0.4	0	0.1	0		
		Tx	min	ULS_5a	0	(471)	17.6	-0.4	-0.4	0	0	0.1	0	
			max	3_ULS_1a_90	0	(471)	-116.4	-0.2	5.8	0	0	-0.5	0	
		My	min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(471)	-72.2	-0.2	5.9	0	0	-0.5	0	
			max	3_ULS_1a_90	0.124	(474)	-116.4	-0.2	5.8	0	0	0.2	0.1	
		Mz	min	EG	0.124	(474)	0.1	0	-0.2	0	0	0	0	
			max	ULS_5a	0.124	(474)	17.6	-0.4	-0.4	0	0	0.1	0.1	
		153	4 L 120X120X10	Nx	min	ULS_5a	I=0.448	(472)	-4.6	-0.5	-0.5	0	0	0
					max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(472)	1.2	2.0	6.2	0	0	0
Tx	min			15_ULS_3_90	0	(472)	-0.4	4.3	2.9	0	0	0	0	
	max			ULS_5a	0	(472)	-4.6	-0.5	-0.5	0	0	0	0	
My	min			ULS_5a	0.448	(473)	-4.6	-0.5	-0.5	0	0	-0.2	0.2	
	max			11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0.448	(473)	1.2	2.0	6.2	0	0	2.8	-0.9	
Mz	min			15_ULS_3_90	0.448	(473)	-0.4	4.3	2.9	0	0	1.3	-1.9	
	max			ULS_5a	0.448	(473)	-4.6	-0.5	-0.5	0	0	-0.2	0.2	
154	13 L 90X 90X 9			Nx	min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	I=0.448	(473)	-1.2	-2.0	-6.2	0	2.7	-0.9
					max	ULS_5a	0	(473)	4.6	0.5	0.3	0	-0.1	0.2
		Tx	min	15_ULS_3_90	0	(473)	0.4	-4.3	-2.9	0	0	1.3	-1.9	
			max	ULS_5a	0	(473)	4.6	0.5	0.3	0	0	-0.1	0.2	
		My	min	ULS_5a	0	(473)	4.6	0.5	0.3	0	0	-0.1	0.2	
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(473)	-1.2	-2.0	-6.2	0	0	2.7	-0.9	
		Mz	min	15_ULS_3_90	0	(473)	0.4	-4.3	-2.9	0	0	1.3	-1.9	
			max	ULS_5a	0	(473)	4.6	0.5	0.3	0	0	-0.1	0.2	



Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Mid\_cross\_arm]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]		
158	L 90X 90X 9	Nx	min	15_ULS_3_90	L=0.358	(481)	-145.9	-0.1	0	0	0	0		
			max	ULS_5a	0.036	(481)	154.0	0.1	0	0	0	0		
			min	3_ULS_1a_90	0	(481)	154.0	0.1	0	0	0	0		
			max	3_ULS_1a_90	0.358	(481)	-139.7	-0.1	0	0	0	0		
			min	ULS_5a	0.358	(481)	-139.7	-0.1	0	0	0	-0.1	0	
			max	3_ULS_1a_90	0	(481)	-139.7	-0.1	0	0	0	0	0	
159	L 90X 90X 9	Nx	min	15_ULS_3_90	L=0.358	(480)	-145.9	0.1	0	0	0	0		
			max	EG	0	(480)	0	0	-0.1	0	0	0		
			min	3_ULS_1a_90	0	(480)	-139.7	0.1	0	0	0	-0.1	0	
			max	ULS_5a	0	(480)	-27.0	0	0	0	0	0	0	
			min	3_ULS_1a_90	0	(480)	-139.7	0.1	0	0	0	0	-0.1	0
			max	EG	0	(480)	0	0	0	-0.1	0	0	0	0
160	L 90X 90X 9	Nx	min	15_ULS_3_90	L=0.898	(484)	-175.9	0.1	0	0	0	0		
			max	ULS_5a	0	(484)	178.0	-0.1	0	0	0	0		
			min	3_ULS_1a_90	0	(484)	178.0	-0.1	0	0	0	0		
			max	3_ULS_1a_90	0.898	(484)	-139.7	0.1	0	0	0	0		
			min	ULS_5a	0.898	(484)	-139.7	0.1	0	0	0	0	0	
			max	3_ULS_1a_90	0.898	(484)	-139.7	0.1	0	0	0	0	0	
161	L 90X 90X 9	Nx	min	15_ULS_3_90	L=0.898	(482)	-175.9	-0.1	0	0	0	0		
			max	EG	0	(482)	0	0	-0.1	0	0	0		
			min	3_ULS_1a_90	0	(482)	-139.7	-0.1	0	0	0	0		
			max	ULS_5a	0	(482)	-53.0	0	0	0	0	0		
			min	3_ULS_1a_90	0	(482)	-139.7	-0.1	0	0	0	0		
			max	ULS_5a	0.898	(485)	-53.0	0	0	0	0	0		

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Mid\_cross\_arm]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	
162	L 90X 90X 9	Mz	min	3_ULS_1a_90	0	(482)	-139.7	-0.1	0	0	0	0	
			max	15_ULS_3_90	0.898	(485)	-175.9	-0.1	0	0	0	0	
163	L 90X 90X 9	Nx	min	15_ULS_3_90	L=0.446	(486)	-175.9	-0.2	0	0	0	-0.1	
			max	ULS_5a	0	(486)	200.0	0.2	0	0	0	0.1	
		Tx	min	ULS_5a	0	(486)	200.0	0.2	0	0	0	0	0.1
			max	3_ULS_1a_90	0	(486)	-139.7	-0.2	0	0	0	0	0
		My	min	EG	0.446	(486)	0	0	0	-0.1	0	0	0
			max	EG	0	(486)	0	0	0	-0.1	0	0	0
		Mz	min	15_ULS_3_90	0	(486)	-175.9	-0.2	0	0	0	0	-0.1
			max	ULS_5a	0	(486)	200.0	0.2	0	0	0	0	0.1
163	L 90X 90X 9	Nx	min	15_ULS_3_90	L=0.446	(485)	-175.9	0.2	0	0	0	0	
			max	EG	0	(485)	0	0	0.1	0	0	0	
		Tx	min	3_ULS_1a_90	0	(485)	-139.7	0.2	0	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(485)	-77.0	0.1	0	0	0	0	
		My	min	EG	0	(485)	0	0	0.1	0	0	0	
			max	EG	0.446	(487)	0	0	0.1	0	0	0	
		Mz	min	15_ULS_3_90	0.446	(487)	-175.9	0.2	0	0	0	-0.1	
			max	15_ULS_3_90	0	(485)	-175.9	0.2	0	0	0	0	
164	L 90X 90X 9	Nx	min	15_ULS_3_90	L=0.551	(489)	-175.9	0.1	0	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(489)	200.0	-0.2	0	0	0	0	
		Tx	min	ULS_5a	0	(489)	200.0	-0.2	0	0	0	0	
			max	3_ULS_1a_90	0	(489)	-139.7	0.1	0	0	0	0	
		My	min	EG	0	(489)	0	0	0	0	0	0	
			max	EG	0.551	(486)	0	0	0.1	0	0	0	
		Mz	min	15_ULS_3_90	0.551	(486)	-175.9	0.1	0	0	0	-0.1	
			max	ULS_5a	0.551	(486)	200.0	-0.2	0	0	0	0	
165	L 90X 90X 9	Nx	min	15_ULS_3_90	L=0.551	(487)	-175.9	-0.1	0	0	0	-0.1	
			max	EG	0	(487)	0	0	-0.1	0	0	0	
		Tx	min	3_ULS_1a_90	0	(487)	-139.7	-0.1	0	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(487)	-77.0	-0.1	0	0	0	0	

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Mid\_cross\_arm]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	
166	13 L 90X 90X 9	My	min	EG	0.551	(490)	0	0	0	0	0	0	
			max	EG	0	(487)	0	0	-0.1	0	0	0	
		Mz	min	15_ULS_3_90	0	(487)	-175.9	0	0	0	0	0	-0.1
			max	15_ULS_3_90	0.551	(490)	-175.9	0	0	0	0	0	0
							L=1.146						
				Nx	min	15_ULS_3_90	0	(492)	-175.9	0	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(492)	222.0	0	0	0	0	0	
		Tx	min	ULS_5a	0	(492)	222.0	0	0	0	0	0	
			max	3_ULS_1a_90	0	(492)	-139.7	0	0	0	0	0	
		My	min	EG	0.917	(492)	0	0	0	0	0	0	
			max	EG	0	(492)	0	0	-0.1	0	0	0	
		Mz	min	ULS_5a	1.146	(489)	222.0	0	0	0	0	0	
			max	15_ULS_3_90	1.146	(489)	-175.9	0	0	0	0	0	
167	13 L 90X 90X 9	Nx	min	15_ULS_3_90	0	(490)	-175.9	0	0	0	0	0	
			max	EG	0	(490)	0	0	0	0	0	0	
		Tx	min	3_ULS_1a_90	0	(490)	-139.7	0	0	0	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(490)	-97.0	0	0	0	0	0	0
				My	min	EG	0.229	(493)	0	0	0	0	0
					max	EG	1.146	(493)	0	0	0.1	0	0
		Mz	min	3_ULS_1a_90	1.146	(493)	-139.7	0	0	0	0	0	
			max	15_ULS_3_90	0	(490)	-175.9	0	0	0	0	0	
168	13 L 90X 90X 9	Nx	min	15_ULS_3_90	0	(495)	-175.9	0	0	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(495)	244.0	0	0	0	0	0	
		Tx	min	ULS_5a	0	(495)	244.0	0	0	0	0	0	0
			max	3_ULS_1a_90	0	(495)	-139.7	0	0	0	0	0	0
				My	min	EG	0.374	(492)	0	0	0	0	0
					max	EG	1.246	(492)	0	0	0.1	0	0
		Mz	min	15_ULS_3_90	0	(495)	-175.9	0	0	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(495)	244.0	0	0	0	0	0	
169	13 L 90X 90X 9	Nx	min	15_ULS_3_90	0	(493)	-175.9	0	0	0	0	0	
			max	EG	0	(493)	0	0	-0.1	0	0	0	

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Mid\_cross\_arm]

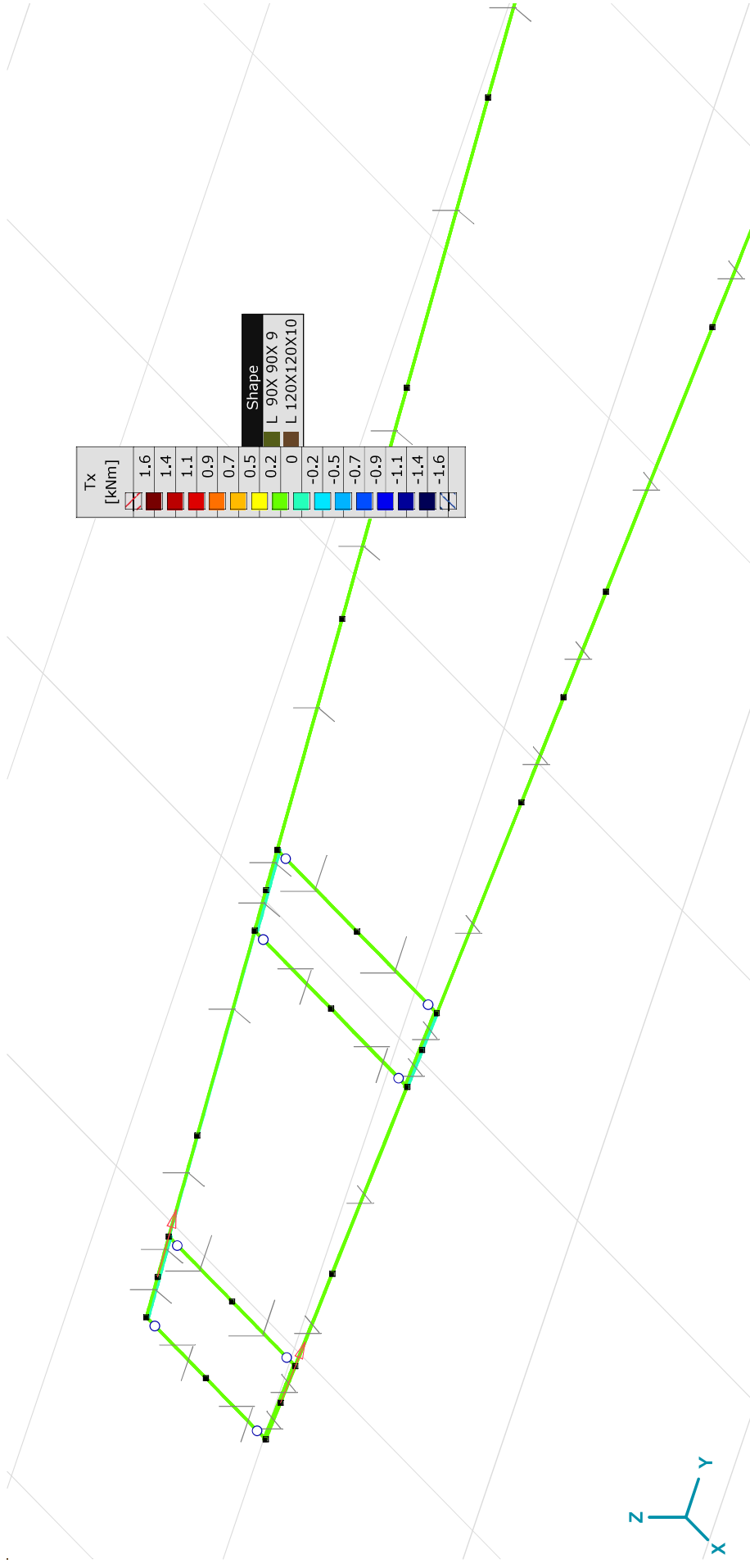
St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	
170	13 L 90X 90X 9	Tx	min	3_ULS_Ia_90	0	(493)	-139.7	0	0	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(493)	-117.0	0	0	0	0	0	
		My	min	EG	0.872			0	0	0	0	0	0
			max	EG	0	(493)		0	0	-0.1	0	0	0
		Mz	min	15_ULS_3_90	1.246	(496)		-175.9	0	0	0	0	0
			max	EG	0	(493)		0	0	-0.1	0	0	0
171	13 L 90X 90X 9				I=0.445								
		Nx	min	15_ULS_3_90	0	(497)	-175.9	0.1	0	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(497)	266.0	-0.2	0	0	0	0	
		Tx	min	ULS_5a	0	(497)	266.0	-0.2	0	0	0	0	
			max	3_ULS_Ia_90	0	(497)	-139.7	0.1	0	0	0	0	
		My	min	EG	0.445	(495)		0	0	0	0	0	0
	max	EG	0	(497)		0	0	-0.1	0	0	0		
	Mz	min	ULS_5a	0	(497)	266.0	-0.2	0	0	0	0		
		max	15_ULS_3_90	0	(497)	-175.9	0.1	0	0	0	0		
172	13 L 90X 90X 9				I=0.445								
		Nx	min	15_ULS_3_90	0	(496)	-175.9	-0.1	0	0	0	0	
			max	EG	0	(496)	0	0	0	0	0	0	
		Tx	min	3_ULS_Ia_90	0	(496)	-139.7	-0.1	0	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(496)	-133.0	-0.1	0	0	0	0	
		My	min	EG	0	(496)	0	0	0	0	0	0	
	max	EG	0.445	(498)		0	0	0.1	0	0	0		
	Mz	min	15_ULS_3_90	0	(496)	-175.9	-0.1	0	0	0	0		
		max	15_ULS_3_90	0.445	(498)	-175.9	-0.1	0	0	0	0		
173	13 L 90X 90X 9				I=0.951								
		Nx	min	15_ULS_3_90	0	(500)	-175.9	0	0	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(500)	266.0	0	0	0	0	0	
		Tx	min	ULS_5a	0	(500)	266.0	0	0	0	0	0	
			max	3_ULS_Ia_90	0	(500)	-139.7	0	0	0	0	0	
		My	min	ULS_5a	0.951	(497)	266.0	0	0	0	0	0	
	max	EG	0.951	(497)	0	0	0	0.1	0	0			
	Mz	min	ULS_5a	0.951	(497)	266.0	0	0	0	0	0		
		max	15_ULS_3_90	0.951	(497)	-175.9	0	0	0	0	0		



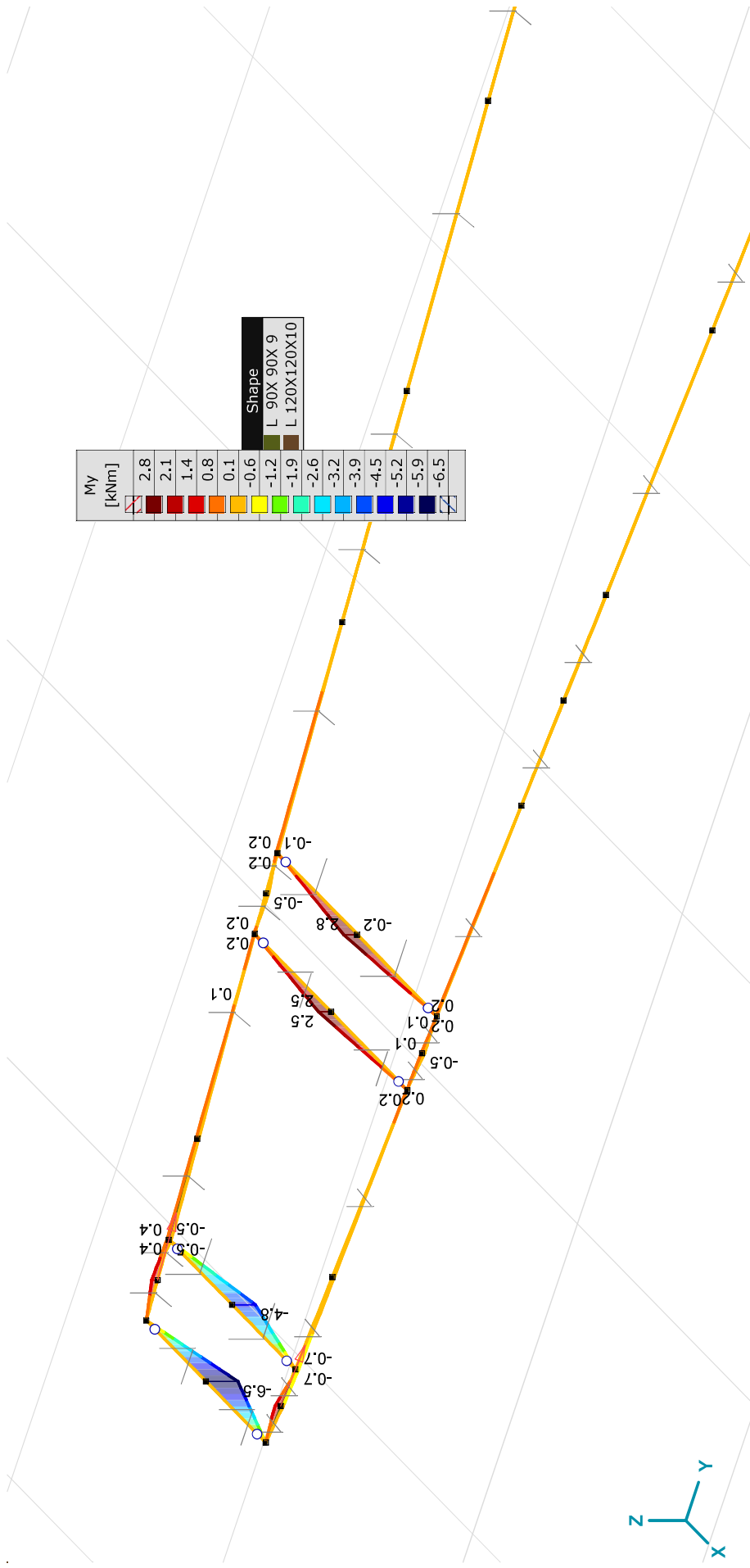
**Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Mid\_cross\_arm]**

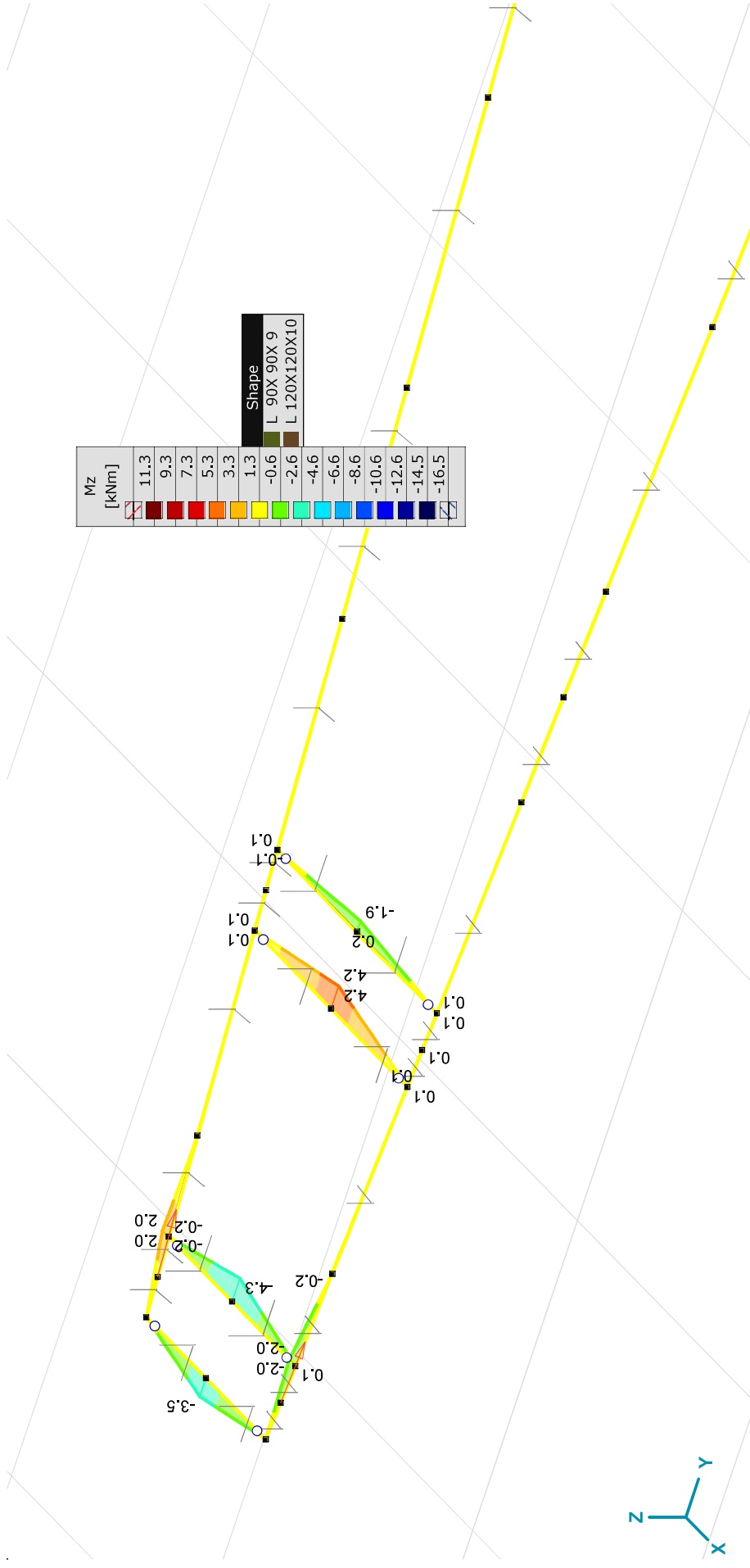
Sh.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
		Nx	min	15_U LS_3_90	0	(498)	-175.9	0	0	0	0	0
			max	EG	0	(498)	0	-0.1	0	0	0	0
		Tx	min	3_U LS_1a_90	0	(498)	-139.7	0	0	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(498)	-133.0	0	0	0	0	0
		My	min	EG	0.666		0	0	0	0	0	0
			max	EG	0	(498)	0	0	-0.1	0	0	0
		Mz	min	EG	0	(498)	0	0	-0.1	0	0	0
			max	15_U LS_3_90	0	(498)	-175.9	0	0	0	0	0
263	4 L 120X120X10				L=0.428							
		Nx	min	ULS_5a	0	(468)	-4.2	0	0.5	0	0	0
			max	11_U LS_1a_0.9_0.9_90	0	(468)	2.0	-9.0	5.8	0	0	0
		Tx	min	3_U LS_1a_90	0	(468)	1.6	-9.9	5.9	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(468)	-4.2	0	0.5	0	0	0
		My	min	EG	0.428	(467)	0	0.1	-0.1	0	0	0
			max	3_U LS_1a_90	0.428	(467)	1.6	-9.9	5.9	0	2.5	4.2
		Mz	min	EG	0.428	(467)	0	0.1	-0.1	0	0	0
			max	3_U LS_1a_90	0.428	(467)	1.6	-9.9	5.9	0	2.5	4.2

Sh.: Cross-section; C: Extremal component; min, max.: Extreme type; Case: Load case of extreme; Loc.: Cross-section local x position on the beam; Nx: Axial force; Vy: Shear force in local y direction; Vz: Shear force in local z direction; Tx: Torsional moment; My: Flexural moment about local y axis; Mz: Flexural moment about local z axis;



[1] > Mid\_cross\_arm, Linear, Envelope (Load cases),  $T_x$  [kNm], Filled diagram





[1] > Mid\_cross\_arm, Linear, Envelope (Load cases), Mz [kNm], Filled diagram

# Project

Analysis by

Model: s+0\_TWIN\_TOWERS\_R7.axs

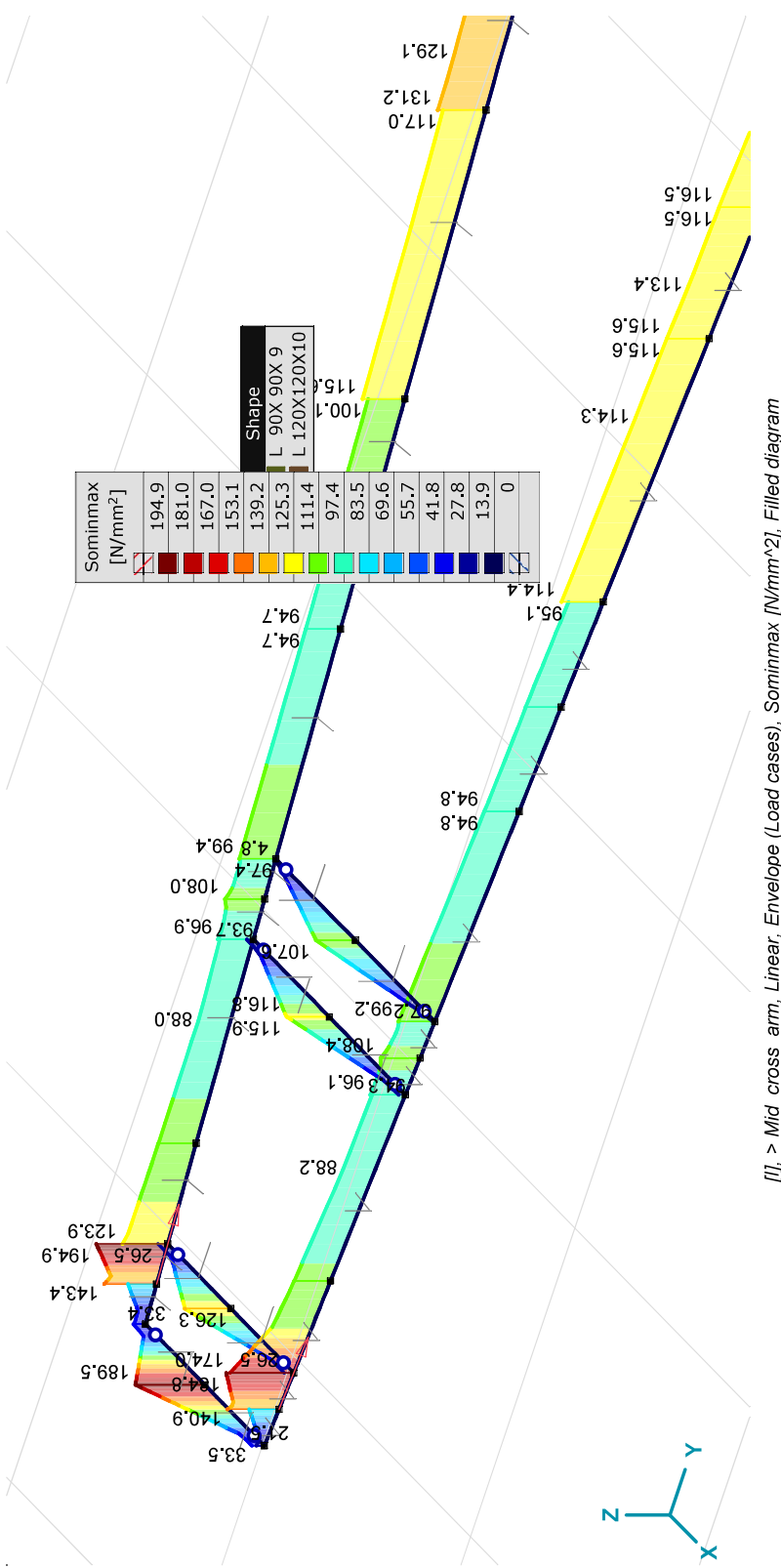
6/15/2021

Page 59

## Beam stresses [Linear, Envelope (Load cases), Mid\_cross\_arm]

Ext.	Sh.	Cross-section name	C	min.	max.	Case	Loc. [m]	Node	Smin [N/mm <sup>2</sup> ]	Smax [N/mm <sup>2</sup> ]	Vmin [N/mm <sup>2</sup> ]	Vmax [N/mm <sup>2</sup> ]	Somin [N/mm <sup>2</sup> ]	Somax [N/mm <sup>2</sup> ]	Vymean [N/mm <sup>2</sup> ]	Vzmean [N/mm <sup>2</sup> ]
163	13	L 90X 90X 9	Somin	min	EG	0	(485)		-0.4	0.3	0	0.1	0	0.4	0	0
172	13	L 90X 90X 9	Somax	max	ULS 5a	0	(500)		171.4	171.4	0	0.1	171.4	171.4	0	0
173	13	L 90X 90X 9	Somin	min	EG	0.951	(501)		0	0	0	0	0	0.1	0	0
137	13	L 90X 90X 9	Somax	max	ULS 5a	0	(460)		-194.9	18.7	0	1.8	19.0	194.9	5.3	4.3

Sh.: Cross-section; C: Extremal component; min, max.: Extreme type; Case: Load case of extreme; Loc.: Cross-section local x position on the beam; Smin: Axial stress cross-section minimum; Smax: Axial stress cross-section maximum; Vmin: Shear stress cross-section minimum; Vmax: Shear stress cross-section maximum; Somin: Von Mises stress cross-section minimum; Somax: Von Mises stress cross-section maximum; Vymean: Shear stress in local y direction; Vzmean: Shear stress in local z direction;



[1], > Mid\_cross\_arm, Linear, Envelope (Load cases), Sominmax [N/mm<sup>2</sup>], Filled diagram

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Lower\_cross\_arm]

Sh.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
32	L 120X120X10	Nx	min	EG	L=0,381	(190)	0	0	0	0	0	0
			max	15_ULS_3_90	0	(190)	2.8	-6.9	17.4	0	-6.6	-2.6
			min	ULS_5a	0	(190)	2.1	-10.5	6.8	0	-2.6	-4.0
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(190)	1.4	0.2	10.9	0	-4.1	0.1
			min	15_ULS_3_90	0	(190)	2.8	-6.9	17.4	0	-6.6	-2.6
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0.381	(189)	1.4	0.2	10.9	0	0	0
33	L 120X120X10	Tx	min	EG	L=0,381	(191)	0	0	-0.1	0	0	0
			max	15_ULS_3_90	0	(191)	2.9	7.0	-17.4	0	0	0
			min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(191)	1.3	-0.5	-10.9	0	0	0
			max	15_ULS_3_90	0	(191)	2.9	7.0	-17.4	0	0	0
			min	15_ULS_3_90	0.381	(190)	2.9	7.0	-17.4	0	-6.6	-2.7
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(191)	1.3	-0.5	-10.9	0	0	0
34	L 90X 90X 9	Mz	min	15_ULS_3_90	0.381	(190)	2.9	7.0	-17.4	0	-6.6	-2.7
			max	ULS_5a	0.381	(190)	0.2	-1.8	-2.9	0	-1.1	0.7
			min	EG	L=0,125	(192)	0	0	0	0	0	0
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(192)	0	1.4	-10.9	0	1.4	0.2
			min	ULS_5a	0	(192)	10.7	0.5	-6.8	0	0.8	0.1
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(192)	0	1.4	-10.9	0	1.4	0.2
36	L 90X 90X 9	My	min	ULS_5a	0.125	(189)	10.7	0.5	-6.8	0	0.8	0.1
			max	15_ULS_3_90	0	(192)	7.3	1.8	-17.4	0	2.2	0.2
			min	EG	0	(192)	0	0	-0.1	0	0	0
			max	3_ULS_1a_90	0	(192)	3.1	1.9	-15.6	0	2.0	0.2
			min	ULS_5a	L=0,125	(191)	-1.8	-0.5	2.9	0	0	0
			max	15_ULS_3_90	0	(191)	7.3	-1.8	17.4	0	0	0
36	L 90X 90X 9	Tx	min	EG	0	(191)	0	0	0.1	0	0	0
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(191)	-0.3	-1.3	10.9	0	0	0
			min	15_ULS_3_90	0	(191)	7.3	-1.8	17.4	0	0	0
			max	15_ULS_3_90	0.125	(194)	7.3	-1.8	17.4	0	2.2	0.2
			min	EG	0.125	(194)	0	0	0.1	0	0	0
			max	3_ULS_1a_90	0.125	(194)	2.9	-1.8	15.6	0	2.0	0.2

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Lower\_cross\_arm]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	
37	L 90X 90X 9	Nx	min	ULS_5a	L=0.125	(195)	-129.3	0.5	5.6	0	0.1	0.1	
			max	15_ULS_3_90	0	(195)	7.3	1.8	15.2	0	0.3	0.4	
			min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(195)	-28.0	1.4	9.3	0	0.2	0.4	
			max	ULS_5a	0	(195)	-129.3	0.5	5.6	0	0.1	0.1	
			min	EG	0	(195)	0	0	0.1	0	0	0	0
			max	15_ULS_3_90	0.125	(195)	7.3	1.8	15.2	0	2.2	0.2	0.2
39	L 90X 90X 9	Mz	min	EG	0	(195)	0	0	0.1	0	0	0	
			max	3_ULS_1a_90	0	(195)	-56.9	1.9	13.4	0	0.3	0.5	
			min	3_ULS_1a_90	L=0.125	(194)	-57.1	-1.8	-13.4	0	2.0	0.2	
			max	15_ULS_3_90	0	(194)	7.3	-1.8	-15.2	0	2.2	0.2	
			min	EG	0	(194)	0	0	-0.1	0	0	0	0
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(194)	-28.3	-1.3	-9.2	0	1.4	0.2	
40	L 120X120X10	My	min	EG	0.125	(197)	0	0	-0.1	0	0	0	
			max	15_ULS_3_90	0	(194)	7.3	-1.8	-15.2	0	2.2	0.2	
			min	EG	0.125	(197)	0	0	-0.1	0	0	0	
			max	3_ULS_1a_90	0.125	(197)	-57.1	-1.8	-13.4	0	0.3	0.5	
			min	EG	0	(195)	0	0.1	-0.2	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(195)	27.2	-1.8	-5.4	0	0	0	
41	L 120X120X10	Tx	min	EG	L=0.419	(195)	0	0.1	-0.2	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(195)	27.2	-1.8	-5.4	0	0	0	
			min	EG	0	(195)	0	0.1	-0.2	0	0	0	
			max	3_ULS_1a_90	0	(195)	0.5	12.7	-13.1	0	0	0	
			min	15_ULS_3_90	0.419	(196)	0.3	10.9	-14.8	0	-6.2	-4.6	
			max	ULS_5a	0	(195)	27.2	-1.8	-5.4	0	0	0	
41	L 120X120X10	Mz	min	3_ULS_1a_90	0.419	(196)	0.5	12.7	-13.1	0	-5.5	-5.3	
			max	ULS_5a	0.419	(196)	27.2	-1.8	-5.4	0	-2.3	0.7	
			min	ULS_5a	L=0.419	(196)	-27.2	-5.1	2.1	0	-0.9	-2.1	
			max	EG	0	(196)	0	-0.1	0.1	0	-0.1	0	
			min	3_ULS_1a_90	0	(196)	-0.5	-12.8	13.0	0	-5.5	-5.4	
			max	EG	0	(196)	0	-0.1	0.1	0	-0.1	0	
41	L 120X120X10	My	min	15_ULS_3_90	0	(196)	-0.3	-10.9	14.8	0	-6.2	-4.6	
			max	15_ULS_3_90	0.419	(197)	-0.3	-10.9	14.8	0	-6.2	-4.6	

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Lower\_cross\_arm]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
42	L 90X 90X 9	Mz	min max	3 ULS_1a_90 11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0 0.419	(196) (197)	-0.5 -0.5	-12.8 -10.6	13.0 9.0	0 0	-5.5 0	-5.4 0
		Nx	min max	ULS_5a EG	L=0.653 0	(199) (199)	-127.6 0	-0.2 0.1	0.2 -0.1	0 0	0 0.1	0 0
		Tx	min max	15 ULS_3_90 EG	0 0	(199) (199)	-94.2 0	-0.9 0.1	0.4 -0.1	0 0	0 0.1	-0.1 0
		My	min max	EG 3 ULS_1a_90	0.652 0.652	(199) (199)	0 -75.2	0.1 -0.9	-0.1 0.3	0 0	0 0.3	0 0.5
		Mz	min max	15 ULS_3_90 3 ULS_1a_90	0 0.652	(199) (197)	-94.2 -75.2	-0.9 -0.9	0.4 0.3	0 0	0 0.3	-0.1 0.5
		Nx	min max	15 ULS_3_90 EG	L=0.653 0	(197) (197)	-94.1 0	0.9 -0.1	-0.4 0.1	0 0	0.3 0	0.4 0
		Tx	min max	EG 15 ULS_3_90	0 0	(197) (197)	0 -94.1	-0.1 0.9	0.1 -0.4	0 0	0 0.3	0 0.4
		My	min max	EG 3 ULS_1a_90	0 0	(197) (197)	0 -75.5	-0.1 0.9	0.1 -0.3	0 0	0 0.3	0 0.5
		Mz	min max	15 ULS_3_90 3 ULS_1a_90	0.653 0	(201) (197)	-94.1 -75.5	0.9 0.9	-0.4 -0.3	0 0	0 0.3	-0.1 0.5
		Nx	min max	ULS_5a EG	L=0.518 0	(200) (200)	-4.7 0	-0.9 -0.1	0 0.1	0 0	0 -0.1	0 0
		Tx	min max	EG 3 ULS_1a_90	0 0	(200) (200)	0 -2.1	-0.1 7.8	0.1 -5.8	0 0	-0.1 3.0	0 4.0
		My	min max	EG 11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0 0	(200) (200)	0 -2.2	-0.1 7.5	0.1 -5.9	0 0	-0.1 3.1	0 3.9
		Mz	min max	ULS_5a 3 ULS_1a_90	0 0	(200) (200)	-4.7 -2.1	-0.9 7.8	0 -5.8	0 0	0 3.0	-0.5 4.0
		Nx	min max	ULS_5a EG	L=0.126 0	(202) (202)	-126.7 0	0.6 -0.1	0.1 -0.4	0 0	0 0	0 0.1
45	L 90X 90X 9	Tx	min max	3 ULS_1a_90 EG	0 0	(202) (202)	-82.9 0	0.8 -0.1	6.2 -0.4	0 0	-0.6 0.1	0 0
		Nx	min max	EG	0 0	(202) (202)	0 0	-0.1 0.8	-0.4 6.2	0 0	0 0.1	0 0



Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Lower\_cross\_arm]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]			
46	L 90X 90X 9	My	min	3 ULS_1a_90	0	(202)	-82.9	0.8	6.2	0	-0.6	0			
			max	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0.126	(199)	-52.4	0.6	6.2	0	0.1	-0.1			
			min	15 ULS_3_90	0.126	(199)	-98.5	0.9	3.2	0	0.1	-0.1			
			max	ULS_5a	0	(202)	-126.7	0.6	0.1	0	0	0.1			
46	L 90X 90X 9	Nx	min	15 ULS_3_90	L=0.126	(201)	-98.4	-1.0	-3.2	0	0.1	-0.1			
			max	EG	0	(201)	0	0.1	0.4	0	0.1	0			
			min	EG	0	(201)	0	0.1	0.4	0	0.1	0			
			max	3 ULS_1a_90	0	(201)	-83.1	-0.8	-6.1	0	0.1	-0.1			
			min	3 ULS_1a_90	0.126	(204)	-83.1	-0.8	-6.1	0	-0.6	0			
			max	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(201)	-52.6	-0.5	-6.1	0	0.1	-0.1			
			min	15 ULS_3_90	0	(201)	-98.4	-1.0	-3.2	0	0.1	-0.1			
			max	EG	0	(201)	0	0.1	0.4	0	0.1	0			
			48	L 90X 90X 9	Nx	min	ULS_5a	L=0.126	(205)	-126.7	-0.5	0.3	0	0	0
						max	EG	0	(205)	0	-0.1	0.3	0	0.1	0
min	3 ULS_1a_90	0				(205)	-82.9	0.1	-5.0	0	0	0			
max	EG	0				(205)	0	-0.1	0.3	0	0.1	0			
min	3 ULS_1a_90	0.126				(202)	-82.9	0.1	-5.0	0	-0.6	0			
max	EG	0.126				(202)	0	-0.1	0.3	0	0.1	0			
min	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0.126				(202)	-52.4	0.1	-5.0	0	-0.6	0			
max	ULS_5a	0.126				(202)	-126.7	-0.5	0.3	0	0	0.1			
49	L 90X 90X 9	Nx				min	15 ULS_3_90	L=0.126	(204)	-98.4	-0.1	2.6	0	-0.3	0
						max	EG	0	(204)	0	0.1	-0.3	0	0.1	0
			min	EG	0	(204)	0	0.1	-0.3	0	0.1	0			
			max	3 ULS_1a_90	0	(204)	-83.1	-0.1	5.0	0	-0.6	0			
			min	3 ULS_1a_90	0	(204)	-83.1	-0.1	5.0	0	-0.6	0			
			max	EG	0	(204)	0	0.1	-0.3	0	0.1	0			
			min	3 ULS_1a_90	0	(204)	-83.1	-0.1	5.0	0	-0.6	0			
			max	EG	0	(204)	0	0.1	-0.3	0	0.1	0			
			50	L 120X120X10	Nx	min	ULS_5a	L=0.557	(206)	-5.9	-2.9	0.1	0	-0.1	-1.6
						max	EG	0	(206)	0	0	0	0	0	0

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Lower\_cross\_arm]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	
51	13 L 90X 90X 9	Tx	min	3_ULS_1a_90	0	(206)	-1.5	-1.0	-5.0	0	2.8	-0.5	
			max	EG	0	(206)	0	0	0	0	0	0	
		My	min	ULS_5a	0	(206)	(209)	-5.9	-2.9	0.1	0	-0.1	-1.6
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(206)	(209)	-1.6	-0.5	-5.0	0	2.8	-0.3
		Mz	min	ULS_5a	0	(206)	(209)	-5.9	-2.9	0.1	0	-0.1	-1.6
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0.557	(207)	(207)	-1.6	-0.5	-5.0	0	0	0
					L=1.033								
52	13 L 90X 90X 9	Nx	min	ULS_5a	0	(209)	-126.8	0	0	0	0	0	
			max	EG	0	(209)	0	0	0.1	0	-0.1	0	
		Tx	min	EG	0	(209)	(209)	0	0	0.1	0	-0.1	0
			max	3_ULS_1a_90	0	(209)	(209)	-84.1	0	0	0	0	0
		My	min	EG	0	(209)	(209)	0	0	0.1	0	-0.1	0
			max	EG	1.033	(205)	(205)	0	0	0.2	0	0.1	0
Mz	min	ULS_5a	0	(209)	(209)	-126.8	0	0	0	0	0		
	max	EG	1.033	(205)	(205)	0	0	0.2	0	0.1	0		
					L=1.033								
53	13 L 90X 90X 9	Nx	min	15_ULS_3_90	0	(207)	-99.8	0	0	0	0	0	
			max	EG	0	(207)	0	0	-0.2	0	0.1	0	
		Tx	min	3_ULS_1a_90	0	(207)	(207)	-84.1	0	0	0	0	0
			max	EG	0	(207)	(207)	0	0	-0.2	0	0.1	0
		My	min	EG	1.033	(210)	(210)	0	0	-0.1	0	-0.1	0
			max	EG	0	(207)	(207)	0	0	-0.2	0	0.1	0
Mz	min	3_ULS_1a_90	0	(207)	(207)	-84.1	0	0	0	0	0		
	max	EG	0	(207)	(207)	0	0	-0.2	0	0.1	0		
					L=1.202								
54	13 L 90X 90X 9	Nx	min	ULS_5a	0	(212)	-126.8	0	0	0	0	0	
			max	EG	0	(212)	0	0	-0.1	0	-0.1	-0.1	
		Tx	min	EG	0	(212)	(212)	0	0	-0.1	0	-0.1	0
			max	3_ULS_1a_90	0	(212)	(212)	-99.1	0	0	0	0	0
		My	min	EG	0.601	(212)	(212)	0	0	0	0	-0.1	0
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	1.202	(212)	(212)	-68.0	0	0	0	0	0
Mz	min	EG	0	(212)	(212)	0	0	-0.1	0	-0.1	-0.1		
	max	3_ULS_1a_90	0	(212)	(212)	-99.1	0	0	0	0	0		
					L=1.202								

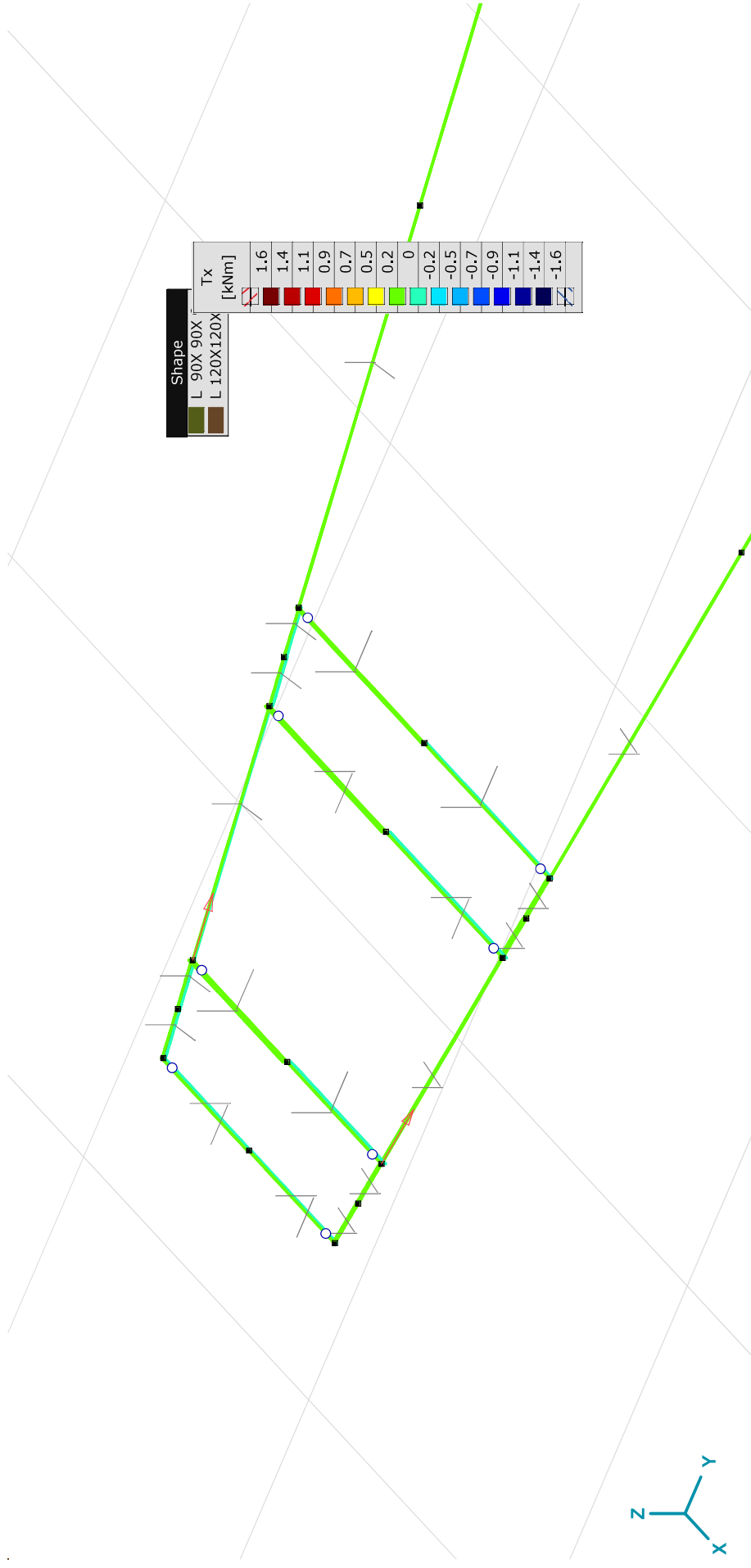
Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Lower\_cross\_arm]

Sh.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	
55	L 90X 90X 9	Nx	min	15_ULS_3_90	0	(210)	-99.8	0	0	0	0	0	
			max	EG	0	(210)	0	0	-0.1	0	-0.1	0	
		Tx	min	3_ULS_1a_90	0	(210)	-99.1	0	0	0	0	0	
			max	EG	0	(210)	0	0	-0.1	0	0	0	
		My	min	EG	0.601	(210)	0	0	0	0	0	-0.1	0
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(210)	-68.1	0	0	0	0	0	0
		Mz	min	EG	1.202	(213)	0	0	0.1	0	0	-0.1	-0.1
	max	3_ULS_1a_90	1.202	(213)	-99.1	0	0	0	0	0	0		
					L=0.502								
56	L 90X 90X 9	Nx	min	ULS_5a	0	(214)	-126.8	0	0	0	0	0	
			max	EG	0	(214)	0	0.1	-0.1	0	0	0	0
		Tx	min	EG	0	(214)	0	0.1	-0.1	0	0	0	0
			max	3_ULS_1a_90	0	(214)	-99.1	0	0	0	0	0	0
		My	min	EG	0.502	(212)	0	0.1	-0.1	0	0	-0.1	-0.1
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0.502	(212)	-68.0	0	0	0	0	0	0
		Mz	min	EG	0.502	(212)	0	0.1	-0.1	0	0	-0.1	-0.1
	max	3_ULS_1a_90	0.502	(212)	-99.1	0	0	0	0	0	0		
					L=0.502								
261	L 120X120X10	Nx	min	EG	0	(205)	0	0	-0.1	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(205)	5.9	0.2	-0.4	0	0	0	
		Tx	min	EG	0	(205)	0	0	-0.1	0	0	0	
			max	3_ULS_1a_90	0	(205)	1.5	1.1	5.0	0	0	0	
		My	min	ULS_5a	0.557	(206)	5.9	0.2	-0.4	0	0	-0.2	-0.1
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0.557	(206)	1.6	0.6	5.0	0	0	2.8	-0.3
		Mz	min	15_ULS_3_90	0.557	(206)	0.6	1.3	2.6	0	0	1.4	-0.8
	max	ULS_5a	0	(205)	5.9	0.2	-0.4	0	0	0	0		

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Lower\_cross\_arm]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
262	L 120X120X10	Nx	min	EG	L=0.518	(201)	0	0.1	-0.2	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(201)	4.7	-3.2	0.3	0	0	0
		Tx	min	3 ULS_1a_90	0	(201)	2.1	-7.7	5.8	0	0	0
			max	EG	0	(201)	0	0.1	-0.2	0	0	0
		My	min	EG	0.518	(200)	0	0.1	-0.1	0	-0.1	0
			max	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0.518	(200)	2.2	-7.3	5.9	0	3.1	3.8
		Mz	min	EG	0.518	(200)	0	0.1	-0.1	0	-0.1	0
			max	3 ULS_1a_90	0.518	(200)	2.1	-7.7	5.8	0	3.0	4.0

Sh.: Cross-section; C: Extremal component; min, max.: Extreme type; Case: Load case of extreme; Loc.: Cross-section local x position on the beam; Nx: Axial force; Vy: Shear force in local y direction; Vz: Shear force in local z direction; Tx: Torsional moment; My: Flexural moment about local y axis; Mz: Flexural moment about local z axis;



[1] > Lower\_cross\_arm, Linear, Envelope (Load cases), Tx [kNm], Filled diagram

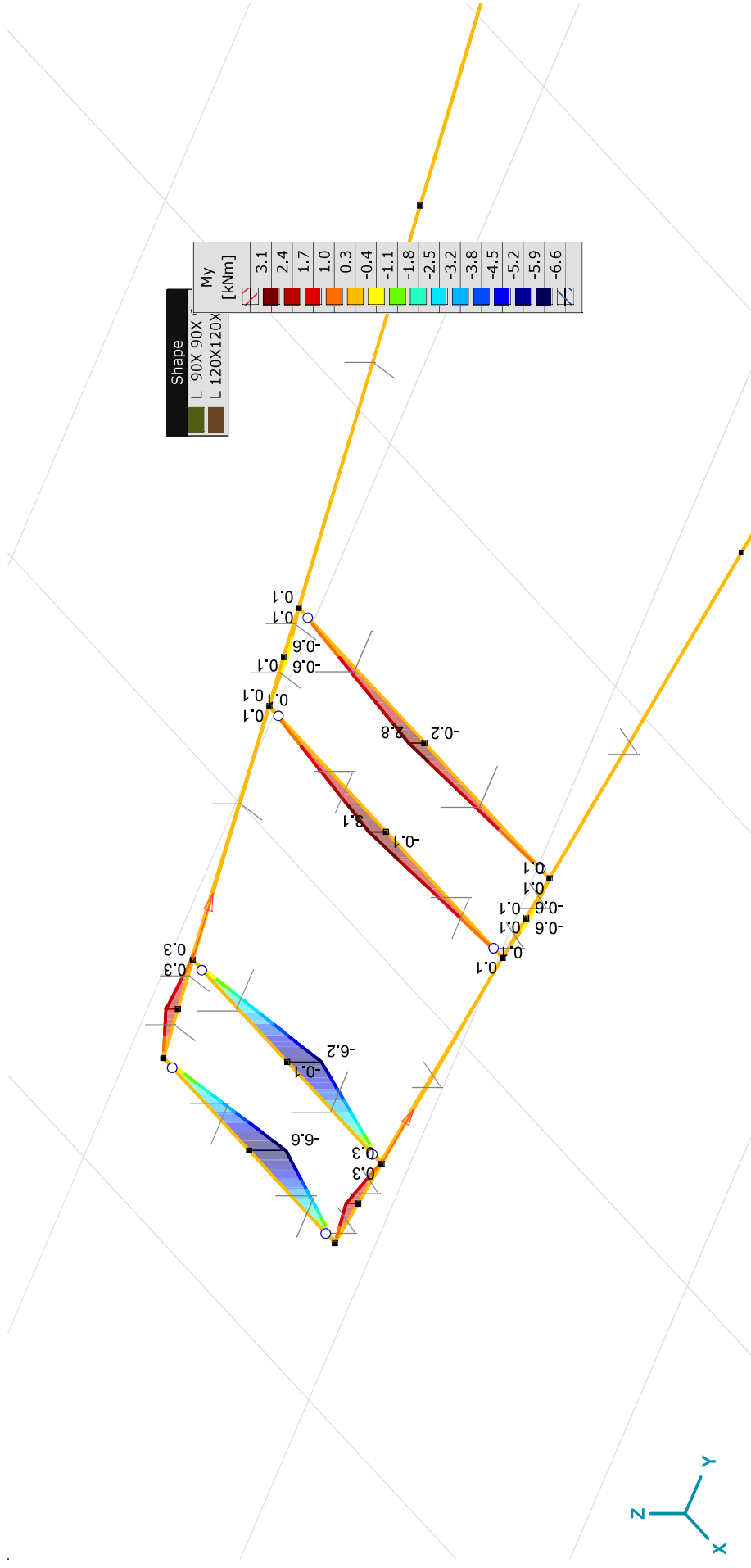
# Project

Analysis by

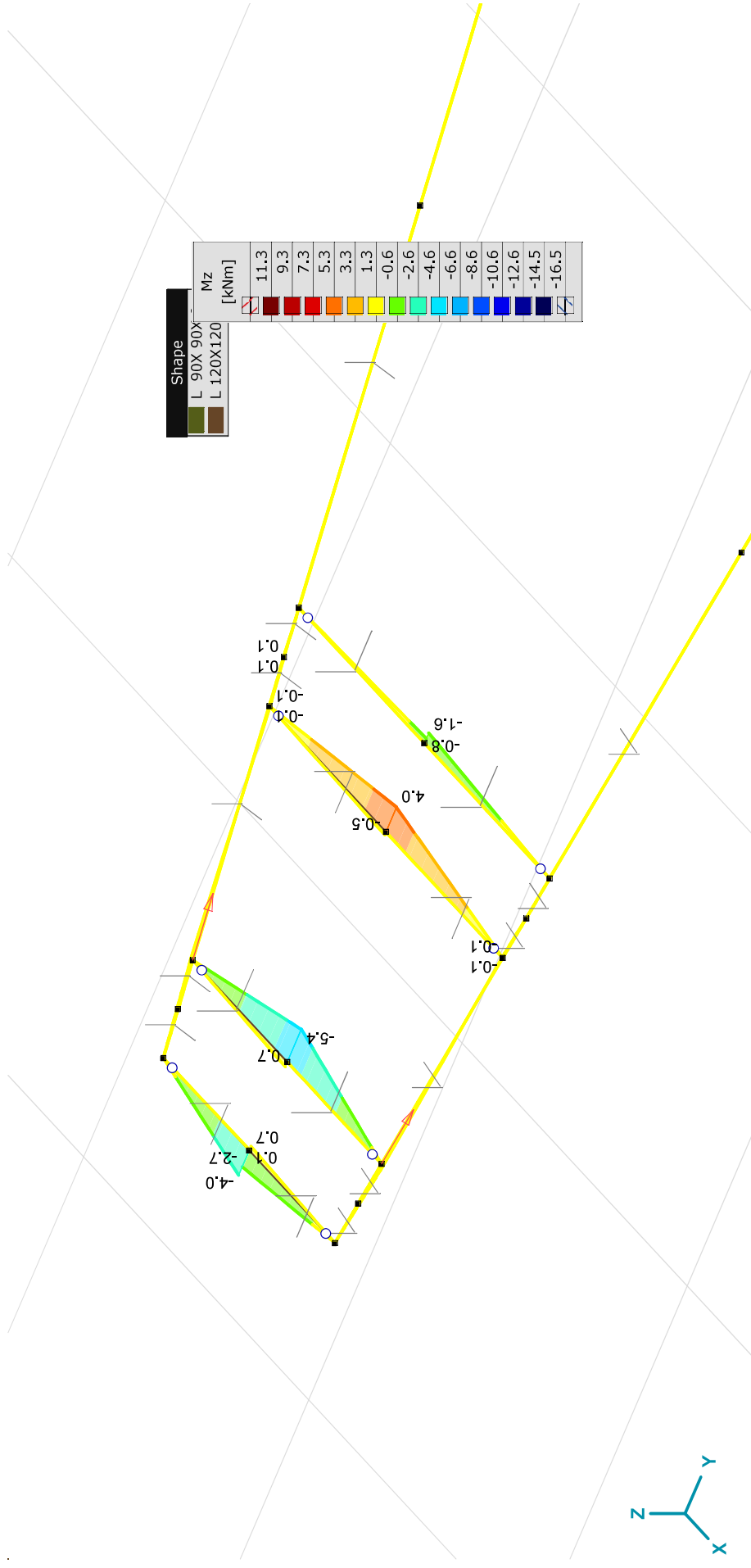
Model: s+0\_TWIN\_TOWERS\_R7.axs

6/15/2021

Page 68



[I] > Lower\_cross\_arm, Linear, Envelope (Load cases), My [kNm], Filled diagram



[I] > Lower\_cross\_arm, Linear, Envelope (Load cases), Mz [kNm], Filled diagram

# Project

Analysis by

Model: s+0\_TWIN\_TOWERS\_R7.axs

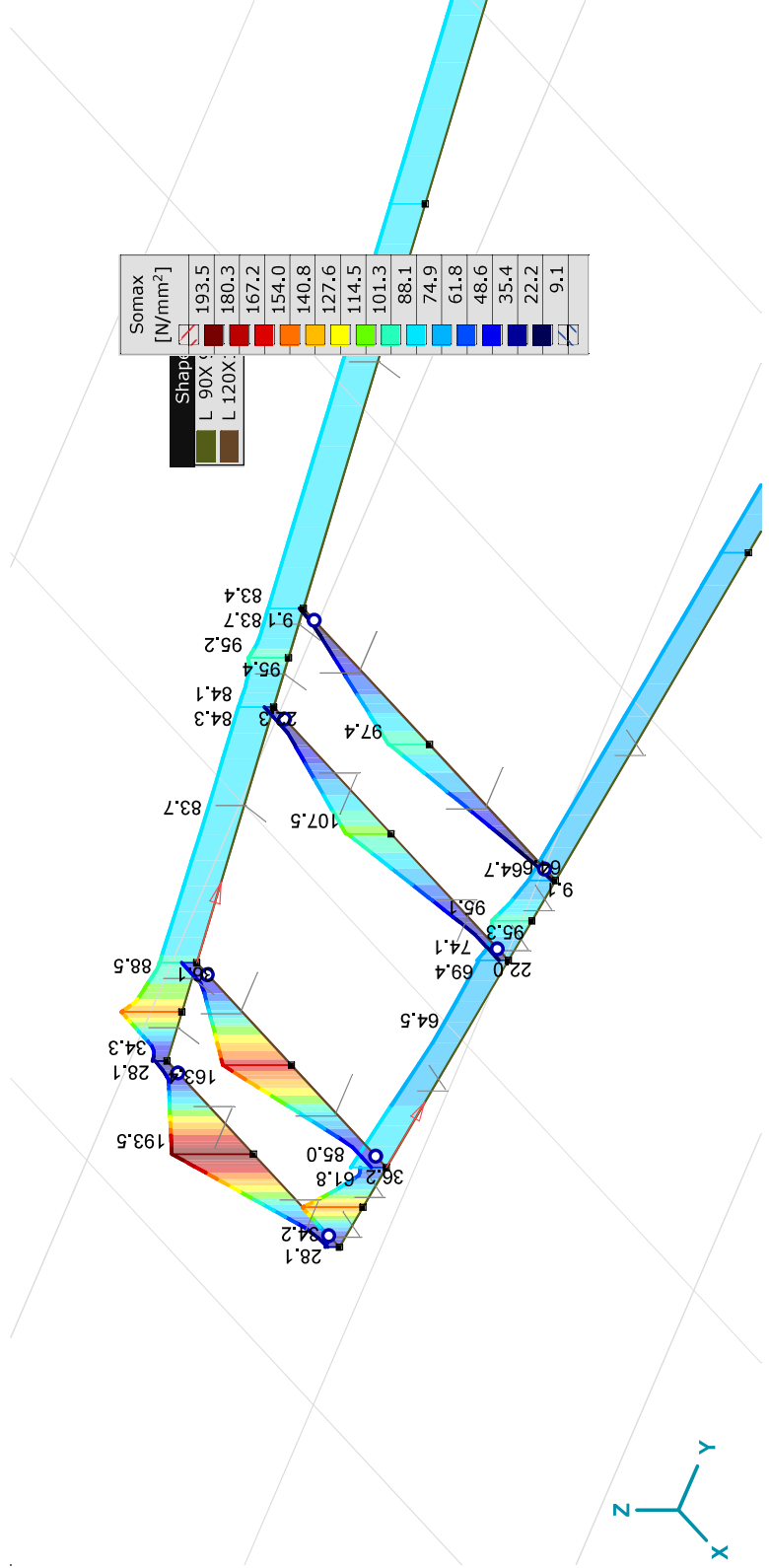
6/15/2021

Page 70

## Beam stresses [Linear, Envelope (Load cases), Lower\_cross\_arm]

Ext.	Sh.	Cross-section name	C	min. max.		Case	Loc. [m]	Node	Smin [N/mm <sup>2</sup> ]	Smax [N/mm <sup>2</sup> ]	Vmin [N/mm <sup>2</sup> ]	Vmax [N/mm <sup>2</sup> ]	Somn [N/mm <sup>2</sup> ]	Somax [N/mm <sup>2</sup> ]	Vymean [N/mm <sup>2</sup> ]	Vzmean [N/mm <sup>2</sup> ]
				min	max											
40	4	L 120X120X10	Somin	min	EG	0.419	(196)	-1.7	0.7	0	0.1	0	0	1.7	0	0
55	13	L 90X 90X 9	Somin	max	ULS 5a	0	(214)	-8.7	-8.7	0	0	0	81.7	81.7	0	0
36	13	L 90X 90X 9	Somax	min	EG	0.013		0	0	0	0.1	0	0	0.1	0	0
32	4	L 120X120X10	Somax	max	15_ULS_3_90	0	(190)	-193.5	103.4	0	16.2	0	1.2	193.5	-3.0	7.5

Sh.: Cross-section; C: Extremal component; min. max.: Load case of extreme; Loc.: Cross-section local x position on the beam; Smin: Axial stress cross-section minimum; Smax: Axial stress cross-section maximum; Vmin: Shear stress in local y direction; Vmax: Shear stress cross-section maximum; Somn: Von Mises stress cross-section minimum; Somax: Von Mises stress cross-section maximum; Vymean: Shear stress in local y direction; Vzmean: Shear stress in local z direction;



[1] > Lower\_cross\_arm.Linear, Envelope Max (Load cases), Somax [N/mm<sup>2</sup>] Filled diagram



Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Top\_bridge]

Sh.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Yy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	
178	I L 90X 90X 8	Nx	min	ULS_5a	L=1.846	(682)	-20.2	0.4	-0.6	0	0	0	
			max	3_ULS_1a_90	0	(682)	18.8	0	0.1	0	0	0	
			min	EG	0	(682)	-0.4	0	0	0	0	0	
			max	15_ULS_3_90	0	(682)	-9.1	0	0	0	0	0	
			min	ULS_5a	1.846	(682)	-20.2	0.4	-0.6	0	-1.0	0	-0.7
			max	3_ULS_1a_90	1.846	(682)	18.8	0	0.1	0	0.1	0	-0.1
			min	ULS_5a	1.846	(682)	-20.2	0.4	-0.6	0	-1.0	0	-0.7
max	EG	1.846	(682)	-0.2	0	0	0	0	0	0			
179	I L 90X 90X 8	Nx	min	15_ULS_3_90	L=1.846	(683)	-9.1	0.1	0	0	0	0	
			max	3_ULS_1a_90	0	(683)	18.8	0.1	0	0	0	0	
			min	15_ULS_3_90	0	(683)	-9.1	0.1	0	0	0	0	
			max	EG	0	(683)	-0.4	0	0	0	0	0	
			min	ULS_5a	1.846	(683)	9.7	0.6	-0.3	0	-0.6	0	-1.0
			max	15_ULS_3_90	1.846	(683)	-9.1	0.1	0	0	0.1	0	-0.1
			min	ULS_5a	1.846	(683)	9.7	0.6	-0.3	0	-0.6	0	-1.0
max	EG	1.846	(683)	-0.2	0	0	0	0	0	0			
180	I L 90X 90X 8	Nx	min	ULS_5a	L=1.846	(684)	-33.4	-0.6	0.4	0	0	0	
			max	3_ULS_1a_90	0	(684)	0	0	0	0	0	0	
			min	ULS_5a	0	(684)	-33.4	-0.6	0.4	0	0	0	
			max	EG	0	(684)	-0.8	0	0	0	0	0	
			min	ULS_5a	1.846	(684)	-0.6	0	0	0	0	0	
			max	15_ULS_3_90	1.846	(684)	-33.4	-0.6	0.4	0	0.8	0	1.1
			min	ULS_5a	1.846	(684)	-21.4	0	0	0	0	0	0
max	EG	1.846	(684)	-33.4	-0.6	0.4	0	0.8	0	1.1			
181	I L 90X 90X 8	Nx	min	ULS_5a	L=1.846	(685)	-45.2	-0.4	0.6	0	0	0	
			max	3_ULS_1a_90	0	(685)	0	0	0	0	0	0	
			min	EG	0	(685)	-0.8	0	0	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(685)	-45.2	-0.4	0.6	0	0	0	
			min	ULS_5a	1.846	(685)	-0.6	0	0	0	0	0	
			max	15_ULS_3_90	1.846	(685)	-45.2	-0.4	0.6	0	1.1	0	0.7
			min	ULS_5a	1.846	(685)	-32.8	0	0	0	0	0	0
max	EG	1.846	(685)	-45.2	-0.4	0.6	0	1.1	0	0.7			

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Top\_bridge]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Wy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
184	L 90X 90X 9	Nx	min	EG	L=0.922	(424)	0	-0.1	0.2	0	-0.1	-0.1
			max	3 ULS_1a_90	0	(424)	120.0	0.3	-1.2	0	0.9	0.2
			min	EG	0	(424)	0	-0.1	0.2	0	-0.1	-0.1
			max	ULS_5a	0	(424)	25.1	2.8	-4.4	0	2.9	1.8
			min	ULS_5a	0.922	(795)	25.1	2.8	-4.4	0	-1.2	-0.8
			max	ULS_5a	0	(424)	25.1	2.8	-4.4	0	2.9	1.8
			min	ULS_5a	0.922	(795)	25.1	2.8	-4.4	0	-1.2	-0.8
max	ULS_5a	0	(424)	25.1	2.8	-4.4	0	2.9	1.8			
186	L 90X 90X 8	Nx	min	ULS_5a	L=0.970	(701)	-33.3	2.2	-3.8	0	1.1	0.7
			max	3 ULS_1a_90	0	(701)	0	0	0	0	0	0
			min	EG	0	(701)	-0.6	-0.1	0.2	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(701)	-33.3	2.2	-3.8	0	1.1	0.7
			min	ULS_5a	0.970	(440)	-33.3	2.2	-3.8	0	-2.6	-1.5
			max	ULS_5a	0	(701)	-33.3	2.2	-3.8	0	1.1	0.7
			min	ULS_5a	0.970	(440)	-33.3	2.2	-3.8	0	-2.6	-1.5
max	ULS_5a	0	(701)	-33.3	2.2	-3.8	0	1.1	0.7			
189	L 90X 90X 8	Nx	min	EG	L=0.969	(700)	-0.6	-0.2	0.1	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(700)	7.6	3.5	-2.7	0	0.8	1.1
			min	ULS_5a	0	(700)	7.6	3.5	-2.7	0	0.8	1.1
			max	EG	0	(700)	-0.6	-0.2	0.1	0	0	0
			min	ULS_5a	0.969	(442)	7.6	3.5	-2.7	0	-1.8	-2.3
			max	ULS_5a	0	(700)	7.6	3.5	-2.7	0	0.8	1.1
			min	ULS_5a	0.969	(442)	7.6	3.5	-2.7	0	-1.8	-2.3
max	ULS_5a	0	(700)	7.6	3.5	-2.7	0	0.8	1.1			
198	L 90X 90X 9	Nx	min	EG	L=0.970	(699)	-0.2	0.1	-0.1	0	0	0
			max	3 ULS_1a_90	0	(699)	101.8	-0.8	-0.2	0	0.1	-0.1
			min	15 ULS_3_90	0	(699)	71.9	-0.8	-0.2	0	0.1	-0.1
			max	EG	0	(699)	-0.2	0.1	-0.1	0	0	0
			min	ULS_5a	0	(699)	21.7	-3.9	2.2	0	-0.6	-1.0
			max	ULS_5a	0.970	(305)	21.7	-3.9	2.2	0	1.5	2.7
			min	ULS_5a	0.970	(305)	21.7	-3.9	2.2	0	1.5	2.7

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Top\_bridge]

St.	Cross-section name	C	min. max.		Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Ny [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	
			min	max										
200	8 L 50X 50X 5	Mz	min	21.7	ULS_5a	0	(699)	21.7	-3.9	2.2	0	-0.6	-1.0	
			max	21.7	ULS_5a	0.970	(305)	21.7	-3.9	2.2	0	1.5	2.7	
		Nx	min	-0.4	EG	L=0.951	(713)		-0.4	0	0	0	0	0
			max	14.5	ULS_5a	0	(713)		14.5	0	0.2	0	0	0
			min	14.5	ULS_5a	0	(713)		14.5	0	0.2	0	0	0
			max	-0.4	EG	0	(713)		-0.4	0	0	0	0	0
My	min	-0.4	EG	0.951	(305)		-0.4	0	0	0	0	0		
	max	0.2	ULS_5a	0.951	(305)		0.2	0	0.2	0	0.2	0		
Mz	min	0.2	ULS_5a	0.951	(305)		0.2	0	0.2	0	0	0.2	0	
	max	-0.4	EG	0.951	(305)		-0.4	0	0	0	0	0	0	
201	11 HE 160 B	Nx	min	0	EG	L=0.503	(726)	0	0.7	-0.7	0	0.4	0.3	
			max	0.6	15_ULS_3_90	0	(726)	0.6	19.4	0	0	0	9.8	
		Tx	min	0.6	ULS_5a	0	(726)		0.6	15.9	-11.7	0	5.9	8.0
			max	0	EG	0	(726)		0	0.7	-0.7	0	0.4	0.3
		My	min	0.6	15_ULS_3_90	0	(726)		0.6	19.4	0	0	0	9.8
			max	0.6	ULS_5a	0	(726)		0.6	15.9	-11.7	0	5.9	8.0
Mz	min	0.6	3_ULS_1a_90	0.503	(796)		0.6	18.7	0	0	0	0		
	max	0.6	15_ULS_3_90	0	(726)		0.6	19.4	0	0	0	9.8		
202	8 L 50X 50X 5	Nx	min	-0.2	EG	L=0.951	(712)	-0.2	0	0	0	0	0	
			max	12.5	15_ULS_3_90	0	(712)	12.5	0.2	0	0	0	0	
		Tx	min	-0.2	EG	0	(712)		-0.2	0	0	0	0	0
			max	6.9	ULS_5a	0	(712)		6.9	0.1	0	0	0	0
		My	min	-0.2	EG	0.951	(424)		-0.2	0	0	0	0	0
			max	0.2	15_ULS_3_90	0.951	(424)		0.2	0.2	0	0	0	-0.2
Mz	min	0.2	15_ULS_3_90	0.951	(424)		0.2	0.2	0	0	0	-0.2		
	max	-0.2	EG	0.951	(424)		-0.2	0	0	0	0	0		
203	11 HE 160 B	Nx	min	0	3_ULS_1a_90	L=0.504	(729)	0	0	0	0	0	0	
			max	0.6	ULS_5a	0	(729)	0.6	-15.9	-11.7	0	5.9	-8.0	
		Tx	min	0	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(729)		0	0	0	0	0	
			max	0.6	ULS_5a	0	(729)		0.6	-15.9	-11.7	0	5.9	-8.0

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Top\_bridge]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Ly [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]			
204	I1 HE 160 B	My	min	15 ULS_3_90	0	(729)	0.3	-9.5	0	0	0	-4.8			
			max	ULS_5a	0	(729)	0.6	-15.9	-11.7	0	5.9	-8.0			
		Mz	min	ULS_5a	0	(729)	0.6	-15.9	-11.7	0	0	5.9	-8.0		
			max	EG	0.504	(823)	0	-0.7	-0.7	0	0	0	0		
207	I3 L 90X 90X 9	Nx	min	ULS_5a	I=0.933	(709)	-8.2	-11.0	4.4	0	-3.7	-10.2			
			max	EG	0	(709)	0.3	0.2	0.2	0	-0.1	0.2			
		Tx	min	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(709)	-0.1	-12.8	18.2	18.2	0	-15.3	-11.9		
			max	ULS_5a	0	(709)	-8.2	-11.0	4.4	4.4	0	-3.7	-10.2		
		My	min	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(709)	-0.1	-12.8	18.2	18.2	0	-15.3	-11.9		
			max	3 ULS_1a_90	0.933	(305)	-0.1	-12.8	18.2	18.2	0	1.6	0.1		
		Mz	min	15 ULS_3_90	0	(709)	0	-13.6	18.1	18.1	0	-15.3	-12.6		
			max	EG	0	(709)	0.3	0.2	0.2	0.2	0	-0.1	0.2		
		246	I3 L 90X 90X 9	Nx	min	EG	I=0.969	(698)	-0.2	0.1	-0.2	0	0	0	
					max	3 ULS_1a_90	0	(698)	101.8	-0.2	-0.8	0	0.1	-0.1	
				Tx	min	EG	0	(698)	-0.2	0.1	-0.2	-0.2	0	0	0
					max	15 ULS_3_90	0	(698)	71.9	-0.2	-0.8	-0.8	0	0.1	-0.7
My	min			ULS_5a	0	(698)	20.8	-2.7	3.6	3.6	0	-1.0	-0.7		
	max			ULS_5a	0.969	(424)	20.8	-2.7	3.6	3.6	0	2.5	1.9		
Mz	min			ULS_5a	0	(698)	20.8	-2.7	3.6	3.6	0	-1.0	-0.7		
	max			ULS_5a	0.969	(424)	20.8	-2.7	3.6	3.6	0	2.5	1.9		
247	I3 L 90X 90X 9			Nx	min	EG	I=2.002	(795)	0	0	0	0	0	0	
					max	3 ULS_1a_90	0	(795)	120.0	0	0.1	0	-0.2	-0.1	
				Tx	min	ULS_5a	0	(795)	25.2	-0.4	0.6	0.6	0	-1.2	-0.8
					max	EG	0	(795)	0	0	0	0	0	0	0
		My	min	ULS_5a	0	(795)	25.2	-0.4	0.6	0.6	0	-1.2	-0.8		
			max	EG	0	(795)	0	0	0	0	0	0	0		
		Mz	min	ULS_5a	0	(795)	25.2	-0.4	0.6	0.6	0	-1.2	-0.8		
			max	EG	0	(795)	0	0	0	0	0	0	0		
		247	I3 L 90X 90X 9	Nx	min	EG	I=2.002	(797)	0	0	0	0	0	0	
					max	3 ULS_1a_90	0	(797)	120.0	0.1	0	0	0	0.1	0.2



Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Top\_bridge]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	My [kNm]	Nz [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
252	HE 160 B	Nx	min	3_ULS_1a_90	0	(726)	-37.2	-24.4	-0.1	0	0	0	0	-10.2
			max	EG	0	(726)	-0.3	0.6	0.7	0.1	0	0	-0.3	0.3
		Tx	min	ULS_5a	0	(726)	-9.4	-22.1	-16.7	-0.4	0	0	0	-9.2
			max	EG	0	(726)	-0.3	0.6	0.7	0.1	0	0	0	0.3
		My	min	EG	0	(726)	-0.3	0.6	0.7	0.1	0	0	0	-0.3
			max	ULS_5a	0	(726)	-9.4	-22.1	-16.7	-0.4	0	0	0	7.0
		Mz	min	15_ULS_3_90	0	(726)	-37.0	-25.9	-0.1	0	0	0	0	0
	max	EG	0	(726)	-0.3	0.6	0.7	0.1	0	0	0	-0.3	0.3	
254	HE 160 B	Nx	min	15_ULS_3_90	L=0.417	(729)	-18.1	12.7	-0.1	0	0	0	0	5.3
			max	3_ULS_1a_90	0	(729)	0	0	0	0	0	0	0	0
		Tx	min	EG	0	(729)	-0.3	-0.6	0.7	-0.1	0	0	-0.1	-0.3
			max	ULS_5a	0	(729)	-9.4	22.1	-16.7	0.4	0	0	0.4	7.0
		My	min	EG	0	(729)	-0.3	-0.6	0.7	-0.1	0	0	-0.1	-0.3
			max	ULS_5a	0	(729)	-9.4	22.1	-16.7	0.4	0	0	0.4	7.0
		Mz	min	EG	0	(729)	-0.3	-0.6	0.7	-0.1	0	0	-0.1	-0.3
	max	ULS_5a	0	(729)	-9.4	22.1	-16.7	0.4	0	0	0.4	7.0		
255	L 90X 90X 9	Nx	min	ULS_5a	L=0.933	(710)	-8.2	11.0	4.1	0	0	0	-3.7	10.3
			max	EG	0	(710)	0.3	-0.2	0.2	0	0	0	-0.1	-0.2
		Tx	min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(710)	0	0	0	0	0	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(710)	-8.2	11.0	4.1	0	0	0	0	-3.7
		My	min	15_ULS_3_90	0.933	(440)	-0.1	6.6	8.8	0	0	0	0	-7.5
			max	15_ULS_3_90	0.933	(440)	-0.1	6.6	8.8	0	0	0	0	0.7
		Mz	min	EG	0	(710)	0.3	-0.2	0.2	0	0	0	0	-0.1
	max	ULS_5a	0	(710)	-8.2	11.0	4.1	0	0	0	0	-3.7		
255	L 90X 90X 9	Nx	min	EG	L=0.920	(305)	0	-0.2	0.1	0	0	0	-0.1	-0.1
			max	3_ULS_1a_90	0	(305)	120.0	-1.2	0.3	0	0	0	0	-0.2
		Tx	min	ULS_5a	0	(305)	26.1	3.6	-2.5	0	0	0	0	1.6
			max	EG	0	(305)	0	-0.2	0.1	0	0	0	0	-0.1
		My	min	ULS_5a	0.920	(797)	26.1	3.6	-2.5	0	0	0	0	-0.7
			max	ULS_5a	0	(305)	26.1	3.6	-2.5	0	0	0	0	1.6
		Mz	min	ULS_5a	0.920	(797)	26.1	3.6	-2.5	0	0	0	0	-0.7
	max	ULS_5a	0	(305)	26.1	3.6	-2.5	0	0	0	0	1.6		

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Top\_bridge]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	My [kNm]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	
256	11 HE 160 B	Nx	min	EG	L=0.933	(442)	-0.4	0	-0.2	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(442)	8.5	-11.4	-4.6	0	0.6	0	
		Tx	min	EG	0	(442)	0	-0.4	0.4	-0.2	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(442)	8.5	-11.4	-4.6	0	0.6	0	0
		My	min	15_ULS_3_90	0.933	(710)	0	-6.7	-8.9	0	-7.5	6.2	0
			max	15_ULS_3_90	0	(442)	0	-6.7	-8.9	0	0.8	0	0
Mz	min	EG	0.933	(710)	0	-0.4	0.4	-0.2	0	-0.1	-0.3	0	
	max	ULS_5a	0.933	(710)	8.5	-11.4	-4.6	0	-3.7	10.7	0	0	
257	8 L 50X 50X 5	Nx	min	EG	L=0.951	(715)	-0.4	0	0	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(715)	14.5	0	0.2	0	0	0	
		Tx	min	ULS_5a	0	(715)	14.5	0	0.2	0	0	0	0
			max	EG	0	(715)	0	-0.4	0	0	0	0	0
		My	min	EG	0.951	(440)	-0.4	0	0	0	0	0	0
			max	ULS_5a	0.951	(440)	14.5	0	0.2	0	0.2	0	0
Mz	min	EG	0.951	(440)	-0.4	0	0	0	0	0	0	0	
	max	ULS_5a	0.951	(440)	14.5	0	0.2	0	0.2	0	0	0	
266	8 L 50X 50X 5	Nx	min	EG	L=0.951	(714)	-0.2	0	0	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(714)	6.9	0	-0.1	0	0	0	
		Tx	min	EG	0	(714)	-0.2	0	0	0	0	0	0
			max	15_ULS_3_90	0	(714)	6.1	0	-0.1	0	0	0	0
		My	min	ULS_5a	0.951	(442)	6.9	0	-0.1	0	-0.1	0	0
			max	EG	0.951	(442)	-0.2	0	0	0	0	0	0
Mz	min	EG	0.951	(442)	-0.2	0	0	0	0	0	0		
	max	ULS_5a	0.951	(442)	6.9	0	-0.1	0	-0.1	0	0		
267	1 L 90X 90X 8	Nx	min	ULS_5a	L=0.920	(440)	-29.1	-2.5	3.8	0	-2.4	-1.7	
			max	15_ULS_3_90	0	(440)	1.0	0.1	-0.5	0	0.4	0.1	
		Tx	min	15_ULS_3_90	0	(440)	1.0	0.1	-0.5	0	0.4	0.1	
			max	ULS_5a	0	(440)	-29.1	-2.5	3.8	0	-2.4	-1.7	
		My	min	ULS_5a	0	(440)	-29.1	-2.5	3.8	0	-2.4	-1.7	
			max	ULS_5a	0.920	(440)	-29.1	-2.5	3.8	0	-2.4	-1.7	

**Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Top\_bridge]**

Sh.	Cross-section name	C	min. max.		Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
			min	max									
268	L 90X 90X 8	Mz			ULS_5a	0	(440)	-29.1	-2.5	3.8	0	-2.4	-1.7
					ULS_5a	0.920		-29.1	-2.5	3.8	0	1.0	0.7
						L=0.922							
		Nx	min		EG	0	(442)	-0.3	0.2	-0.1	0	0.1	0.1
			max		15_ULS_3_90	0	(442)	12.5	-0.6	0.1	0	-0.1	-0.4
		Tx	min		EG	0	(442)	-0.3	0.2	-0.1	0	0.1	0.1
			max		ULS_5a	0	(442)	12.1	-4.4	2.8	0	-1.8	-2.9
		My	min		ULS_5a	0	(442)	12.1	-4.4	2.8	0	-1.8	-2.9
			max		ULS_5a	0.921		12.1	-4.4	2.8	0	0.8	1.1
		Mz	min		ULS_5a	0	(442)	12.1	-4.4	2.8	0	-1.8	-2.9
			max		ULS_5a	0.921		12.1	-4.4	2.8	0	0.8	1.1

Sh.: Cross-section; C: Extremal component; min, max.: Extreme type; Case: Load case of extreme; Loc.: Cross-section local x position on the beam; Nx: Axial force; Vy: Shear force in local y direction; Vz: Shear force in local z direction; Tx: Torsional moment; My: Flexural moment about local y axis; Mz: Flexural moment about local z axis;



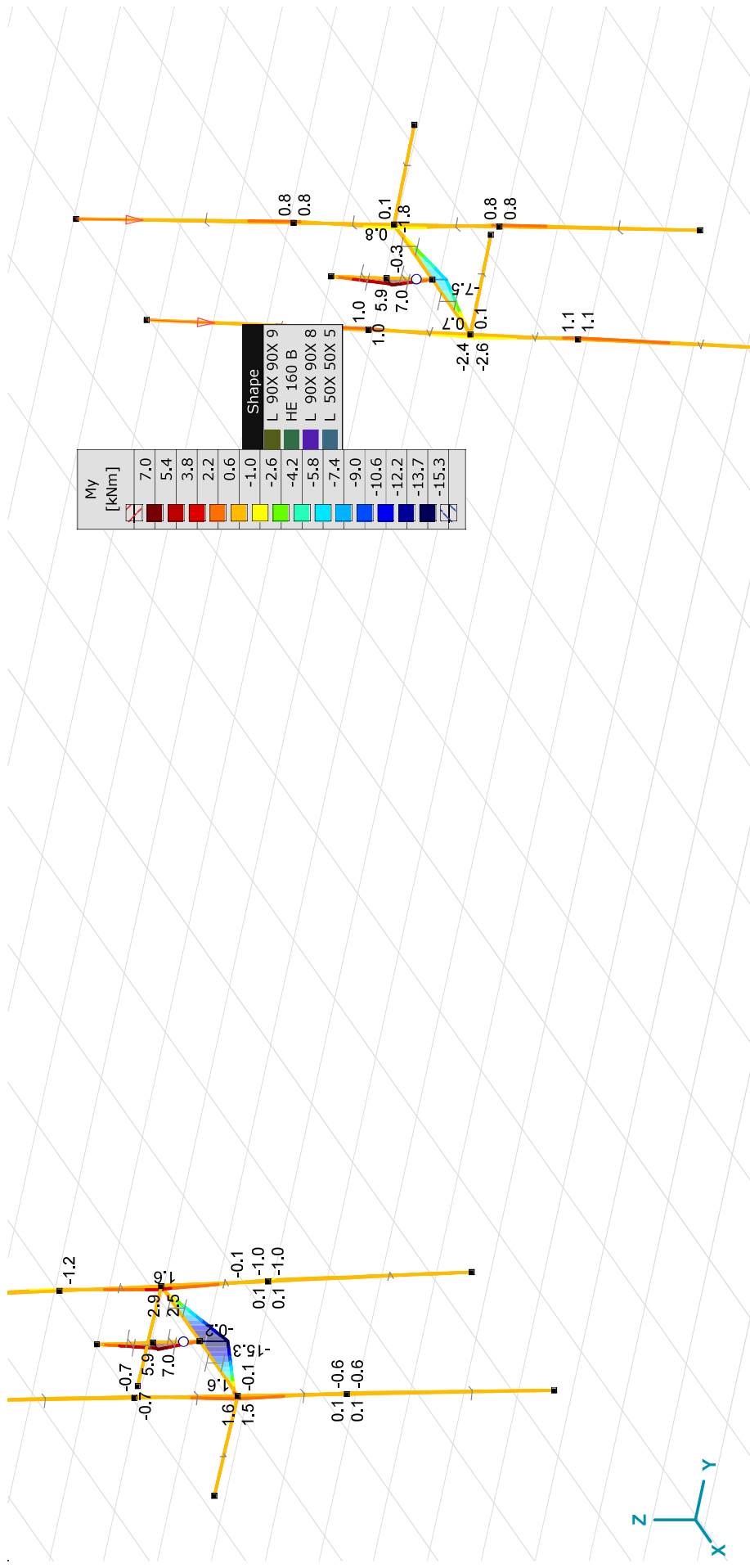
**Project**

Analysis by

Model: s+0\_TWIN\_TOWERS\_R7.axs

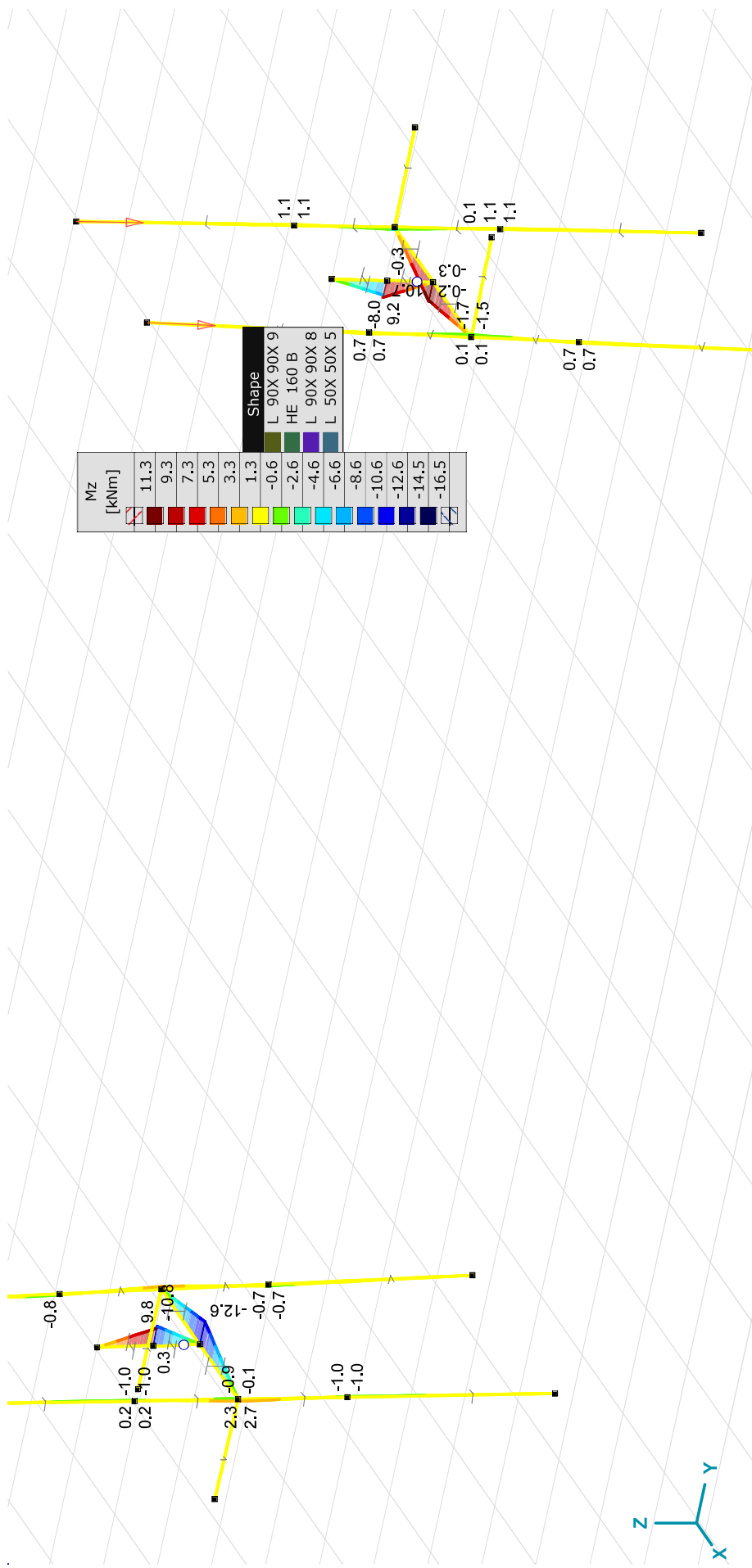
6/15/2021

Page 79

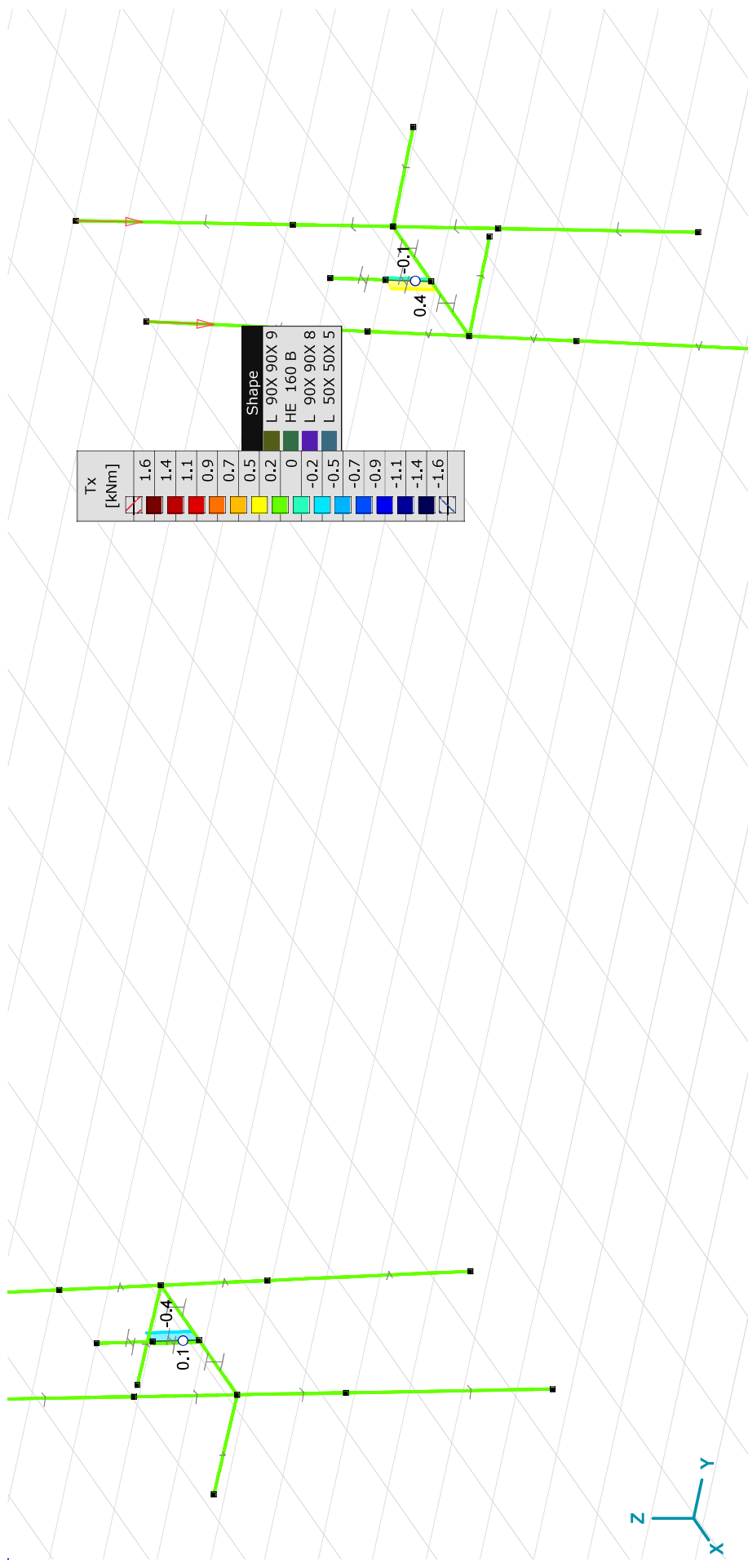


[[J] > Top\_bridge. Linear. Envelope (Load cases), My [kNm], Filled diagram





[1] > Top\_bridge. Linear Envelope (Load cases), Mz [kNm], Filled diagram

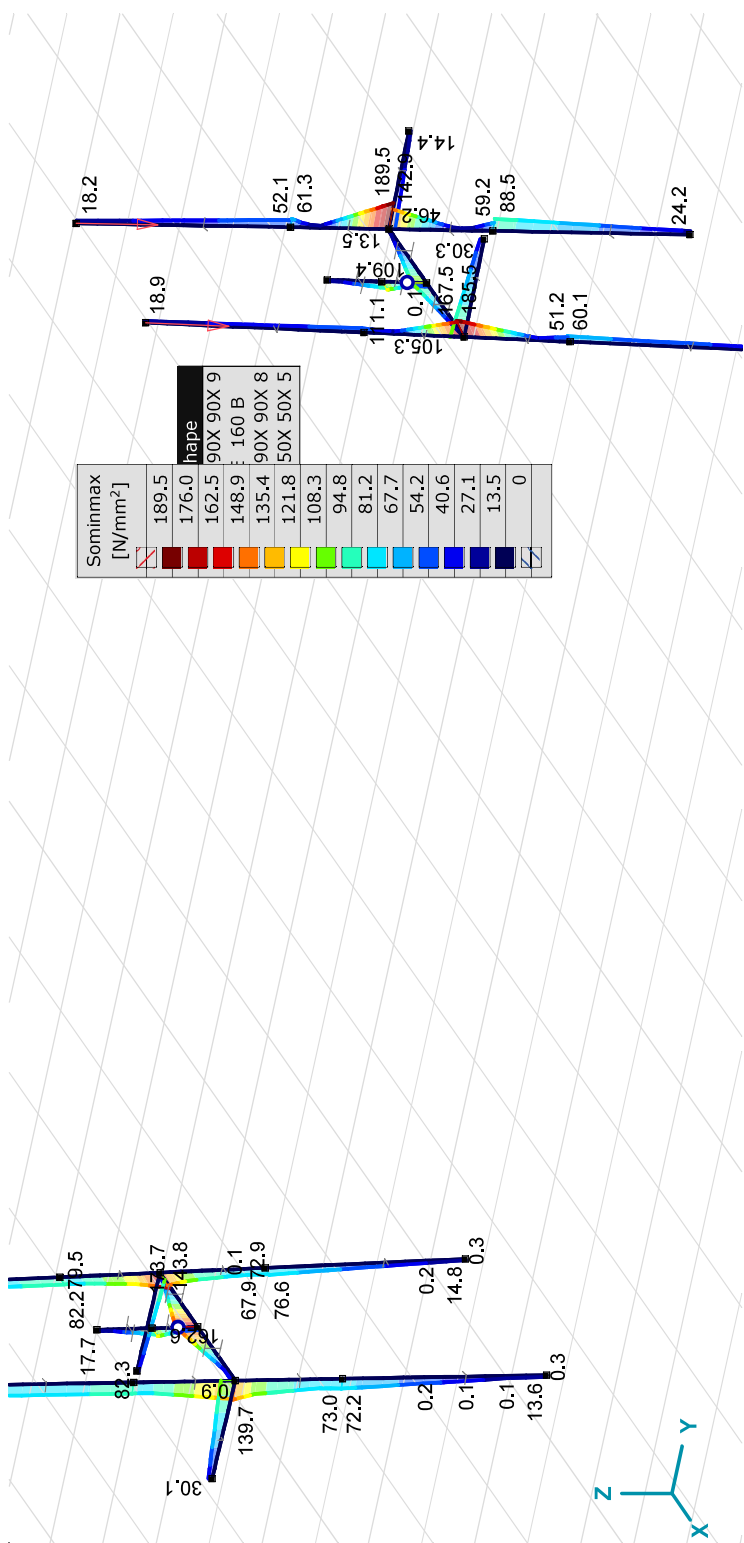


[1] > Top\_bridge. Linear. Envelope (Load cases),  $T_x$  [kNm], Filled diagram

**Beam stresses [Linear, Envelope (Load cases), Top\_bridge]**

Ext.	Sh.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Smax [N/mm <sup>2</sup> ]	Smin [N/mm <sup>2</sup> ]	Vmax [N/mm <sup>2</sup> ]	Vmin [N/mm <sup>2</sup> ]	Somin [N/mm <sup>2</sup> ]	Somax [N/mm <sup>2</sup> ]	Vymean [N/mm <sup>2</sup> ]	Vzmean [N/mm <sup>2</sup> ]
248	1	L 90X 90X 8	Somin	min	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	2.002		0	0	0	0	0	0	0	0
246	13	L 90X 90X 9	Somin	max	3 ULS_1a_90	2.002		77.3	77.3	0.1	0	77.3	77.3	0	0.1
247	13	L 90X 90X 9	Somin	max	3 ULS_1a_90	2.002		77.3	77.3	0.1	0	77.3	77.3	0.1	0
248	1	L 90X 90X 8	Somax	min	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	2.002		0	0	0	0	0	0	0	0
268	1	L 90X 90X 8	Somax	max	ULS_5a	0	(442)	189.5	-67.8	8.0	0	8.7	189.5	-3.2	2.0

Sh.: Cross-section; C: Extremal component; min. max.: Extreme type; Case: Load case of extreme; Loc.: Cross-section local x position on the beam; Smin: Axial stress cross-section minimum; Smax: Axial stress cross-section maximum; Vmin: Shear stress cross-section minimum; Vmax: Shear stress cross-section maximum; Somin: Von Mises stress cross-section minimum; Somax: Von Mises stress cross-section maximum; Vymean: Shear stress in local y direction; Vzmean: Shear stress in local z direction;



[1] > Top\_bridge, Linear, Envelope (Load cases), Sominmax [N/mm<sup>2</sup>], Filled diagram

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Mld\_bridge]

Sh.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	
95	5 L 120X120X12	Nx	min	3 ULS_1a_90	L=1.846	(391)	-122.0	0.1	0.2	0	0	0	
			max	EG	1.846		-0.9	0	0	0	0	0	
			min	EG	0	(391)		-1.3	0	0	0	0	
			max	15 ULS_3_90	0	(391)		-121.5	0.1	0.2	0	0	
			min	ULS_5a	1.846			-69.9	0.5	-0.7	0	-1.2	-1.0
			max	3 ULS_1a_90	1.846			-122.0	0.1	0.2	0	0.4	-0.2
			min	ULS_5a	1.846			-69.9	0.5	-0.7	0	-1.2	-1.0
max	EG	1.846			-0.9	0	0	0	0	0			
96	5 L 120X120X12	Nx	min	3 ULS_1a_90	L=1.846	(392)	-122.0	0.2	0.1	0	0	0	
			max	EG	1.846		-0.9	0	0	0	0	0	
			min	15 ULS_3_90	0	(392)		-121.5	0.2	0.1	0	0	
			max	EG	0	(392)		-1.2	0	0	0	0	
			min	ULS_5a	1.846			-30.2	0.7	-0.3	0	-0.5	-1.3
			max	15 ULS_3_90	1.846			-121.5	0.2	0.1	0	0.2	-0.3
			min	ULS_5a	1.846			-30.2	0.7	-0.3	0	-0.5	-1.3
max	EG	1.846			-0.9	0	0	0	0	0			
97	4 L 120X120X10	Nx	min	15 ULS_3_90	L=1.846	(409)	-93.4	-0.1	-0.1	0	0.2	-0.1	
			max	11 ULS_1a_0.9_0.9_0.9_0	0	(409)	0	0	0	0	0	0	
			min	ULS_5a	0	(409)		-35.7	-0.5	0.6	0	-1.2	-1.0
			max	EG	0	(409)		-0.7	0	0	0	0	
			min	ULS_5a	0	(409)		-35.7	-0.5	0.6	0	-1.2	-1.0
			max	15 ULS_3_90	0	(409)		-93.4	-0.1	-0.1	0	0.2	-0.1
			min	ULS_5a	0	(409)		-35.7	-0.5	0.6	0	-1.2	-1.0
max	EG	0	(409)		-0.7	0	0	0	0				
98	4 L 120X120X10	Nx	min	15 ULS_3_90	L=1.846	(410)	-93.4	-0.1	-0.1	0	0.1	-0.2	
			max	11 ULS_1a_0.9_0.9_0.9_0	0	(410)	0	0	0	0	0	0	
			min	EG	0	(410)		-0.7	0	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(410)		-38.3	-0.7	0.3	0	-0.6	-1.2
			min	ULS_5a	0	(410)		-38.3	-0.7	0.3	0	-0.6	-1.2
			max	15 ULS_3_90	0	(410)		-93.4	-0.1	-0.1	0	0.1	-0.2
			min	ULS_5a	0	(410)		-38.3	-0.7	0.3	0	-0.6	-1.2

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Mld\_bridge]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
101	5 L 120X120X12	Nx	min	3 ULS_1a_90	L=0.965	(408)	-32.1	-3.0	-0.4	0	0.2	-0.4
			max	EG	0.965	(434)	-0.6	0.1	-0.1	0	0	-0.1
			min	15 ULS_3_90	0	(408)	-31.6	-2.9	-0.6	0	0.2	-0.3
			max	EG	0	(408)	-0.9	0.1	-0.1	0	0	0
			min	ULS_5a	0	(408)	-24.3	-4.8	1.8	0	-0.5	-1.3
			max	ULS_5a	0.965	(434)	-24.3	-4.8	1.8	0	1.2	3.4
102	4 L 120X120X10	Nx	min	15 ULS_3_90	L=0.968	(439)	-98.4	0.2	1.6	0	-1.3	0.1
			max	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(439)	0	0	0	0	0	0
			min	ULS_5a	0	(439)	-18.7	3.1	-3.6	0	2.3	2.1
			max	EG	0	(439)	-0.6	-0.1	0.2	0	-0.1	-0.1
			min	15 ULS_3_90	0	(439)	-98.4	0.2	1.6	0	-1.3	0.1
			max	ULS_5a	0	(439)	-18.7	3.1	-3.6	0	2.3	2.1
103	4 L 120X120X10	Mz	min	ULS_5a	0.968	(409)	-18.7	3.1	-3.6	0	-1.2	-0.9
			max	ULS_5a	0	(439)	-18.7	3.1	-3.6	0	2.3	2.1
			min	15 ULS_3_90	L=0.965	(437)	-98.4	1.6	0.3	0	-0.1	1.3
			max	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(437)	0	0	0	0	0	0
			min	EG	0	(437)	-0.6	-0.1	0.1	0	0	-0.1
			max	ULS_5a	0	(437)	-33.4	4.6	-1.9	0	1.2	3.2
106	8 L 50X 50X 5	Nx	min	ULS_5a	0.965	(437)	-33.4	4.6	-1.9	0	-0.6	-1.2
			max	ULS_5a	0	(437)	-33.4	4.6	-1.9	0	1.2	3.2
			min	EG	L=1.333	(420)	-0.3	0	0	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(420)	13.6	0	0.1	0	0	0
			min	EG	0	(420)	-0.3	0	0	0	0	0
			max	3 ULS_1a_90	0	(420)	9.7	0	0.1	0	0	0
		My	min	EG	1.333	(434)	-0.3	0	0	0	0	0
			max	ULS_5a	1.333	(434)	13.6	0	0.1	0	0.2	0

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Mld\_bridge]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
112	8 L 50X 50X 5	Mz	min	ULS_5a	1.333	(434)	13.6	0	0.1	0	0.2	0
			max	EG	1.333	(434)	-0.3	0	0	0	0	0
		Nx	min	EG	L=1.333	(419)	-0.1	0	0	0	0	0
			max	15_ULS_3_90	0	(419)	11.6	0.1	0	0	0	0
		Tx	min	EG	0	(419)	-0.1	0	0	0	0	0
			max	3_ULS_1a_90	0	(419)	9.8	0.1	0	0	0	0
		My	min	EG	1.333	(436)	-0.1	0	0	0	0	0
			max	15_ULS_3_90	1.333	(436)	11.6	0.1	0	0	0	-0.1
		Mz	min	15_ULS_3_90	1.333	(436)	11.6	0.1	0	0	0	-0.1
			max	EG	1.333	(436)	-0.1	0	0	0	0	0
		Nx	min	EG	L=0.499	(435)	0	0.6	-0.6	0	0.3	0.3
			max	15_ULS_3_90	0	(435)	0.7	19.7	0	0	0	9.8
		Tx	min	3_ULS_1a_90	0	(435)	0.6	17.9	0.1	0	0	8.9
			max	EG	0	(435)	0	0.6	-0.6	0	0.3	0.3
		My	min	3_ULS_1a_90	0	(435)	0.6	17.9	0.1	0	0	8.9
			max	ULS_5a	0	(435)	0.6	16.8	-11.9	0	5.9	8.4
		Mz	min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0.499	(513)	0.6	17.9	0.1	0	0	0
			max	15_ULS_3_90	0	(435)	0.7	19.7	0	0	0	9.8
		Nx	min	ULS_5a	L=1.220	(417)	-7.5	-11.5	4.6	0	-3.7	-13.9
			max	15_ULS_3_90	0	(417)	0.5	-13.7	17.5	0	-15.8	-16.5
		Tx	min	EG	0	(417)	0.3	0.2	0.2	0	-0.2	0.3
			max	ULS_5a	0	(417)	-7.5	-11.5	4.6	0	-3.7	-13.9
		My	min	3_ULS_1a_90	0	(417)	0.3	-11.7	18.0	0	-16.4	-14.1
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	1.220	(434)	0.3	-11.7	18.0	0	5.6	0.2
		Mz	min	15_ULS_3_90	0	(417)	0.5	-13.7	17.5	0	-15.8	-16.5
			max	EG	0	(417)	0.3	0.2	0.2	0	-0.2	0.3
		Nx	min	EG	L=1.219	(436)	-0.3	-0.3	-0.2	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(436)	9.1	11.8	-4.1	0	1.3	0.1
		Tx	min	EG	0	(436)	-0.3	-0.3	-0.2	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(436)	9.1	11.8	-4.1	0	1.3	0.1





Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Mld\_bridge]

Sh.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
122	L 50X50X5	Tx	min	EG	0	(438)	0	-0.6	-0.6	0	0.3	-0.3
			max	ULS_5a	0	(438)	0.6	-16.8	-11.9	0	5.9	-8.4
			min	15_ULS_3_90	0	(438)	-1.6	-10.5	0	0	0	-5.3
			max	ULS_5a	0	(438)	0.6	-16.8	-11.9	0	5.9	-8.4
			min	ULS_5a	0	(438)	0.6	-16.8	-11.9	0	5.9	-8.4
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0.499	(534)	0	0	0	0	0	0
122	L 50X50X5	Nx	min	EG	L=1.333	(437)	-0.3	0	0	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(437)	13.9	0	-0.1	0	0.2	0
			min	ULS_5a	0	(437)	13.9	0	-0.1	0	0	0.2
			max	EG	0	(437)	-0.3	0	0	0	0	0
			min	EG	0	(437)	-0.3	0	0	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(437)	13.9	0	-0.1	0	0.2	0
122	L 50X50X5	Mz	min	ULS_5a	0	(437)	13.9	0	-0.1	0	0.2	0
			max	ULS_5a	0	(437)	13.9	0	-0.1	0	0.2	0
			min	EG	0	(437)	-0.3	0	0	0	0	0
			max	EG	0	(437)	-0.3	0	0	0	0	0
			min	ULS_5a	0	(437)	-0.3	0	0	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(437)	-0.3	0	0	0	0	0
174	L 100X100X10	Nx	min	ULS_5a	L=2.002	(512)	-22.7	-0.3	0.4	0	-0.8	-0.6
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(512)	93.0	-0.1	0.2	0	-0.3	-0.2
			min	EG	0	(512)	-0.3	0	0	0	0	0
			max	3_ULS_1a_90	0	(512)	88.0	-0.1	0.2	0	-0.3	-0.2
			min	ULS_5a	0	(512)	-22.7	-0.3	0.4	0	-0.8	-0.6
			max	EG	0	(512)	-0.3	0	0	0	0	0
174	L 100X100X10	Mz	min	ULS_5a	0	(512)	-22.7	-0.3	0.4	0	-0.8	-0.6
			max	EG	0	(512)	-0.3	0	0	0	0	0
			min	ULS_5a	0	(512)	-22.7	-0.3	0.4	0	-0.8	-0.6
			max	ULS_5a	0	(512)	-0.3	0	0	0	0	0
			min	ULS_5a	0	(512)	-22.7	-0.3	0.4	0	-0.8	-0.6
			max	EG	0	(512)	-0.3	0	0	0	0	0
175	L 100X100X10	Nx	min	ULS_5a	L=2.002	(514)	-22.6	-0.3	0.1	0	-0.3	-0.5
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(514)	93.0	0.2	-0.1	0	0.2	0.3
			min	3_ULS_1a_90	0	(514)	88.0	0.2	-0.1	0	0.2	0.3
			max	ULS_5a	0	(514)	-22.6	-0.3	0.1	0	-0.3	-0.5
			min	ULS_5a	0	(514)	-22.6	-0.3	0.1	0	-0.3	-0.5
			max	15_ULS_3_90	0	(514)	88.0	0.2	-0.1	0	0.2	0.3
175	L 100X100X10	Mz	min	ULS_5a	0	(514)	-22.6	-0.3	0.1	0	-0.3	-0.5
			max	ULS_5a	0	(514)	-22.6	-0.3	0.1	0	-0.3	-0.5
			min	ULS_5a	0	(514)	-22.6	-0.3	0.1	0	-0.3	-0.5
			max	ULS_5a	0	(514)	-22.6	-0.3	0.1	0	-0.3	-0.5
			min	ULS_5a	0	(514)	-22.6	-0.3	0.1	0	-0.3	-0.5
			max	ULS_5a	0	(514)	-22.6	-0.3	0.1	0	-0.3	-0.5
176	L 100X100X8	Nx	min	ULS_5a	L=2.002	(514)	-22.6	-0.3	0.1	0	-0.3	-0.5
			max	ULS_5a	0	(514)	93.0	0.2	-0.1	0	0.2	0.3
			min	3_ULS_1a_90	0	(514)	88.0	0.2	-0.1	0	0.2	0.3
			max	ULS_5a	0	(514)	-22.6	-0.3	0.1	0	-0.3	-0.5
			min	ULS_5a	0	(514)	-22.6	-0.3	0.1	0	-0.3	-0.5
			max	15_ULS_3_90	0	(514)	88.0	0.2	-0.1	0	0.2	0.3
176	L 100X100X8	Mz	min	ULS_5a	0	(514)	-22.6	-0.3	0.1	0	-0.3	-0.5
			max	ULS_5a	0	(514)	-22.6	-0.3	0.1	0	-0.3	-0.5
			min	ULS_5a	0	(514)	-22.6	-0.3	0.1	0	-0.3	-0.5
			max	ULS_5a	0	(514)	-22.6	-0.3	0.1	0	-0.3	-0.5
			min	ULS_5a	0	(514)	-22.6	-0.3	0.1	0	-0.3	-0.5
			max	ULS_5a	0	(514)	-22.6	-0.3	0.1	0	-0.3	-0.5

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Mld\_bridge]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	
177	3 L 100X100X 8	Nx	min	15_Uls_3_90	0	(533)	-86.0	0.1	0	0	0.1	0.2	
			max	3_Uls_1a_90	0	(533)	0	0	0	0	0	0	
			min	15_Uls_3_90	0	(533)	-86.0	0.1	0	0	0	0.1	0.2
			max	EG	0	(533)	-0.2	0	0	0	0	0	0
			min	EG	0	(533)	-0.2	0	0	0	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(533)	-20.4	0.4	-0.3	0	0	0.5	0.8
177	3 L 100X100X 8	Tx	min	15_Uls_3_90	0	(533)	-86.0	0	0.1	0	-0.2	-0.1	
			max	3_Uls_1a_90	0	(533)	0	0	0	0	0	0	
			min	15_Uls_3_90	0	(533)	-22.9	0.2	-0.3	0	0	0.5	0.3
			max	EG	0	(533)	-0.2	0	0	0	0	0	0
			min	EG	0	(533)	-0.2	0	0.1	0	0	-0.2	-0.1
			max	ULS_5a	0	(533)	-22.9	0.2	-0.3	0	0	0.5	0.3
197	8 L 50X 50X 5	Mz	min	15_Uls_3_90	0	(535)	-86.0	0	0.1	0	-0.2	-0.1	
			max	ULS_5a	0	(535)	-86.0	0	0.1	0	-0.2	-0.1	
			min	15_Uls_3_90	0	(535)	-22.9	0.2	-0.3	0	0	0.5	0.3
			max	ULS_5a	0	(535)	-22.9	0.2	-0.3	0	0	0.5	0.3
			min	EG	0	(439)	-0.1	0	0	0	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(439)	6.7	-0.1	0	0	0	0	-0.1
253	5 L 120X120X12	Nx	min	EG	0	(439)	-0.1	0	0	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(439)	6.7	-0.1	0	0	0	0	-0.1
			min	ULS_5a	0	(439)	6.7	-0.1	0	0	0	0	-0.1
			max	EG	0	(439)	-0.1	0	0	0	0	0	0
			min	EG	0	(439)	-0.1	0	0	0	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(439)	6.7	-0.1	0	0	0	0	-0.1
253	5 L 120X120X12	Tx	min	ULS_5a	0	(407)	-41.8	-3.2	3.7	0	-1.2	-1.0	
			max	EG	0.968	(436)	-0.7	0.1	-0.2	0	-0.1	-0.1	
			min	EG	0	(407)	-0.9	0.1	-0.2	0	0	0	
			max	15_Uls_3_90	0	(407)	-31.6	-0.5	-2.9	0	0.3	-0.2	
			min	11_Uls_1a_0.9_0.9_90	0.968	(436)	-12.1	-0.4	-3.0	0	-2.5	0.2	
			max	ULS_5a	0.968	(436)	-41.8	-3.2	3.7	0	2.3	2.1	
253	5 L 120X120X12	Mz	min	ULS_5a	0	(407)	-41.8	-3.2	3.7	0	-1.2	-1.0	
			max	ULS_5a	0.968	(436)	-41.8	-3.2	3.7	0	2.3	2.1	
			min	ULS_5a	0	(407)	-41.8	-3.2	3.7	0	-1.2	-1.0	
			max	ULS_5a	0.968	(436)	-41.8	-3.2	3.7	0	2.3	2.1	
			min	ULS_5a	0	(407)	-41.8	-3.2	3.7	0	-1.2	-1.0	
			max	ULS_5a	0.968	(436)	-41.8	-3.2	3.7	0	2.3	2.1	

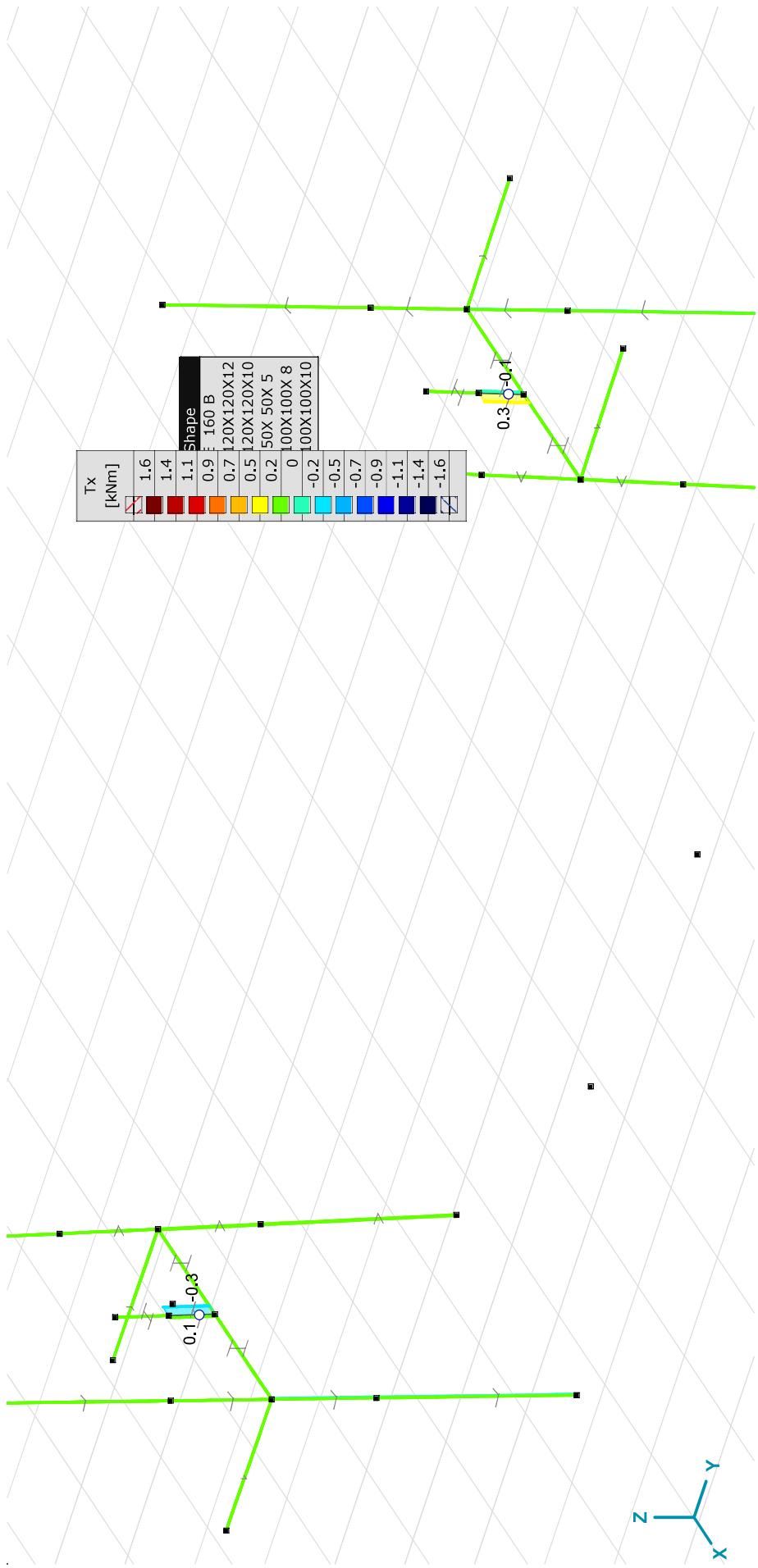
Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Mld\_bridge]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
269	5 L 120X120X12	Nx	min	ULS_5a	L=0.930	(434)	-19.6	2.2	-1.5	0	1.1	1.5
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(434)	5.9	-3.6	1.1	0	-0.9	-3.0
			min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(434)	5.9	-3.6	1.1	0	-0.9	-3.0
			max	ULS_5a	0	(434)	-19.6	2.2	-1.5	0	1.1	1.5
			min	15_ULS_3_90	0	(434)	-14.1	-3.6	1.2	0	-0.9	-3.0
			max	ULS_5a	0	(434)	-19.6	2.2	-1.5	0	1.1	1.5
			Mz	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(434)	5.9	-3.6	1.1	0	-0.9	-3.0
270	5 L 120X120X12	Nx	min	ULS_5a	L=0.928	(436)	-37.8	3.0	-4.8	0	3.6	2.3
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0.093	(436)	5.9	1.1	-3.6	0	2.7	0.7
			min	EG	0	(436)	-0.5	-0.1	0.1	0	-0.1	-0.1
			max	ULS_5a	0	(436)	-37.8	3.0	-4.8	0	3.6	2.3
			min	ULS_5a	0.928	(436)	-37.8	3.0	-4.8	0	-0.8	-0.5
			max	ULS_5a	0	(436)	-37.8	3.0	-4.8	0	3.6	2.3
			Mz	ULS_5a	0.928	(436)	-37.8	3.0	-4.8	0	-0.8	-0.5
271	11 HE 160 B	Nx	min	15_ULS_3_90	L=0.430	(418)	-21.2	14.0	0	0	0	0
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(418)	0	0	0	0	0	0
			min	EG	0	(418)	-0.3	-0.5	-0.6	-0.1	0	0
			max	ULS_5a	0	(418)	-9.5	22.9	16.6	0.3	0	0
			min	EG	0.430	(438)	-0.3	-0.5	-0.6	-0.1	-0.2	0.2
			max	ULS_5a	0.430	(438)	-9.5	22.9	16.6	0.3	7.1	-9.9
			Mz	ULS_5a	0.430	(438)	-9.5	22.9	16.6	0.3	7.1	-9.9
276	4 L 120X120X10	Nx	min	15_ULS_3_90	L=0.930	(535)	-88.0	1.9	-0.6	0	0.1	0.2
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(535)	0	0	0	0	0	0
			min	ULS_5a	0	(535)	-28.9	-2.5	1.6	0	-0.3	-0.5
			max	15_ULS_3_90	0	(535)	-88.0	1.9	-0.6	0	0.1	0.2
			min	15_ULS_3_90	0.930	(437)	-88.0	1.9	-0.6	0	-0.5	-1.6
			max	ULS_5a	0.930	(437)	-28.9	-2.5	1.6	0	1.2	1.8
			Mz	ULS_5a	0.930	(437)	-28.9	-2.5	1.6	0	1.2	1.8

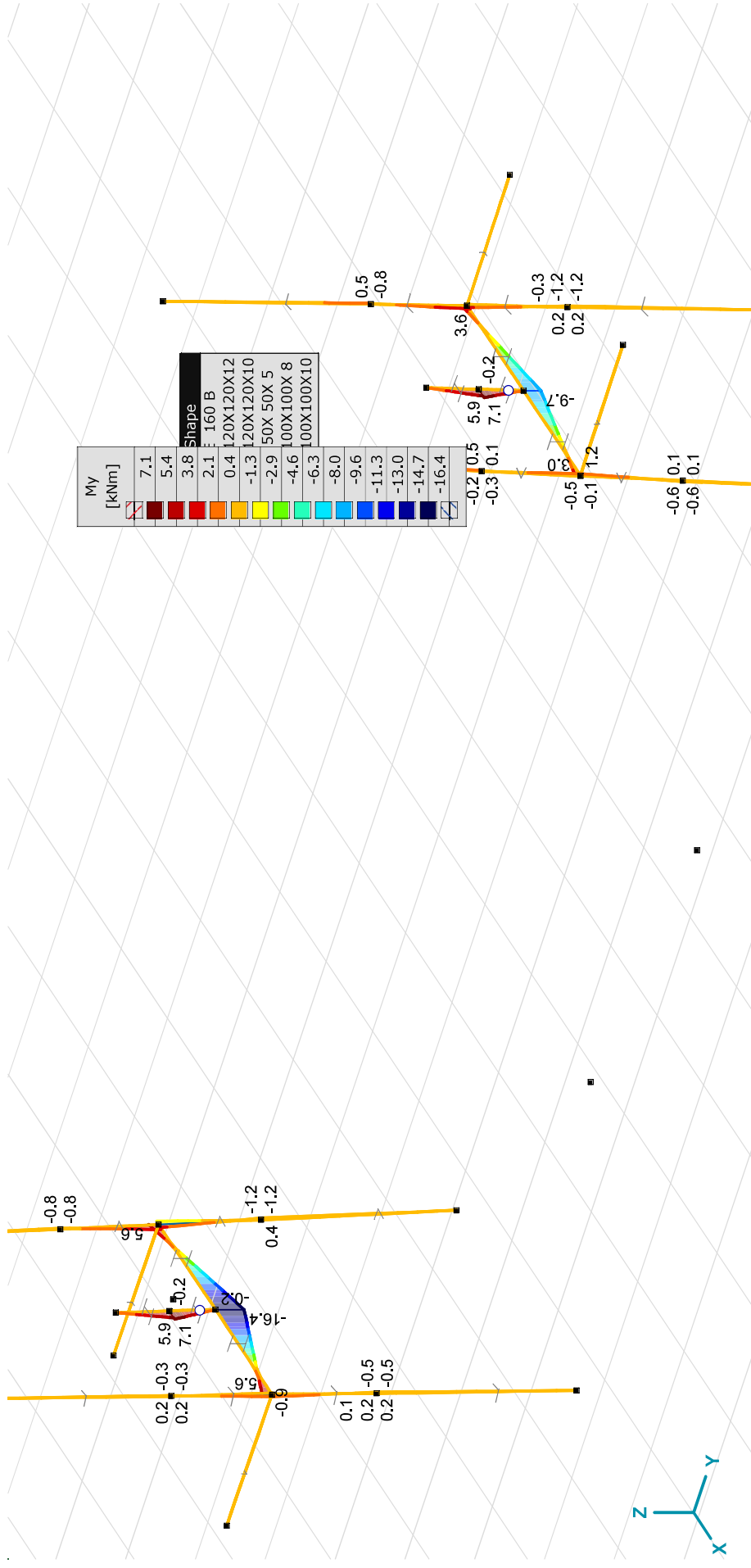
Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), Mld\_bridge]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
		Mz	min max	15_U LS_3_90 ULS_5a	0.930 0.930	(437) (437)	-88.0 -28.9	1.9 -2.5	-0.6 1.6	0 0	-0.5 1.2	-1.6 1.8
277	4 L 120X120X10				L=0.928							
		Nx	min max	15_U LS_3_90 11_U LS_1a_0.9_0.9_90	0 0	(533) (533)	-88.0 0	-0.6 0	1.9 0	0 0	-0.2 0	-0.1 0
		Tx	min max	ULS_5a EG	0 0	(533) (533)	-14.5 -0.2	-2.9 0.1	4.8 -0.1	0 0	-0.8 0	-0.5 0
		My	min max	ULS_5a ULS_5a	0 0.928	(533) (439)	-14.5 -14.5	-2.9 -2.9	4.8 4.8	0 0	-0.8 3.6	-0.5 2.2
		Mz	min max	ULS_5a ULS_5a	0 0.928	(533) (439)	-14.5 -14.5	-2.9 -2.9	4.8 4.8	0 0	-0.8 3.6	-0.5 2.2

Sh.: Cross-section; C: Extreme component; min, max.: Extreme type; Case: Load case of extreme; Loc.: Cross-section local x position on the beam; Nx: Axial force; Vy: Shear force in local y direction; Vz: Shear force in local z direction; Tx: Torsional moment; My: Flexural moment about local y axis; Mz: Flexural moment about local z axis;



[1] > Mid\_bridge.Linear.Envelope (Load cases), Tx [kNm], Filled diagram



[1] > Mid\_bridge, Linear, Envelope (Load cases), My [kNm], Filled diagram

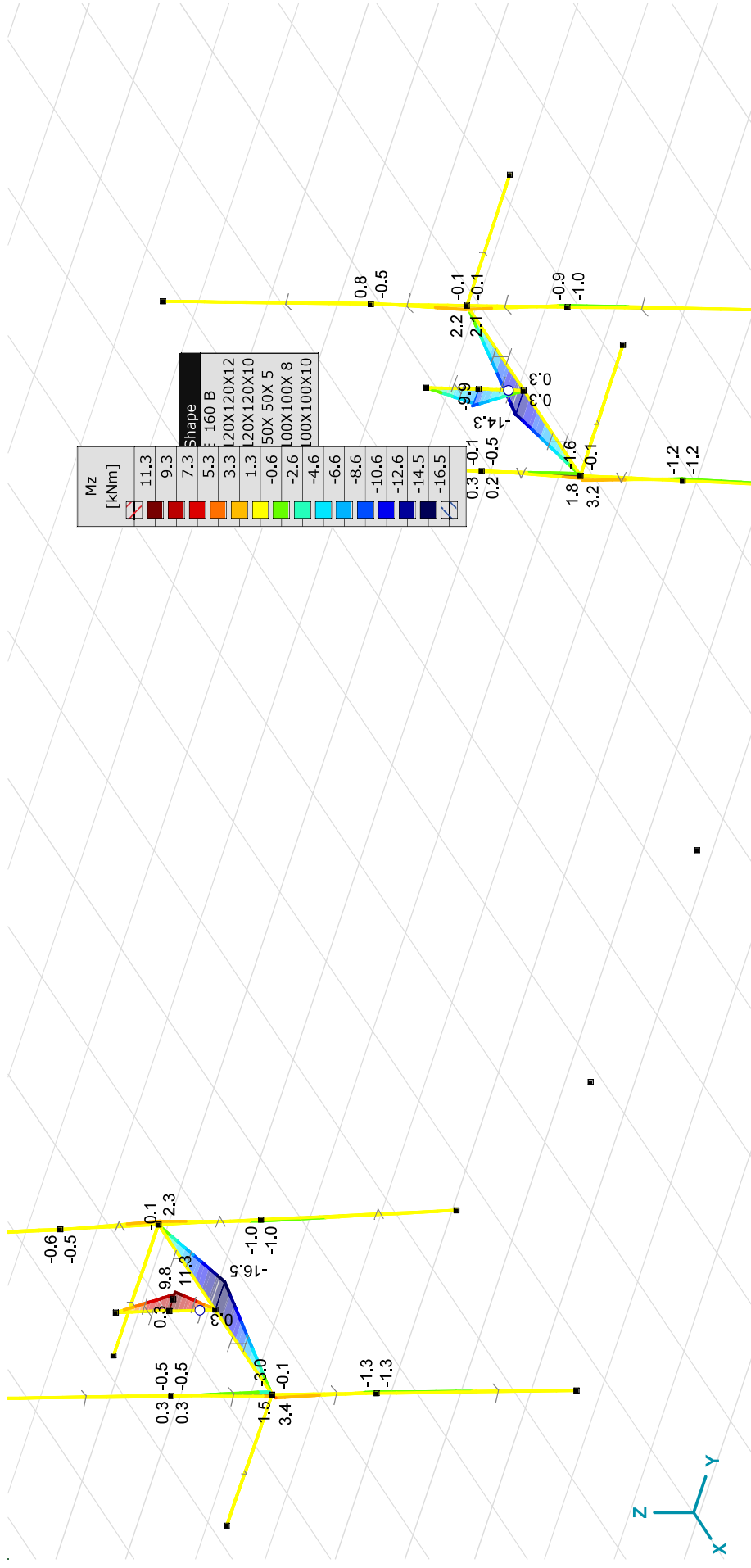
### Project

Analysis by

Model: s+0\_TWIN\_TOWERS\_R7.axs

6/15/2021

Page 93

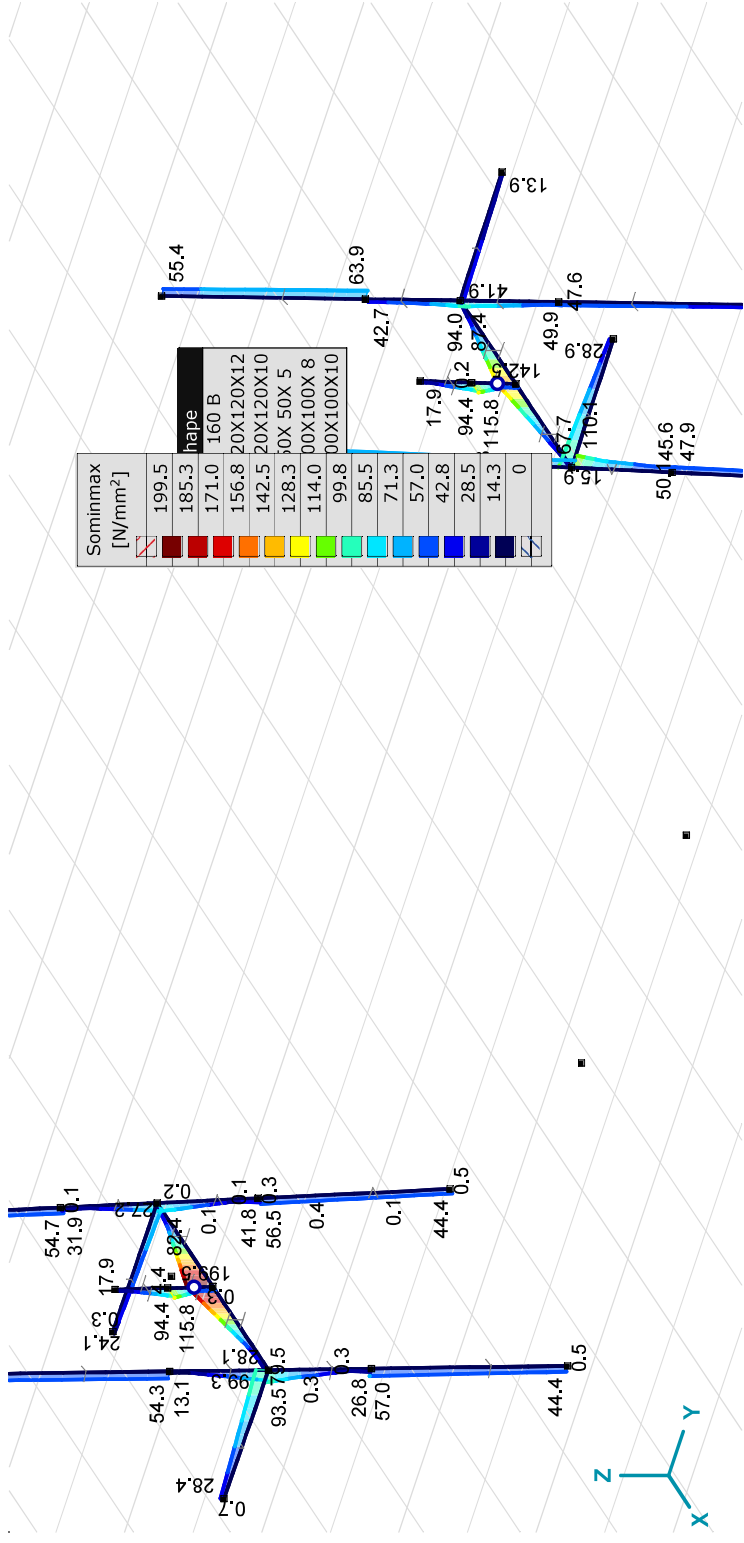


[1] > Mid\_bridge, Linear, Envelope (Load cases), Mz [kNm], Filled diagram

**Beam stresses [Linear, Envelope (Load cases), Mld\_bridge]**

Sh.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Smin [N/mm <sup>2</sup> ]	Smax [N/mm <sup>2</sup> ]	Vmin [N/mm <sup>2</sup> ]	Vmax [N/mm <sup>2</sup> ]	Somin [N/mm <sup>2</sup> ]	Somax [N/mm <sup>2</sup> ]	Vymean [N/mm <sup>2</sup> ]	Vzmean [N/mm <sup>2</sup> ]
Ext.														
176	L 100X100X 8	Somin	min	3_UlS_1a_90	2.002		0	0	0	0	0	0	0	0
176	L 100X100X 8	Somin	max	15_UlS_3_90	2.002		-55.4	-55.4	0	0.1	55.4	55.4	0.1	0
177	L 100X100X 8	Somax	max	15_UlS_3_90	2.002		-55.4	-55.4	0	0.1	55.4	55.4	0	0.1
176	L 100X100X 8	Somax	min	3_UlS_1a_90	2.002		0	0	0	0	0	0	0	0
115	HE 160 B	Somax	max	15_UlS_3_90	1.219	(417)	-199.3	199.5	0	15.3	26.4	199.5	2.5	-3.2

Sh.: Cross-section; C: Extremal component; min. max.: Extreme type; Case: Load case of extreme; Loc.: Cross-section local x, position on the beam; Smin: Axial stress cross-section minimum; Smax: Axial stress cross-section maximum; Vmin: Shear stress cross-section minimum; Vmax: Shear stress cross-section maximum; Somin: Von Mises stress cross-section minimum; Somax: Von Mises stress cross-section maximum; Vymean: Shear stress in local y direction; Vzmean: Shear stress in local z direction;



[[I] > Mld\_bridge, Linear, Envelope (Load cases), Sominmax [N/mm<sup>2</sup>], Filled diagram



Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), bottom\_bridge]

Sh.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	
1	5 L 120X120X12	Nx	min	ULS_5a	L=2,377	(124)	-92.0	0	0	0	0	0	
			max	3_ULS_1a_90	0	(124)	294.9	-0.1	0	0	0	0	
			min	ULS_5a	0	(124)	-92.0	0	0	0	0	0	
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(124)	63.2	-0.1	0	0	0	0	
			min	ULS_5a	2,377	(124)	-92.0	0	0	-0.1	0	0	
			max	EG	0.713	(124)	-1.9	0	0	0	0	0	
			Mz	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(124)	63.2	-0.1	0	0	0	0	0
max	15_ULS_3_90	2,377	(124)	294.2	-0.2	0	0	0	0	-0.1			
2	5 L 120X120X12	Nx	min	ULS_5a	L=2,377	(125)	-53.7	0	0	0	0	0	
			max	3_ULS_1a_90	0	(125)	294.9	0	-0.1	0	0	0	
			min	ULS_5a	0	(125)	-53.7	0	0	0	0	0	
			max	15_ULS_3_90	0	(125)	294.2	0	-0.2	0	0	0	
			min	15_ULS_3_90	2,377	(125)	294.2	0	-0.2	0	0	-0.4	0.1
			max	ULS_5a	0	(125)	-53.7	0	0	0	0	0	0
			Mz	ULS_5a	2,377	(125)	-53.7	0	0	0	0	-0.1	0
max	15_ULS_3_90	2,377	(125)	294.2	0	-0.2	0	0	-0.4	0.1			
3	5 L 120X120X12	Nx	min	15_ULS_3_90	L=2,377	(144)	-159.8	0.1	0	0	0	0.1	
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(144)	0	0	0	0	0	0	
			min	15_ULS_3_90	0	(144)	-159.8	0.1	0	0	0	0.1	
			max	ULS_5a	0	(144)	-89.3	0	0	0	0	-0.1	0
			min	ULS_5a	0	(144)	-89.3	0	0	0	0	-0.1	0
			max	EG	1,664	(144)	-1.9	0	0	0	0	0	0
			Mz	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(144)	0	0	0	0	0	0	0
max	15_ULS_3_90	0	(144)	-159.8	0.1	0	0	0	0	0.1			
4	5 L 120X120X12	Nx	min	15_ULS_3_90	L=2,377	(145)	-159.8	0	0	0	-0.1	0	
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(145)	0.1	0	0	0	0	0	
			min	EG	0	(145)	-1.9	0	0	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(145)	-55.3	0	0	0	0	-0.1	0
			min	15_ULS_3_90	0	(145)	-159.8	0	0	0	0	-0.1	0
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(145)	0.1	0	0	0	0	0	0
			Mz	ULS_5a	0	(145)	-55.3	0	0	0	0	-0.1	0
max	15_ULS_3_90	0	(145)	-159.8	0	0	0	0	-0.1	0			

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), bottom\_bridge]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]		
7	5 L 120X120X12	Nx	min	ULS_5a	L=2.377	(142)	-68.1	0.1	0.1	0	-0.1	0		
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(142)	153.2	0.7	0.1	0	0	0.3		
			min	ULS_5a	0	(142)	-68.1	0.1	0.1	0	0	-0.1	0	
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(142)	153.2	0.7	0.1	0	0	0	0.3	
			min	ULS_5a	0	(142)	-68.1	0.1	0.1	0	0	-0.1	0	
			max	ULS_5a	2.377	(142)	-68.1	0.1	0.1	0	0	0.2	-0.1	0
			Mz	15_ULS_3_90	2.377	(142)	144.3	0.8	0.1	0	0	0.2	-1.5	0.4
max	15_ULS_3_90	0	(142)	144.3	0.8	0.1	0	0	-0.1	0	0			
8	5 L 120X120X12	Nx	min	ULS_5a	L=2.377	(143)	-55.7	-0.1	0.2	0	-0.1	0		
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(143)	153.2	0.1	0.7	0	-0.3	0		
			min	ULS_5a	0	(143)	-55.7	-0.1	0.2	0	0	-0.1	0	
			max	15_ULS_3_90	0	(143)	144.3	0.1	0.8	0	0	-0.4	0.1	
			min	ULS_3_90	0	(143)	144.3	0.1	0.8	0	0	-0.4	0.1	
			max	15_ULS_3_90	2.377	(143)	144.3	0.1	0.8	0	0	1.5	-0.2	
			Mz	15_ULS_3_90	2.377	(143)	144.3	0.1	0.8	0	0	1.5	-0.2	0.1
min	ULS_5a	2.377	(143)	-55.7	-0.1	0.2	0	0	0.3	0	0			
9	5 L 120X120X12	Nx	min	15_ULS_3_90	L=2.377	(144)	-189.8	0	0.2	0	-0.1	0		
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(144)	0	0	0	0	0	0		
			min	15_ULS_3_90	0	(144)	-189.8	0	0.2	0	0	-0.1	0	
			max	ULS_5a	0	(144)	-68.3	0.1	0.1	0	0	0	0.1	
			min	15_ULS_3_90	0	(144)	-189.8	0	0.2	0	0	-0.1	0	
			max	15_ULS_3_90	2.377	(144)	-189.8	0	0.2	0	0	0.5	-0.1	
			Mz	ULS_5a	2.377	(144)	-68.3	0.1	0.1	0	0	0.1	-0.2	0.1
min	ULS_5a	0	(144)	-68.3	0.1	0.1	0	0	0	0	0			
10	5 L 120X120X12	Nx	min	15_ULS_3_90	L=2.377	(145)	-189.7	0.2	0	0	0	0.1		
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(145)	0.1	0	0	0	0	0		
			min	EG	0	(145)	-1.9	0.1	0	0	0	0		
			max	ULS_5a	0	(145)	-57.3	0.2	-0.1	0	0	0	0.1	
			min	ULS_5a	2.377	(145)	-57.3	0.2	-0.1	0	0	-0.1	-0.3	
			max	15_ULS_3_90	2.377	(145)	-189.7	0.2	0	0	0	0.1	-0.5	
			Mz	15_ULS_3_90	2.377	(145)	-189.7	0.2	0	0	0	0	0	0

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), bottom\_bridge]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	
27	U 180	Mz	min max	15_ULS_3_90 15_ULS_3_90	2.377 0	(145)	-189.7 -189.7	0.2 0.2	0 0	0 0	0.1 0	-0.5 0.1	
		Nx	min	EG	L=1.482	(174)	0	0	-0.8	0	0	0.9	-0.1
27	U 180	Tx	min max	ULS_5a 11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0 0	(174)	3.2 1.1	1.0 0.7	8.9 23.0	0.1 0.3	-13.1 -34.1	1.5 1.0	
		My	min max	3_ULS_1a_90 EG	0 0	(174)	1.1 0	0.7 0	23.0 -0.8	0.3 0	-34.1 0.9	1.0 -0.1	
		Mz	min max	EG ULS_5a	0 0	(174)	0 3.2	0 1.0	-0.8 8.9	0 0.1	0.9 -13.1	-0.1 1.5	
		Nx	min max	ULS_5a 11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0 0	(175)	-2.2 1.1	0.4 -0.7	-8.2 -23.1	-0.1 -0.3	0 0	0 0	0 0
		Tx	min max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90 EG	0 0	(175)	1.1 0	-0.7 0	-23.1 0.2	-0.3 0	0 0	0 0	0 0
		My	min max	3_ULS_1a_90 EG	1.482 1.482	(174)	1.1 0	-0.7 0	-23.1 0.5	-0.3 0	-34.2 0.5	1.0 0	0 0
27	U 180	Mz	min max	ULS_5a 11_ULS_1a_0.9_0.9_90	1.482 1.482	(174)	-2.2 1.1	0.4 -0.7	-8.2 -23.1	-0.1 -0.3	-12.1 -34.2	-0.7 1.0	
		Nx	min max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90 ULS_5a	L=1.482	(178)	-0.5 4.5	-0.7 -1.0	5.2 3.9	0.3 0.1	-7.7 -5.7	-1.0 -1.5	
27	U 180	Tx	min max	EG 3_ULS_1a_90	0 0	(178)	0 -0.4	0 -0.7	-0.7 5.2	0 0.3	1.3 -7.8	0.1 -1.0	
		My	min max	3_ULS_1a_90 EG	0 0	(178)	-0.4 0	-0.7 0	5.2 -0.7	0.3 0	-7.8 1.3	-1.0 0.1	
		Mz	min max	ULS_5a EG	0 0	(178)	4.5 0	-1.0 0	3.9 -0.7	0.1 0	-5.7 1.3	-1.5 0.1	
		Nx	min max	15_ULS_3_90 ULS_5a	L=1.482	(180)	-0.2 4.5	0.2 1.0	-1.3 -3.9	-0.1 -0.1	0 0	0 0	0 0
		Tx	min max	ULS_5a EG	0 0	(180)	4.5 0	1.0 0	-3.9 1.0	-0.1 0	-0.1 0	0 0	0 0
		Mz	min max	EG	0	(180)	0	0	1.0	0	0	0	0

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), bottom\_bridge]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	
31	U180	My	min	ULS_5a	1.482	(181)	4.5	1.0	-3.9	-0.1	-5.7	-1.5	
			max	EG	1.482	(181)	0	0	0.7	0	1.3	0.1	
		Mz	min	ULS_5a	1.482	(181)	4.5	4.5	1.0	-3.9	-0.1	-5.7	-1.5
			max	EG	1.482	(181)	0	0	0	0.7	0	1.3	0.1
							L=1.482						
				Nx	min	EG	0	(184)	0	0	0.4	0	0
57	L 110X110X10	Tx	min	ULS_5a	0	(184)	3.2	-1.0	-8.9	-0.1	0	0	
			max	EG	0	(184)	0	0	0.4	0	0	0	
		My	min	15_ULS_3_90	1.482	(185)	0.6	0.6	-0.3	-9.3	-0.1	-13.7	0.4
			max	EG	1.482	(185)	0	0	0	0.8	0	0.9	-0.1
		Mz	min	EG	1.482	(185)	0	0	0	0.8	0	0.9	-0.1
			max	ULS_5a	1.482	(185)	3.2	3.2	-1.0	-8.9	-0.1	-13.1	1.5
					L=1.668								
58	L 110X110X10	Nx	min	EG	0	(227)	0	0	0	0	0	0	
			max	ULS_5a	0	(227)	0	0	0	0	0	0.1	0
		Tx	min	3_ULS_1a_90	0	(227)	0	0	0.2	-0.4	0	0.6	0.4
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(227)	0	0.2	0.2	-0.3	0	0.5	0.3
		My	min	EG	1.668	(224)	0	0	0	0	0	0	0
			max	15_ULS_3_90	0	(227)	0	0	0.2	-0.4	0	0.7	0.4
Mz	min	EG	1.668	(224)	0	0	0	0	0	0	0		
	max	15_ULS_3_90	0	(227)	0	0	0.2	-0.4	0	0.7	0.4		
					L=1.668								
59	L 110X110X10	Nx	min	ULS_5a	0	(226)	0	0	0	0	0	0	
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(226)	0	-0.2	0.3	0	0	0	
		Tx	min	EG	0	(226)	0	0	0	0	0	0	0
			max	EG	0	(226)	0	0	0	0	0	0	0
		My	min	ULS_5a	1.668	(228)	0	0	0	0	0	0	0.1
			max	15_ULS_3_90	0	(228)	0	0	-0.2	0.4	0	0.7	0.4
Mz	min	ULS_5a	0	(226)	0	0	0	0	0	0	0		
	max	15_ULS_3_90	0	(228)	0	0	-0.2	0.4	0	0.7	0.4		
					L=1.668								
59	L 110X110X10	Nx	min	EG	0	(229)	0	0	0	0	0.1	0.1	
			max	ULS_5a	0	(229)	0	0.1	0	0	0.2	0.2	



Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), bottom\_bridge]

Sh.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
64	L 110X110X10	Nx	min	ULS_5a	0	(231)	-0.8	-2.4	-3.7	-0.4	0.6	-0.4
			max	3 ULS_1a_90	0	(231)	1.2	2.2	-16.7	0	4.1	0.7
			min	ULS_5a	0	(231)	-0.8	-2.4	-3.7	-0.4	0.6	-0.4
			max	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(231)	1.2	2.2	-16.5	0	3.7	0.5
			min	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0.445	(234)	1.2	2.2	-16.5	0	-3.6	-0.4
			max	15 ULS_3_90	0	(231)	1.1	2.5	-17.4	0	4.3	0.7
			min	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0.445	(234)	1.2	2.2	-16.5	0	-3.6	-0.4
max	15 ULS_3_90	0	(231)	1.1	2.5	-17.4	0	4.3	0.7			
65	L 110X110X10	Tx	min	EG	L=0.200	(235)	0	-0.2	0.9	0	-0.2	-0.1
			max	ULS_5a	0	(235)	0.8	0.3	-4.3	-0.2	-0.5	-1.0
			min	ULS_5a	0	(235)	0.8	0.3	-4.3	-0.2	-0.5	-1.0
			max	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(235)	0.6	-1.1	-6.6	0	-1.9	-0.7
			min	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0.200	(232)	0.6	-1.1	-6.6	0	-3.3	-0.4
			max	EG	0.200	(232)	0	-0.2	0.9	0	0	0
			min	ULS_5a	0.200	(232)	0.8	0.3	-4.3	-0.2	-1.4	-1.1
max	EG	0.200	(232)	0	-0.2	0.9	0	0	0			
66	L 110X110X10	Nx	min	ULS_5a	L=0.200	(234)	-0.3	-0.2	4.5	-0.3	-0.9	0.7
			max	3 ULS_1a_90	0	(234)	0.6	1.2	6.3	0	-3.1	-0.3
			min	ULS_5a	0	(234)	-0.3	-0.2	4.5	-0.3	-0.9	0.7
			max	EG	0	(234)	0	0.3	-1.1	0	-0.1	0
			min	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(234)	0.6	1.0	6.6	0	-3.3	-0.4
			max	ULS_5a	0.200	(236)	-0.3	-0.2	4.5	-0.3	0	0.7
			min	15 ULS_3_90	0.200	(236)	0.5	1.5	4.7	0	-2.2	-0.7
max	ULS_5a	0.200	(236)	-0.3	-0.2	4.5	-0.3	0	0.7			
66	L 110X110X10	Tx	min	ULS_5a	L=0.239	(237)	-0.3	4.8	-0.4	0	-0.2	0.1
			max	EG	0	(237)	0	-0.2	-0.2	0	-0.2	-0.1
			min	EG	0	(237)	0	-0.2	-0.2	0	-0.2	-0.1
			max	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(237)	-0.1	-1.5	-1.4	0	-1.3	-1.0
			min	15 ULS_3_90	0.239	(235)	-0.1	-1.9	-1.5	0	-1.9	-0.7
			max	EG	0	(237)	0	-0.2	-0.2	0	-0.2	-0.1
			min	15 ULS_3_90	0	(237)	-0.1	-1.9	-1.5	0	-1.5	-1.2
max	ULS_5a	0	(237)	-0.3	4.8	-0.4	0	-0.2	0.1			

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), bottom\_bridge]

Sh.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	
67	L 110X110X10	Nx	min	15 ULS_3_90	L=0.239	(236)	-0.1	2.0	1.5	0	-1.9	-0.7	
			max	ULS_5a	0	(236)	0.1	4.8	0	0	0.1	0.7	
			min	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(236)	-0.1	1.6	1.4	0	-1.6	-0.7	
			max	ULS_5a	0	(236)	0.1	4.8	0	0	0	0.1	0.7
			min	15 ULS_3_90	0	(236)	-0.1	2.0	1.5	0	-1.9	-0.7	
			max	ULS_5a	0.239	(238)	0.1	4.8	0	0	0.1	-0.4	
			Mz	15 ULS_3_90	0.239	(238)	-0.1	2.0	1.5	0	-1.5	-1.2	
			max	ULS_5a	0	(236)	0.1	4.8	0	0	0.1	0.7	
68	L 110X110X10	Nx	min	ULS_5a	L=1.344	(240)	-0.3	0	-0.4	0	0.3	0.1	
			max	EG	0	(240)	0	0.1	-0.4	0	0.2	0	
			min	EG	0	(240)	0	0.1	-0.4	0	0.2	0	
			max	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(240)	-0.1	0.9	-1.4	0	-1.4	0.1	
			min	15 ULS_3_90	1.344	(237)	-0.1	0.9	-1.5	0	-1.5	-1.2	
			max	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(240)	-0.1	0.9	-1.4	0	-1.4	0.1	
			Mz	15 ULS_3_90	1.344	(237)	-0.1	0.9	-1.5	0	-1.5	-1.2	
			max	ULS_5a	1.344	(237)	-0.3	0	-0.4	0	-0.2	0.1	
69	L 110X110X10	Nx	min	15 ULS_3_90	L=1.344	(238)	-0.1	-0.9	1.5	0	-1.5	-1.2	
			max	ULS_5a	0	(238)	0.1	-0.3	0	0	0.1	-0.4	
			min	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(238)	-0.1	-0.9	1.4	0	-1.3	-1.0	
			max	ULS_5a	0	(238)	0.1	-0.3	0	0	0.1	-0.4	
			min	15 ULS_3_90	0	(238)	-0.1	-0.9	1.5	0	-1.5	-1.2	
			max	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	1.344	(241)	-0.1	-0.9	1.4	0	-1.4	0.1	
			Mz	15 ULS_3_90	0	(238)	-0.1	-0.9	1.5	0	-1.5	-1.2	
			max	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	1.344	(241)	-0.1	-0.9	1.4	0	0.5	0.1	
70	L 110X110X10	Nx	min	ULS_5a	L=0.359	(242)	-0.3	0	0.2	0	0.3	0.1	
			max	EG	0	(242)	0	0.1	0.2	0	0.1	0.1	
			min	EG	0	(242)	0	0.1	0.2	0	0.1	0.1	
			max	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(242)	-0.1	0.9	0.3	0	0.4	0.4	
			min	EG	0	(242)	0	0.1	0.2	0	0.1	0.1	
			max	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0.359	(240)	-0.1	0.9	0.3	0	0.4	0.1	
			Mz	11 ULS_1a_0.9_0.9_90	0.359	(240)	-0.1	0.9	0.3	0	0.4	0.1	





Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), bottom\_bridge]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	
75	6 L 110X110X10	My	min	15_U LS_3_90	1.745	(245)	-0.1	0.4	-0.5	0	-0.3	-0.3	
			max	15_U LS_3_90	0	(248)	-0.1	0.4	-0.5	0	0.6	0.5	
			min	15_U LS_3_90	1.745	(245)	-0.1	0.4	-0.5	0	-0.3	-0.3	
			max	15_U LS_3_90	0	(248)	-0.1	0.4	-0.5	0	0.6	0.5	
		Mz	min	15_U LS_3_90	1.745	(245)	-0.1	0.4	-0.5	0	-0.3	-0.3	-0.3
			max	15_U LS_3_90	0	(248)	-0.1	0.4	-0.5	0	0.6	0.5	0.5
			min	15_U LS_3_90	1.745	(245)	-0.1	0.4	-0.5	0	-0.3	-0.3	-0.3
			max	15_U LS_3_90	0	(248)	-0.1	0.4	-0.5	0	0.6	0.5	0.5
76	6 L 110X110X10	Nx	min	15_U LS_3_90	L=1.745	(246)	-0.1	-0.4	0.5	0	-0.3	-0.3	
			max	U LS_5a	0	(246)	0.1	-0.1	0.1	0	0	-0.1	
			min	11_U LS_1a_0.9_0.9_90	0	(246)	-0.1	-0.1	0.1	0	0	-0.1	
			max	U LS_5a	0	(246)	0.1	-0.1	0.1	0	0	-0.1	
		Mz	min	15_U LS_3_90	1.745	(249)	-0.1	-0.4	0.5	0	-0.3	-0.3	-0.3
			max	15_U LS_3_90	0	(246)	-0.1	-0.4	0.5	0	0.6	0.5	0.5
			min	15_U LS_3_90	1.745	(249)	-0.1	-0.4	0.5	0	-0.3	-0.3	-0.3
			max	15_U LS_3_90	0	(246)	-0.1	-0.4	0.5	0	0.6	0.5	0.5
77	6 L 110X110X10	Nx	min	U LS_5a	L=0.359	(250)	-0.3	0	-0.2	0	0.3	0.1	
			max	EG	0	(250)	0	-0.1	-0.2	0	0.1	0	
			min	EG	0	(250)	0	-0.1	-0.2	0	0.1	0	
			max	11_U LS_1a_0.9_0.9_90	0	(250)	-0.1	0	-0.1	0	0	0	
		Mz	min	3_U LS_1a_90	0.359	(248)	-0.1	-0.7	-0.5	0	0	0.8	0.3
			max	15_U LS_3_90	0	(250)	-0.1	0	0	0	0	0	0
			min	3_U LS_1a_90	0	(250)	-0.1	0	0	0	0	0	0
			max	15_U LS_3_90	0.359	(248)	-0.1	-0.7	-0.5	0	0.6	0.5	0.5
78	6 L 110X110X10	Nx	min	15_U LS_3_90	L=0.359	(249)	-0.1	0.7	0.5	0	0.6	0.5	
			max	U LS_5a	0	(249)	0.1	0.3	0.1	0	0.1	0.2	
			min	11_U LS_1a_0.9_0.9_90	0	(249)	-0.1	0	0.1	0	0	0	
			max	U LS_5a	0	(249)	0.1	0.3	0.1	0	0.1	0.2	
		Mz	min	3_U LS_1a_90	0.359	(251)	-0.1	0.7	0.5	0	0	0.8	0.3
			max	15_U LS_3_90	0	(249)	-0.1	0.7	0.5	0	0	0	0
			min	3_U LS_1a_90	0.359	(251)	-0.1	0.7	0.5	0	0	0	0
			max	15_U LS_3_90	0	(249)	-0.1	0.7	0.5	0	0.6	0.5	0.5



Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), bottom\_bridge]

Sh.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
83	6 L 110X110X10	Nx	min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(257)	-0.1	0	0	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(257)	0.8	-0.3	4.3	0.2	-1.4	-1.1
			min	15_ULS_3_90	0	(257)	0	0.3	2.5	0	-1.8	-0.4
			max	ULS_5a	0	(257)	0.8	-0.3	4.3	0.2	-1.4	-1.1
			min	15_ULS_3_90	0	(257)	0.1	0.3	2.5	0	-1.8	-0.4
			max	3_ULS_1a_90	0	(257)	-0.1	0	0	0	0	0
			min	ULS_5a	0	(257)	0.8	-0.3	4.3	0.2	-1.4	-1.1
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0.200	(255)	-0.1	0	0	0	0	0
84	6 L 110X110X10	Nx	min	ULS_5a	L=0.200	(256)	-0.3	0.2	-4.5	0.3	-0.1	0.7
			max	15_ULS_3_90	0	(256)	0.1	-0.3	-2.5	0	-1.3	-0.5
			min	EG	0	(256)	0	-0.3	1.0	0	-0.3	-0.1
			max	ULS_5a	0	(256)	-0.3	0.2	-4.5	0.3	-0.1	0.7
			min	15_ULS_3_90	0.200	(259)	0.1	-0.3	-2.5	0	-1.8	-0.4
			max	3_ULS_1a_90	0.200	(259)	-0.1	0	0	0	0	0
			min	ULS_5a	0	(256)	0.1	-0.3	-2.5	0	-1.3	-0.5
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(256)	-0.3	0.2	-4.5	0.3	-0.1	0.7
85	22 HE 120 A	Nx	min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	L=0.445	(260)	-0.1	0	0	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(260)	1.8	2.9	-4.6	0.4	0.5	0.2
			min	EG	0	(260)	-0.1	0.2	-0.6	0	0.2	0.1
			max	ULS_5a	0	(260)	1.8	2.9	-4.6	0.4	0.5	0.2
			min	15_ULS_3_90	0.445	(257)	0.4	0.9	-6.7	0	-1.9	-0.4
			max	15_ULS_3_90	0	(260)	0.4	0.9	-6.7	0	1.1	0
			min	ULS_5a	0.445	(257)	1.8	2.9	-4.6	0.4	-1.6	-1.1
			max	ULS_5a	0	(260)	1.8	2.9	-4.6	0.4	0.5	0.2
85	22 HE 120 A	Tx	min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	L=0.445	(261)	-0.1	0	0	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(261)	25.4	13.4	0	0	0	0
			min	EG	0	(261)	0.2	0.1	0	0	0	0
			max	EG	0	(261)	0.2	0.1	0	0	0	0
			min	EG	0.445	(258)	0.2	0.1	0	0	0	0
			max	EG	0	(261)	0.2	0.1	0	0	0	0
			min	ULS_5a	0.445	(258)	25.4	13.4	0	0	0	0
			max	15_ULS_3_90	0.445	(258)	13.2	0	0	0	0	0

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), bottom\_bridge]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
86	L 110X110X10	Nx	min	ULS_5a	L=0.445	(259)	-0.8	2.4	3.7	0.4	-1.0	0.7
			max	15_ULS_3_90	0	(259)	0.4	-0.9	6.7	0	-1.9	-0.4
			min	15_ULS_3_90	0	(259)	0.4	-0.9	6.7	0	-1.9	-0.4
			max	ULS_5a	0	(259)	-0.8	2.4	3.7	0.4	-1.0	0.7
			min	15_ULS_3_90	0	(259)	0.4	-0.9	6.7	0	-1.9	-0.4
			max	15_ULS_3_90	0.445	(262)	0.4	-0.9	6.7	0	1.1	0
			min	15_ULS_3_90	0	(259)	0.4	-0.9	6.7	0	-1.9	-0.4
max	ULS_5a	0	(259)	-0.8	2.4	3.7	0.4	-1.0	0.7			
87	L 110X110X10	Nx	min	EG	L=1.668	(263)	0	0	0	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(263)	0	-0.1	0	0	0.1	0
			min	EG	0	(263)	0	0	0	0	0	0
			max	EG	0	(263)	0	0	0	0	0	0
			min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	1.668	(260)	0	0	0	0	0	0
			max	ULS_5a	1.668	(260)	0	-0.1	0	0	0.2	0.2
			min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	1.668	(260)	0	0	0	0	0	0
max	ULS_5a	1.668	(260)	0	-0.1	0	0	0.2	0.2			
88	L 110X110X10	Nx	min	ULS_5a	L=1.668	(262)	0	-0.2	0	0	0	-0.3
			max	15_ULS_3_90	0	(262)	0	0	0	0	0.1	0
			min	EG	0	(262)	0	0	0	0	0.1	0.1
			max	EG	0	(262)	0	0	0	0	0.1	0.1
			min	ULS_5a	0	(262)	0	-0.2	0	0	0	-0.3
			max	15_ULS_3_90	0	(262)	0	0	0	0	0.1	0
			min	ULS_5a	0	(262)	0	-0.2	0	0	0	-0.3
max	EG	0	(262)	0	0	0	0	0.1	0.1			
89	L 110X110X10	Nx	min	EG	L=1.668	(265)	0	0	0	0	0	0
			max	ULS_5a	0	(265)	0	0	0	0	0	
			min	EG	0	(265)	0	0	0	0	0	
			max	EG	0	(265)	0	0	0	0	0	
			min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	1.668	(263)	0	0	0	0	0	
			max	ULS_5a	1.668	(263)	0	0	0	0	0.1	
			min	ULS_5a	1.668	(263)	0	0	0	0	0	

Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), bottom\_bridge]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
90	6 L 110X110X10	Mz	min max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90 15_ULS_3_90	1.668 1.668	(263) (263)	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0.1	0 0.1
		Nx	min max	ULS_5a 15_ULS_3_90	L=1.668 0	(264) (264)	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0.1	0 0.1
		Tx	min max	EG EG	0 0	(264) (264)	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
		My	min max	ULS_5a 15_ULS_3_90	0 0	(264) (264)	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0.1	0 0.1
		Mz	min max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90 ULS_5a	0 0	(264) (264)	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0.1
		Nx	min max	ULS_5a 11_ULS_1a_0.9_0.9_90	L=2.002 0	(229) (229)	-48.5 118.0	0.1 0.7	0.1 0.1	0 0	-0.2 -0.2	0.1 1.3
		Tx	min max	EG 15_ULS_3_90	0 0	(229) (229)	-0.4 99.0	0 0.8	0 0.1	0 0	0 -0.2	0.1 1.5
		My	min max	ULS_5a EG	0 2.002	(229) EG	-48.5 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
		Mz	min max	EG 15_ULS_3_90	2.002 0	(229) (229)	0 99.0	0 0.8	0 0.1	0 0	0 -0.2	0 1.5
		Nx	min max	ULS_5a 11_ULS_1a_0.9_0.9_90	L=2.002 0	(231) (231)	-49.0 118.0	-0.1 0.1	0.2 0.7	0 0	-0.3 -1.3	-0.2 0.2
		Tx	min max	EG 15_ULS_3_90	0 0	(231) (231)	-0.4 99.0	0 0.1	0 0.8	0 0	0 -1.5	0 0.2
		My	min max	ULS_3_90 EG	0 2.002	(231) EG	99.0 0	0.1 0	0.8 0	0 0	-1.5 0	0.2 0
		Mz	min max	ULS_5a 15_ULS_3_90	0 0	(231) (231)	-49.0 99.0	-0.1 0.1	0.2 0.8	0 0	-0.3 -1.5	-0.2 0.2
		Nx	min max	15_ULS_3_90 EG	L=2.002 0	(260) (260)	-160.0 0	0 0	0.2 0	0 0	-0.5 0	0.1 0
		Tx	min max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90 15_ULS_3_90	2.002 0	(260) (260)	0 -160.0	0 0	0 0	0 0	0 -0.5	0 0.1
		My	min max	ULS_3_90 EG	0 2.002	(260) EG	0 -160.0	0 0	0.2 0	0 0	-0.5 0	0.1 0.1

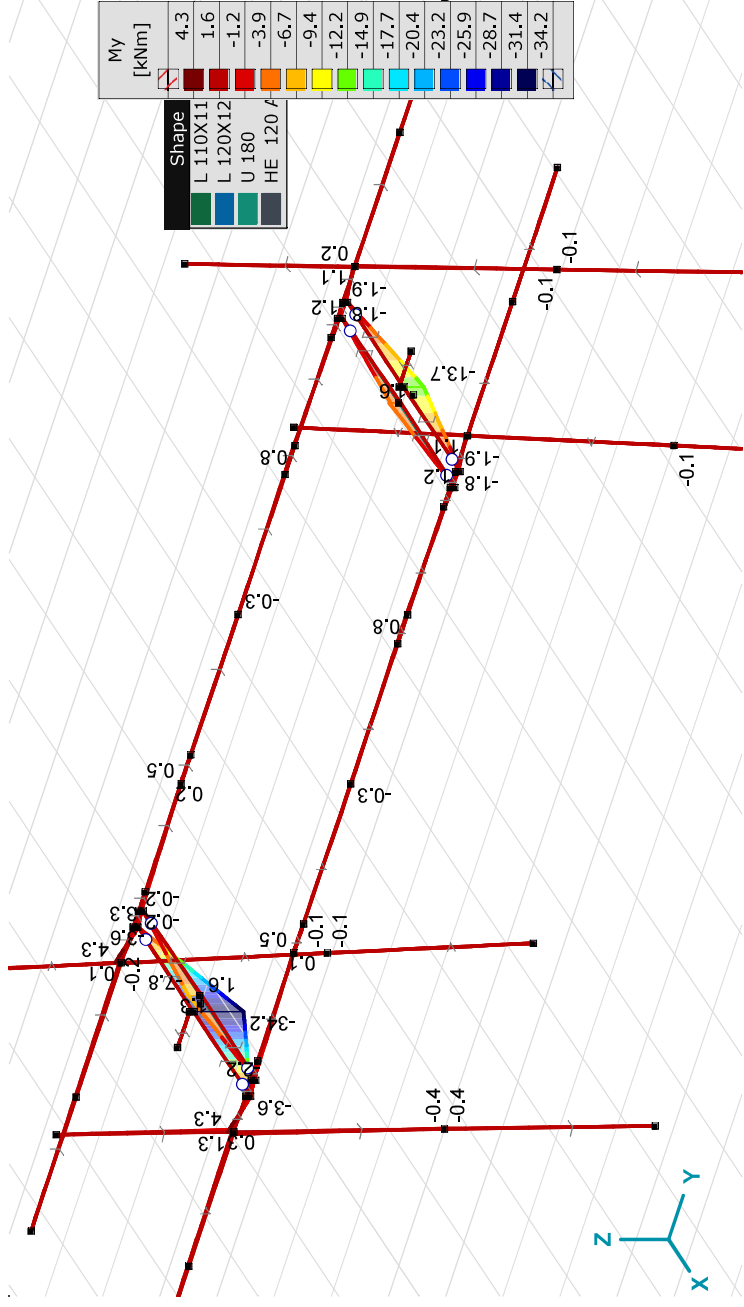
Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), bottom\_bridge]

St.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]		
94	5 L 120X120X12	My	min	15_ULS_3_90	0	(260)	-160.0	0	0.2	0	-0.5	0.1		
			max	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(260)	0	0	0	0	0	0		
			min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(260)	0	0	0	0	0	0		
			max	ULS_5a	0	(260)	-48.7	0.1	0.1	0	0	-0.1	0.2	
94	5 L 120X120X12	Nx	min	15_ULS_3_90	L=2.002	(262)	-160.0	0.2	0	0	-0.1	0.5		
			max	EG	2.002	(262)	0	0	0	0	0	0		
		Tx	min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(262)	0	0	0	0	0	0	0	
			max	15_ULS_3_90	0	(262)	-160.0	0.2	0	0	0	-0.1	0.5	
		My	min	15_ULS_3_90	0	(262)	-160.0	0.2	0	0	0	-0.1	0.5	
			max	ULS_5a	0	(262)	-50.6	0.2	-0.1	0	0	0.2	0.3	
Mz	min	11_ULS_1a_0.9_0.9_90	0	(262)	0	0	0	0	0	0	0	0		
	max	15_ULS_3_90	0	(262)	-160.0	0.2	0	0	0	-0.1	0.5			
272	U 180	Nx	min	ULS_5a	L=1.482	(179)	-5.0	-0.4	-4.4	-0.1	0	0		
			max	EG	0	(179)	0.1	0	1.2	0	0	0		
		Tx	min	3_ULS_1a_90	0	(179)	-0.5	0.6	-5.2	-0.3	0	0	0	
			max	EG	0	(179)	0.1	0	1.2	0	0	0	0	
		My	min	3_ULS_1a_90	1.482	(178)	-0.5	0.6	-5.2	-0.3	-0.3	-7.7	-1.0	
			max	EG	1.482	(178)	0.1	0	0.9	0	0	1.6	0	
		Mz	min	3_ULS_1a_90	1.482	(178)	-0.5	0.6	-5.2	-0.3	-0.3	-7.7	-1.0	
			max	ULS_5a	1.482	(178)	-5.0	-0.4	-4.4	-0.1	-0.1	-6.6	0.7	
		273	U 180	Nx	min	ULS_5a	L=1.482	(185)	-2.2	-0.4	8.2	0.1	-12.1	-0.7
					max	15_ULS_3_90	0	(185)	0.6	0.2	9.2	0.1	-13.7	0.4
Tx	min			EG	0	(185)	0	0	-0.5	0	0	0.5	0	
	max			ULS_5a	0	(185)	-2.2	-0.4	8.2	0.1	-12.1	-0.7		
My	min			15_ULS_3_90	0	(185)	0.6	0.2	9.2	0.1	-13.7	0.4		
	max			EG	0	(185)	0	0	-0.5	0	0	0.5	0	
Mz	min			ULS_5a	0	(185)	-2.2	-0.4	8.2	0.1	-12.1	-0.7		
	max			15_ULS_3_90	0	(185)	0.6	0.2	9.2	0.1	-13.7	0.4		
274	U 180			Nx	min	ULS_5a	L=1.482	(181)	-5.0	0.4	4.4	0.1	-6.6	0.7
					max	EG	0	(181)	0.1	0	-0.9	0	1.6	0

**Beam internal forces [Linear, Envelope (Load cases), bottom\_bridge]**

Sh.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
		Tx	min	EG	0	(181)	0.1	0	-0.9	0	1.6	0
			max	ULS_5a	0	(181)	-5.0	0.4	4.4	0.1	-6.6	0.7
		My	min	ULS_5a	0	(181)	-5.0	0.4	4.4	0.1	-6.6	0.7
			max	EG	0	(181)	0.1	0	-0.9	0	1.6	0
		Mz	min	15 ULS_3_90	0	(181)	-0.3	-0.2	1.3	0.1	-2.0	-0.3
			max	ULS_5a	0	(181)	-5.0	0.4	4.4	0.1	-6.6	0.7

Sh.: Cross-section; C: Extremal component; min, max.: Extreme type; Case: Load case of extreme; Loc.: Cross-section local x position on the beam; Nx: Axial force; Vy: Shear force in local y direction; Vz: Shear force in local z direction; Tx: Torsional moment; My: Flexural moment about local y axis; Mz: Flexural moment about local z axis;

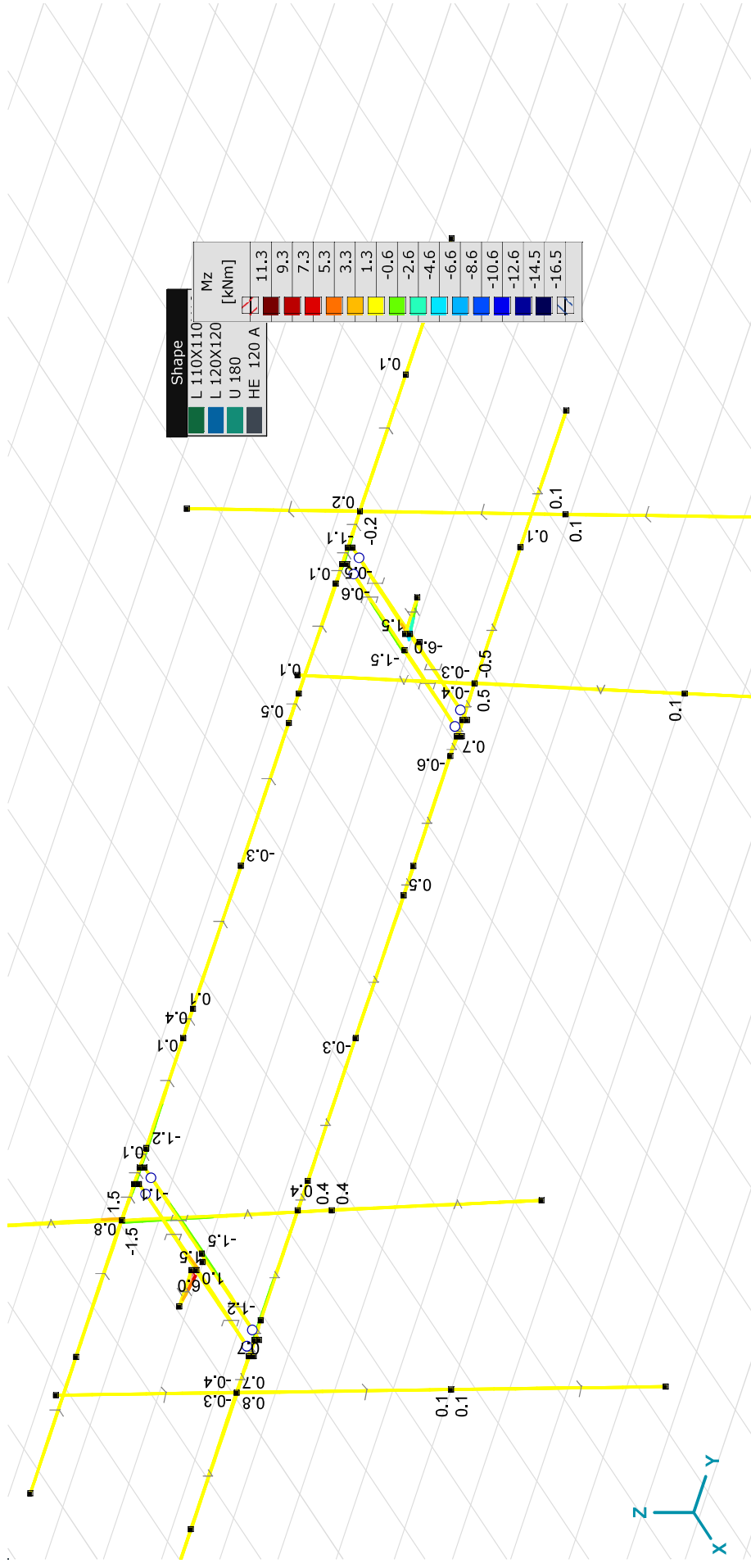


[/] > bottom\_bridge, Linear, Envelope (Load cases), My [kNm], Filled diagram

### Project

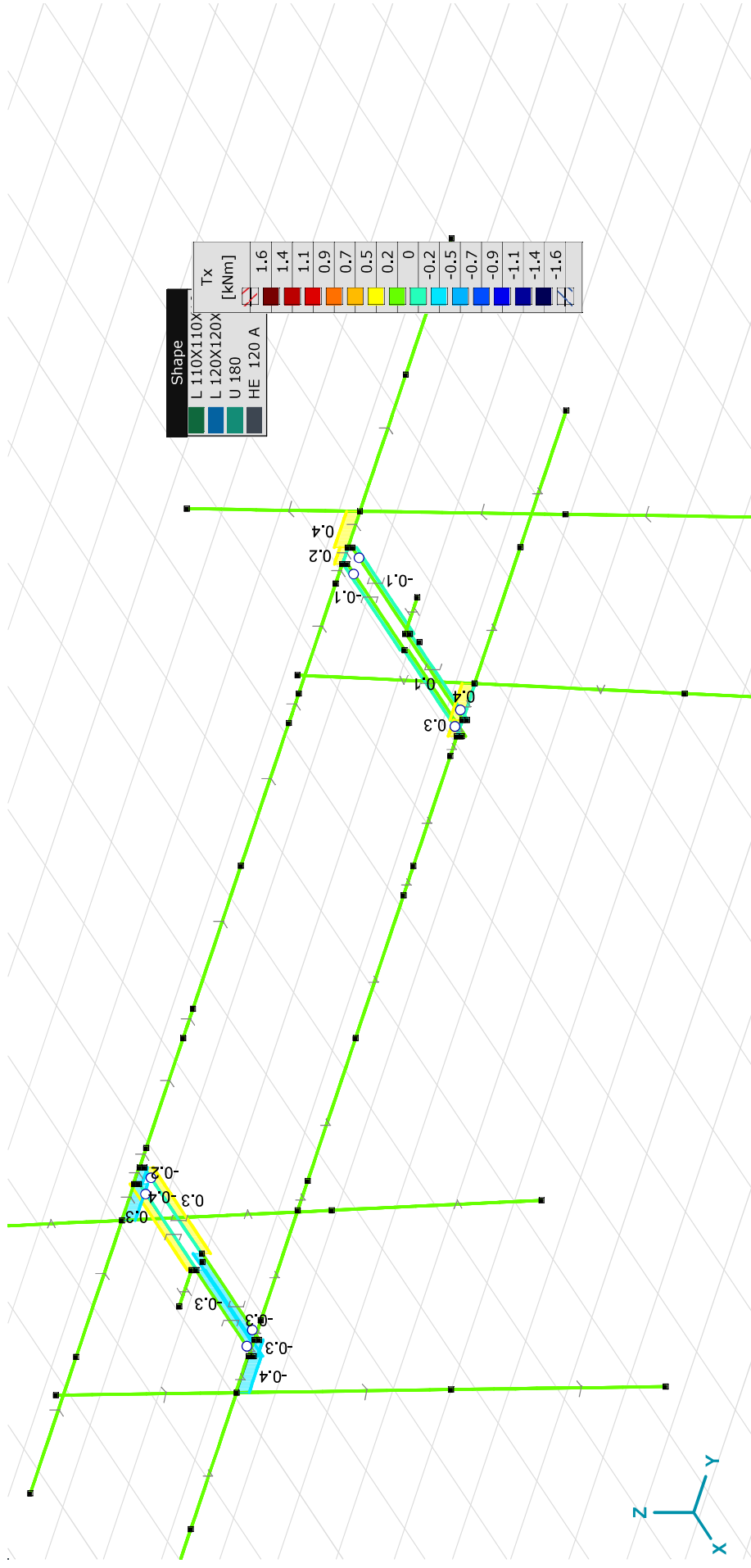
Analysis by

Model: s+0\_TWIN\_TOWERS\_R7.axs



[1] > bottom\_bridge, Linear, Envelope (Load cases), Mz [kNm], Filled diagram





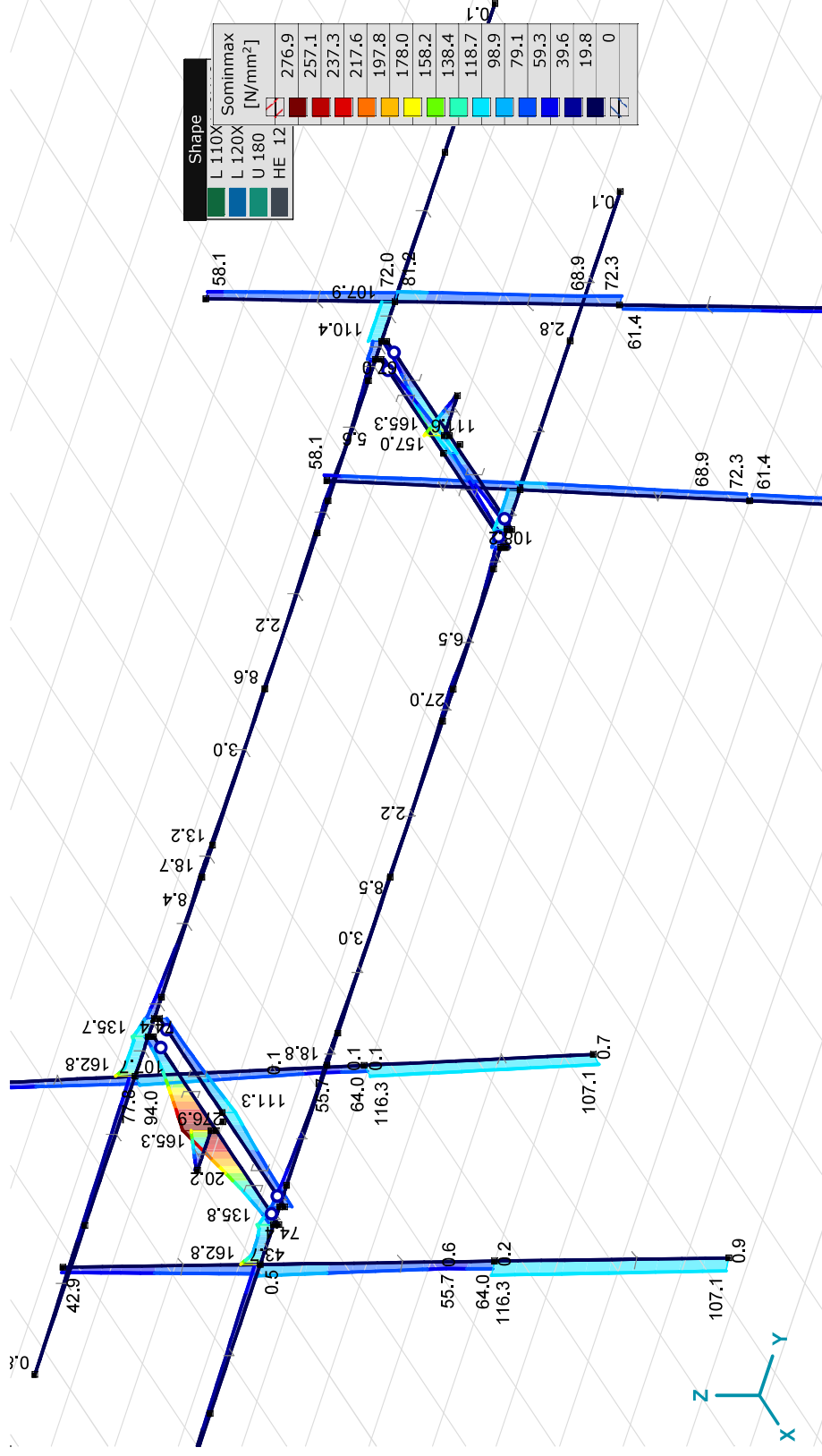
[1] > bottom\_bridge, Linear, Envelope (Load cases),  $T_x$  [kNm], Filled diagram

**Beam stresses [Linear, Envelope (Load cases), bottom\_bridge]**

Ext.	Sh.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	S <sub>min</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	S <sub>max</sub> [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>omin</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	S <sub>omax</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]
	6	L 110X110X10	Somin	min	11_ULS_Ia_0.9_0.9_90	1.668	(260)	-0.1	0.1	0	0	0	0
87	6	L 110X110X10		min	11_ULS_Ia_0.9_0.9_90	0	(265)	0	0	0	0	0	0
	5	L 120X120X12		max	3_ULS_Ia_90	0	(124)	107.1	107.1	0	0.1	107.1	107.1
2	5	L 120X120X12		max	3_ULS_Ia_90	0	(125)	107.1	107.1	0	0.1	107.1	107.1
89	6	L 110X110X10	Somax	min	3_ULS_Ia_90	0	(265)	0	0	0	0	0	0
27	27	U 180		max	3_ULS_Ia_90	0	(174)	-271.0	244.2	0	42.9	0.4	276.9

Ext.	Sh.	Cross-section name	C	min. max.	Case	Loc. [m]	Node	V <sub>y</sub> mean [N/mm <sup>2</sup> ]	V <sub>z</sub> mean [N/mm <sup>2</sup> ]
	6	L 110X110X10	Somin	min	11_ULS_Ia_0.9_0.9_90	1.668	(260)	0	0
87	6	L 110X110X10		min	11_ULS_Ia_0.9_0.9_90	0	(265)	0	0
	5	L 120X120X12		max	3_ULS_Ia_90	0	(124)	-0.1	0
2	5	L 120X120X12		max	3_ULS_Ia_90	0	(125)	0	-0.1
89	6	L 110X110X10	Somax	min	3_ULS_Ia_90	0	(265)	0	0
27	27	U 180		max	3_ULS_Ia_90	0	(174)	0.2	8.2

**Sh.:** Cross-section; **C:** Extremal component; **min. max.:** Extreme type; **Case:** Load case of extreme; **Loc.:** Cross-section local x position on the beam; **Smin:** Axial stress cross-section minimum; **Smax:** Axial stress cross-section maximum; **Vmin:** Shear stress cross-section minimum; **Vmax:** Shear stress cross-section maximum; **Somin:** Von Mises stress cross-section minimum; **Somax:** Von Mises stress cross-section maximum; **Vymean:** Shear stress in local y direction; **Vzmean:** Shear stress in local z direction;



[[], > bottom\_bridge, Linear, Envelope (Load cases), Sominmax [N/mm²], Filled diagram



## APPENDIX F

### Galloping

---

Niet van toepassing voor dit masttype.



## **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 hoekmasten

ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN

# Mastrapportage GT-TLB 3-ct. HB+0/n

TenneT TSO B.V.

Meridian doc.nr.: 002.678.00 0934577

Rapport nr.: 21-0892, Rev. 2

Datum: 2022-04-29

**DATUM:** 30-05-2022

**STATUS TENNET:** DEFINITIEF

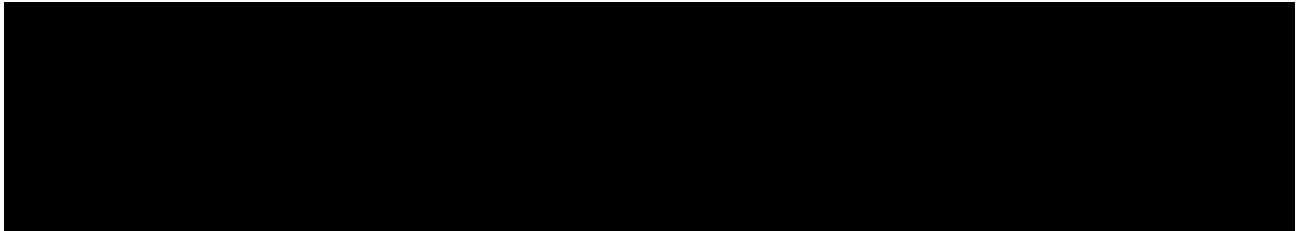
**REVISIE TENNET:** 1.0





Projectnaam: Zuid-West 380 kV Oost Verbindingen  
Rapport titel: Mastrapportage GT-TLB 3-ct. HB+0/n  
Klant: TenneT TSO B.V.,  
Contactpersoon klant: XXXXXXXXXX  
Datum uitgave: 2022-04-29  
Project nr.: 10124719  
Organisatie unit: TDT  
Meridian doc.nr.: 002.678.00 0934577  
Rapport nr.: 21-0892, Rev. 2

Energy Systems  
DNV Netherlands B.V.  
Utrechtseweg 310-B50  
6812 AR Arnhem  
  
Tel: 026 356 9111  
Handelsregister Arnhem 09006404



Copyright © DNV 2022. All rights reserved. Unless otherwise agreed in writing: (i) This publication or parts thereof may not be copied, reproduced or transmitted in any form, or by any means, whether digitally or otherwise; (ii) The content of this publication shall be kept confidential by the customer; (iii) No third party may rely on its contents; and (iv) DNV undertakes no duty of care toward any third party. Reference to part of this publication which may lead to misinterpretation is prohibited.

DNV Distributie:

- Open
- Intern
- Commercieel vertrouwelijk
- Vertrouwelijk
- Geheim

\*Specificatie distributie: --

Trefwoorden:

Rev.	Datum	Reden van uitgave	Auteur	Beoordelaar	Goedkeuder
0	2021-09-01	Eerste uitgave			
1	2021-10-01	Eerste rond RFA opmerkingen			
2	2022-04-29	Stomp einde traverse 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	Mastbeelden	4
3.2	Uitgangspunten berekening	6
3.3	Mastenlijst	6
3.4	Geleiderbelastingen	6
3.5	Reacties op de fundering	6
3.6	Modellering	6
3.7	Overige controles	7
3.8	Mastgewicht	7
3.9	Aanpassingen ten opzichte van bestaande constructie HB+0 (type C)	7
4	TOETSING .....	8
4.1	Resultaat PLS-TOWER	8
4.2	Toetsing overige onderdelen	9
Appendix A	Geleiderbelastingen	
Appendix B	Resultaten PLS tower	
Appendix C	Knikverkorters	
Appendix D	Blokdeuvels	
Appendix E	Liggers	
Appendix F	Galloping	

## 1 INLEIDING

In het basisontwerp van de vakwerkmasten voor de verbinding GT-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 masttype HB+0/n 3-circuit masten voor de reconstructie. Deze mast is gebaseerd op het bestaande HB+0 of "Type C" masttype uit de verbinding GT-TLB380 met de aanpassingen om te voldoen aan de belasting uit de nieuwe situatie en de huidige ontwerpeisen van TenneT.

In deze rapportage is de toetsing van de mast van de steunmast HB+0/n 3-circuit opgenomen. De toetsing bestaat uit controle van:

- de profielen en boutverbindingen onderdeel van de hoofd draagconstructie;
- de knikverkorters;
- de verbinding met de fundatie via blokdeuvels;
- de liggers voor de isolatorkettingen.

Buiten de scope van dit DO-rapport valt de controle van de schetsplaten en overige verbindingdetails in de constructie. Dit moet in de UO-fase worden uitgewerkt. Ook de voorzieningen voor de 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 reconstructies".

### 2.4 Ontwerprapporten

Voor de achtergrond van het ontwerp wordt verwezen naar het uitgangspuntenrapport "D1.3 Uitgangspunten reconstructies", DNV GL rapport 21-0702, Meridiannummer 002.678.00 0935197.

### 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	16.95
Mastberekeningen	PLS-TOWER	16.95
Constructieve analyse	AxisVM	X5 R4h

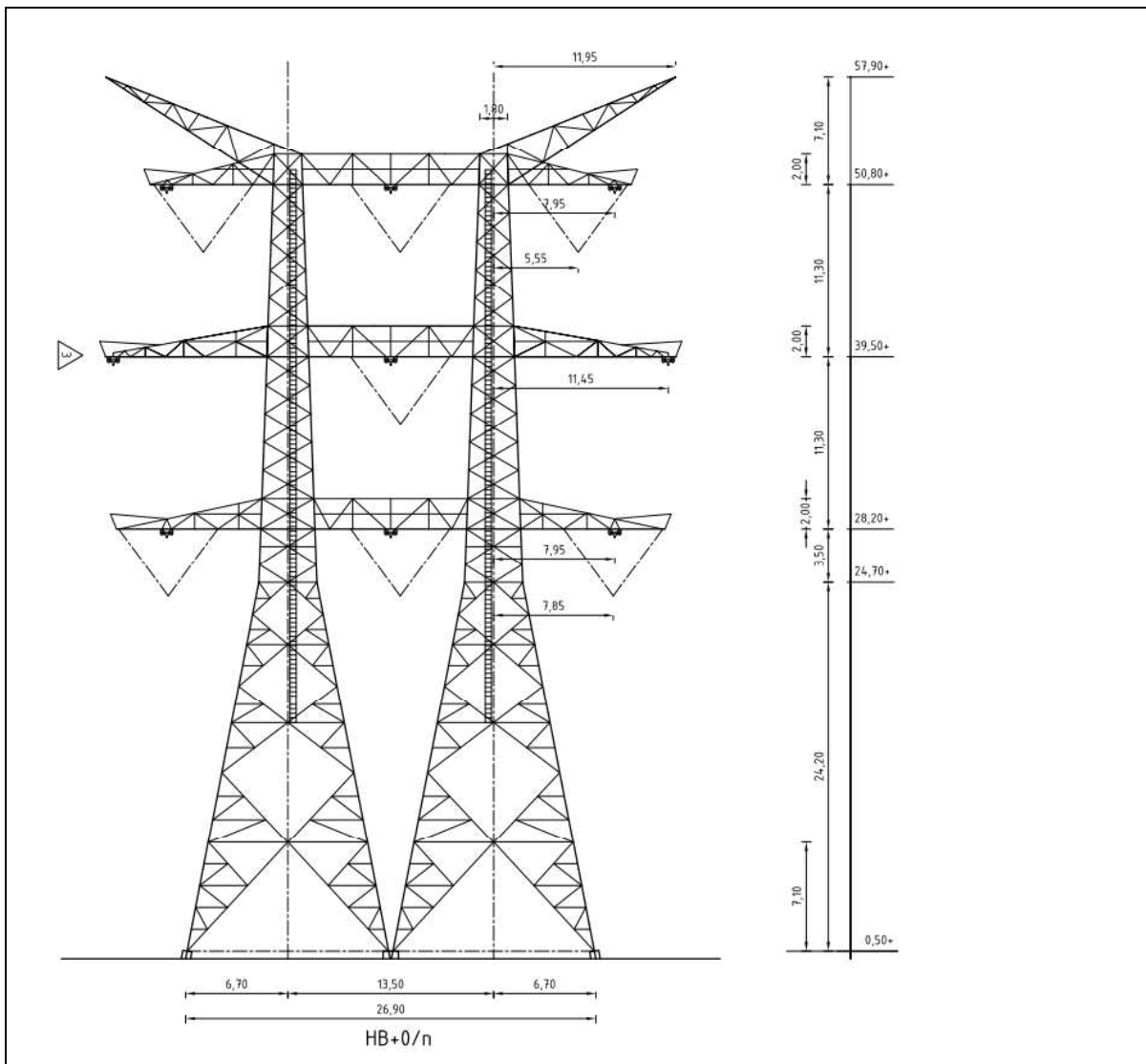
### 3 MASTONTWERP

#### 3.1 Mastbeelden

In dit hoofdstuk worden de mastbeelden weergegeven met de belangrijkste maatvoering, de figuren zijn ontleend aan de bij deze rapportage horende tekeningen van de masttypen. Het gaat om de volgende tekeningen:

- Overzichtstekening HB+0/n, Meridiannummer 002.678.00 09345594
- Principedetails GT-TLB, Meridiannummer 002.678.00 0935109

Masttype reconstructie HB+0/n is een hoekmast voor drie circuits 380 kV.

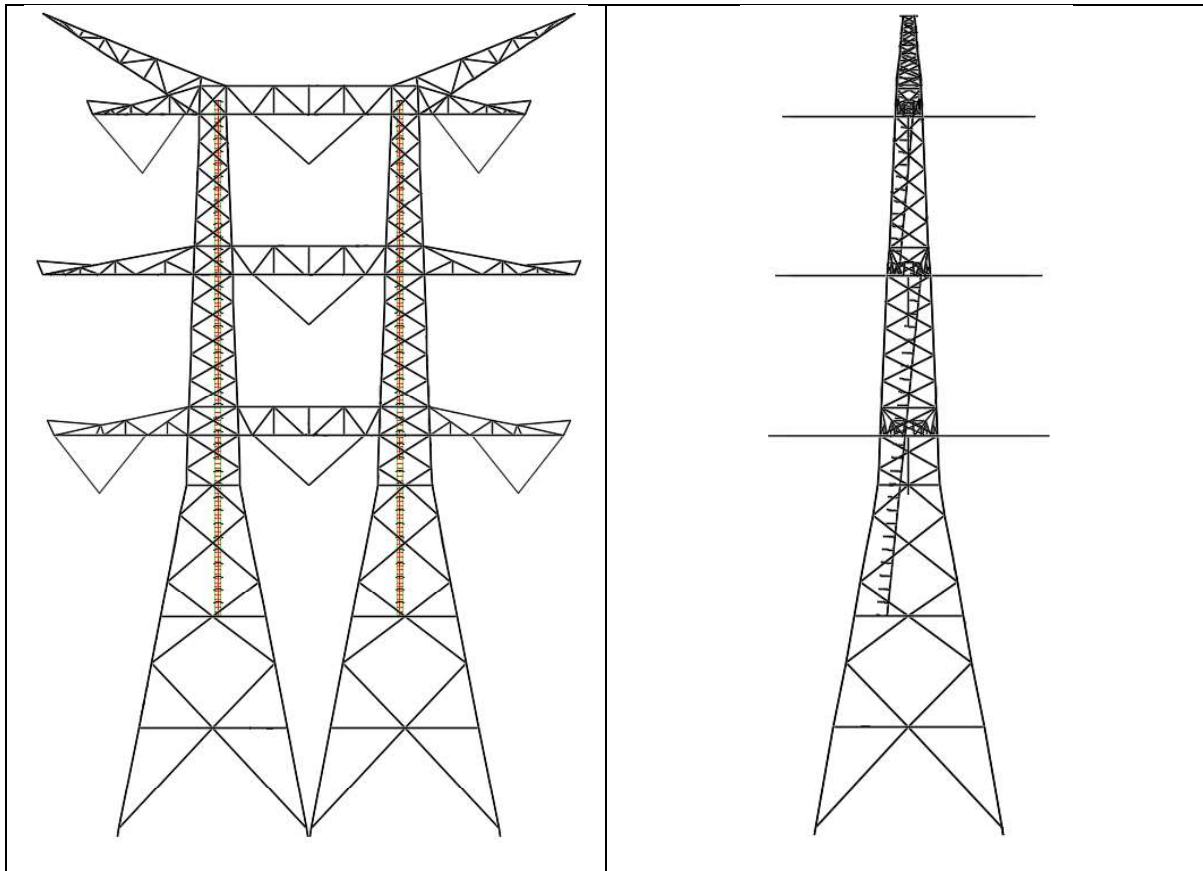


Figuur 1 Mastbeeld masttype HB+0/n 3-ct

De ladder op de constructie is zo geplaatst dat deze geen belemmering vormt voor constructiedelen in het torenlichaam. Er moeten twee ladders worden geïnstalleerd en 4 platforms. De eerste ladder begint bij het tweede horizontale verband en eindigt bij de middentraverse. De tweede ladder begint bij de middentraverse en eindigt bij de boventraverse.

De platforms die gemakkelijk staan en toegang tot de ladders mogelijk maken, bevinden zich op het tweede horizontale verband, ondertraverse, middentraverse en boventraverse.

Klimbouten moeten vanaf 2,5 m boven het maaiveld worden geïnstalleerd en worden op beide buitenste poten van de toren geplaatst. De klimbouten worden geïnstalleerd tot voldoende hoogte boven het niveau van het eerste bordes dat dient voor de overstap van klimbouten naar de ladder.



**Figuur 2 Mastbeeld masttype HB+0/n 3-ct met ladder**

### 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

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

**Tabel 6 Mastenlijst HB+0/n**

Mast-nummer	Masttype	Lijnhoek (°)	Wind span (m)	Weight span (m)	Hoogteverschil ba+ah (m)	Hoogteverschil back (m)	Hoogteverschil ahead (m)
<b>46N</b>	HB+0/n	150.5	347.0	337.0	-7.7	-4.9	-2.8

### 3.4 Geleiderbelastingen

De berekening is uitgevoerd met het geleiderbelastingprogramma van DNV. 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.

\*Opmerking: De trekparameter tussen uitgangspunten en Appendix A verschilt, zie het uitgangspuntenrapportage voor nadere toelichting.

### 3.5 Reacties op de fundering

De oplegreacties op de fundering worden ontleend aan de uitvoer van PLS-TOWER. Zie Appendix A. Er is onderscheid gemaakt tussen de vier buitenpoten, en de twee middenpoten.

### 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.

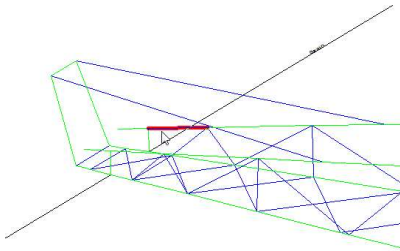
De geleiderbelastingen vanuit het geleiderbelastingenprogramma zijn als invoer voor de belastingen gebruikt.

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 Modelling stompe traverse

Opmerking bij revisie 2: de middentraverse zal met een “stompe punt” worden uitgevoerd. In de modellering is dit meegenomen. De staafkrachten in de diagonalen van het zijvlak van de traverse zijn berekend uitgaande van diagonalen met scharnierende verbindingen. Voor de staafkrachten in de diagonalen is dit een veilige aanname.



**Figuur 3 Aansluitende staaf op knoopplaat**

In werkelijkheid zal de knoopplaat op het einde van de traverse ook krachten overdragen. Om een veilige waarde te vinden voor de kracht in de bovenrand waar deze aansluit op de knoopplaat, zie Figuur 3, is uitgegaan van een buigstijve verbinding. Dit is uitgevoerd door een fictief profiel UNP300 als eindverticaal te schematiseren. In Appendix B is aan het einde de kracht in de bovenrand opgegeven waarmee de knoopplaat berekend kan worden.

### 3.8 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 zijn gecontroleerd in Appendix E. De liggers van de afspankettingen en de liggers voor de bretelle-zijn opgenomen. Appendix F omvat de toetsing op galloping. Vanwege galloping zijn de onderranden van de midden- en boventraverse verzwaaard en zijn enkele diagonalen in de traverse verzwaaard.

### 3.9 Mastgewicht

Het totale mastgewicht van masttype HB+0/n 3-ct is met de uitgangspunten van paragraaf 3.6 bepaald op 77,64 ton.

### 3.10 Aanpassingen ten opzichte van bestaande constructie HB+0 (type C)

De bestaande mastconstructie is overgenomen wat betreft geleiderposities en hoofdafmetingen van de constructie. De diagonaalverbanden zijn grotendeels gelijk ingedeeld, maar wijken af in het onderstuk. Diagonalen zijn daarin als een doorlopend profiel uitgevoerd. In de traverse en de brug zijn stabiliteitsverbanden toegevoegd en diagonaalindelingen gewijzigd vanwege veiligheidseisen. In het zijvlak van de brug zijn profielen anders ingedeeld en aangepast. Daarnaast zijn er in de constructie vanwege de ladder extra voorzieningen nodig.

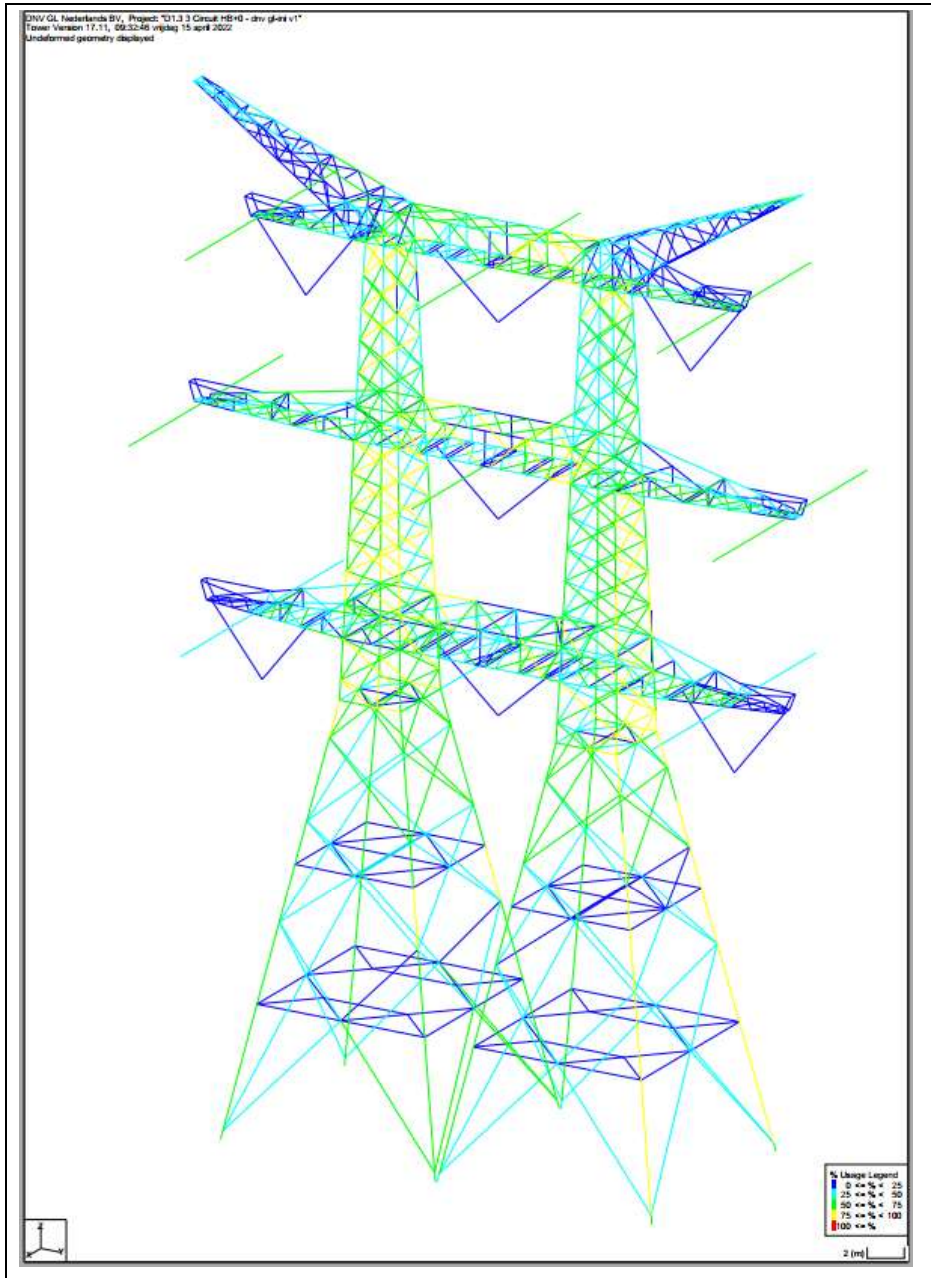


## 4 TOETSING

### 4.1 Resultaat PLS-TOWER

Het resultaat van de toetsing met PLS-TOWER is per masttype weergegeven in Figuur 3. Voor elk masttype zijn de belastingen apart bepaald.

De uitnuttig 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 4 Resultaat PLS-TOWER voor de steunmast HB+0/n 3-ct

## 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
Galloping	Voldoet	Appendix F



## **APPENDIX A**

### **Geleiderbelastingen**

---

Geleiderbelastingen opgenomen:

- Masttype HB+0/n



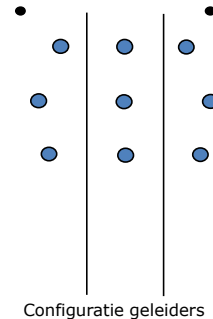
Project: GT-TLB380  
 Tower: HB+0  
 Number: 46N

Auteur: TBR  
 Versie: v11.7

### Geleiderbelastingen

#### Algemeen

Benaming HB+0  
 Masttype Hoekmast  
 Aantal circuits 3  
 Configuratie 3-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 0  
 n.v.t.  
 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	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Circuit 2	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Circuit 3	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	2 %	2 %	1600

#### Geleiders Ahead

Omschrijving	Spanning	Geleider Ahead	Bundel Ah	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden $P_{ahead}$
Circuit 1	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Circuit 2	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Circuit 3	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	2 %	2 %	1600

#### Isolatoren (1)

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <sup>2</sup> ]
Circuit 1	Afspanketting	6,00	7,90	2,66
Circuit 2	Afspanketting	6,00	7,90	2,66
Circuit 3	Afspanketting	6,00	7,90	2,66
Bliksemdraad 1	Vast (Bliksemdraad)	0,10	0,20	0,10
Bliksemdraad 2	Vast (Bliksemdraad)	0,10	0,20	0,10

1. Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset

#### Ophanghoogte en positie in mast

Circuits	Aanduiding	Nummer	Ophanghoogte	Aangrijppunt	Positie in mast Horizontale afstand
Circuit 1	10	380ct1f1	50,8 m	50,8 m	14,7 m
Circuit 1	11	380ct1f2	39,5 m	39,5 m	18,2 m
Circuit 1	12	380ct1f3	28,2 m	28,2 m	14,7 m
Circuit 2	20	380ct2f1	50,8 m	50,8 m	0,0 m
Circuit 2	21	380ct2f2	39,5 m	39,5 m	0,0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	28,2 m	28,2 m	0,0 m
Circuit 3	30	380ct3f1	50,8 m	50,8 m	-14,7 m
Circuit 3	31	380ct3f2	39,5 m	39,5 m	-18,2 m
Circuit 3	32	380ct3f3	28,2 m	28,2 m	-14,7 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	57,7 m	57,9 m	18,7 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	57,7 m	57,9 m	-18,7 m

Project: GT-TLB380  
 Tower: HB+0  
 Number: 46N

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

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

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

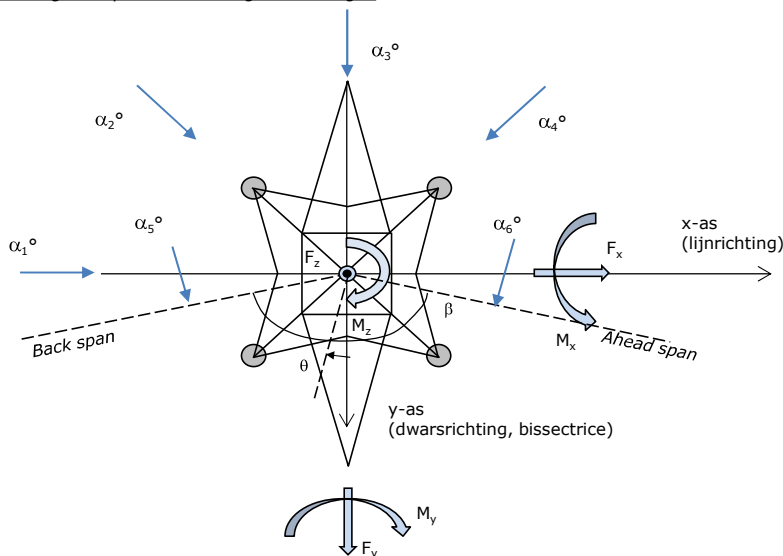
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h_{back}$	$\Delta h_{ahead}$	$\Delta y_{back}$	$\Delta y_{ahead}$
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	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
Circuit 3	30	380ct3f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 3	31	380ct3f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 3	32	380ct3f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemendraad 1	1	bl1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemendraad 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	140 °	
Rotatie mast t.o.v. bissectrice	$\beta$	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 °
<i>Geleiderbelastingen</i>	$\alpha_3$	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: GT-TLB380  
 Tower: HB+0  
 Number: 46N

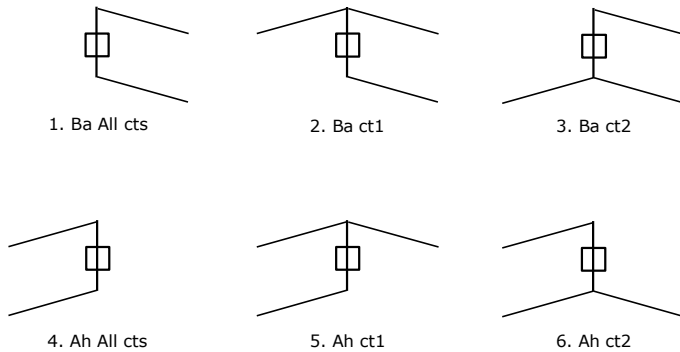
### Geleiderafval

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	380ct1f1	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f2	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f3	1	0	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f1	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f2	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f3	0	1	1	0	1	0
Circuit 3	380ct3f1	0	1	1	0	1	0
Circuit 3	380ct3f2	0	1	1	0	1	0
Circuit 3	380ct3f3	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.

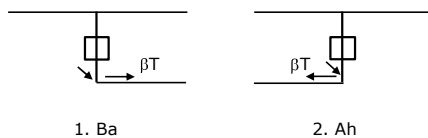
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: GT-TLB380  
 Tower: HB+0  
 Number: 46N

### Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

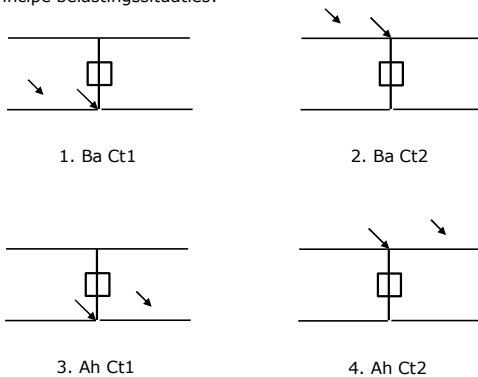
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden 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 en 2, uitgangspunt is symmetrie tussen back / ahead.

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

Principe belastingssituaties:



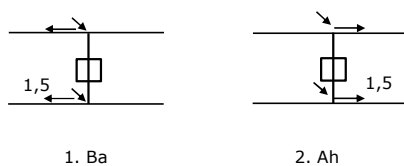
### Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

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

Considered situations galloping 8: 1 and 2, all possible situations

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: GT-TLB380  
 Tower: HB+0  
 Number: 46N

## Mastconstructie

### Eigenschappen

Masttype	Hoekmast	
Mastbenaming	HB+0	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	57,9 m	
Gewicht mast	762,0 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	13,40	26,90 m
Helling van de randstijl	0,184	0,194 -
Factor spatkracht	1,3	1,3 -

### Berekening windbelasting

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

### Eigenschappen mastsecties langsrichting (vooraanzicht, yz-vlak)

Omschrijving	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk1	7,60	26,90	23,95	7,60	0,194	193,23	13,66	0,07	3,56
Tussenstuk1	24,70	23,95	17,30	17,10	0,194	352,69	28,87	0,08	3,50
Tussenstuk2	30,20	17,30	16,90	5,50	0,036	94,05	11,82	0,13	3,28
Bovenstuk1	41,50	16,90	16,10	11,30	0,035	186,45	17,11	0,09	3,45
Bovenstuk2	52,80	16,10	15,30	11,30	0,035	177,41	13,05	0,07	3,54
Topstuk		15,30							
Ondertraverse	28,20	14,40	5,05	2,00		50,76	5,08	0,10	3,41
Middentraverse	39,50	15,95	5,45	2,00		59,41	6,32	0,11	3,37
Boventraverse	50,80	13,29	5,85	2,00		52,18	4,95	0,09	3,43
Bliksempiek	52,80	13,10		2,73		17,88	3,83	0,21	2,87

### 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>
Broekstuk1	7,60	13,40	10,60	7,60	0,194	193,23	13,50	0,07	3,56
Tussenstuk1	24,70	10,60	4,31	17,10	0,194	352,69	29,26	0,08	3,49
Tussenstuk2	30,20	4,31	3,82	5,50	0,036	94,05	12,46	0,13	3,24
Bovenstuk1	41,50	3,82	2,81	11,30	0,035	186,45	16,72	0,09	3,46
Bovenstuk2	52,80	2,81	1,80	11,30	0,035	177,41	12,57	0,07	3,56
Topstuk		1,80							
Ondertraverse	28,20	4,00	5,05	2,00		50,76	3,54	0,07	3,57
Middentraverse	39,50	2,99	5,45	2,00		59,41	2,56	0,04	3,71
Boventraverse	50,80	1,98	5,85	2,00		52,18	2,26	0,04	3,71
Bliksempiek	52,80	1,98		2,73		17,88	7,65	0,43	2,14

NB: oppervlakte traverse dwarsrichting wordt in berekening gereduceerd.

Project: GT-TLB380  
 Tower: HB+0  
 Number: 46N

#### Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m <sup>2</sup> /m)	Factor	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk1	0,20	0,71	7,6	1,1
Tussenstuk1	0,20	0,71	17,1	2,4
Tussenstuk2	0,20	0,71	5,5	0,8
Bovenstuk1				
Bovenstuk2				

#### Invoer antennes

Omschrijving	A (m <sup>2</sup> )	h (m)	C <sub>r</sub> (m)
Antenne top			
Antenne o.t.	4,0	35	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]
Broekstuk1	0,70	34,1	28,8	0,0	-28,8	3,8	129,6	109,4	0,0	-109,4
Tussenstuk1	0,82	83,0	70,9	0,0	-70,9	16,2	1341,0	1144,5	0,0	-1144,5
Tussenstuk2	0,96	37,3	32,4	0,0	-32,4	27,5	1024,4	888,1	0,0	-888,1
Bovenstuk1	1,04	61,5	51,7	0,0	-51,7	35,9	2205,6	1853,1	0,0	-1853,1
Bovenstuk2	1,12	51,7	43,2	0,0	-43,2	47,2	2438,9	2035,3	0,0	-2035,3
Topstuk	0,70					0,0				
Ondertraverse	0,98	33,8	18,5	0,0	-18,5	28,9	975,6	534,7	0,0	-534,7
Middentraverse	1,07	45,7	22,8	0,0	-22,8	40,2	1833,7	916,9	0,0	-916,9
Boventraverse	1,14	38,8	19,7	0,0	-19,7	51,5	1999,1	1015,5	0,0	-1015,5
Bliksempiek	1,16	25,4	17,2	0,0	-17,2	53,7	1364,5	924,7	0,0	-924,7
<b>Totaal</b>		<b>411,4</b>	<b>305,2</b>	<b>0,0</b>	<b>-305,2</b>		<b>13312,4</b>	<b>9422,3</b>	<b>0,0</b>	<b>-9422,3</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]
Broekstuk1	0,70	0,0	28,8	33,7	28,8	3,8	0,0	109,4	128,2	109,4
Tussenstuk1	0,82	0,0	70,9	84,0	70,9	16,2	0,0	1144,5	1356,8	1144,5
Tussenstuk2	0,96	0,0	32,4	38,9	32,4	27,5	0,0	888,1	1068,9	888,1
Bovenstuk1	1,04	0,0	51,7	60,3	51,7	35,9	0,0	1853,1	2162,2	1853,1
Bovenstuk2	1,12	0,0	43,2	50,0	43,2	47,2	0,0	2035,3	2358,3	2035,3
Topstuk	0,70					0,0				
Ondertraverse	0,98	0,0	18,5	9,9	18,5	28,9	0,0	534,7	284,7	534,7
Middentraverse	1,07	0,0	22,8	8,2	22,8	40,2	0,0	916,9	327,6	916,9
Boventraverse	1,14	0,0	19,7	7,7	19,7	51,5	0,0	1015,5	394,5	1015,5
Bliksempiek	1,16	0,0	17,2	15,2	17,2	53,7	0,0	924,7	815,0	924,7
<b>Totaal</b>		<b>0,0</b>	<b>305,2</b>	<b>307,9</b>	<b>305,2</b>		<b>0,0</b>	<b>9422,3</b>	<b>8896,1</b>	<b>9422,3</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	762	0	0	0
Windrichting 0°	418	0	0	0	13529	0
Windrichting 45°	310	310	0	9576	9576	0
Windrichting 90°	0	314	0	9113	0	0
Windrichting 135°	-310	310	0	9576	-9576	0

Project: GT-TLB380  
 Tower: HB+0  
 Number: 46N

### 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	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-05
Circuit 2	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-05
Circuit 3	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-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	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-05
Circuit 2	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-05
Circuit 3	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-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]	IJsg gebied	Formule	$w_{z,ijs}$ [N/m]	$w_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Circuit 2	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Circuit 3	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Bliksemdraad 1	1	2	9,6	A	15+0,4d	23,7	23,7
Bliksemdraad 2	1	2	9,3	A	15+0,4d	23,7	23,7

#### Verticale belasting ahead

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$w_{z,G}$ [N/m]	IJsg gebied	Formule	$w_{z,ijs}$ [N/m]	$w_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Circuit 2	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Circuit 3	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Bliksemdraad 1	1	2	9,6	A	15+0,4d	23,7	23,7
Bliksemdraad 2	1	2	9,3	A	15+0,4d	23,7	23,7

#### Isolatoren

Geleider	$G_{isolator}$ [kN]	Aantal	$F_{V,iso}$ [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <sup>2</sup> ]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	6,00	1	6	7,9	2,7	51,30	1,14	1,2	3,65
380ct1f2	6,00	1	6	7,9	2,7	40,00	1,07	1,2	3,42
380ct1f3	6,00	1	6	7,9	2,7	28,70	0,98	1,2	3,12
380ct2f1	6,00	1	6	7,9	2,7	51,30	1,14	1,2	3,65
380ct2f2	6,00	1	6	7,9	2,7	40,00	1,07	1,2	3,42
380ct2f3	6,00	1	6	7,9	2,7	28,70	0,98	1,2	3,12
380ct3f1	6,00	1	6	7,9	2,7	51,30	1,14	1,2	3,65
380ct3f2	6,00	1	6	7,9	2,7	40,00	1,07	1,2	3,42
380ct3f3	6,00	1	6	7,9	2,7	28,70	0,98	1,2	3,12
bl1	0,10	0,5	0,05	0,2	0,1	58,20	1,18	1,2	0,14
bl2	0,10	0,5	0,05	0,2	0,1	58,20	1,18	1,2	0,14

Project: GT-TLB380  
 Tower: HB+0  
 Number: 46N

**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	45,5	1,11	0,61	0,67	1,07	28,25	61,1	67,2	46,9	114,1	125,5
380ct1f2	34,2	1,03	0,59	0,65	1,09	28,25	55,6	61,2	46,9	101,8	112,0
380ct1f3	22,9	0,91	0,56	0,61	1,12	28,25	48,2	53,1	46,9	85,8	94,5
380ct2f1	45,5	1,11	0,61	0,67	1,07	28,25	61,1	67,2	46,9	114,1	125,5
380ct2f2	34,2	1,03	0,59	0,65	1,09	28,25	55,6	61,2	46,9	101,8	112,0
380ct2f3	22,9	0,91	0,56	0,61	1,12	28,25	48,2	53,1	46,9	85,8	94,5
380ct3f1	45,5	1,11	0,61	0,67	1,07	28,25	61,1	67,2	46,9	114,1	125,5
380ct3f2	34,2	1,03	0,59	0,65	1,09	28,25	55,6	61,2	46,9	101,8	112,0
380ct3f3	22,9	0,91	0,56	0,61	1,12	28,25	48,2	53,1	46,9	85,8	94,5
bl1	52,4	1,15	0,62	0,68	1,18	22,24	18,8	20,6	63,1	54,1	59,4
bl2	52,4	1,15	0,62	0,68	1,18	22,13	18,7	20,6	63,0	54,0	59,4

**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	45,5	1,11	0,61	0,67	1,07	28,25	61,1	67,2	46,9	114,1	125,5
380ct1f2	34,2	1,03	0,59	0,65	1,09	28,25	55,6	61,2	46,9	101,8	112,0
380ct1f3	22,9	0,91	0,56	0,61	1,12	28,25	48,2	53,1	46,9	85,8	94,5
380ct2f1	45,5	1,11	0,61	0,67	1,07	28,25	61,1	67,2	46,9	114,1	125,5
380ct2f2	34,2	1,03	0,59	0,65	1,09	28,25	55,6	61,2	46,9	101,8	112,0
380ct2f3	22,9	0,91	0,56	0,61	1,12	28,25	48,2	53,1	46,9	85,8	94,5
380ct3f1	45,5	1,11	0,61	0,67	1,07	28,25	61,1	67,2	46,9	114,1	125,5
380ct3f2	34,2	1,03	0,59	0,65	1,09	28,25	55,6	61,2	46,9	101,8	112,0
380ct3f3	22,9	0,91	0,56	0,61	1,12	28,25	48,2	53,1	46,9	85,8	94,5
bl1	52,4	1,15	0,62	0,68	1,18	22,24	18,8	20,6	63,1	54,1	59,4
bl2	52,4	1,15	0,62	0,68	1,18	22,13	18,7	20,6	63,0	54,0	59,4

Project: GT-TLB380  
 Masttype: HB+0  
 Mast: 46N

Auteur: TBR  
 Versie: v11.7

### 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	Torsional loads	10°	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,0	
ULS 5b	Longitudinal loads	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0	
ULS 6	Construction + maintenance	5°	1,20	1,20	1,50	0,30	0,00	0,0	
ULS 6_0,9	Construction + maintenance	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	1,20	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	Onderhoud	5°	1,20	1,20	1,2	0,24	0,0	0,0	
SPLS 6_0,9	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	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 83  
 Aantal belastingcombinaties SPLS 216  
 Aantal belastingcombinaties SLS 15  
 Aantal knooplasten 8792

Project: GT-TLB380  
 Masttype: HB+0  
 Mast: 46N

### 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

Note: Maximale waarden voor Fx, Fy en Fz behoren niet noodzakelijkerwijs tot dezelfde belastingscombinatie.

#### Maximale waarden voor back en ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-58,4	58,4	26,5	26,5	10,3	10,3
380ct1f1	-150,1	150,1	77,2	77,2	28,8	28,8
380ct1f2	-147,2	147,2	72,6	72,6	28,8	28,8
380ct1f3	-144,0	144,0	66,4	66,4	28,7	28,7
380ct2f1	-150,1	150,1	77,2	77,2	28,8	28,8
380ct2f2	-147,2	147,2	72,6	72,6	28,8	28,8
380ct2f3	-144,0	144,0	66,4	66,4	28,7	28,7
bl2	-57,6	57,6	26,2	26,2	10,2	10,2
380ct3f1	-150,1	150,1	77,2	77,2	28,8	28,8
380ct3f2	-147,2	147,2	72,6	72,6	28,8	28,8
380ct3f3	-144,0	144,0	66,4	66,4	28,7	28,7
V-fixatie 1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
V-fixatie 2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
V-fixatie 3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
V-fixatie 4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
V-fixatie 5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
V-fixatie 6	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	441,1	447,1	440,0
380ct1f1	440,5	445,6	440,0
380ct1f2	440,4	445,4	440,0
380ct1f3	440,3	445,2	440,0
380ct2f1	440,5	445,6	440,0
380ct2f2	440,4	445,4	440,0
380ct2f3	440,3	445,2	440,0
bl2	441,1	447,2	440,0
380ct3f1	440,5	445,6	440,0
380ct3f2	440,4	445,4	440,0
380ct3f3	440,3	445,2	440,0
V-fixatie 1			
V-fixatie 2			
V-fixatie 3			
V-fixatie 4			
V-fixatie 5			
V-fixatie 6			

#### Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	485,3	433,3
380ct1f1	467,5	440,9
380ct1f2	463,9	440,2
380ct1f3	459,2	439,4
380ct2f1	467,5	440,9
380ct2f2	463,9	440,2
380ct2f3	459,2	439,4
bl2	486,6	433,1
380ct3f1	467,5	440,9
380ct3f2	463,9	440,2
380ct3f3	459,2	439,4
V-fixatie 1		
V-fixatie 2		
V-fixatie 3		
V-fixatie 4		
V-fixatie 5		
V-fixatie 6		

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

Voor alle geleiders

	Wind / Weight span verhouding
Max. weight span	486,6 m 1,217 -
Min. weight span	287,4 m 0,719 -

Project: GT-TLB380  
 Masttype: HB+0  
 Mast: 46N

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

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	33,6	51,0	10,3	-63,9	63,9
380ct1f1	112,9	141,1	28,8	-164,0	164,0
380ct1f2	112,1	133,0	28,8	-160,6	160,6
380ct1f3	111,9	122,2	28,7	-156,6	156,6
380ct2f1	112,9	141,1	28,8	-164,0	164,0
380ct2f2	112,1	133,0	28,8	-160,6	160,6
380ct2f3	111,9	122,2	28,7	-156,6	156,6
bl2	33,1	50,4	10,2	-63,1	63,1
380ct3f1	112,9	141,1	28,8	-164,0	164,0
380ct3f2	112,1	133,0	28,8	-160,6	160,6
380ct3f3	111,9	122,2	28,7	-156,6	156,6
V-fixatie 1	4,1	4,1	6,8	0,0	
V-fixatie 2	4,1	4,1	6,8	0,0	
V-fixatie 3	4,1	4,1	6,8	0,0	
V-fixatie 4	3,8	3,8	6,8	0,0	
V-fixatie 5	3,5	3,5	6,8	0,0	
V-fixatie 6	3,5	3,5	6,8	0,0	

**EDS-belastingen geleiders**

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	14,4	5,2	2,2	-15,3	15,3
380ct1f1	68,9	25,1	16,1	-73,3	73,3
380ct1f2	68,9	25,1	16,1	-73,3	73,3
380ct1f3	68,9	25,1	16,1	-73,3	73,3
380ct2f1	68,9	25,1	16,1	-73,3	73,3
380ct2f2	68,9	25,1	16,1	-73,3	73,3
380ct2f3	68,9	25,1	16,1	-73,3	73,3
bl2	14,0	5,1	2,1	-14,9	14,9
380ct3f1	68,9	25,1	16,1	-73,3	73,3
380ct3f2	68,9	25,1	16,1	-73,3	73,3
380ct3f3	68,9	25,1	16,1	-73,3	73,3
V-fixatie 1	0,0	0,0	5,0	0,0	
V-fixatie 2	0,0	0,0	5,0	0,0	
V-fixatie 3	0,0	0,0	5,0	0,0	
V-fixatie 4	0,0	0,0	5,0	0,0	
V-fixatie 5	0,0	0,0	5,0	0,0	
V-fixatie 6	0,0	0,0	5,0	0,0	

**Controle uplift SLS-wind**

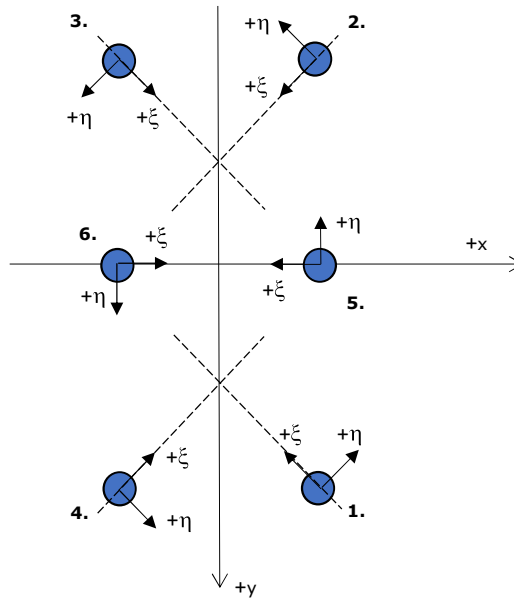
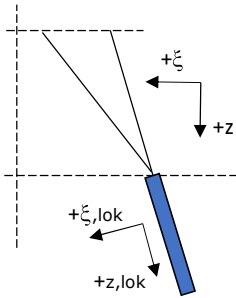
Combinatie: Geleider	Fz_ba	Fz_ah
	[kN]	[kN]
SLS 4		
bl1	0,0	0,0
380ct1f1	0,0	0,0
380ct1f2	0,0	0,0
380ct1f3	0,0	0,0
380ct2f1	0,0	0,0
380ct2f2	0,0	0,0
380ct2f3	0,0	0,0
bl2	0,0	0,0
380ct3f1	0,0	0,0
380ct3f2	0,0	0,0
380ct3f3	0,0	0,0
V-fixatie 1	0,0	
V-fixatie 2	0,0	
V-fixatie 3	0,0	
V-fixatie 4	0,0	
V-fixatie 5	0,0	
V-fixatie 6	0,0	

Project: GT-TLB  
 Masttype: HB+0  
 Mast: 46N

**Oplegreacties per randstijl, zesvoudige fundatie**

Auteur: TBR  
 Versie: 1.1

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



Assenstelsels

**Maximale drukbelasting**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 3_90 Ba Ct2	-280	-261	<b>1382</b>	14	-383	-8	1382
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts	-127	139	<b>699</b>	9	-188	1	699
3	SPLS 3_135 Ah All Cts	106	117	<b>611</b>	-8	-157	8	611
4	SPLS 3_90 Ah Ct2	280	-261	<b>1382</b>	-14	-383	-8	1382
5	SPLS 3_90 Ba All Cts	-310	-113	<b>1895</b>	-113	-310	54	1895
6	SPLS 3_90 Ah All Cts	310	-113	<b>1895</b>	113	-310	54	1895

**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	44	68	<b>-328</b>	17	79	-10	-328
2	ULS 1a_0,9_70	221	-254	<b>-1143</b>	-23	336	25	-1143
3	ULS 1a_0,9_110	-221	-254	<b>-1144</b>	23	336	25	-1144
4	SPLS 1a_0,9_0 Ba All Cts	-70	88	<b>-423</b>	-13	111	-3	-423
5	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	195	-89	<b>-1314</b>	-89	195	-57	-1314
6	SPLS 3_0,9_90 Ba All Cts	-195	-89	<b>-1314</b>	89	195	-57	-1314

**Maximale torsiebelasting (positief)**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	-154	-104	613	<b>36</b>	-182	-16	613
2	SPLS 3_90 Ba Ct2	52	8	-62	<b>43</b>	31	14	-62
3	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct2	-86	-163	-633	<b>55</b>	176	4	-633
4	SPLS 3_70 Ah Ct1	123	-192	799	<b>49</b>	-223	-6	799
5	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	-172	64	965	<b>64</b>	-172	13	965
6	SPLS 1a_0,9_90 Ah Ct1	123	-329	747	<b>329</b>	-123	20	747



**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_110 Ba Ct1	-123	-192	799	<b>-49</b>	-223	-6	799
2	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	86	-163	-633	<b>-55</b>	176	4	-633
3	SPLS 3_90 Ah Ct2	-52	8	-62	<b>-43</b>	31	14	-62
4	SPLS 3_0,9_110 Ba Ct1	163	-116	658	<b>-33</b>	-197	-19	658
5	SPLS 1a_0,9_90 Ba Ct1	-123	-329	747	<b>-329</b>	-123	20	747
6	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct3	29	56	70	<b>-56</b>	-29	-15	70

**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	ULS 8 Ba	44	68	-328	<b>17</b>	79	-10	-328
2	ULS 1a_0,9_70	221	-254	-1143	<b>-23</b>	336	25	-1143
3	ULS 1a_0,9_110	-221	-254	-1144	<b>23</b>	336	25	-1144
4	SPLS 1a_0,9_0 Ba All Cts	-70	88	-423	<b>-13</b>	111	-3	-423
5	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	112	-293	-752	<b>-293</b>	112	-33	-752
6	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct2	-112	-293	-752	<b>293</b>	112	-33	-752

**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	-96	-101	<b>485</b>	-4	-139	-8	485
2	SLS 7	45	-48	<b>-226</b>	-2	65	4	-226
3	SLS 7	-45	-48	<b>-226</b>	2	65	4	-226
4	SLS 7	96	-101	<b>485</b>	4	-139	-8	485
5	SLS 7	-58	-87	<b>291</b>	-87	-58	-2	291
6	SLS 7	58	-87	<b>291</b>	87	-58	-2	291

**Omhullenden ongeacht stijl - buitenpoten**

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_90 Ba Ct2	-280	-261	<b>1382</b>	14	-383	-8	1382
Max. trek	ULS 1a_0,9_110	-221	-254	<b>-1144</b>	23	336	25	-1144
Max. pos. torsie	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct2	-86	-163	-633	<b>55</b>	176	4	-633
Max. neg. torsie	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	86	-163	-633	<b>-55</b>	176	4	-633
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0,9_70	221	-254	<b>-1143</b>	<b>-23</b>	336	25	-1143

**Omhullenden ongeacht stijl - middenpoten**

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_90 Ah All Cts	310	-113	<b>1895</b>	113	-310	54	1895
Max. trek	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	195	-89	<b>-1314</b>	-89	195	-57	-1314
Max. pos. torsie	SPLS 1a_0,9_90 Ah Ct1	123	-329	-747	<b>329</b>	-123	20	747
Max. neg. torsie	SPLS 1a_0,9_90 Ba Ct1	-123	-329	-747	<b>-329</b>	-123	20	747
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	112	-293	<b>-752</b>	<b>-293</b>	112	-33	-752

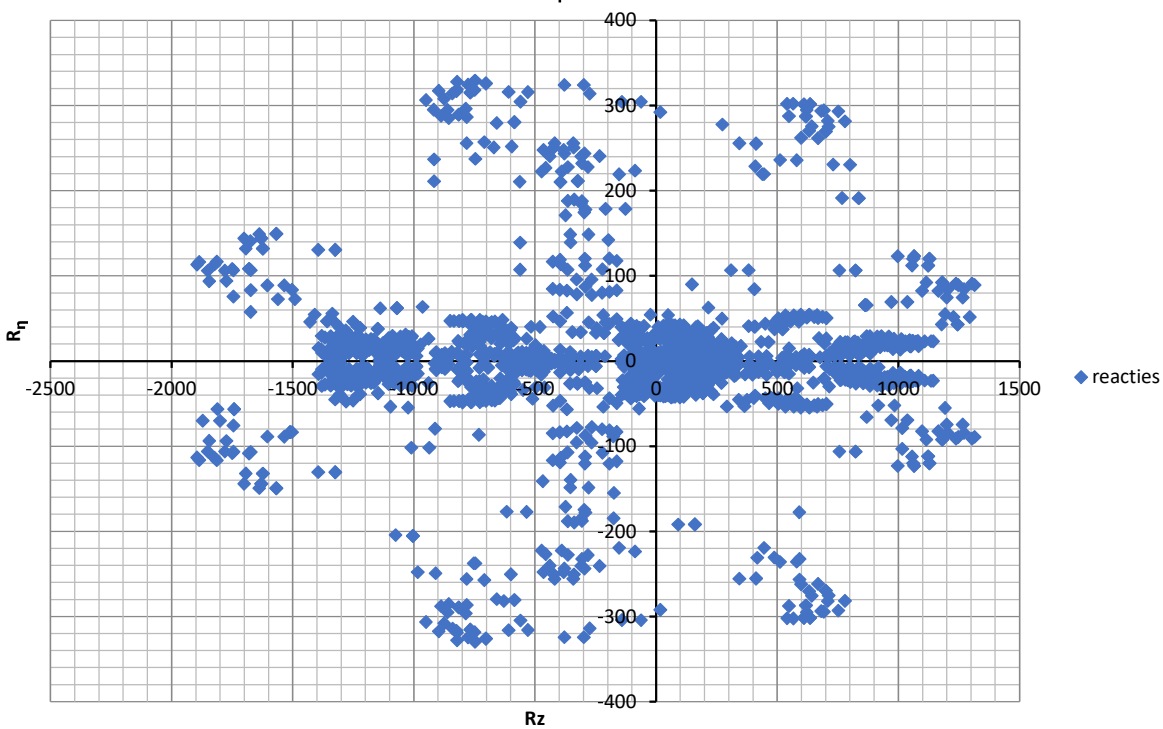
**Maximale drukbelasting SLS**

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	ULS 3_45	-220	-233	<b>1112</b>	-9	-320	-19	1112
2	SLS 1a_0	0	-3	<b>-13</b>	-2	2	-1	-13
3	ULS 5a Ah 10	-18	-25	<b>-87</b>	5	31	7	-87
4	ULS 3_135	220	-233	<b>1112</b>	9	-320	-19	1112
5	SLS 1a_0	-149	-87	<b>731</b>	-87	-149	-9	731
6	ULS 3_135	99	-222	<b>472</b>	222	-99	-8	472

**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	ULS 5a Ah 20	-83	-83	<b>398</b>	0	-117	-10	398
2	ULS 1a_0,9_0,9_45	150	-182	<b>-821</b>	-23	235	12	-821
3	ULS 1a_0,9_0,9_135	-150	-182	<b>-821</b>	23	235	12	-821
4	SLS 1a_0	49	-56	<b>266</b>	5	-74	-2	266
5	ULS 1a_0,9_0,9_45	-55	-224	<b>87</b>	-224	-55	-38	87
6	SLS 1a_0	-34	-90	<b>-148</b>	90	34	5	-148

Reacties  $R_z$  en  $R_\eta$



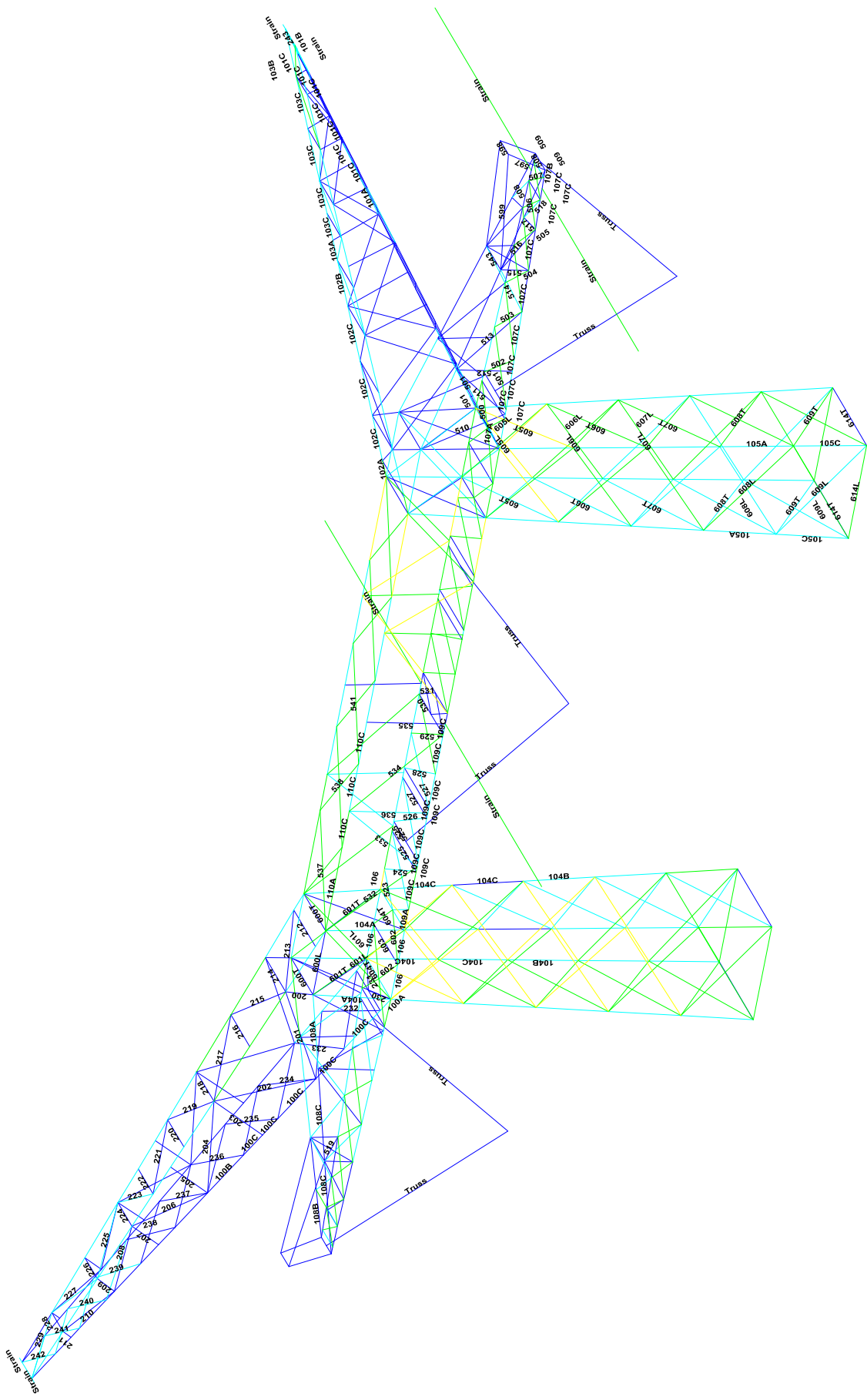


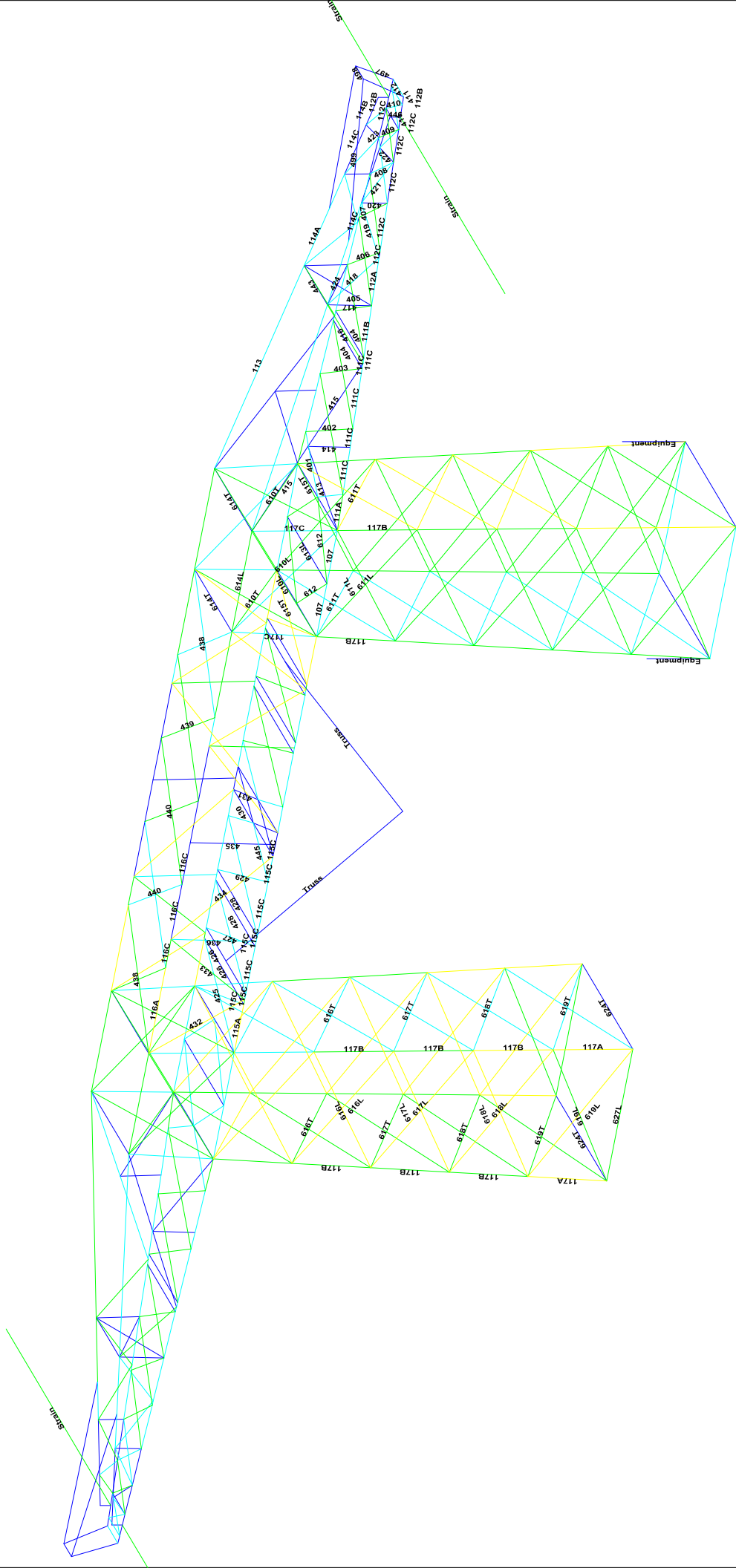
## **APPENDIX B**

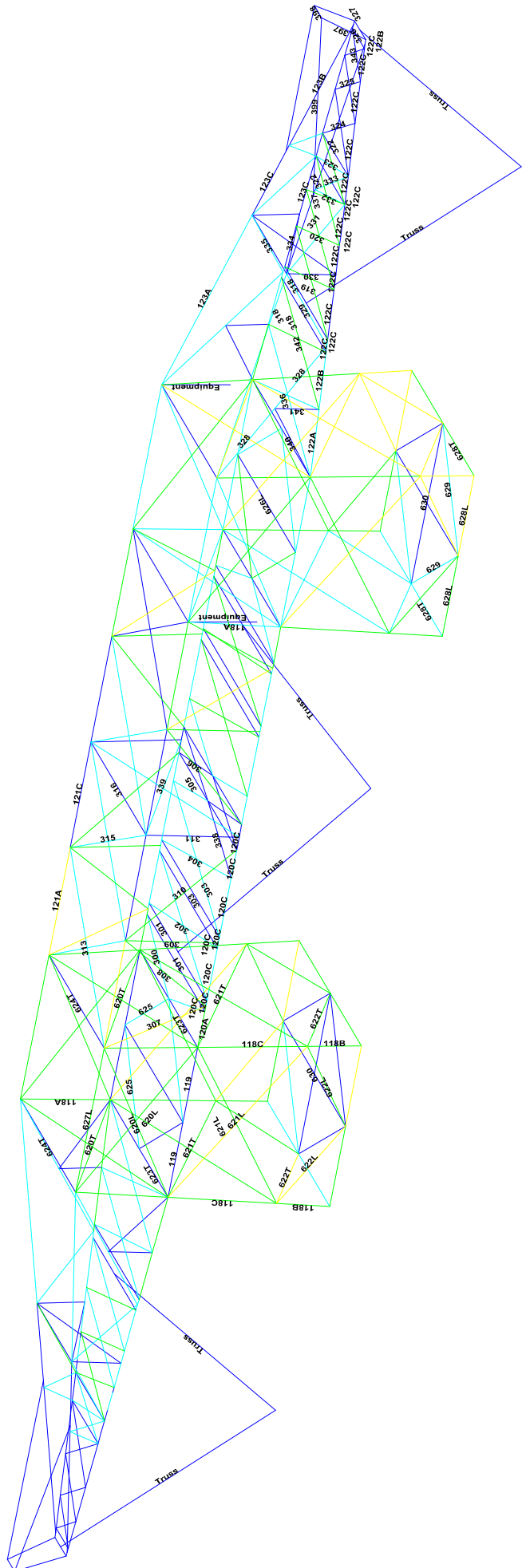
### **Resultaten PLS tower**

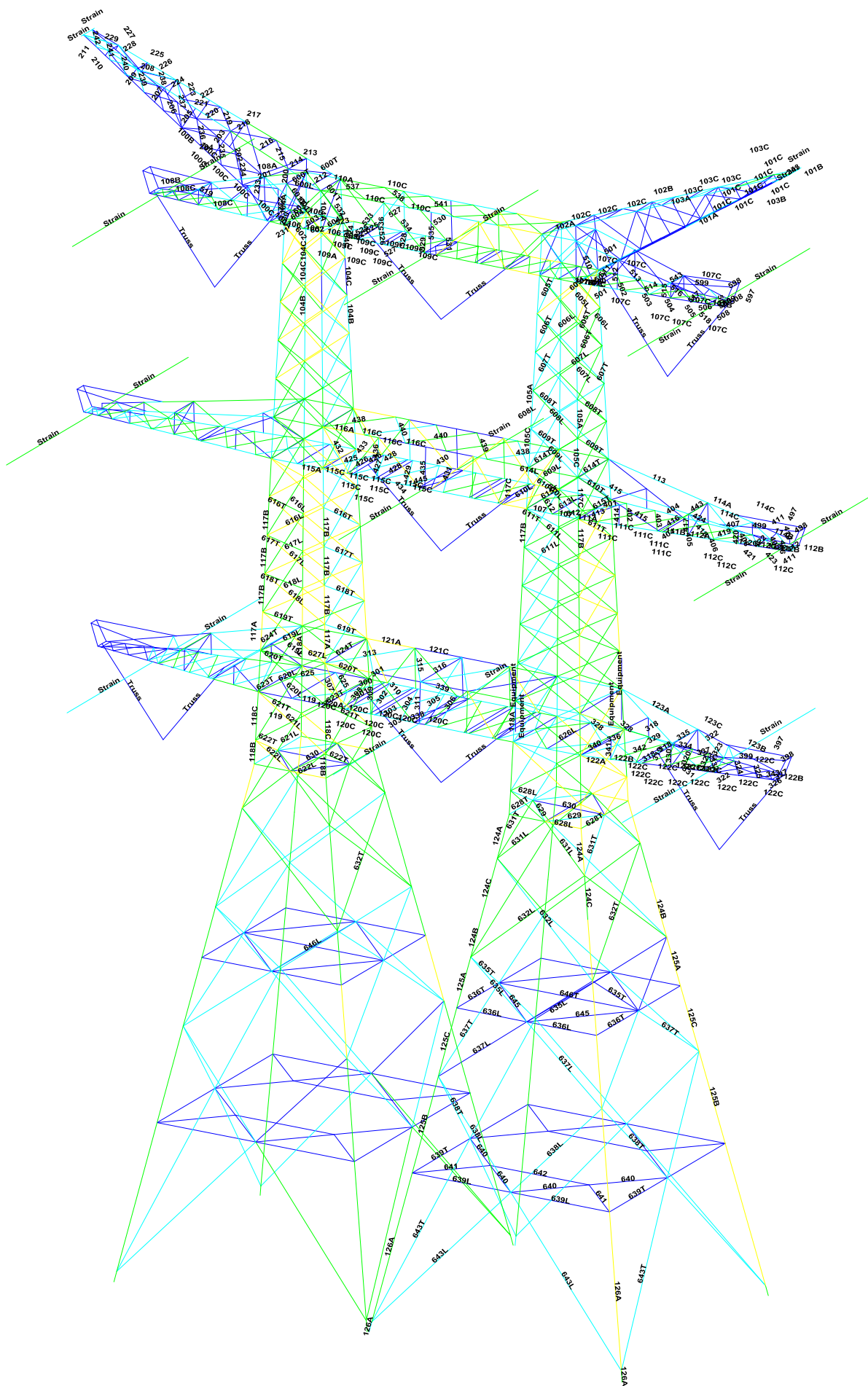
---

Deze Appendix bevat de resultaten voor de toetsing van profielen en bouten uit PLS Tower voor masttype HB+0/n.

















**Beam member forces end member to gusset plate**

DNV 17-03-2022

For the group-summary tables of PLS-TOWER, the end connection of the top chord was modelled as a truss element to find conservative results for the diagonal members in the cross arms. To find the maximum axial force in the top chord (see figure) the model was re-analysed with the vertical connection modelled as a beam-element (frictionless UMP300 was used). The results for the top chord member are displayed below.



Row #	Group Label	Group Desc.	Angle Type	Angle Size	Steel Strength (MPa)	Max Usage %	Usage Cont-rod	Max Use In Tens- % Control Member	Tension Force (kN)	Tension Control Load Case	Net Section Capacity (kN)	Tension Connect. Shear Capacity (kN)	Tension Connect. Bearing Capacity (kN)	Tension Connect. Rupture Capacity (kN)	Length Tens. Member (m)	No. Of Bolts Tens.	Bolt Type Tens.	No. Of Holes	Hole Diameter (cm)
38	1148	Tweede OMSRM - Main member top 2	EA	100x100x8	355	16.87	Tens	16.87 #538X	48.3	UIS.61_90 (afspannen)_11	287.312	677.76	705.6	663.385	0.764	5	M24-5.8H-NER2012	1	2.6

## APPENDIX C

### Knikverkorters

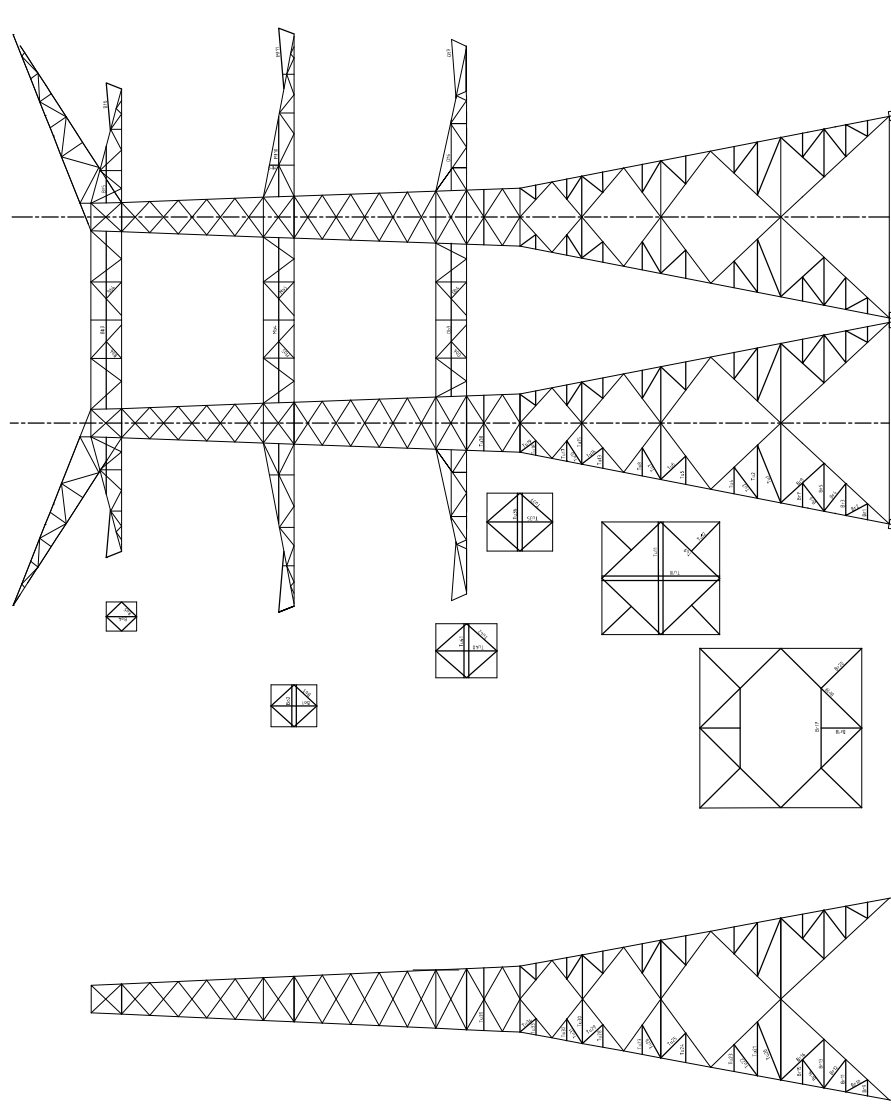
---

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:

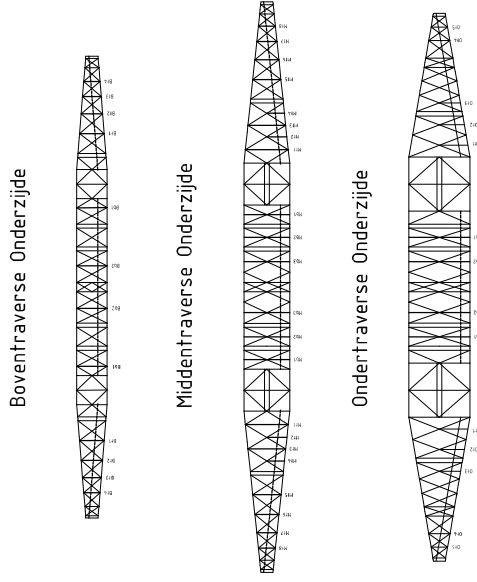
- voldoende trek- of druksterkte als steunegend profiel voor randstijl, 1% van de knikcapaciteit van de randstijl;
- slankheid;
- klimbelasting

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.

Zijzicht



Voorzicht





Date: 2021-09-01  
 Author: SSHD  
 Version: 1.8

**Knikverkorters initial construction (nieuwbouw)**

ZWO  
 HB+0\_n\_3ct

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt Quality	Length (m)	Angle (°)	Slender mess	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Exceedance Type	Notes
Br1	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.040	0	107	0.39	56.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.50		
Br2	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.610	62	165	0.00	32.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.43		
Br3	Broekstuk1	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.090	0	195	0.78	33.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.57		
Br4	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.300	38	236	0.00	18.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.74		
Br5	Broekstuk1	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M20	8.8	3.130	0	228	1.17	33.7	94.1	71.3	112.9	1.99	0.62		
Br6	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.330	38	239	0.00	18.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.76		
Br7	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.570	0	161	0.59	33.5	60.3	41.3	43.1	0.81	0.75		
Br8	Broekstuk1	Kniksteun op 0,5l	L55x6	S355J0	M16	8.8	3.840	48	232	0.00	21.6	60.3	51.5	75.3	1.56	0.64		
Br9	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.060	0	109	0.40	55.2	60.3	41.3	43.1	0.81	0.51		
Br10	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.630	61	167	0.00	31.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.44		
Br11	Broekstuk1	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.120	0	198	0.80	32.6	60.3	51.5	75.3	1.15	0.71		
Br12	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.340	37	240	0.00	18.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.76		
Br13	Broekstuk1	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M20	8.8	3.180	0	232	1.19	32.9	94.1	71.3	112.9	1.99	0.63		
Br14	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.330	38	239	0.00	18.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.76		
Br15	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.590	0	163	0.60	32.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.76		
Br16	Broekstuk1	Kniksteun op 0,5l	L55x6	S355J0	M16	8.8	3.890	47	235	0.00	21.2	60.3	51.5	75.3	1.56	0.66		
Br17	Broekstuk1	Kniksteun op 0,5l	L70x6	S355J0	M20	8.8	5.220	0	245	0.00	19.6	94.1	71.3	112.9	2.58	0.76		
Br18	Broekstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.650	0	227	0.99	28.9	60.3	52.3	98.8	1.40	0.73		
Br19	Broekstuk1	Kniksteun op 0,5l	L100x8	S355J0	M24	8.8	7.440	0	242	0.00	27.9	50.0	120.6	232.1	7.19	0.39		
Br20	Broekstuk1	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M20	8.8	3.720	0	236	0.00	36.6	94.1	71.3	136.4	2.68	0.55		
Br21	Broekstuk1	Enkele staaf	L100x8	S355J0	M24	8.8	4.630	0	235	0.00	61.3	135.6	120.6	232.1	5.49	0.33		
Br22	Broekstuk1	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M16	8.8	4.150	56	236	0.00	54.8	60.3	69.7	225.8	4.34	0.00		
Tu1	Tussenstuk1	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M24	8.8	4.080	22	232	1.42	56.3	135.6	120.6	200.7	4.34	0.34		
Tu2	Tussenstuk1	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M20	8.8	3.480	0	221	1.31	40.7	94.1	71.3	136.4	2.68	0.51		
Tu3	Tussenstuk1	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.560	37	239	0.00	24.3	60.3	51.5	75.3	1.15	0.57		
Tu4	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.740	0	179	0.65	28.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.83		
Tu5	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.850	0	190	0.69	26.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.88		
Tu6	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.240	47	230	0.00	19.6	60.3	41.3	43.1	0.81	0.73		
Tu7	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.410	30	248	0.00	17.5	60.3	41.3	43.1	0.81	0.82		
Tu8	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.850	0	190	0.69	26.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.88		
Tu9	Tussenstuk1	Kniksteun op 0,5l	L80x6	S355J0	M20	8.8	5.340	0	219	0.00	34.9	94.1	71.3	136.4	3.40	0.59		
Tu10	Tussenstuk1	Kruisende staaf halverwege	L80x6	S355J0	M20	8.8	7.710	0	245	0.00	14.5	94.1	71.3	136.4	3.40	0.43		
Tu11	Tussenstuk1	Kruisende staaf halverwege	L80x6	S355J0	M20	8.8	7.390	0	235	0.00	37.0	94.1	71.3	136.4	3.40	0.41		
Tu12	Tussenstuk1	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.670	0	249	0.00	22.7	60.3	51.5	75.3	1.15	0.90		
Tu13	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.340	0	138	0.50	41.5	60.3	41.3	43.1	0.81	0.64		
Tu14	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.740	52	179	14.0	28.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81		
Tu15	Tussenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.680	0	229	1.01	28.4	60.3	52.3	98.8	1.40	0.74		
Tu16	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.820	33	187	0.00	27.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.52		
Tu17	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.340	0	138	0.50	41.5	60.3	41.3	43.1	0.81	0.64		
Tu18	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	0.950	0	96	0.36	62.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.45		

Posnr.	Section	Schematization	Steel		Length (m)	Angle (°)	Slenderness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Exceedance Type	Notes	
			Quality	Profile													
Tu19	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.290	55	133	14.9	43.6	60.3	41.3	43.1	0.81	0.36	
Tu20	Tussenstuk1	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M20	8.8	4.110	22	233	13.9	55.6	120.6	120.6	206.7	4.34	0.34	
Tu21	Tussenstuk1	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M20	8.8	3.530	0	224	13.9	39.8	94.1	71.3	136.4	2.68	0.52	
Tu22	Tussenstuk1	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.560	37	239	13.9	24.3	60.3	51.5	75.3	1.15	0.57	
Tu23	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.770	0	182	13.9	0.66	28.2	60.3	43.1	0.81	0.85	
Tu24	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.930	0	198	14.4	0.72	24.7	60.3	43.1	0.81	0.81	
Tu25	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.310	45	237	14.4	18.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.77	
Tu26	Tussenstuk1	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.470	30	231	14.4	0.81	25.7	60.3	51.5	75.3	1.15	0.72
Tu27	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.930	0	198	14.4	0.72	24.7	60.3	43.1	0.81	0.81	
Tu28	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.480	0	152	14.0	0.56	36.3	60.3	43.1	0.81	0.71	
Tu29	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.810	47	186	14.0	0.00	27.2	60.3	43.1	0.81	0.51	
Tu30	Tussenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.910	0	249	14.0	1.09	24.9	60.3	52.3	98.8	1.40	0.80
Tu31	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.890	33	194	13.9	0.00	25.5	60.3	43.1	0.81	0.55	
Tu32	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.420	0	146	13.9	0.53	38.4	60.3	43.1	0.81	0.68	
Tu33	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.480	0	111	14.9	0.41	54.0	60.3	43.1	0.81	0.52	
Tu34	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.370	50	141	14.9	0.00	40.3	60.3	43.1	0.81	0.37	
Tu35	Tussenstuk2	Kruisende staaf halverwege	L70x6	S355J0	M20	8.8	4.310	0	157	0.0	0.81	94.1	71.3	112.9	2.58	0.31	
Tu36	Tussenstuk2	Kruisende staaf halverwege	L70x6	S355J0	M20	8.8	3.800	0	139	0.0	0.71	69.7	94.1	71.3	112.9	2.58	0.28
Tu37	Tussenstuk2	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.870	0	246	0.0	1.08	25.5	60.3	52.3	98.8	1.40	0.79
Tu38	Tussenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.820	0	187	10.2	0.68	27.0	60.3	43.1	0.81	0.87	
Tu39	Tussenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.050	0	211	10.2	0.77	22.6	60.3	43.1	0.81	0.98	
Tu40	Tussenstuk2	Kruisende staaf halverwege	L70x6	S355J0	M20	8.8	4.310	0	157	0.0	0.81	94.1	71.3	112.9	2.58	0.31	
Tu41	Tussenstuk2	Kruisende staaf halverwege	L70x6	S355J0	M20	8.8	3.800	0	139	0.0	0.71	69.7	94.1	71.3	112.9	2.58	0.28
Tu42	Tussenstuk2	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.870	0	246	0.0	1.08	25.5	60.3	52.3	98.8	1.40	0.79
B01	Bovenstuk1	Kruisende staaf halverwege	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.990	0	154	0.0	0.56	35.8	60.3	43.1	1.08	0.52	
B02	Bovenstuk1	Kruisende staaf halverwege	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.750	0	141	0.0	0.52	40.1	60.3	43.1	1.08	0.48	
B03	Bovenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.030	0	174	0.0	0.76	43.3	60.3	52.3	98.8	1.40	0.56
B04	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.980	0	203	0.0	0.74	23.8	60.3	43.1	0.81	0.95	
B05	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.370	0	141	0.0	0.51	40.3	60.3	43.1	0.81	0.65	
O11	Ondertraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.867	0	192	0.0	0.70	26.0	60.3	43.1	0.81	0.89	
O12	Ondertraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.638	0	168	0.0	0.61	31.5	60.3	43.1	0.81	0.78	
O13	Ondertraverse	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	1.393	0	130	0.0	0.52	58.7	60.3	51.5	75.3	1.15	0.47
O14	Ondertraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.384	0	142	0.0	0.52	39.8	60.3	43.1	0.81	0.66	
O15	Ondertraverse	Enkele staaf	L5x6	S355J0	M16	8.8	1.078	0	101	0.0	0.40	79.0	60.3	51.5	75.3	1.15	0.36
O16	Ondertraverse	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.910	0	249	0.0	1.09	24.9	60.3	52.3	98.8	1.40	0.80
O17	Ondertraverse	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M20	8.8	3.850	5	245	0.0	1.44	34.7	94.1	71.3	136.4	2.68	0.56
Ob1	Tussenschot OT	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.000	0	103	0.0	0.38	58.8	60.3	43.1	0.81	0.48	
Ob2	Tussenschot OT	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.000	0	103	0.0	0.38	58.8	60.3	43.1	0.81	0.48	
Ob3	Tussenschot OT	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	1.400	0	120	0.0	0.53	71.1	60.3	52.3	98.8	1.40	0.39
Ob4	Tussenschot OT	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.487	42	153	0.0	0.50	36.1	60.3	43.1	0.81	0.00	
M11	Middentraverse	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.810	0	240	0.0	1.05	26.4	60.3	52.3	98.8	1.40	0.78
M12	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.310	0	135	0.0	0.49	42.7	60.3	43.1	0.81	0.63	
M13	Middentraverse	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.470	0	231	0.0	0.93	25.7	60.3	51.5	75.3	1.15	0.83
M14	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.150	0	118	0.0	0.43	50.2	60.3	43.1	0.81	0.55	
M15	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.840	0	189	0.0	0.69	26.6	60.3	43.1	0.81	0.88	
M16	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.570	0	161	0.0	0.59	33.5	60.3	43.1	0.81	0.75	
M17	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.310	0	135	0.0	0.49	42.7	60.3	43.1	0.81	0.63	
M18	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.110	0	114	0.0	0.42	52.3	60.3	43.1	0.81	0.53	
M19	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	0.610	90	63	0.00	0.00	85.8	60.3	43.1	0.81	0.00	
M10	Middentraverse	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M20	8.8	3.180	0	232	0.0	1.19	32.0	94.1	71.3	112.9	2.58	0.63
M11	Middentraverse	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M20	8.8	3.990	5	226	0.0	1.49	58.3	94.1	95.0	213.2	4.34	0.36
Mb1	Tussenschot MT	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	1.490	0	139	0.0	0.56	53.8	60.3	51.5	75.3	1.15	0.50
Mb2	Tussenschot MT	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.490	0	153	0.0	0.56	36.0	60.3	43.1	0.81	0.71	
Mb3	Tussenschot MT	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.490	0	153	0.0	0.56	36.0	60.3	43.1	0.81	0.71	
Mb4	Tussenschot MT	Enkele staaf	L60x5	S355J0	M16	8.8	1.470	0	125	0.0	0.55	56.8	60.3	43.1	0.81	1.23	0.47
Mb5	Tussenschot MT	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.487	42	153	0.0	0.50	36.1	60.3	43.1	0.81	0.00	
Bt1	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.600	0	164	0.0	0.60	32.6	60.3	43.1	0.81	0.76	

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt	Quality	Length (m)	Angle (°)	Slenderness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Exceedance Type	Notes
Bt2	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.400	0	144	0.0	0.53	39.2	60.3	41.3	43.1	0.81	0.67		
Bt3	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.220	0	125	0.0	0.46	46.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.58		
Bt4	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.060	0	109	0.0	0.40	55.2	60.3	41.3	43.1	0.81	0.51		
Bt5	Boventraverse	Enkele staaf	L60x5	S355J0	M16	8.8	1.310	0	112	0.0	0.49	65.1	60.3	43.6	82.3	1.23	0.42		
Bt6	Boventraverse	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M20	8.8	3.140	5	229	0.0	1.17	33.6	94.1	71.3	112.9	1.99	0.61		
Bb1	Tussenschot BT	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.980	0	203	0.0	0.74	23.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.95		
Bb2	Tussenschot BT	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.980	0	203	0.0	0.74	23.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.95		
Bb3	Tussenschot BT	Enkele staaf	L60x5	S355J0	M16	8.8	1.680	0	143	0.0	0.63	47.8	60.3	43.6	82.3	1.23	0.54		
Bb3	Tussenschot BT	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.487	42	153	0.0	0.00	36.1	60.3	41.3	43.1	0.81	0.00		



## 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.

De belastingen waaraan getoetst worden zijn onderstaand weergegeven. De blokdeuvels zijn gelijk voor de fundatiepalen. De bovenste 2 rijen knaggen op de randstijl van de middenpoten zijn niet in de berekening opgenomen om conservatieve redenen.

In de bijlage is een aparte berekening voor de midden (2) en buiten (4) poten opgenomen. In de bijlage van de middenpoten wordt alleen de toetsing van de deuvels op de paal zelf uitgevoerd, de toetsing op de profielen is niet van toepassing. Dit komt doordat de belasting op de middenpoten de gecombineerde belasting is uit de 2 randstijlen, terwijl de belasting op de randstijl feitelijk de helft is. Om conservatieve redenen wordt daardoor op de middenrandstijlen dezelfde deuvels toegepast als die van de buitenrandstijlen/poten.

#### Masttype HB+0/n

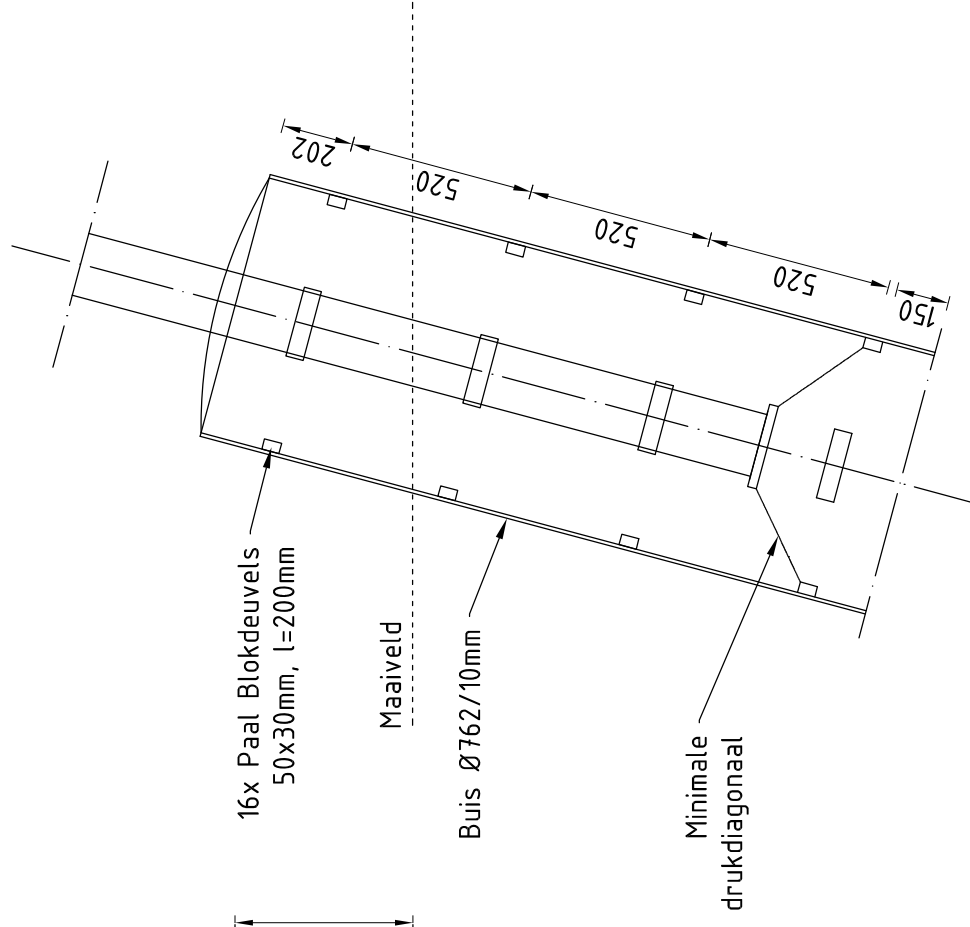
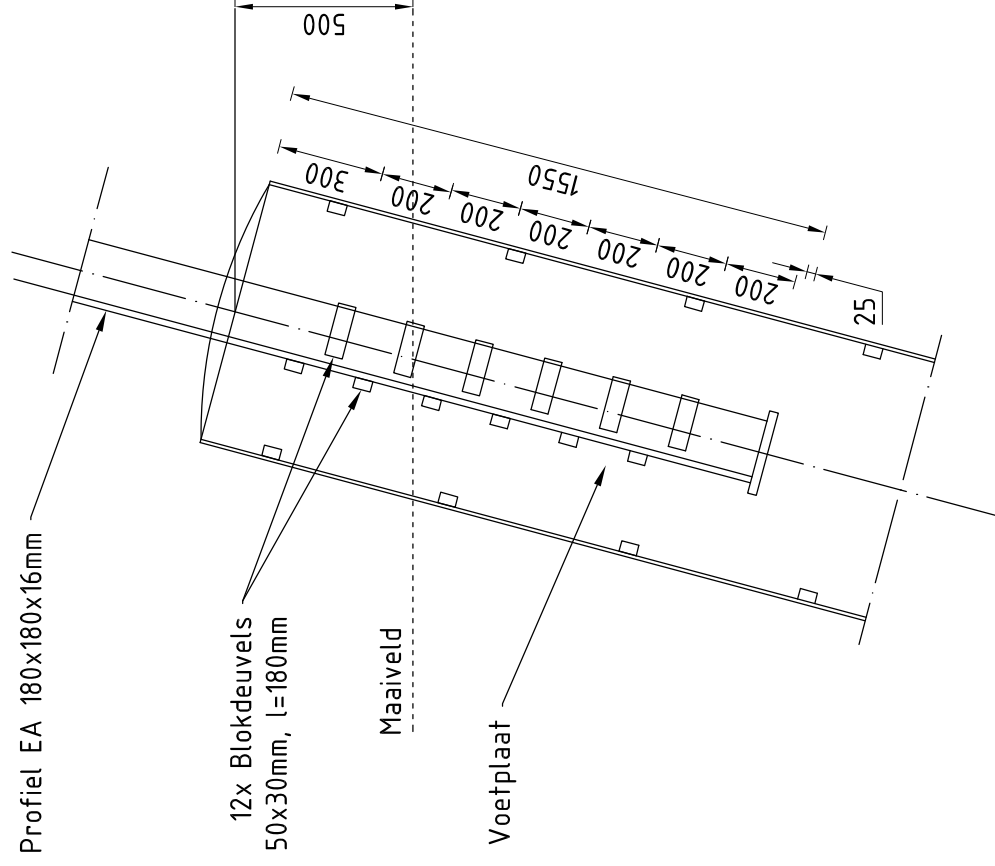
##### Omhullenden ongeacht stijl - buitenpoten

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 Ba Ct2	-280	-261	<b>1382</b>	14	-383	-8	1382
Max. trek	ULS 1a_0,9_110	-221	-254	<b>-1144</b>	23	336	25	-1144
Max. pos. torsie	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct2	-86	-163	-633	<b>55</b>	176	4	-633
Max. neg. torsie	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	86	-163	-633	<b>-55</b>	176	4	-633
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0,9_70	221	-254	<b>-1143</b>	<b>-23</b>	336	25	-1143

##### Omhullenden ongeacht stijl - middenpoten

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	310	-113	<b>1895</b>	113	-310	54	1895
Max. trek	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	195	-89	<b>-1314</b>	-89	195	-57	-1314
Max. pos. torsie	SPLS 1a_0,9_90 Ah Ct1	123	-329	-747	<b>329</b>	-123	20	747
Max. neg. torsie	SPLS 1a_0,9_90 Ba Ct1	-123	-329	-747	<b>-329</b>	-123	20	747
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	112	-293	<b>-752</b>	<b>-293</b>	112	-33	-752

# Principe blokdeuvels - HB+0/n 3ct buitenpoten



## Algemene opmerkingen

- Aarding niet aangegeven
- Spiraalwapening niet aangegeven



Project: GT-TLB380  
 Mast: HB+0\_n 3-ct (46N) - Buitenpoten

<b>Shear blocks</b>	NEN-EN 1993-1-1 en NEN-EN 1994-1-1	Datum: 2021-09-24
		Auteur: TBR
		Versie: 1.4

Load			Results		
Compression	$F_{Ed,c}$	<b>1382</b> kN	Compression	U.C.	<b>0.78</b> < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	<b>1144</b> kN	Tension	U.C.	<b>0.71</b> < 1,00 OK

**Main leg**

Profile		<b>L180.16</b>
Steel material		<b>S355</b>
Cross section		5540 mm <sup>2</sup>
Axial capacity	$N_{pl}$	1967 kN
Width	b	180 mm
Thickness	t	16 mm
Length in concrete		<b>1550</b> mm

**Capacity shear blocks main leg**

$A_{f1} =$	5400 mm <sup>2</sup>
$A_{f2} =$	14400 mm <sup>2</sup>
Slope	1: 5
$C_A = \sqrt{(A_{f2}/A_{f1})} =$	1.63
$f_{jd} = C_A \times f_{cd} =$	26.1 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} =$	1411 kN
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} =$	1411 kN

**Shear blocks main leg**

Width	b	50 mm
Thickness	h	30 mm
Length	L	180 mm
Welds	a	5 mm
c.t.c. separation	s	200 mm
Number for compr.	$n_c$	10 -
Number for tension	$n_t$	10 -

**Capacity foot plate**

$K_d =$	1.73 -
$f_{jd} = C_A \times f_{cd} =$	27.7 N/mm <sup>2</sup>
$c = t \sqrt{(f_{yd} / 3f_{jd})} =$	53 mm
$m^* = \min(c, m) =$	10 mm
Type foot plate	Diagonally cut
Effective for	Compr. and tension
$A_{p,c} =$	12732 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = A_{p,druk} \times f_{jd} =$	353 kN
$A_{p,t} =$	7192 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd} =$	199 kN

**Foot plate**

Thickness	t	25 mm
Ext. length	m	10 mm
Welds	a	5 mm

**Pile**

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

**Capacities**

$F_{rd,c,plate} =$	353 kN
$F_{rd,blocks,c} =$	1411 kN
$F_{rd,c} = F_{rd,block} + F_{rd,footplate} =$	<b>1764</b> kN
U.C. compression	0.78 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)	865 kN
$F_{rd,t} = \min. (\text{welds} / \text{foot plate}) =$	199 kN
$F_{rd,blocks,t} =$	1411 kN
$F_{rd,t} = F_{rd,block} + F_{rd,footplate} =$	<b>1610</b> kN
U.C. tension	0.71 < 1,00 OK
U.C. welds	0.47 < 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	520 mm
Number for compr.	$n_c$	12 -
Number for tension	$n_t$	12 -

**Capacity shear blocks pile**

$A_{f1} =$	6000 mm <sup>2</sup>
$A_{f2} =$	18000 mm <sup>2</sup>
$C_A = \sqrt{(A_{f2}/A_{f1})} =$	1.73 -
$f_{jd} = K_d \times f_{cd} =$	27.7 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} =$	<b>1995</b> kN
U.C. compression	0.69 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} =$	<b>1995</b> kN
U.C. tension	0.57 < 1,00 OK
U.C. welds	0.42 < 1,00 OK

**Design value concrete strength**

Material factor	$\gamma_c$	1.5
Add. mat. factor	$\gamma_m$	1.25 -
$f_{cd} =$		16.0 N/mm <sup>2</sup>

**Steel tower stub**

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

**"Splitting" of pile**

Spread of forces		45 °
Length force flow		1179 mm
Splitting force		485 kN/m
Yield strength wall	$f_{yd} =$	355 N/mm <sup>2</sup>
Capacity tubular pile		7100 kN/m
U.C.		0.07 < 1,00 OK

**Welds of shear blocks of main leg**

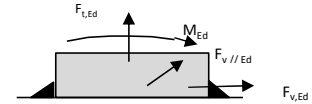
Out-of-plane loading

**Plate**

t =	50 mm
Grade	S355
$f_{yd}$ =	355 N/mm <sup>2</sup>
$f_u$ =	490 N/mm <sup>2</sup>

**Welds**

a =	5 mm
l =	180 mm
$\beta_w$ =	0.9 -
$\gamma_{M2}$ =	1.25 -



**Member forces**

Factor	1.2
$F_{t,Ed}$ =	0 kN
$F_{v,Ed} = F_{rd,c} / n$ =	169 kN
$F_{v//,Ed}$ =	0 kN
$M_{Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed}$ =	2.54 kNm

**Stress components**

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 4al$ =	0 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 4al$ =	67 N/mm <sup>2</sup>
<hr/>	
	67 N/mm <sup>2</sup>
$b^* = b + 2/3av^2$	54.7 mm
$\sigma_1 = \tau_1 = 0,706M_{Ed} / al b^*$ =	36 N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al$ =	0 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{w,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)}$ =	206 N/mm <sup>2</sup>

**Check**

$\sigma_{w,Ed}$ =	206 N/mm <sup>2</sup>	≤	$f_u / \beta_w \gamma_{M2}$ =	436 N/mm <sup>2</sup>	U.C. =	<b>0.47 OK</b>
$\sigma_1$ =	103 N/mm <sup>2</sup>	≤	$0,9f_u / \gamma_{M2}$ =	353 N/mm <sup>2</sup>	U.C. =	<b>0.29 OK</b>

**Welds of shear blocks of pile**

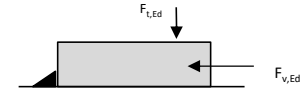
Out-of-plane loading

**Plate**

t =	50 mm
Grade	S355
$f_{yd}$ =	355 N/mm <sup>2</sup>
$f_u$ =	490 N/mm <sup>2</sup>

**Welds**

a =	5 mm
l =	200 mm
$\beta_w$ =	0.9 -
$\gamma_{M2}$ =	1.25 -



**Member forces**

Factor	1.2
$F_{t,Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed}$ =	60 kN
$F_{v,Ed}$ =	200 kN
$F_{v//,Ed}$ =	0 kN
$M_{Ed}$ =	0.00 kNm

**Stress components**

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 2al$ =	21 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 2al$ =	71 N/mm <sup>2</sup>
<hr/>	
	92 N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al$ =	0 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{w,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)}$ =	183 N/mm <sup>2</sup>

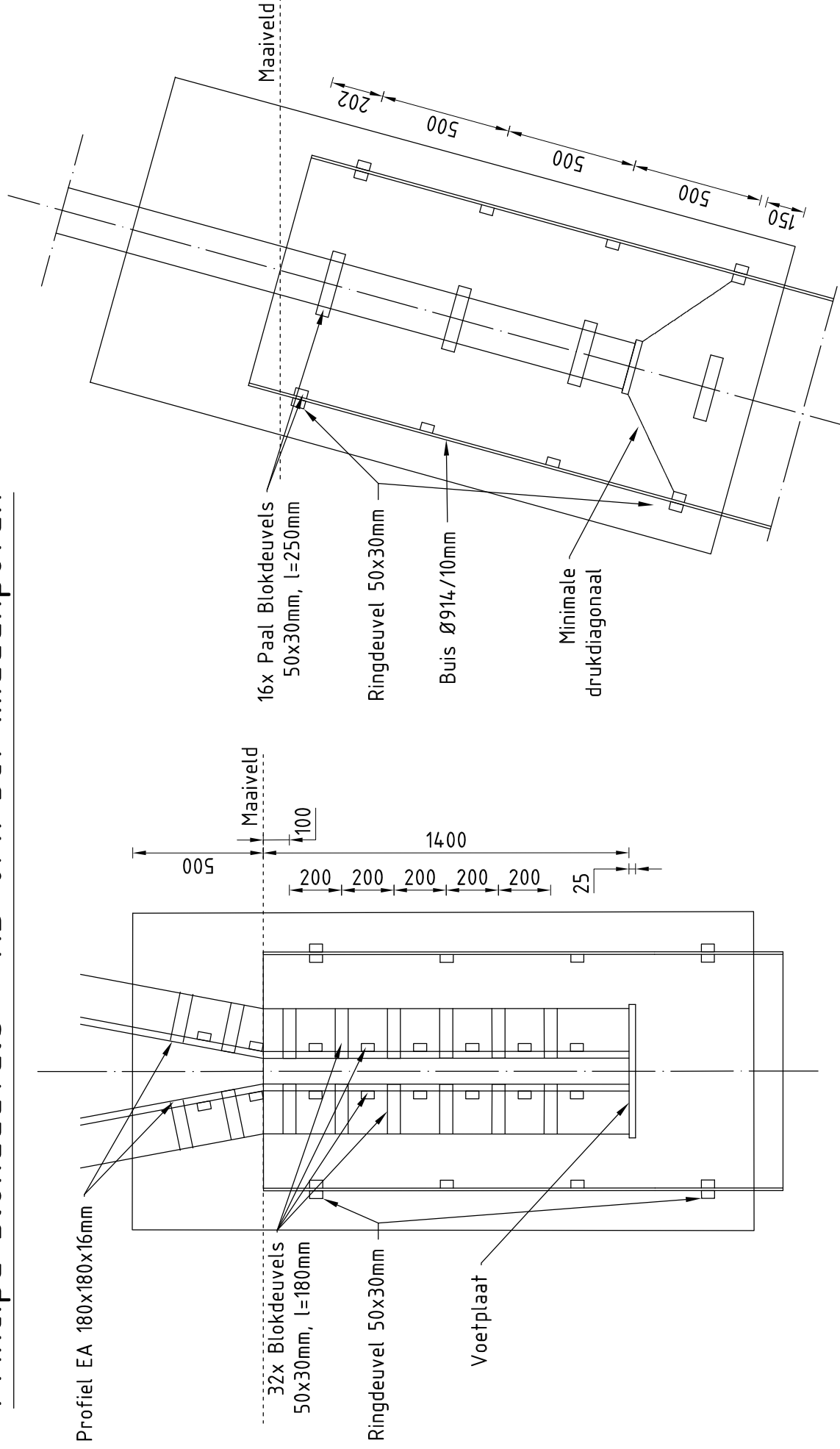
**Check**

$\sigma_{w,Ed}$ =	183 N/mm <sup>2</sup>	≤	$f_u / \beta_w \gamma_{M2}$ =	436 N/mm <sup>2</sup>	U.C. =	<b>0.42 OK</b>
$\sigma_1$ =	92 N/mm <sup>2</sup>	≤	$0,9f_u / \gamma_{M2}$ =	353 N/mm <sup>2</sup>	U.C. =	<b>0.26 OK</b>

**Welds of foot plate**

$f_u / \beta_w \gamma_{M2}$ =	436 N/mm <sup>2</sup>
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 kN

# Principe blokdeuvels - HB+0/n 3ct middenpoten



## Algemene opmerkingen

- Aarding niet aangegeven
- Spiraalwapening niet aangegeven



Project: GT-TLB380  
Mast: HB+0\_n 3-ct (46N) - Middenpoten

<b>Shear blocks</b>	NEN-EN 1993-1-1 en NEN-EN 1994-1-1	Datum: 2021-08-24
		Auteur: TBR
		Versie: 1.4

Load		Results	
Compression	$F_{Ed,c}$	<b>1895</b> kN	U.C. <b>0,80</b> < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	<b>1314</b> kN	U.C. <b>0,59</b> < 1,00 OK

### Main leg

Profile	<b>L180.16</b>
Steel material	S355
Cross section	5540 mm <sup>2</sup>
Axial capacity	$N_{pl}$ 1967 kN
Width	b 180 mm
Thickness	t 16 mm
Length in concrete	1400 mm

### Capacity shear blocks main leg

$A_{f1}$	5400 mm <sup>2</sup>
$A_{f2}$	14400 mm <sup>2</sup>
Slope	1: 5
$C_A = \sqrt{(A_{f2}/A_{f1})}$	1,63
$f_{jd} = C_A \times f_{cd}$	26,1 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd}$	1693 kN
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$	1693 kN

### Shear blocks main leg

Width	b 50 mm
Thickness	h 30 mm
Length	L 180 mm
Welds	a 5 mm
c.t.c. separation	s 200 mm
Number for compr.	$n_c$ 12 -
Number for tension	$n_t$ 12 -

### Capacity foot plate

$K_d$	1,73 -
$f_{jd} = C_A \times f_{cd}$	27,7 N/mm <sup>2</sup>
$c = t \sqrt{(f_{yd} / 3f_{jd})}$	53 mm
$m^* = \min(c, m)$	30 mm
Type foot plate	Diagonally cut
Effective for	Compr. and tension
$A_{p,c}$	24892 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = A_{p,druk} \times f_{jd}$	690 kN
$A_{p,t}$	19352 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd}$	536 kN

### Foot plate

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

### Pile

Name	Buispaal
Diameter	914 mm
Thickness	10 mm
Cross section	28400 mm <sup>2</sup>
Steel material	S355
Capacity	10082 kN
Concrete strength	C30/37

### Capacities

$F_{rd,c,plate}$	690 kN
$F_{rd,blocks,c}$	1693 kN
$F_{rd,c} = F_{rd,block} + F_{rd,footplate}$	<b>2383</b> kN
U.C. compression	0,80 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)	865 kN
$F_{rd,t} = \min. (welds / foot plate)$	536 kN
$F_{rd,blocks,t}$	1693 kN
$F_{rd,t} = F_{rd,block} + F_{rd,footplate}$	<b>2229</b> kN
U.C. tension	0,59 < 1,00 OK
U.C. welds	0,47 < 1,00 OK

### Shear blocks pile

Width	b 50 mm
Thickness	h 30 mm
Length	L 250 mm
Welds	a 5 mm
c.t.c. separation	s 500 mm
Number for compr.	$n_c$ 16 -
Number for tension	$n_t$ 16 -

### Capacity shear blocks pile

$A_{f1}$	7500 mm <sup>2</sup>
$A_{f2}$	22500 mm <sup>2</sup>
$C_A = \sqrt{(A_{f2}/A_{f1})}$	1,73 -
$f_{jd} = K_d \times f_{cd}$	27,7 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd}$	<b>3326</b> kN
U.C. compression	0,57 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$	<b>3326</b> kN
U.C. tension	0,40 < 1,00 OK
U.C. welds	0,42 < 1,00 OK

### Design value concrete strength

Material factor	$\gamma_c$	1,5
Add. mat. factor	$\gamma_m$	1,25 -
$f_{cd} =$		16,0 N/mm <sup>2</sup>

### Steel tower stub

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

### "Splitting" of pile

Spread of forces	$f_{yd} =$	45 °
Length force flow		953 mm
Splitting force		689 kN/m
Yield strength wall		355 N/mm <sup>2</sup>
Capacity tubular pile		7100 kN/m
U.C.		0,10 < 1,00 OK

### Welds of shear blocks of main leg

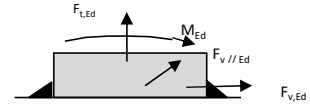
Out-of-plane loading

#### Plate

t =	50 mm
Grade	S355
$f_{yd}$ =	355 N/mm <sup>2</sup>
$f_u$ =	490 N/mm <sup>2</sup>

#### Welds

a =	5 mm
l =	180 mm
$\beta_w$ =	0,9 -
$\gamma_{M2}$ =	1,25 -



#### Member forces

Factor	1,2
$F_{t,Ed}$ =	0 kN
$F_{v,Ed} = F_{rd,c} / n$ =	169 kN
$F_{v//,Ed}$ =	0 kN
$M_{Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed}$ =	2,54 kNm

#### Stress components

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 4al$ =	0 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 4al$ =	67 N/mm <sup>2</sup>
	67 N/mm <sup>2</sup>
$b^* = b + 2/3av^2$	54,7 mm
$\sigma_1 = \tau_1 = 0,706M_{Ed} / al b^*$ =	36 N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al$ =	0 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{w,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)}$ =	206 N/mm <sup>2</sup>

#### Check

$\sigma_{w,Ed}$ =	206 N/mm <sup>2</sup>	≤	$f_u / \beta_w \gamma_{M2}$ =	436 N/mm <sup>2</sup>	U.C. =	0,47 OK
$\sigma_1$ =	103 N/mm <sup>2</sup>	≤	$0,9f_u / \gamma_{M2}$ =	353 N/mm <sup>2</sup>	U.C. =	0,29 OK

### Welds of shear blocks of pile

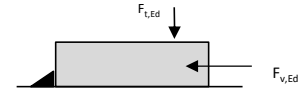
Out-of-plane loading

#### Plate

t =	50 mm
Grade	S355
$f_{yd}$ =	355 N/mm <sup>2</sup>
$f_u$ =	490 N/mm <sup>2</sup>

#### Welds

a =	5 mm
l =	250 mm
$\beta_w$ =	0,9 -
$\gamma_{M2}$ =	1,25 -



#### Member forces

Factor	1,2
$F_{t,Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed}$ =	75 kN
$F_{v,Ed}$ =	249 kN
$F_{v//,Ed}$ =	0 kN
$M_{Ed}$ =	0,00 kNm

#### Stress components

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 2al$ =	21 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 2al$ =	71 N/mm <sup>2</sup>
	92 N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al$ =	0 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{w,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)}$ =	183 N/mm <sup>2</sup>

#### Check

$\sigma_{w,Ed}$ =	183 N/mm <sup>2</sup>	≤	$f_u / \beta_w \gamma_{M2}$ =	436 N/mm <sup>2</sup>	U.C. =	0,42 OK
$\sigma_1$ =	92 N/mm <sup>2</sup>	≤	$0,9f_u / \gamma_{M2}$ =	353 N/mm <sup>2</sup>	U.C. =	0,26 OK

### Welds of foot plate

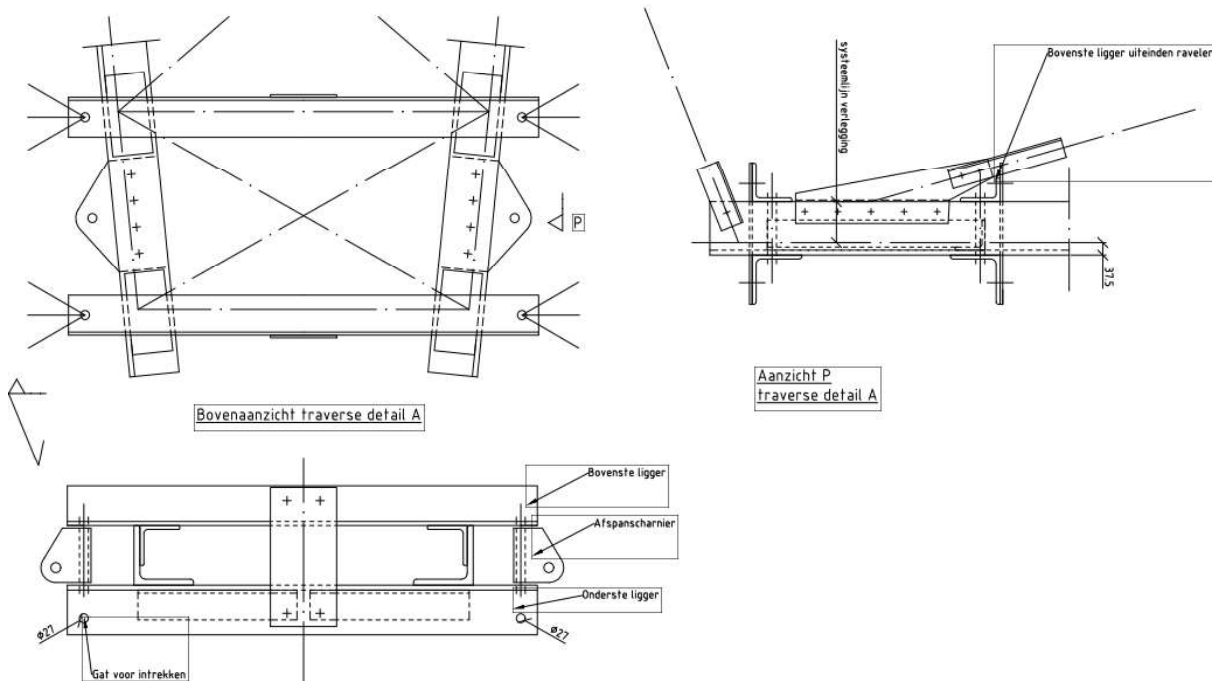
$f_u / \beta_w \gamma_{M2}$ =	436 N/mm <sup>2</sup>
Weld size a =	5 mm
Length l = 2b + 2b - t =	688 mm
Capacity $F_{Rd} = a \times l \times f_{w,d} / \sqrt{3}$ =	865 kN

## APPENDIX E

### Liggers

#### Inleiding

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 5 Principe van afspanligger**

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

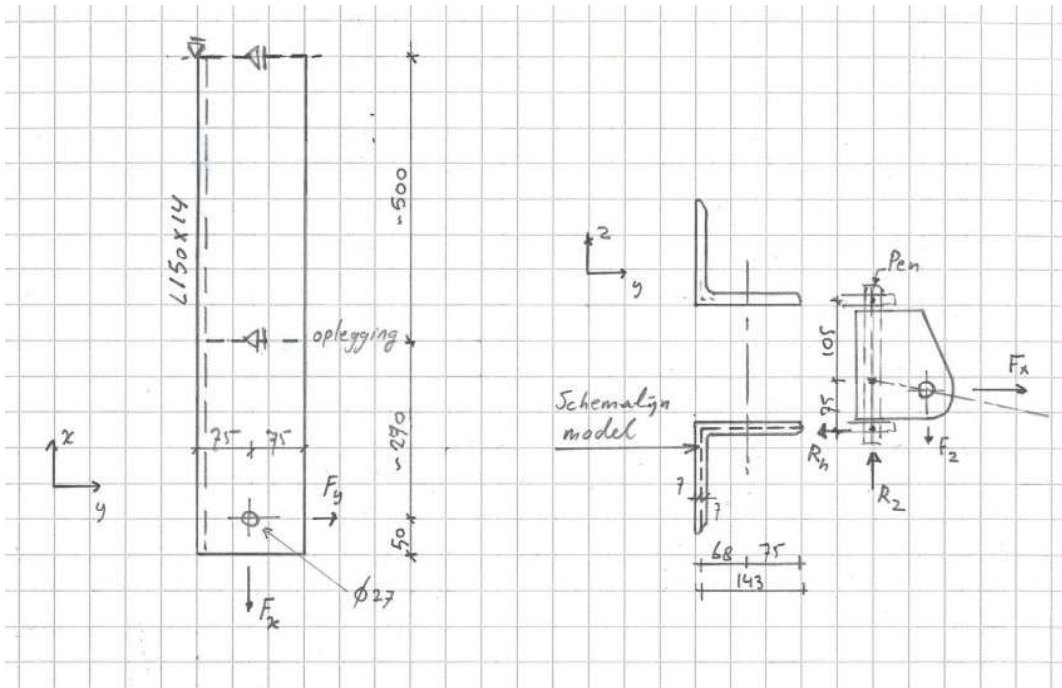
Vanwege uniformiteit over de masttypes in afspanscharnieren wordt de controle uitgevoerd op basis van het masttype met de grootste lijnhoek en de grootste uitkraging. Dit is de 3-circuit HC+0-mast, omdat de ondertraverse de grootste breedteverandering heeft, met bijbehorend grootste uitkraging.

Omdat de plaatbuiging bepalend is voor het profiel dat wordt toegepast, wordt in dit rapport van het DO de controle van de liggers op buiging uitgevoerd. 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

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.





**Figuur 6 Schema ligger afspanketting**

De belasting van Tabel 8 wordt verdeeld over twee kettingen. Vanwege de geometrie van het afspanscharnier wordt circa 58% van de belasting verdeeld naar de onderste ligger.

**Tabel 8 Geleiderbelastingen**

Belastingcombinatie	Spanning	Fxtotaal	Fytotaal	Fztotaal
ULS 3_120	380 kV	136,1	100,8	28,8

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. Zie Tabel 9.

De lijnbelasting wordt berekend met:

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

**Tabel 9 Berekening afdracht**

	d (mm)	Omtrek bij Fx (mm)	Omtrek bij Fy (mm)	Omtrek bij Fz (mm)
380 kV	27	42,4	42,4	84,8
Verhouding afdracht		0,58	0,58	1
Aantal kettingen:	2			

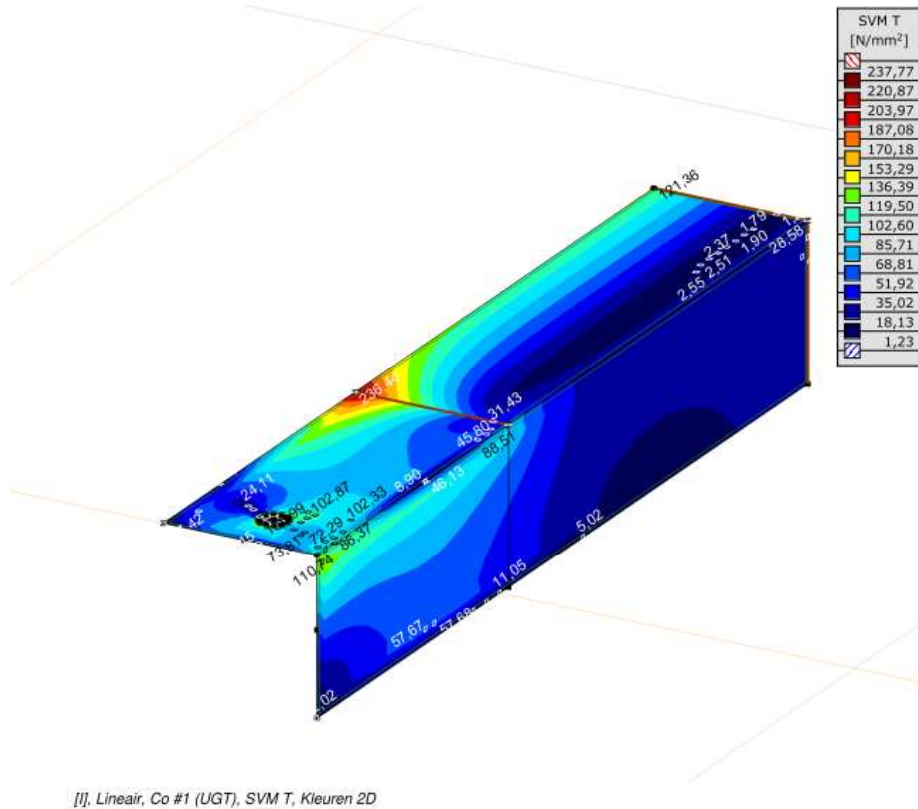
In Tabel 10 zijn de lijnlasten berekend met bovenstaande formule. Deze zijn in AxisVM ingevoerd

**Tabel 10 Lijnlasten rondom gat**

	q (kN/m)	q (kN/m)	q (kN/m)
380 kV	931	689	170

## 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.

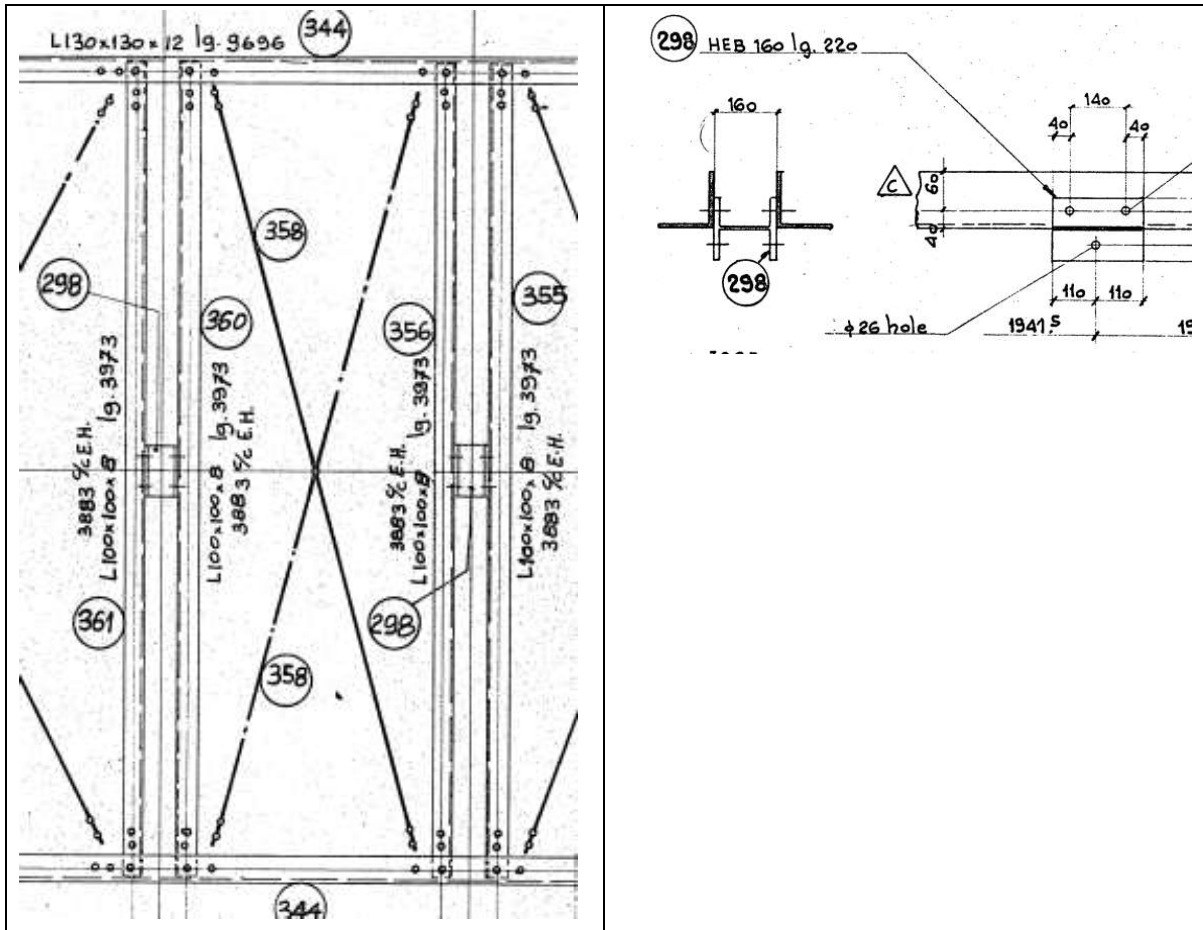


L150x14: U.C. :  $238 / 355 = 0,67 \leq 1,00$  OK

Conclusie: het profiel van de afspanligger voldoet.

## Controle liggers bretelle-fixaties

De bretelle-fixaties worden opgehangen aan dubbele L-profielen, gekoppeld in het midden via een gedeelte uit HEB-profiel. Zie Figuur 6.



Figuur 7 Dubbelligger in 3-ct. hoekmast

De winddruk wordt gebaseerd op windgebied III onbebouwde omgeving op een hoogte van 50 m, overeenkomend met het hoogste masttype  $q_h = 1,14 \text{ kN/m}^2$ .

Windbelasting per meter gebaseerd op een isolatordiameter van 0,2 m en een drag factor van 1,2:

$$q_w = 1,2 \times 0,2 \times 1,11 = 0,27 \text{ kN/m}$$

$$F_w = 4,5 \text{ m} \times 0,27 \text{ kN/m} = 1,2 \text{ kN}$$

Conductor met  $C_c = 0,9$ :

$F_w$  gebaseerd op een afdragende lengte van 9 m, een bobolink geleider in de bretelle met diameter 36 mm en een structurele factor van 1,0:

$$F_w = 9 \times 1 \times 0,9 \times 3 \times 0,036 \times 1,14 = 1,0 \text{ kN}$$

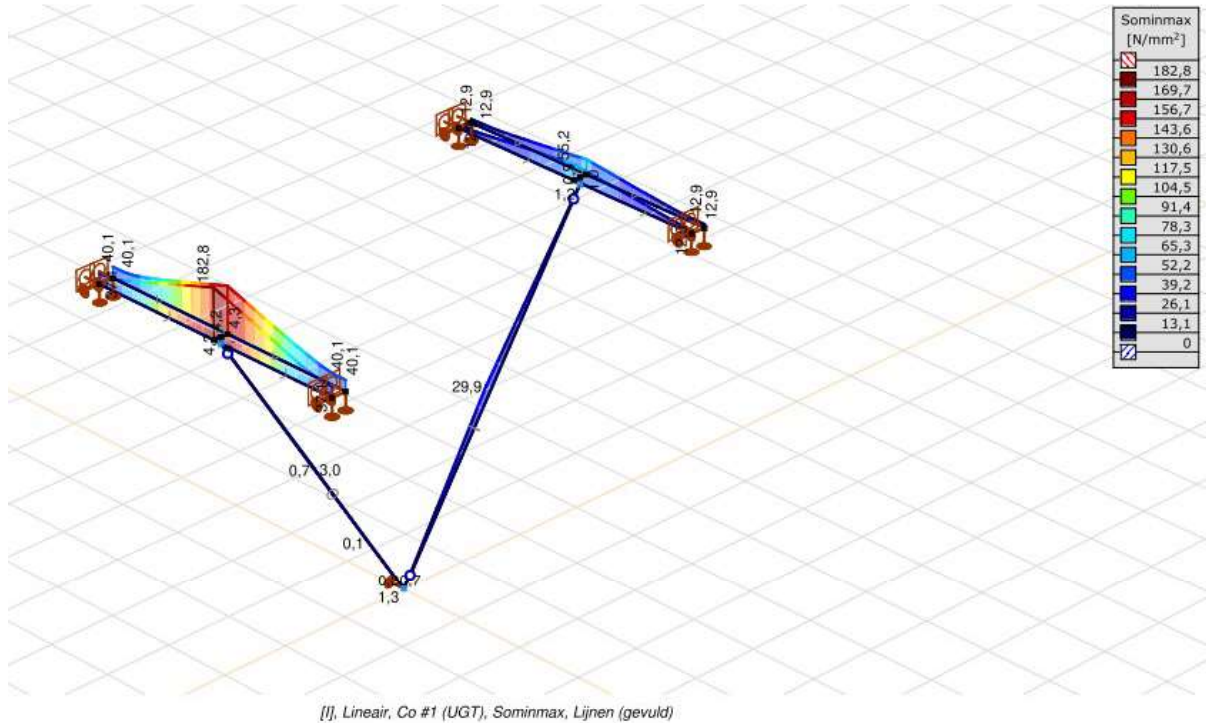
Verticaal gewicht van post-isolator:

$F_{\text{isolator}} = 2,5 \text{ kN}$  per been.

$F_{\text{conductor}} = 5 \text{ m} \times 3 \times 0,024 = 0,5 \text{ kN}$

De ligger met grootste overspanning van de ondertraverse wordt getoetst. Het berekende profiel is L100x100x8.

De berekening is met AxisVM uitgevoerd, zie uitvoer achterin de appendix en Figuur 7.



**Figuur 8 Reactiekrachten op ligger**

Het resultaat van de toetsing is hieronder weergegeven. De conclusie is dat de dubbel ligger L100x8 voldoet.

U.C. :  $202 / 355 = 0,57 \leq 1,00$  OK

Opmerking: in PLS-TOWER is een profiel L120x12 aangehouden bij de ondertraverse. Dit heeft te maken met de slankheidseis van 250.

## **Project:**

**Constructeur: DNV GL - Energy**

Axis VM X6 R11 - Geregistreerd aan DNV GL - Energy  
Model afspanliggers D1.3.axs

**Rapport**

## Rapport, Inhoudsopgave

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

**Project:**

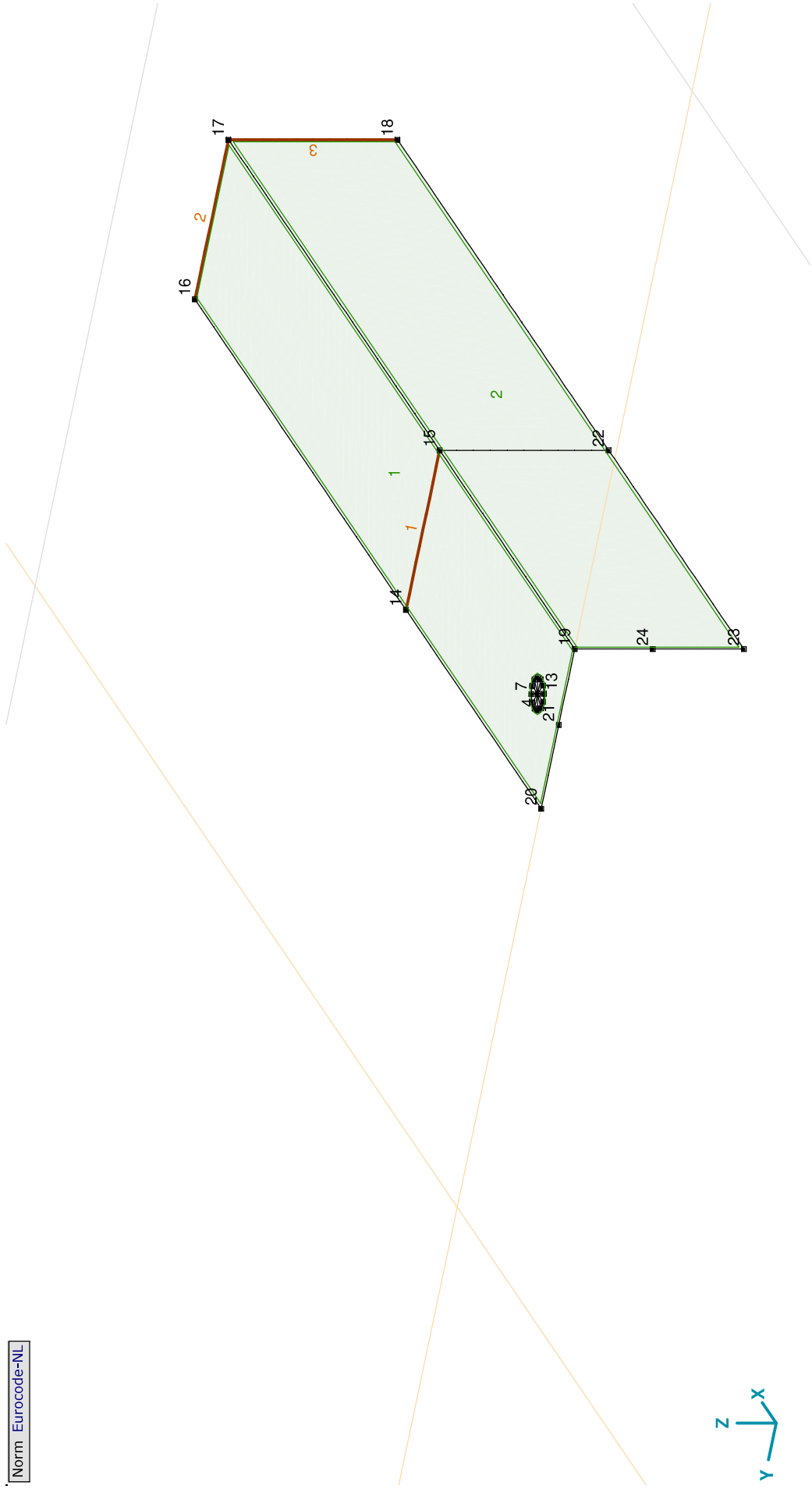
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

27-9-2021

Pag. 3

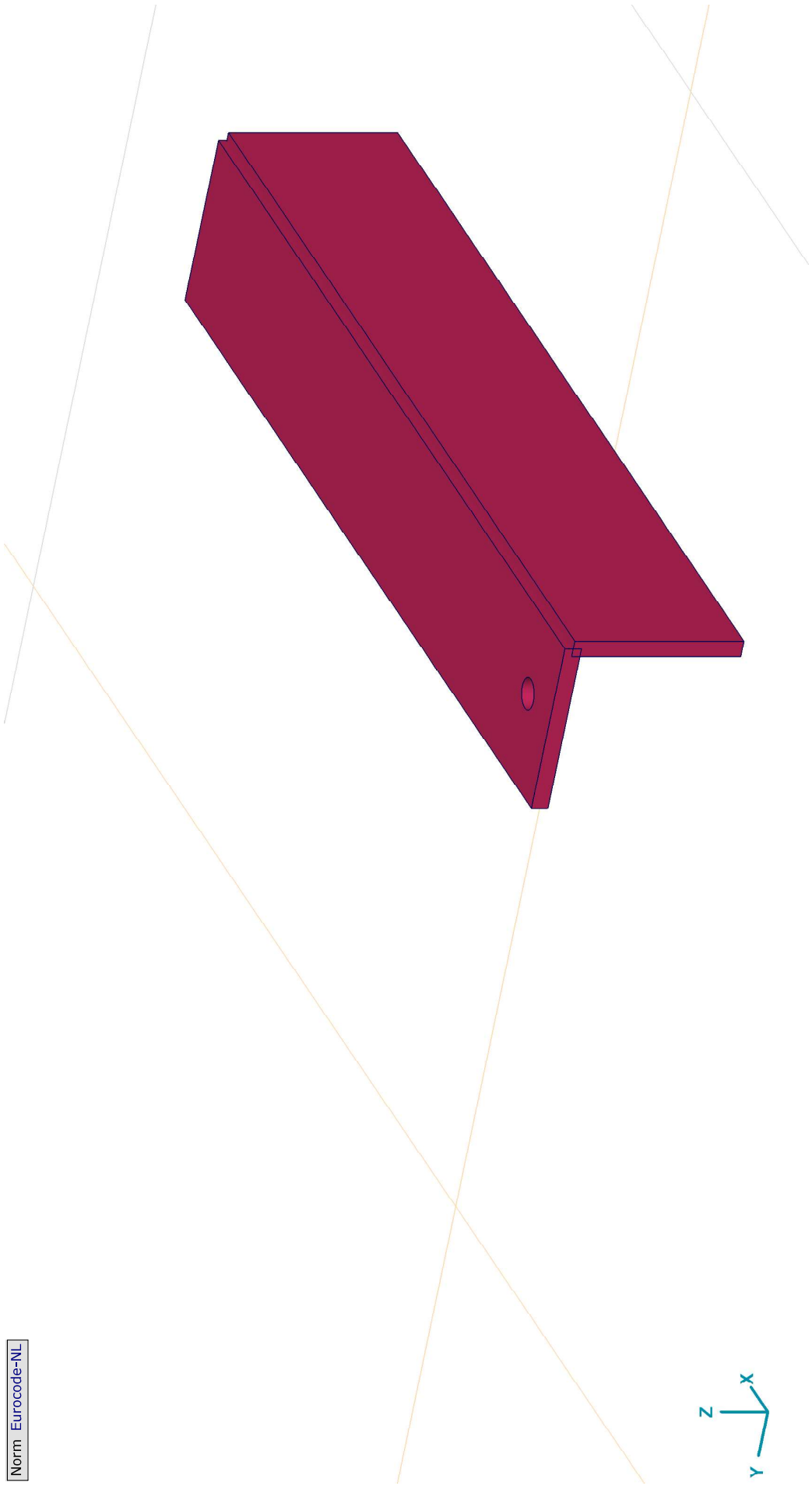
Norm Eurocode-NL



Tekening

**Project:**  
Constructeur: DNV GL - Energy  
Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

Norm Eurocode-NL



Tekening2



**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

27-9-2021

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	$P_1$
1	S 355	Staal	Eurocode-NL 10025-2	Lineair	210000	210000	0.30	1,2E-5	7850				$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 355.00

Naam	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	$P_6$	$P_7$	$P_8$	$P_9$	$P_{10}$	$P_{11}$	$P_{12}$	$P_{13}$	$P_{14}$
1	S 355	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 510.00	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 335.00	$f_{yk}$ [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;  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_5$ ,  $P_6$ ,  $P_7$ ,  $P_8$ ,  $P_9$ ,  $P_{10}$ ,  $P_{11}$ ,  $P_{12}$ ,  $P_{13}$ ,  $P_{14}$ : Ontwerpparameters;

**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	S 355	Auto	Auto	14				0,117	1	✓
2	S 355	Auto	Auto	14				0,117	-	✓

**Element type:** Plaat element 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:** Torsiesterke coefficient; **k, afschuiving:** Dwarskrachsterke coefficient; **Oppervlakte:** Domein oppervlakte; **Gat:** Aantal gaten in domein; **Mesh:** Gegeneerde mesh;

**Lijnopleggingen**

Lijn	Type	Ref. elem.	R <sub>x</sub> [kN/m/m]	R <sub>y</sub> [kN/m/m]	R <sub>z</sub> [kN/m/m]	R <sub>xx</sub> [kNm/rad/m]	R <sub>yy</sub> [kNm/rad/m]	R <sub>zz</sub> [kNm/rad/m]	NL(x)	NL(y)	NL(z)
1	Rand (2167)	Glob. Domein 1	0	1E+7	1E+7	0	0	0	Symmetrisch	Symmetrisch	Symmetrisch
2	Rand (2091)	Glob. Domein 1	1E+10	0	0	0	0	0	Symmetrisch		
3	Rand (81)	Glob. Domein 2	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 (2167)								
2	Rand (2091)								
3	Rand (81)								

**Lijn:** Ondersteund lijnelement; **Type:** Opleggingstype; **Ref. elem.:** Referentie-element; **R<sub>x</sub>, R<sub>y</sub>, R<sub>z</sub>:** Verplaatsingsstijfheid; **R<sub>xx</sub>, R<sub>yy</sub>, R<sub>zz</sub>:** Rotatiestijfheid; **NL(x), NL(y), NL(z), NL(xx), NL(yy), NL(zz):** Niet-lineaire parameters; **F(x):** Weerstand in X-richting; **F(y):** Weerstand in Y-richting; **F(z):** Weerstand in Z-richting; **M(x):** Weerstandsmoment in X-richting; **M(y):** Weerstandsmoment in Y-richting; **M(z):** Weerstandsmoment in Z-richting;

**Project:**

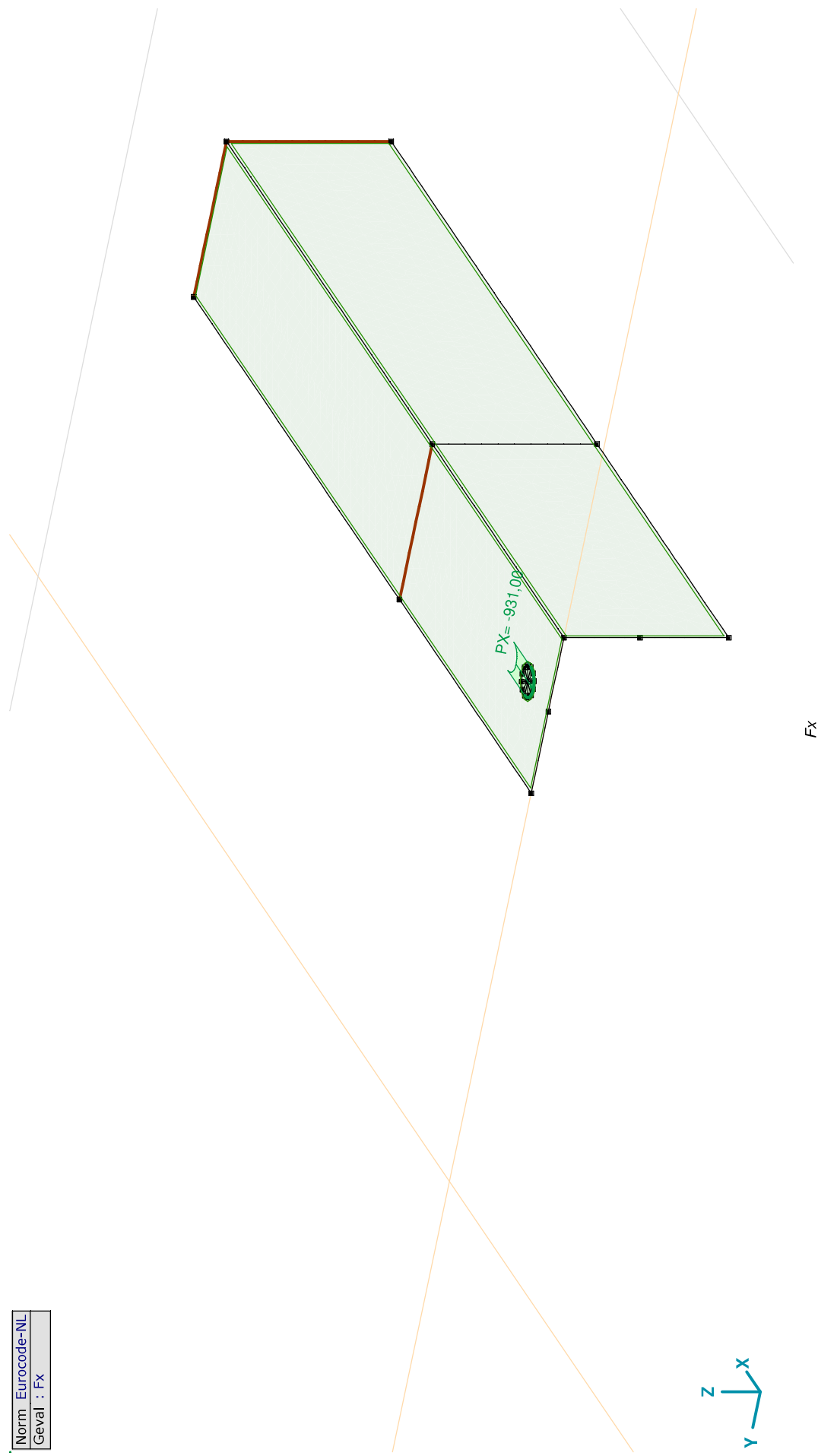
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

27-9-2021

Pag. 6

Norm Eurocode-NL
Geval : Fx

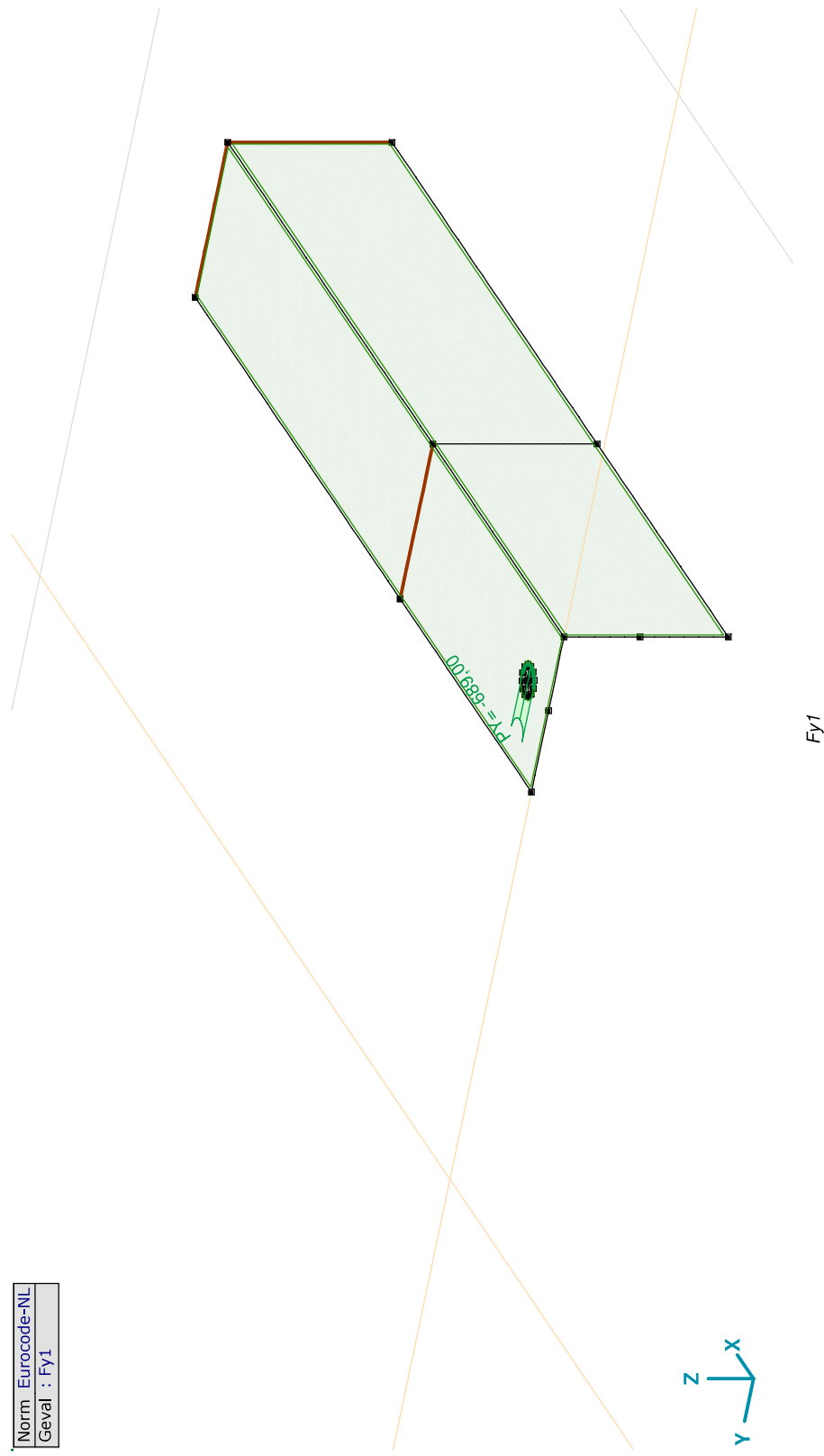


Fx: Oppervlak lijnlast

	Richting	$p_x$ [kN/m]	$p_y$ [kN/m]	$p_z$ [kN/m]	$p_m$ [kNm/m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	Richting	$dL$ [m]
2	Global	-931,00	0	0	0	0,050	-0,419	0	(0,050; -0,432; 0,000)	0
		-931,00	0	0	0	0,050	-0,445	0	-	0,041

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

Norm Eurocode-NL
Geval : FY1



**Project:**

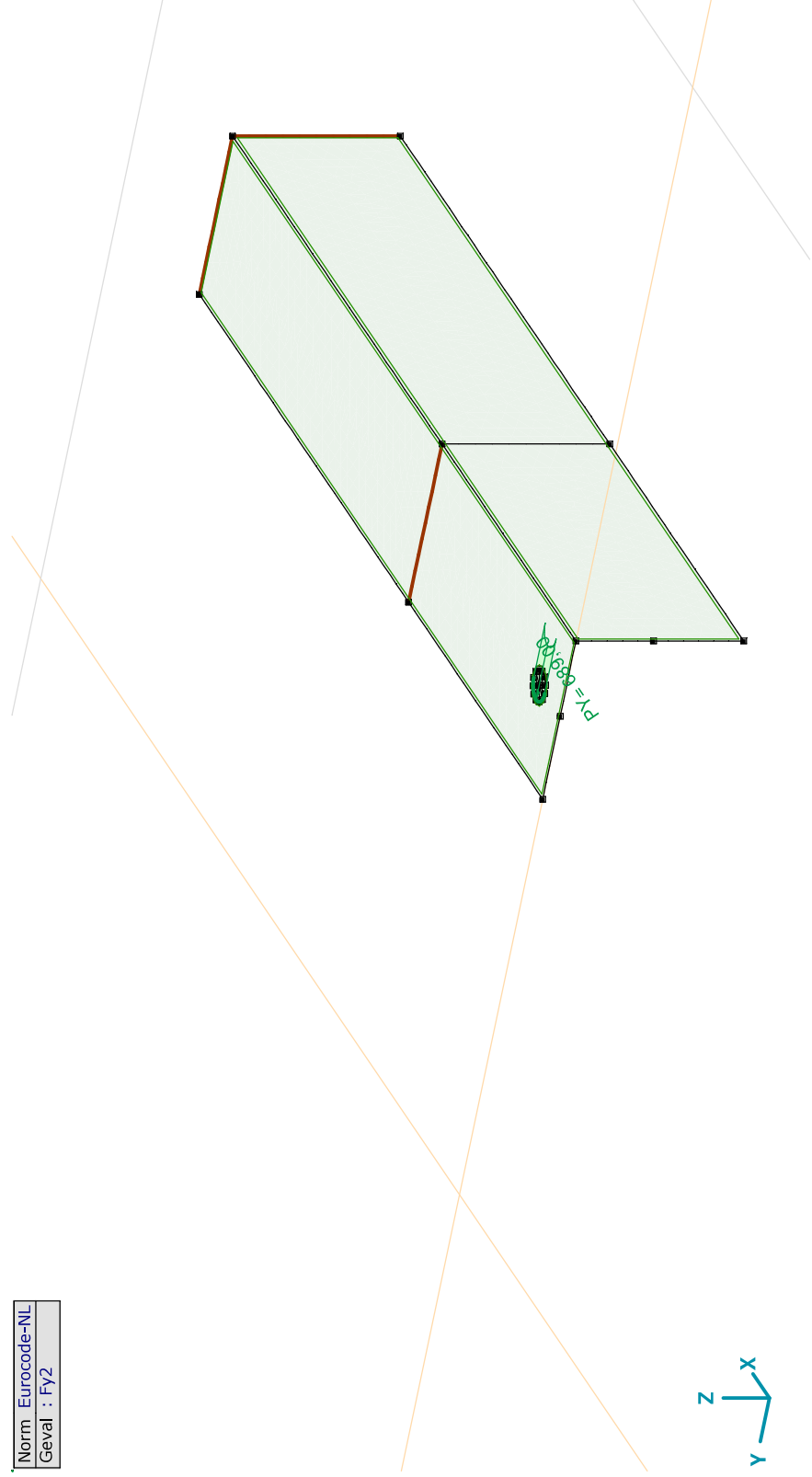
Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

**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]
3	Global	0	-689,00	0	0	0,037	-0,432	0	(0,050; -0,432; 0,000)	0
		0	-689,00	0	0	0,063	-0,432	0	-	0,041

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

Norm Eurocode-NL  
 Geval : Fy2



Fy2

**Project:**

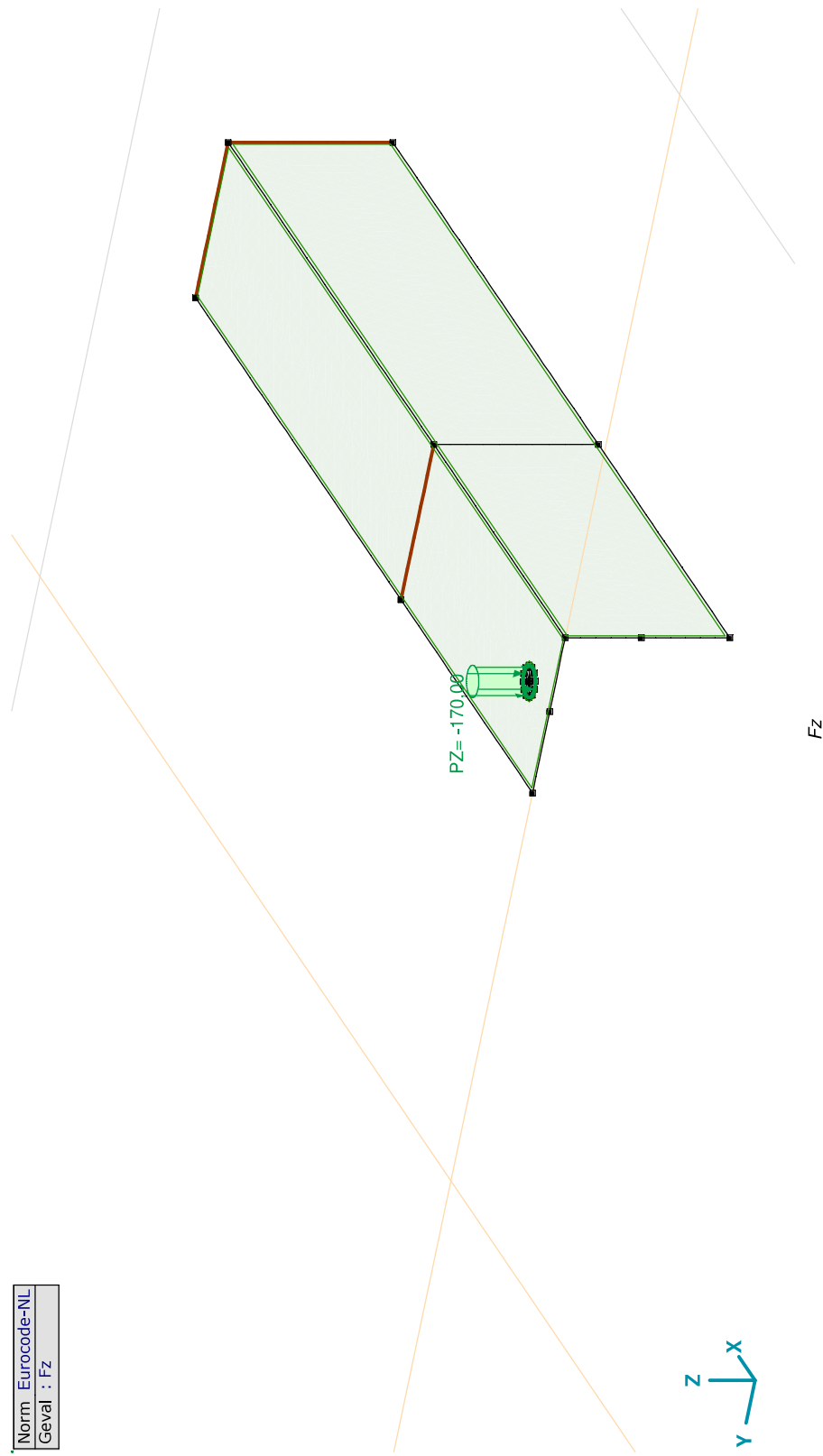
Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

**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]
4	Global	0	689,00	0	0	0,063	-0,432	0	(0,050; -0,432; 0,000)	0
		0	689,00	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;

Norm Eurocode-NL  
 Geval : Fz



**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

27-9-2021

Pag. 10

**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]
1	Global	0	0	-170,00	0	0,063	-0,432	0	(0,050; -0,432; 0,000)	0
		0	0	-170,00	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**

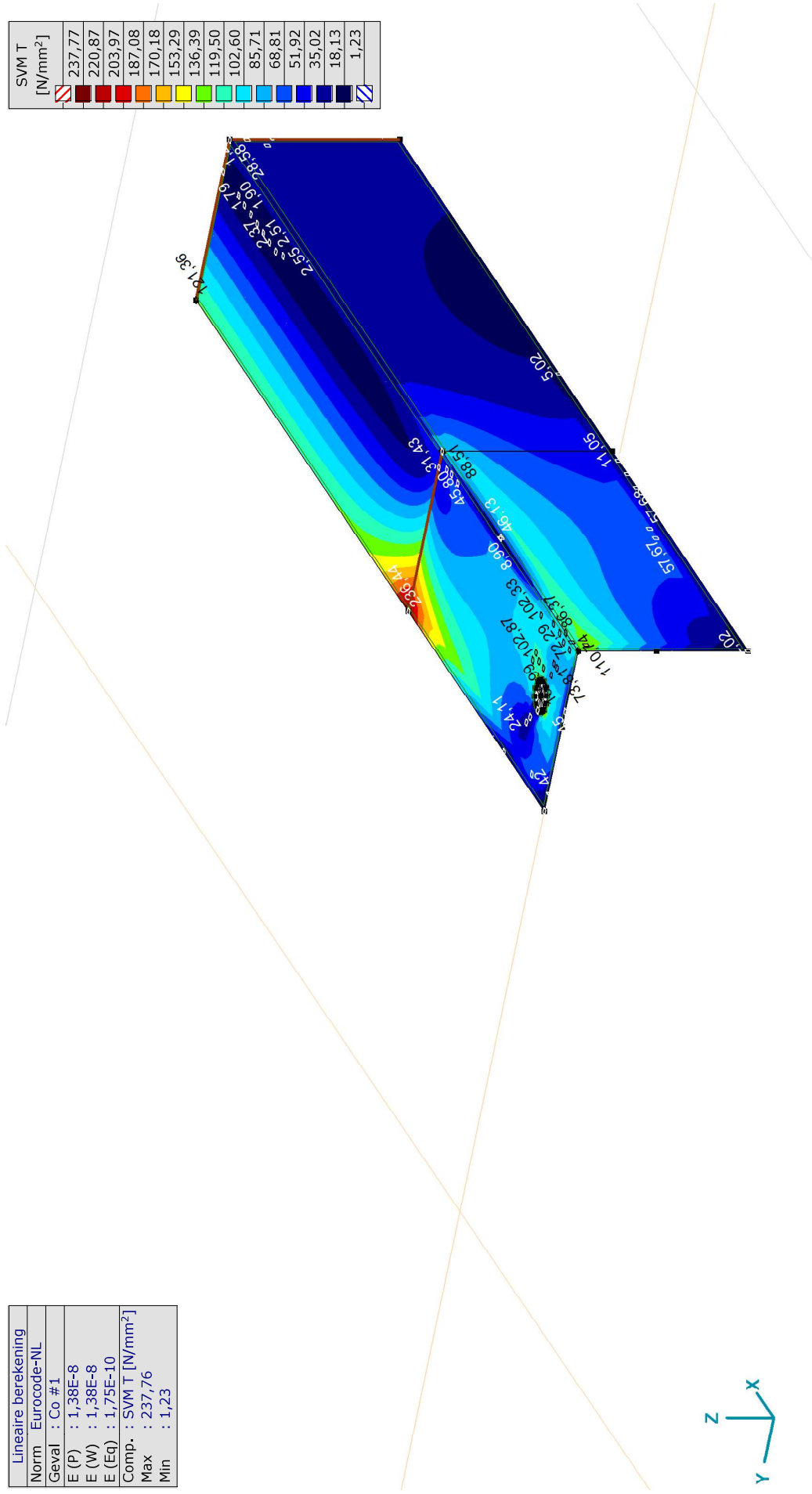
	Naam	Type	$F_x$	$F_{y1}$	$F_{y2}$	$F_z$	Commentaar
1	Co #1	UGT	1,00	1,00	0	1,00	
2	Co #2	UGT	1,00	0	1,00	1,00	

Naam: Naam belastingcombinatie; Type: Type belastingcombinatie; **F<sub>x</sub>**, **F<sub>y1</sub>**, **F<sub>y2</sub>**, **F<sub>z</sub>**: Factor;

**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: Model afspanliggers D1.3.axs

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #1
E (P)	: 1,38E-8
E (W)	: 1,38E-8
E (Eq)	: 1,75E-10
Comp.	: SVM T [N/mm <sup>2</sup> ]
Max	: 237,76
Min	: 1,23

SVM T [N/mm <sup>2</sup> ]	
237,77	
220,87	
203,97	
187,08	
170,18	
153,29	
136,39	
119,50	
102,60	
85,71	
68,81	
51,92	
35,02	
18,13	
1,23	

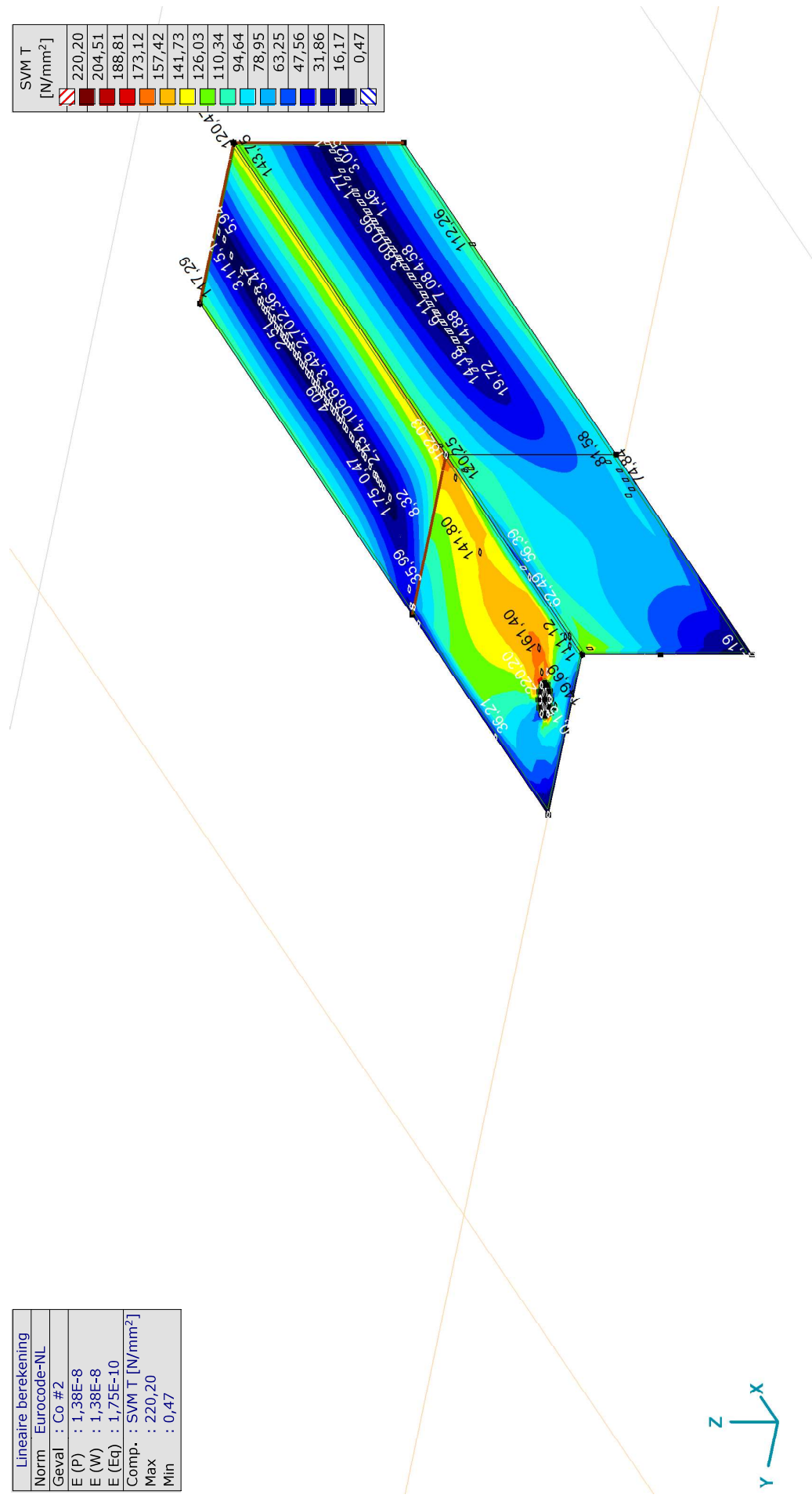


[I], Lineair, Co #1 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #2
E (P)	: 1,38E-8
E (W)	: 1,38E-8
E (Eq)	: 1,75E-10
Comp.	: SVM T [N/mm <sup>2</sup> ]
Max	: 220,20
Min	: 0,47

SVM T [N/mm <sup>2</sup> ]	
220,20	
204,51	
188,81	
173,12	
157,42	
141,73	
126,03	
110,34	
94,64	
78,95	
63,25	
47,56	
31,86	
16,17	
0,47	



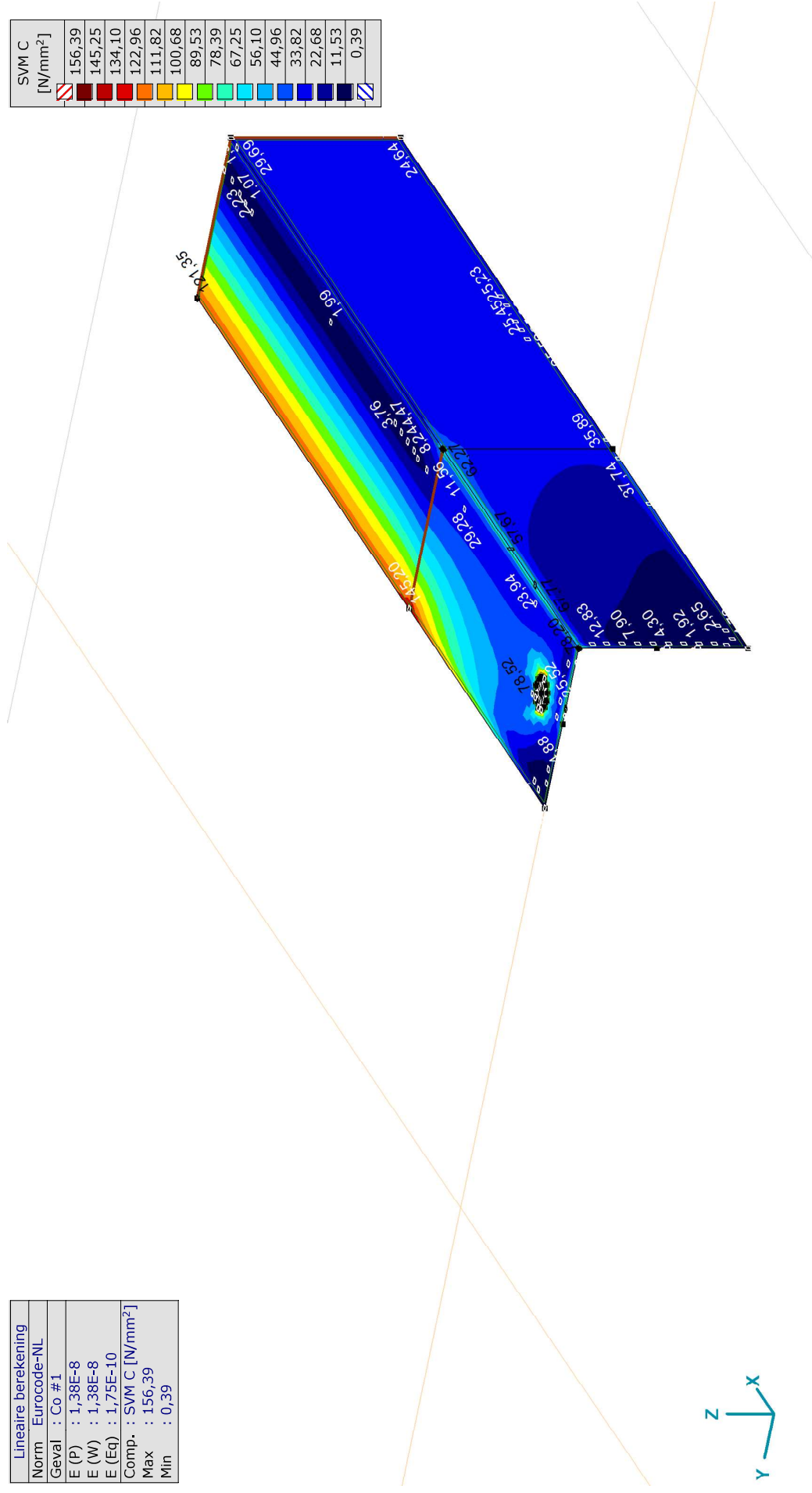
[I], Lineair, Co #2 (UGT), SVM T, Kleuren 2D



**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #1
E (P)	: 1,38E-8
E (W)	: 1,38E-8
E (Eq)	: 1,75E-10
Comp.	: SVM C [N/mm <sup>2</sup> ]
Max	: 156,39
Min	: 0,39

SVM C [N/mm <sup>2</sup> ]	
156,39	
145,25	
134,10	
122,96	
111,82	
100,68	
89,53	
78,39	
67,25	
56,10	
44,96	
33,82	
22,68	
11,53	
0,39	

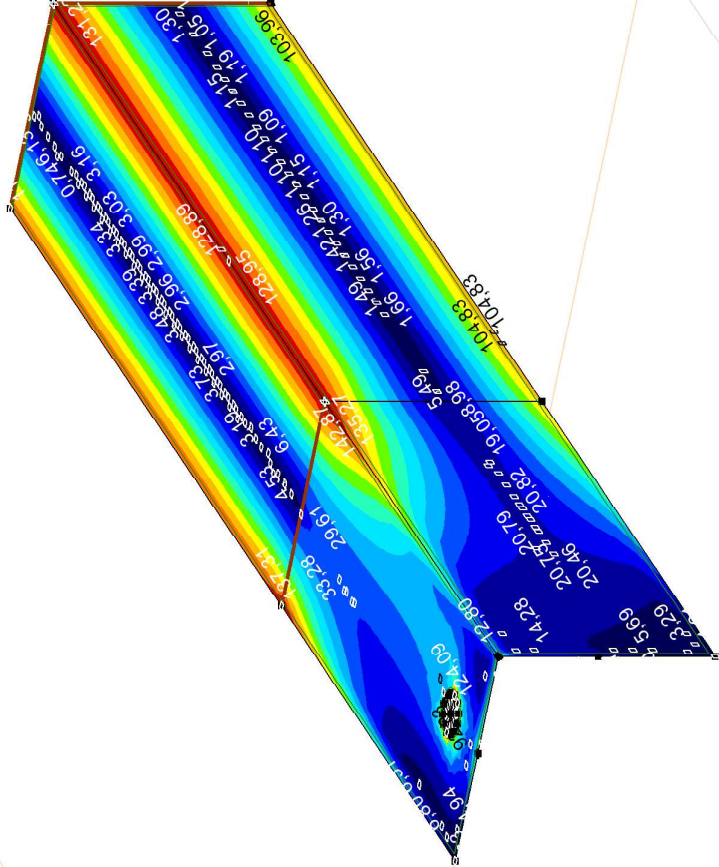


III, Lineair, Co #1 (JGT), SVM C, Kleuren 2D

**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #2
E (P)	: 1,38E-8
E (W)	: 1,38E-8
E (Eq)	: 1,75E-10
Comp.	: SVM C [N/mm <sup>2</sup> ]
Max	: 149,02
Min	: 0,43

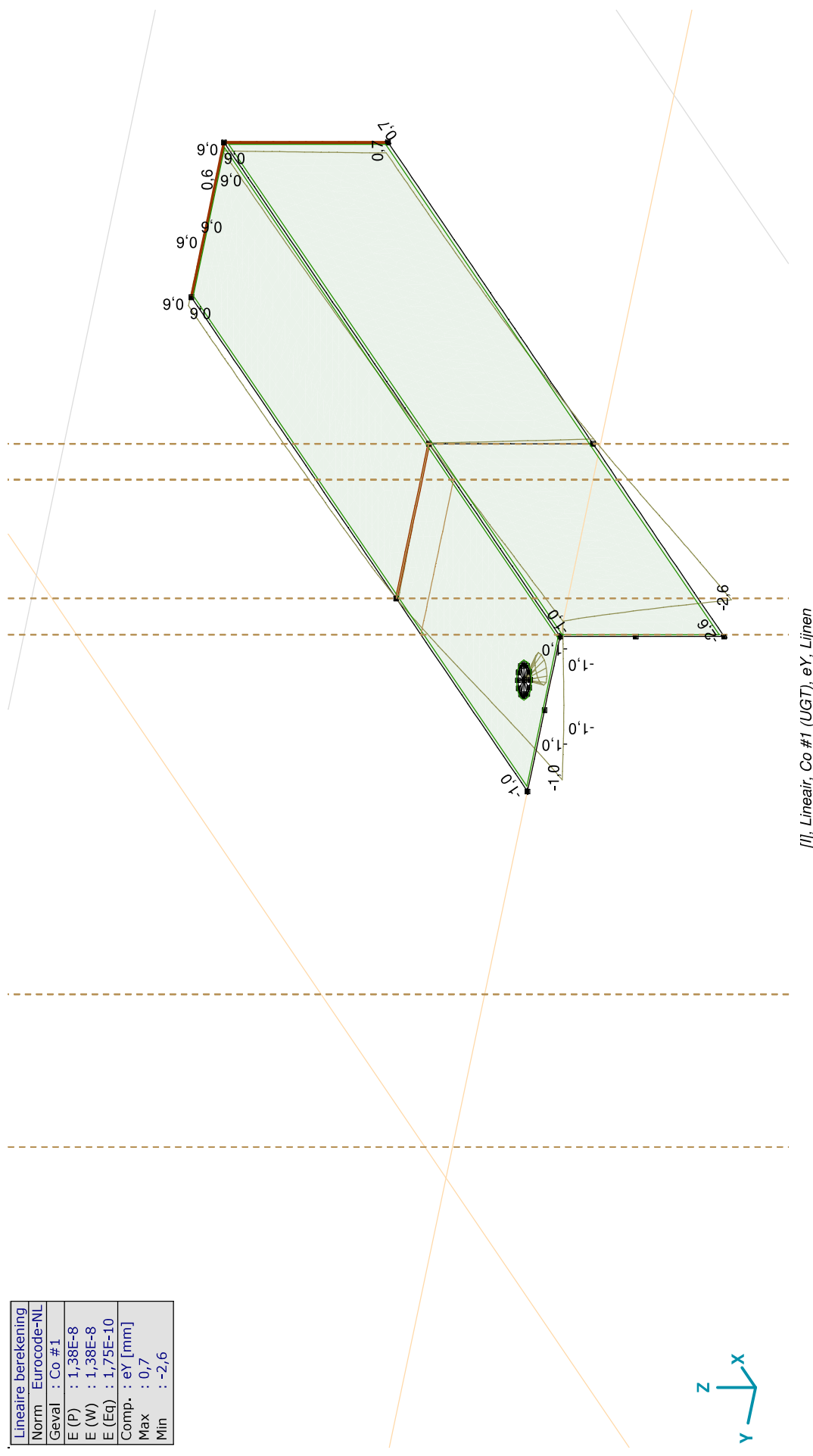
SVM C [N/mm <sup>2</sup> ]	
149,02	
138,41	
127,80	
117,18	
106,57	
95,95	
85,34	
74,73	
64,11	
53,50	
42,89	
32,27	
21,66	
11,04	
0,43	



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

**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: Model afspanliggers D1.3.axs

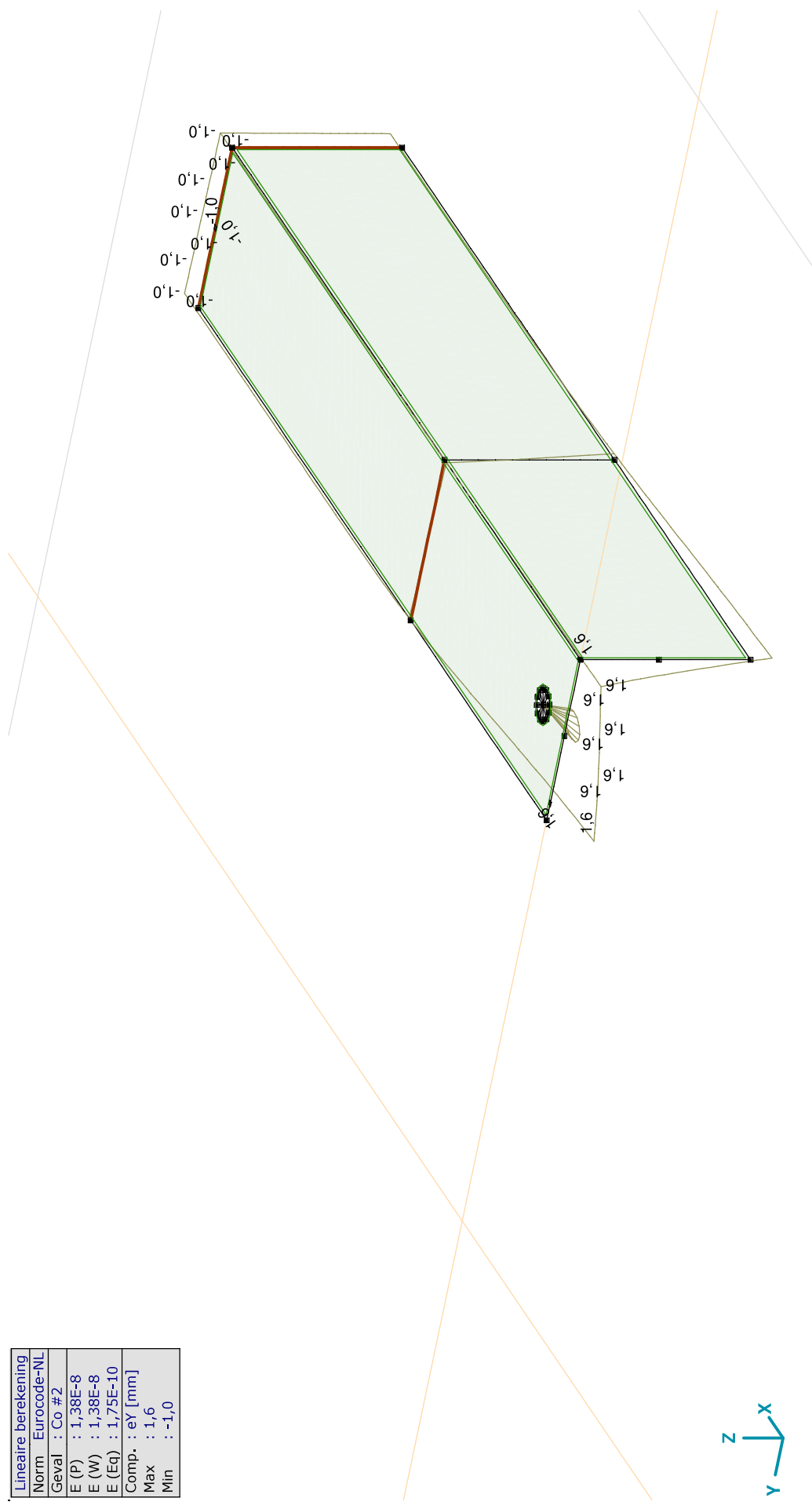
Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	Co #1
E (P)	: 1,38E-8
E (W)	: 1,38E-8
E (Eq)	: 1,75E-10
Comp.	: eY [mm]
Max	: 0,7
Min	: -2,6



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

**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #2
E (P)	: 1,38E-8
E (W)	: 1,38E-8
E (Eq)	: 1,75E-10
Comp.	: eY [mm]
Max	: 1,6
Min	: -1,0



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

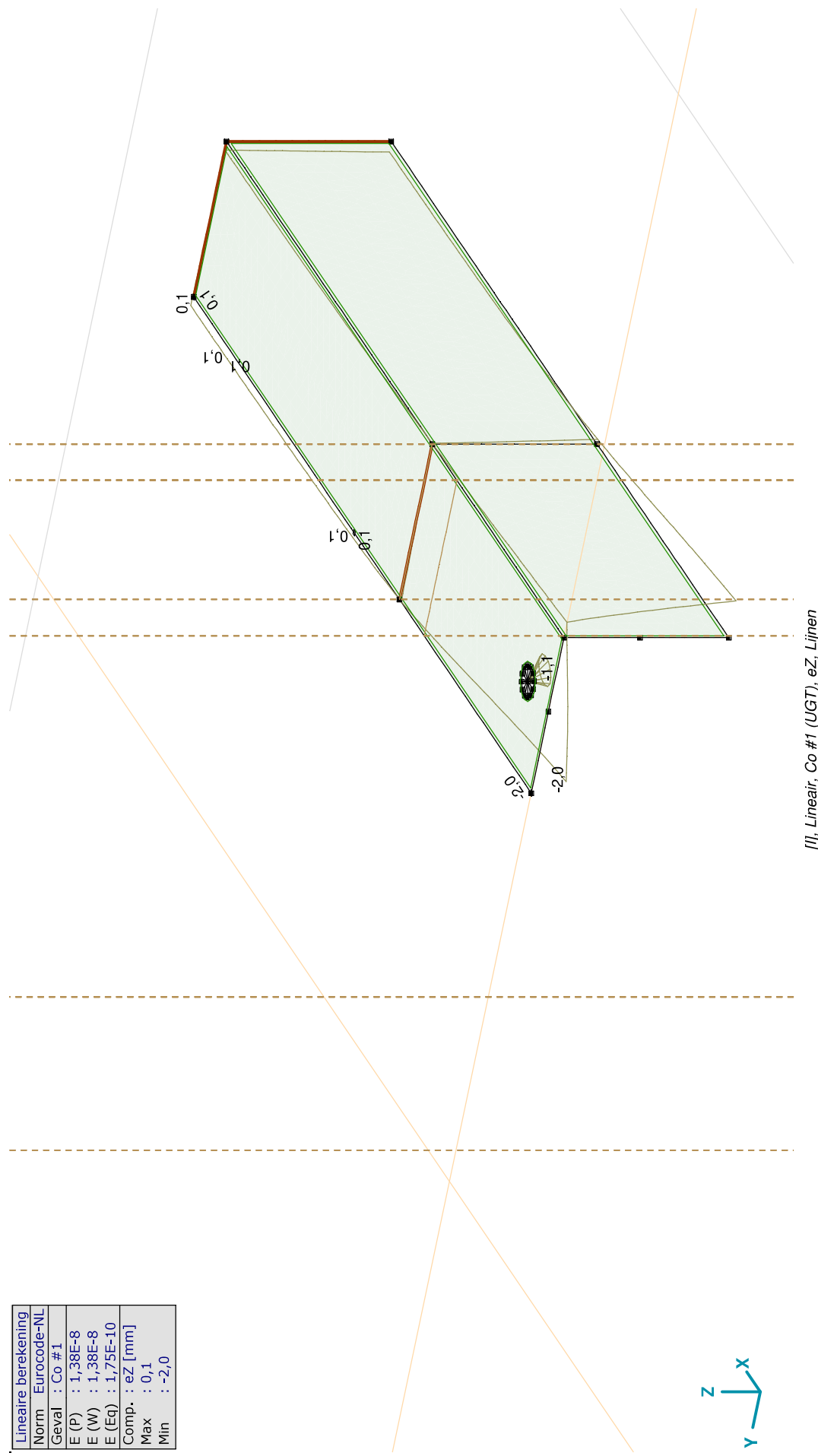
**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

27-9-2021

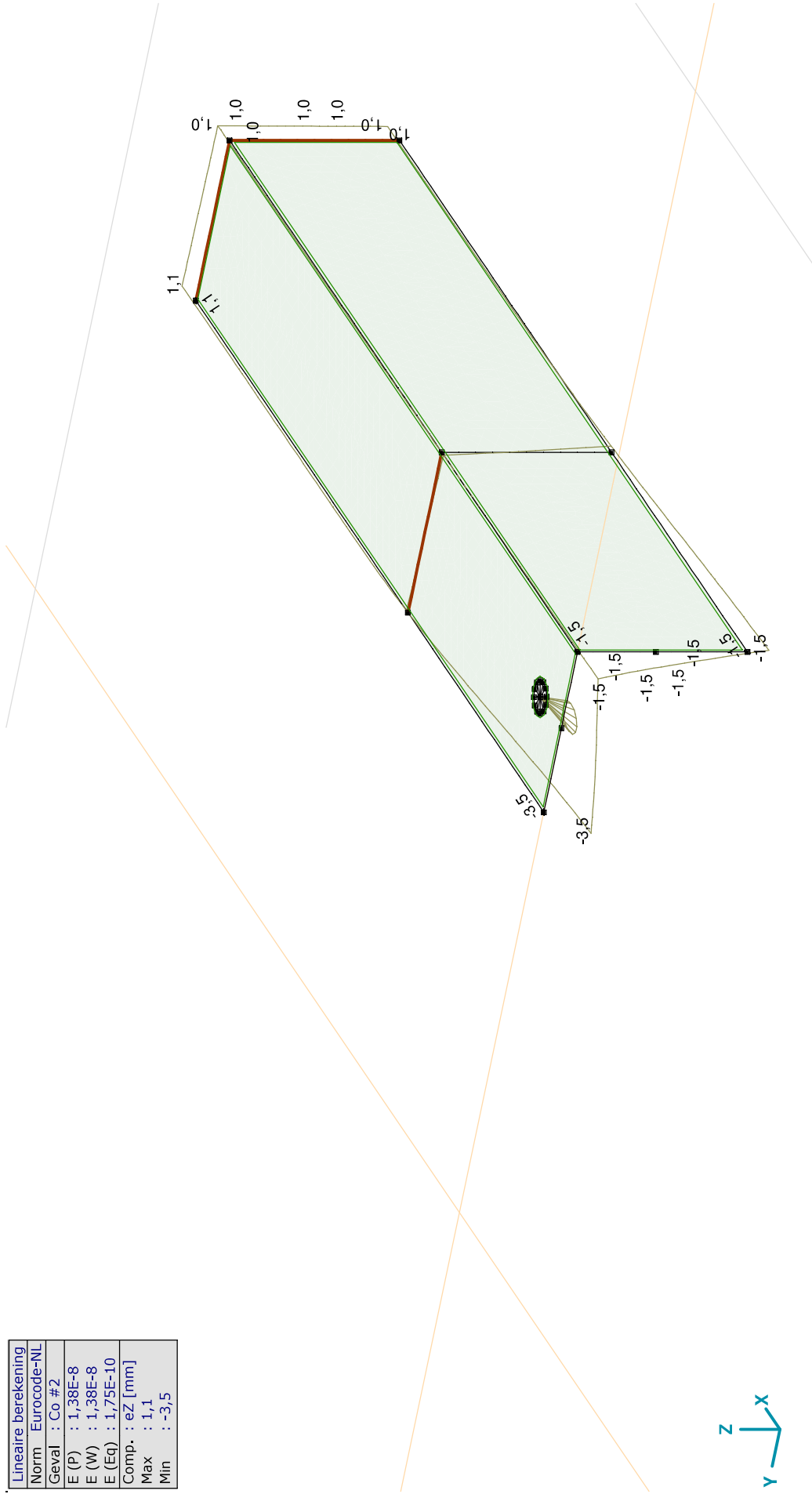
Pag. 17



Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #1
E (P)	: 1,38E-8
E (W)	: 1,38E-8
E (Eq)	: 1,75E-10
Comp.	: eZ [mm]
Max	: 0,1
Min	: -2,0



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

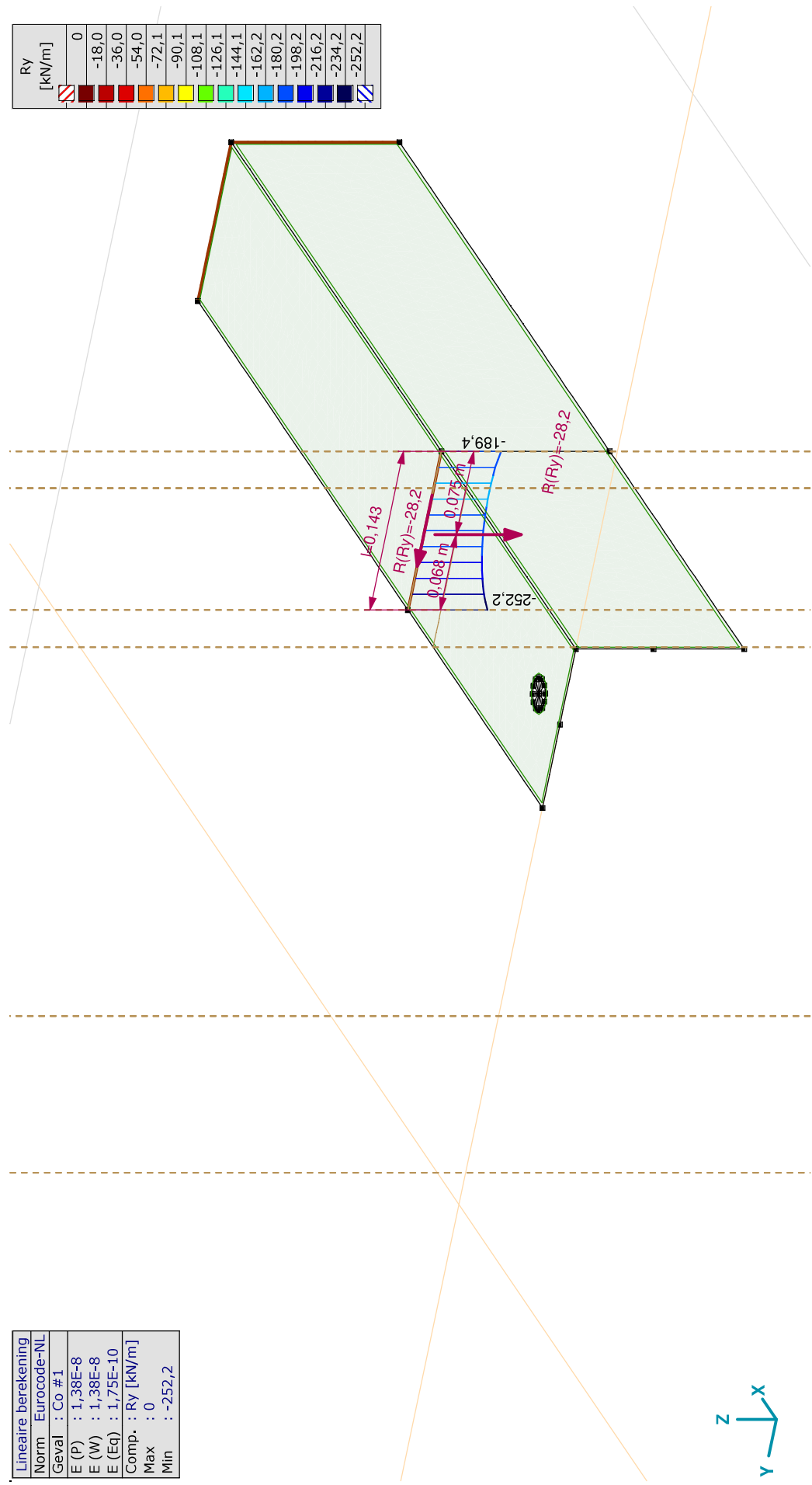
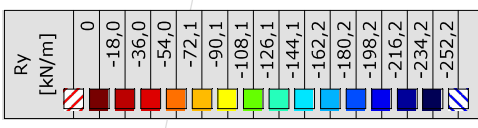


[I]. Lineair, Co #2 (UGT), eZ, Lijnen

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #2
E (P)	: 1,38E-8
E (W)	: 1,38E-8
E (Eq)	: 1,75E-10
Comp.	: eZ [mm]
Max	: 1,1
Min	: -3,5

**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	Co #1
E (P)	1,38E-8
E (W)	1,38E-8
E (Eq)	1,75E-10
Comp.	Ry [kN/m]
Max	0
Min	-252,2



[I], Lineair, Co #1 (UGT), Ry (lijnopp.), Doorsnedelij



**Project:**

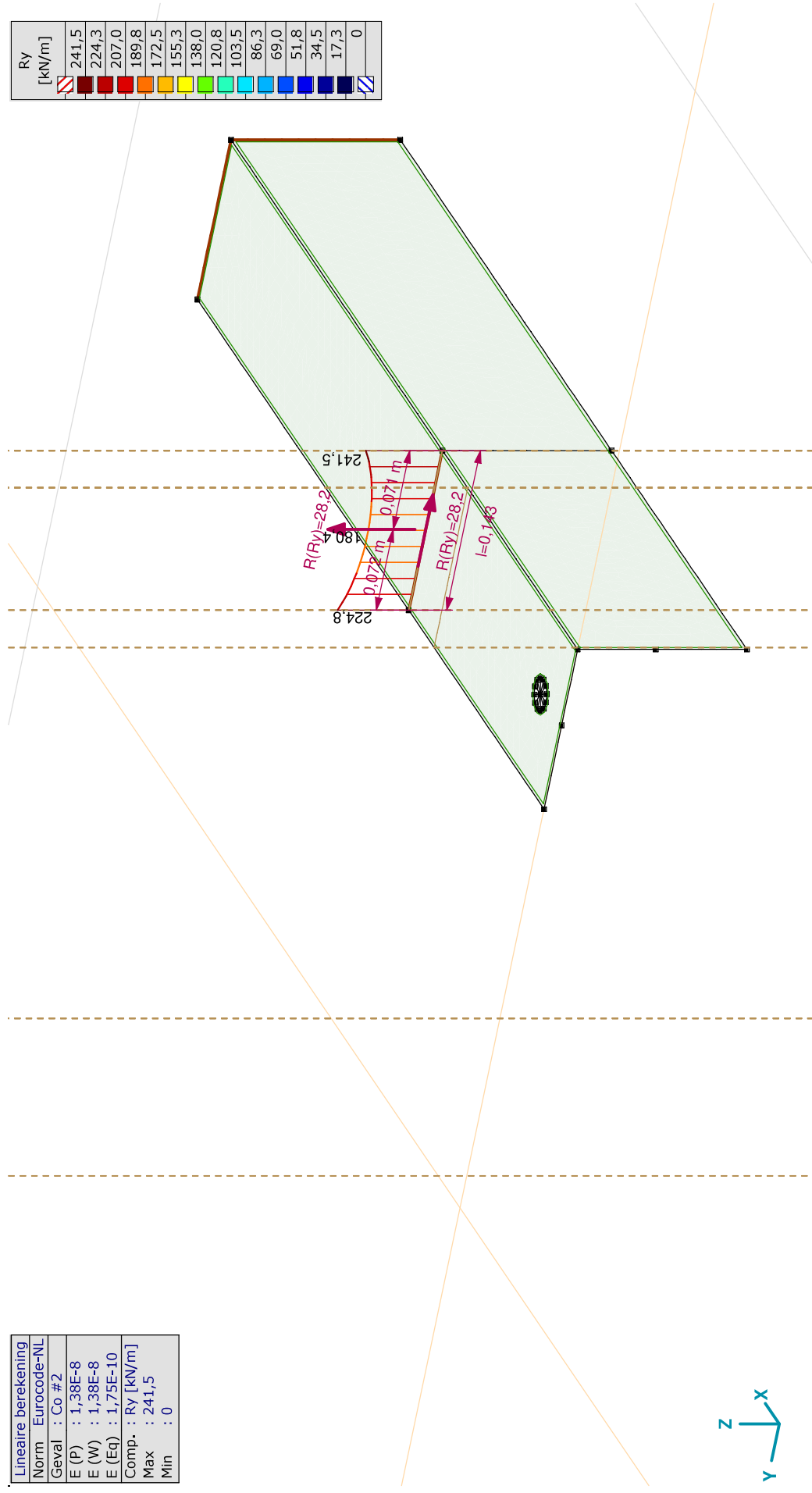
Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

27-9-2021

Pag. 20

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #2
E (P)	: 1,38E-8
E (W)	: 1,38E-8
E (Eq)	: 1,75E-10
Comp.	: Ry [kN/m]
Max	: 241,5
Min	: 0

Ry [kN/m]	
241,5	
224,3	
207,0	
189,8	
172,5	
155,3	
138,0	
120,8	
103,5	
86,3	
69,0	
51,8	
34,5	
17,3	
0	



[I], Lineair, Co #2 (UGT), Ry (lijnopp.), Doorsnedelij

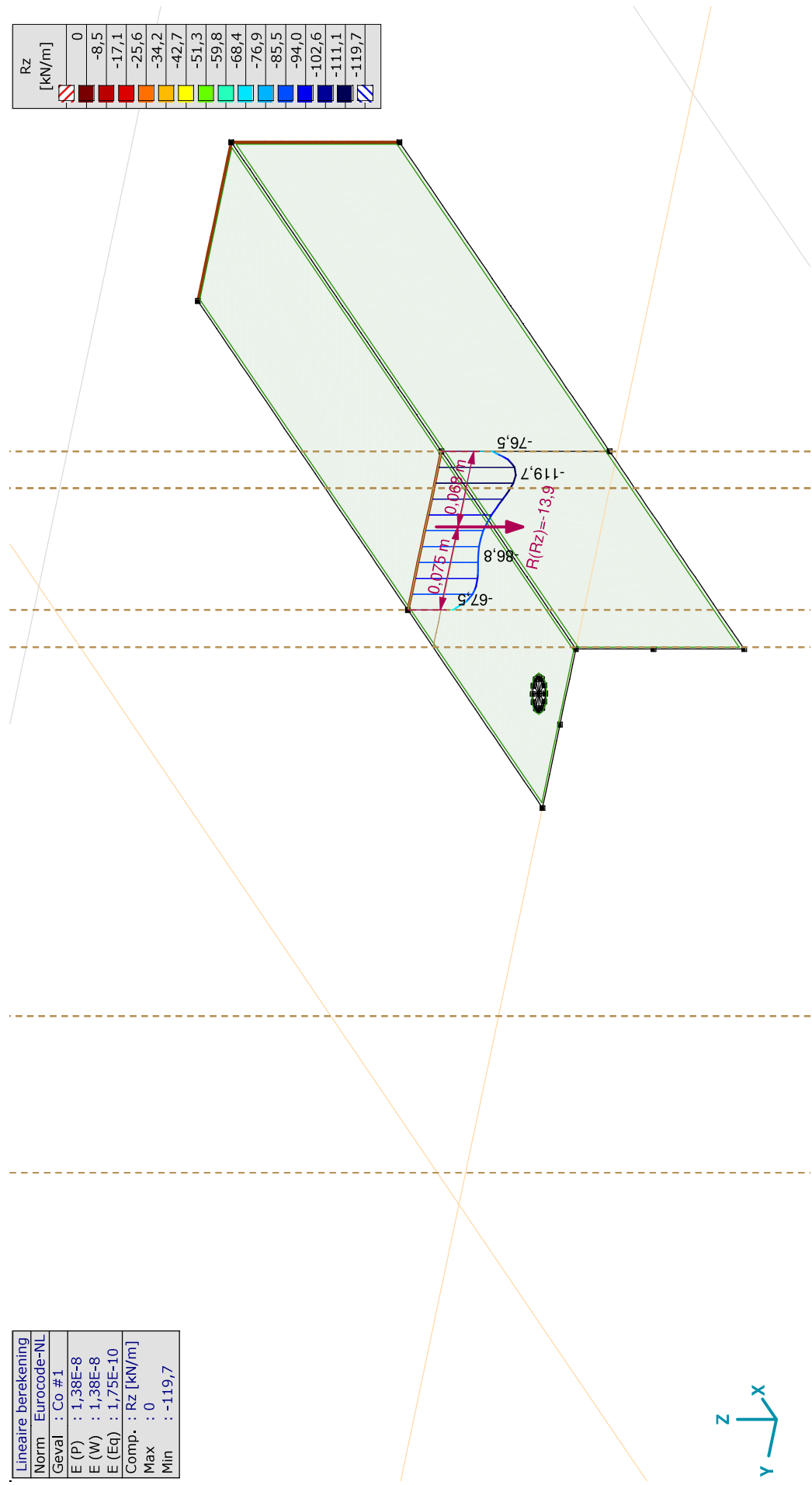
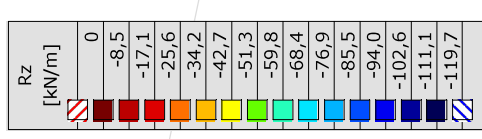


**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

27-9-2021

Pag. 21

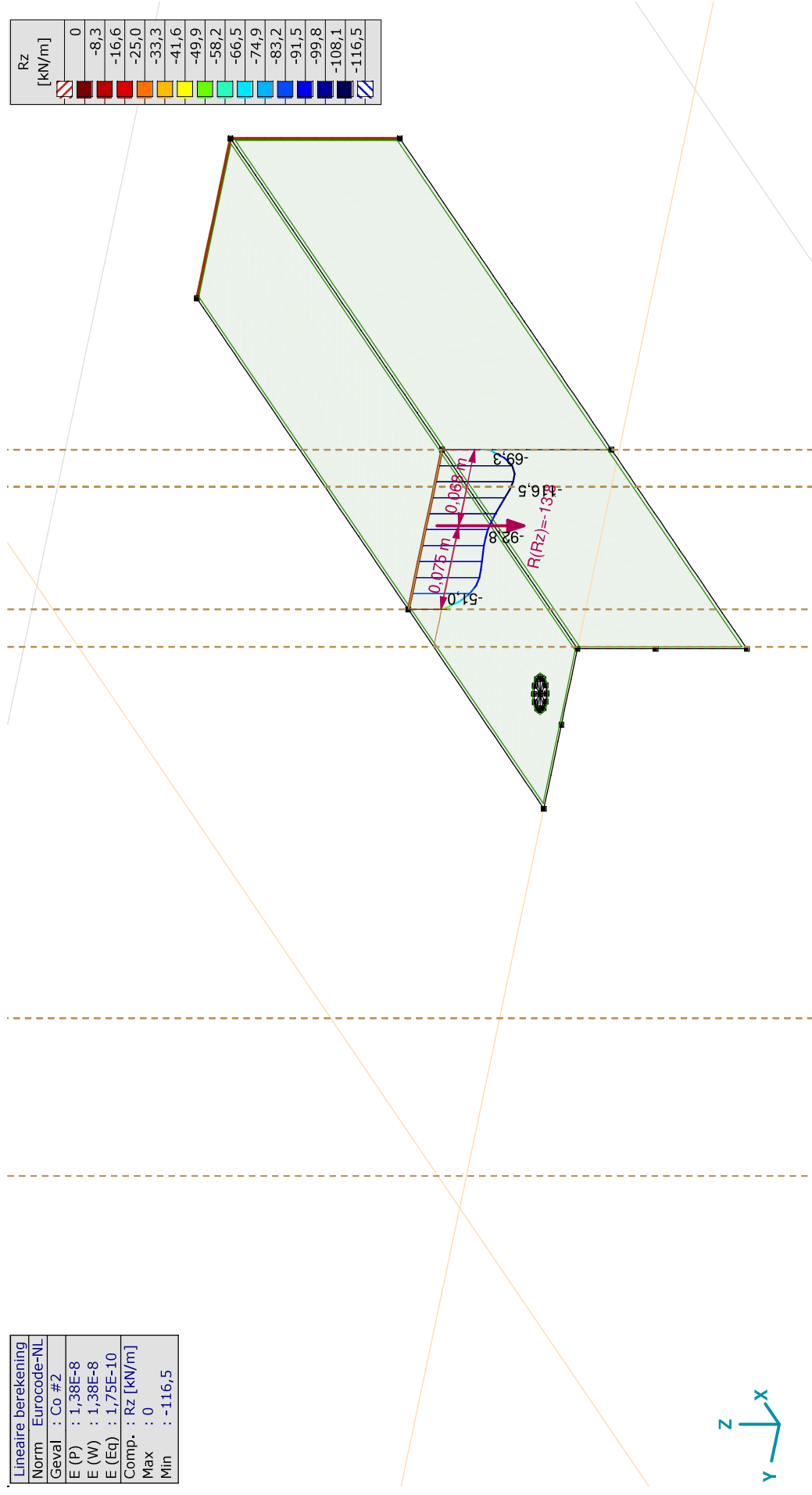
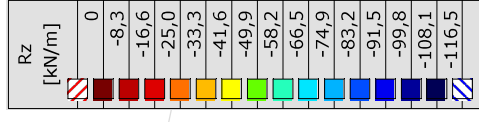
Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	Co #1
E (P)	1,38E-8
E (W)	1,38E-8
E (Eq)	1,75E-10
Comp.	Rz [kN/m]
Max	0
Min	-119,7



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

**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	Co #2
E (P)	1,38E-8
E (W)	1,38E-8
E (Eq)	1,75E-10
Comp.	Rz [kN/m]
Max	0
Min	-116,5



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

## **Project:**

**Constructeur: DNV GL - Energy**

AxisVM X6 R11 - Geregistreerd aan DNV GL - Energy  
Post-isolator.axs

**Rapport**

## Rapport, Inhoudsopgave

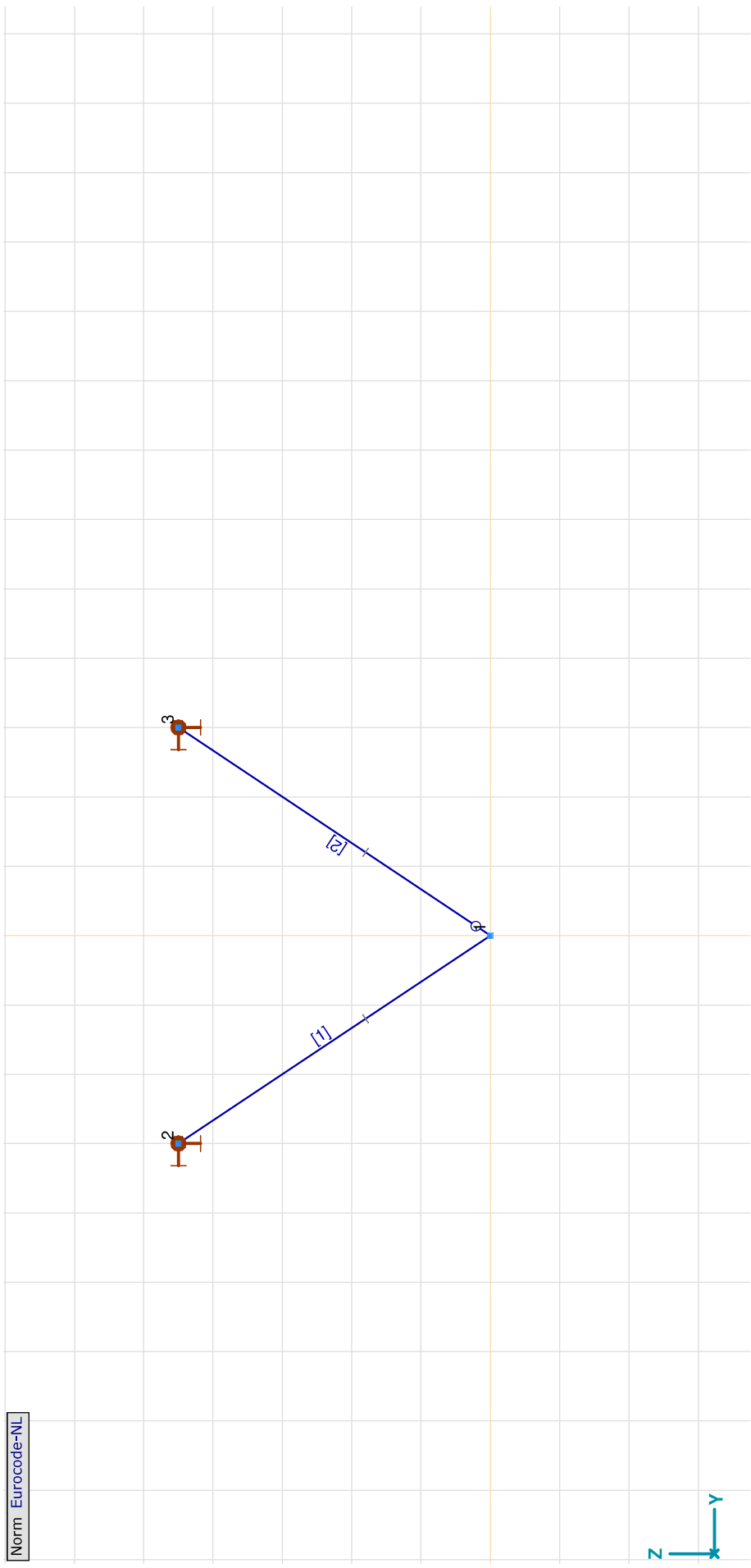
<i>Onderdeel</i>	<i>Pagina</i>	<i>Onderdeel</i>	<i>Pagina</i>
Zijaanzicht	3	Wind: Geconcentreerde belastingen op staven	7
[I], Lineair, EG, Rxyz (knoopopl.), Kleuren 2D, Zijaanzicht	4	Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen	7
EG: Knoopbelastingen	5	[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Nx, Lijnen (gevuld), Zijaanzicht	8
EG: Geconcentreerde belastingen op staven	5	[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Vz, Lijnen (gevuld), Zijaanzicht	9
[I], Lineair, Wind, Rxyz (knoopopl.), Kleuren 2D, Zijaanzicht	6	[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Rxyz (knoopopl.), Lijnen, Zijaanzicht	10
Wind: Knoopbelastingen	7	Interne krachten knooppiegging [Lineair, Omhullende (Alle UGT)]	11

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post-isolator.axs

Norm Eurocode-NL



**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

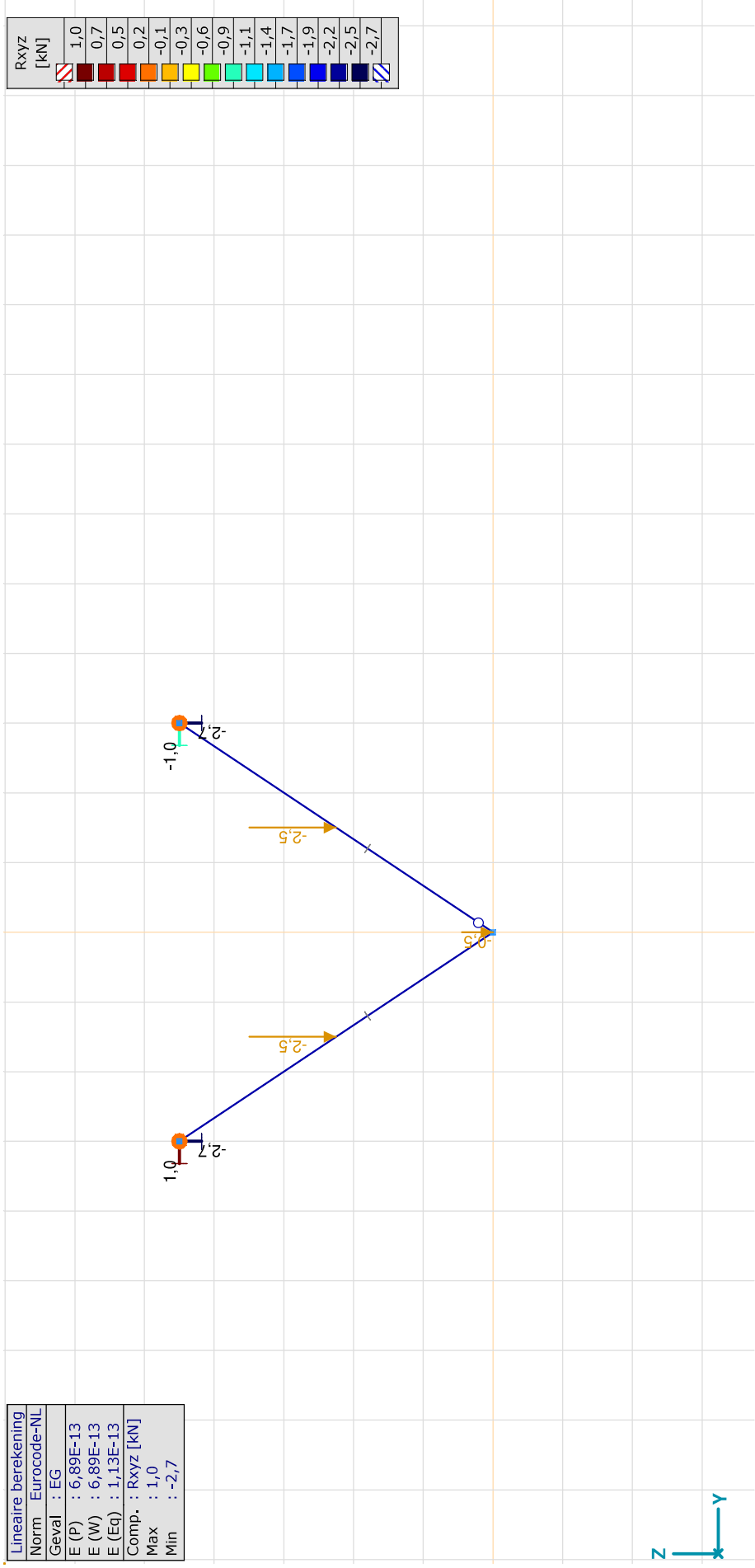
Model: **Post-isolator.axs**

27-9-2021

Pag. 4

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: EG
E (P)	: 6,89E-13
E (W)	: 6,89E-13
E (Eq)	: 1,13E-13
Comp.	: Rxyz [kN]
Max	: 1,0
Min	: -2,7

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



[[]. Lineair, EG, Rxyz (knooppl.), Kleuren 2D, Zijaanzicht

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Post-isolator.axs**

27-9-2021

Pag. 5

**EG: Knoopbelastingen**

Richting	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
1 Global	0	0	-0,5	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;**EG: 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 Staaf G	5.408	a	0,500	0	0	-2,5	0	0	0	Geen excentriciteit		
2 Staaf G	5.408	a	0,500	0	0	-2,5	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

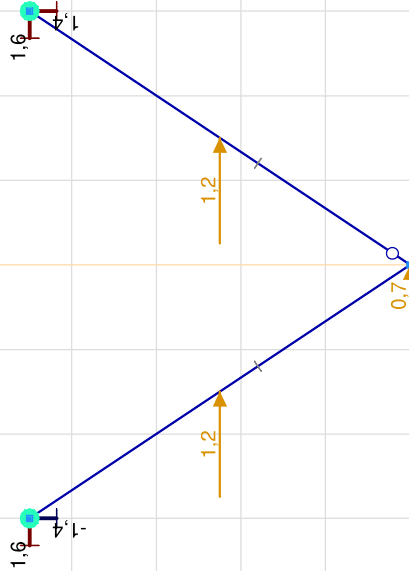
Model: **Post-isolator.axs**

27-9-2021

Pag. 6

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Wind
E (P)	: 6,89E-13
E (W)	: 6,89E-13
E (Eq)	: 1,13E-13
Comp.	: Rxyz [kN]
Max	: 1,6
Min	: -1,4

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



[I], Lineair, Wind, Rxyz (knooppnl.), Kleuren 2D, Zijaanzicht



**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Post-isolator.axs**

27-9-2021

Pag. 7

**Wind: Knoopbelastingen**

Richting	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
1 Global	0	0,7	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: Gecentreerde 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 Staaf G	5.408	a	0,500	0	1,2	0	0	0	0	Geen excentriciteit		
2 Staaf G	5.408	a	0,500	0	1,2	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;**Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen**

Naam	Type	EG (PERM1)	Wind (VER1)	Commentaar
1	Co #1 UGT	1,20	1,50	3

**Naam:** Naam belastingcombinatie; **Type:** Type belastingcombinatie; **EG (PERM1), Wind (VER1):** Factor;

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

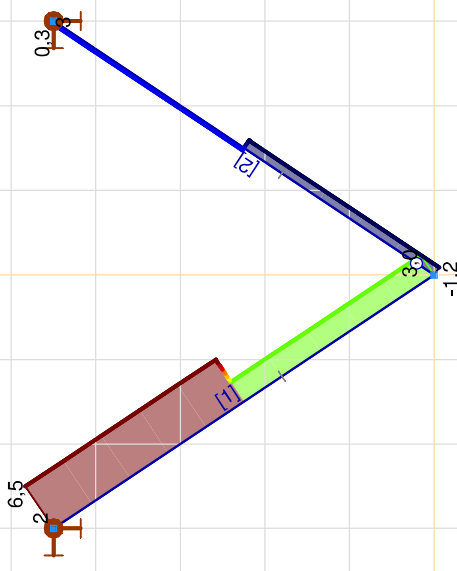
Model: **Post-isolator.axs**

27-9-2021

Pag. 8

Norm	Lineaire berekening
Geval	Eurocode-NL
Omhullende	: Omhullende Min,Max
E (P)	: 6,89E-13
E (W)	: 6,89E-13
E (Eq)	: 1,13E-13
Comp.	: Nx [kN]
Max	: 6,5
Min	: -1,2

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

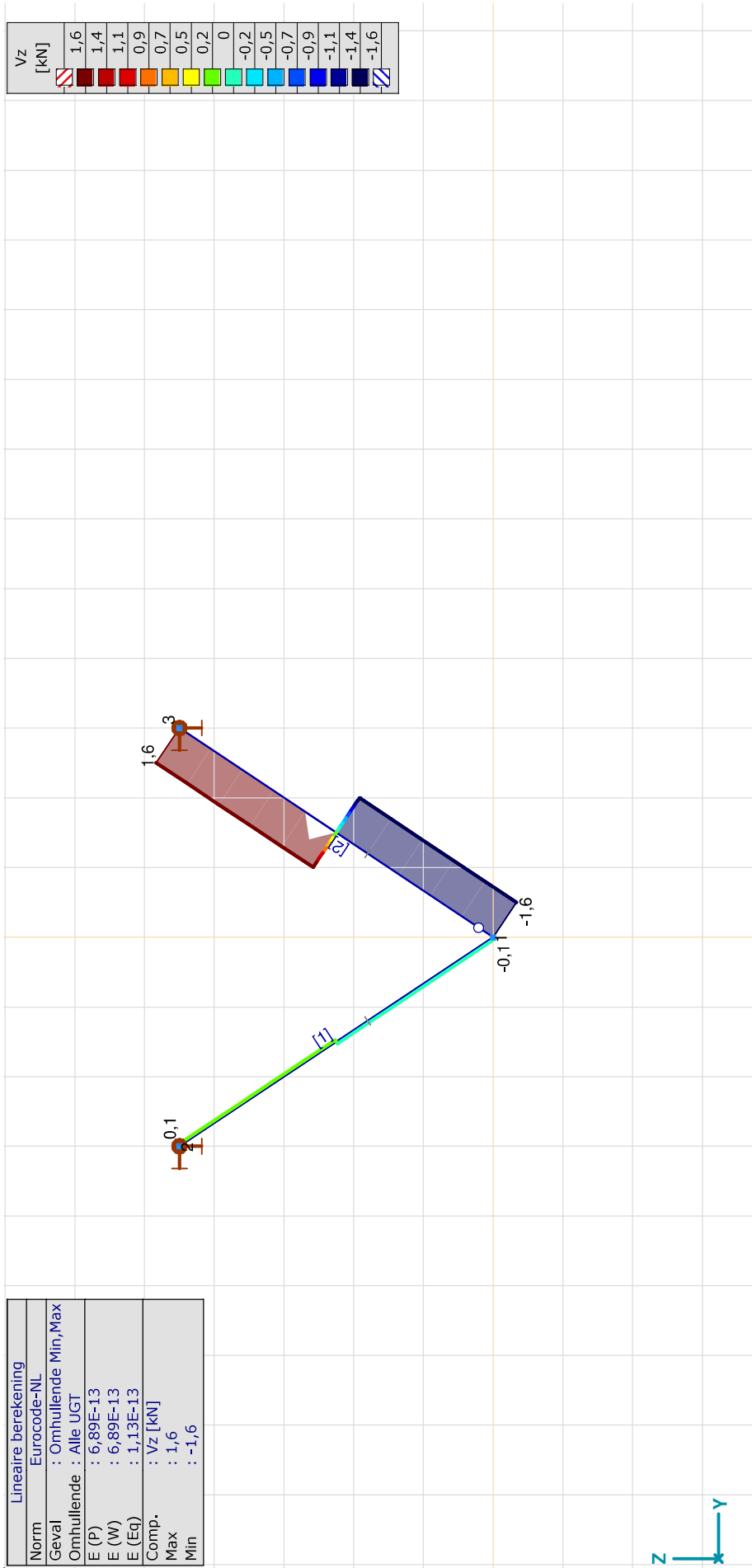


[[], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Nx, Lijnen (gevuld), Zijaanzicht

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Post-isolator.axs**

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 6,89E-13
E (W)	: 6,89E-13
E (Eq)	: 1,13E-13
Comp.	: Vz [kN]
Max	: 1,6
Min	: -1,6



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

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Post-isolator.axs**

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 6,89E-13
E (W)	: 6,89E-13
E (Eq)	: 1,13E-13
Comp.	: Rxyz [kN]
Max	: 3,5
Min	: -5,4

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



[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Rxyz (knoopopl.), Lijnen, Zijaanzicht

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Post-isolator.axs**

27-9-2021

Pag. 11

## Interne krachten knooppoplegging [Linear, Omhullende (Alle UGT )]

	Knoop	X [m]	Y [m]	Z [m]	Type	C	min. max.	Geval	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>r</sub> [kN]	αR	
1	2	0	-3.000	4,500	Glob.	Rx	min	Co #1	0	3,5	-5,4	6,5	-0,648	
							max	Co #1	0	3,5	-5,4	6,5	-0,648	
						Ry	min	Co #1	0	<b>3,5</b>	-5,4	6,5	-0,648	
							max	Co #1	0	<b>3,5</b>	-5,4	6,5	-0,648	
						Rz	min	Co #1	0	3,5	<b>-5,4</b>	6,5	-0,648	
							max	Co #1	0	3,5	<b>-5,4</b>	6,5	-0,648	
					αR	min	Co #1	0	3,5	-5,4	6,5	-0,648		
						max	Co #1	0	3,5	-5,4	6,5	-0,648		
2	3	0	3.000	4,500	Glob.	Rx	min	Co #1	0	1,1	-1,2	1,6	-0,968	
							max	Co #1	0	1,1	-1,2	1,6	-0,968	
						Ry	min	Co #1	0	<b>1,1</b>	-1,2	1,6	-0,968	
							max	Co #1	0	<b>1,1</b>	-1,2	1,6	-0,968	
						Rz	min	Co #1	0	1,1	<b>-1,2</b>	1,6	-0,968	
							max	Co #1	0	1,1	<b>-1,2</b>	1,6	-0,968	
					αR	min	Co #1	0	1,1	-1,2	1,6	-0,968		
						max	Co #1	0	1,1	-1,2	1,6	-0,968		
ExL	1	0	-3.000	4,500	Glob.	Rx	min	Co #1	0	3,5	-5,4	6,5	-0,648	
							max	Co #1	0	3,5	-5,4	6,5	-0,648	
	2	0	-3.000	4,500	Glob.	Ry	min	Co #1	0	<b>1,1</b>	-1,2	1,6	-0,968	
							max	Co #1	0	<b>3,5</b>	-5,4	6,5	-0,648	
	1	2	0	-3.000	4,500	Glob.	Rz	min	Co #1	0	3,5	<b>-5,4</b>	6,5	-0,648
								max	Co #1	0	1,1	<b>-1,2</b>	1,6	-0,968
2	3	0	3.000	4,500	Glob.	αR	min	Co #1	0	1,1	-1,2	1,6	-0,968	
							max	Co #1	0	1,1	-1,2	1,6	-0,968	

**Knoop:** Ondersteunde knoop; **Type:** Opleggingstype; **C:** Extremer component; **min, max:** Extremer type; **Geval:** Belastinggeval van de extreme; **Rx:** X-component opleggingsreactiekracht; **Ry:** Y-component opleggingsreactiekracht; **Rz:** Z-component opleggingsreactiekracht; **Rr:** Resulterende opleggingsreactiekracht; **αR:** Verhouding verticale oplegkracht / horizontale oplegkracht;

Project: GT-RLL  
 Mast: HC+0 en HB+0

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

Datum: 2021-09-27  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.1

<b>Load</b>		<b>Beam 1</b>	<b>Beam 2</b>	<b>Beam 3</b>	
Force on insulator		6,5	8,0	6,5	kN
Angle of insulator (to vertical)		33,7	35	33,7	°
Horizontal force in direction of		y-as	y-as	y-as	
Horizontal force	F <sub>h</sub>	3,6	4,6	3,6	kN
Vertical force	F <sub>v</sub>	5,4	6,6	5,4	kN
Eccentricity of force (below beam)	e	40	40	40	mm
Torsional moment	T	0,4	0,6	0,4	kNm

<b>Beams</b>					
Beam length	L	3100	2000	1000	mm
Yield stress	f <sub>y</sub>	355	355	355	Mpa
Elastic modulus	E	210000	210000	210000	Mpa
Shear modulus	G	81000	81000	81000	Mpa
Profile		HEA 160	HEA 160	HEA 160	
		HEA160	HEA160	HEA160	
Height	h	152	152	152	mm
Width	b	160	160	160	mm
Web thickness	t <sub>w</sub>	6,0	6,0	6,0	mm
Flange thickness	t <sub>f</sub>	9,0	9,0	9,0	mm
Torsional constant	I <sub>t</sub>	12	12	12	· 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
Warping constant	I <sub>wa</sub>	31410	31410	31410	· 10 <sup>6</sup> mm <sup>6</sup>
Moment of inertia	I <sub>y</sub>	1673	1673	1673	· 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
	I <sub>z</sub>	616	616	616	· 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
Flange stiffness	I <sub>f</sub> = I <sub>z</sub> / 2 =	308	308	308	mm <sup>2</sup>
Moment of resistance	W <sub>y,el</sub>	220	220	220	· 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
	W <sub>z,el</sub>	77	77	77	· 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
Torsional bending constant	d	829	829	829	mm
	L/d	3,7	2,4	1,2	
	α	0,5	0,5	0,5	

**Calculation of second derivative of angular deflection φ'':**

A = T / (G·I <sub>t</sub> ·d) =	5,44E-08	6,92E-08	5,44E-08	
B = sinh(α·L / d) =	3,16E+00	1,52E+00	6,40E-01	
C = tanh(L/d) =	9,99E-01	9,84E-01	8,35E-01	
D = cosh(α·L / d) =	3,32E+00	1,82E+00	1,19E+00	
F = sinh(0,5·L / d) =	3,16E+00	1,52E+00	6,40E-01	
H = (B / C - D) · F =	-4,77E-01	-4,18E-01	-2,70E-01	
X = A · H =	-2,59E-08	-2,89E-08	-1,47E-08	
Y = X · G · I <sub>t</sub> · d / T =	-4,77E-01	-4,18E-01	-2,70E-01	
φ'' = Y·T / (G·I <sub>t</sub> ·d) =	-2,59E-08	-2,89E-08	-1,47E-08	rad/mm <sup>2</sup>

Project: GT-RLL  
 Mast: HC+0 en HB+0

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

Datum: 2021-09-27  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.1

**Acting moments:**

$M_{w,Ed} = E \cdot I_{\phi} \cdot (h-t_f) \cdot \phi'' / 2 =$	1,2	1,3	0,7	<i>kNm</i>
$M_{y,Ed} = 1/4 \cdot F \cdot L =$	2,8	2,3	0,9	<i>kNm</i>
$M_{z,Ed} = 1/4 \cdot F \cdot L =$	4,2	3,3	1,4	<i>kNm</i>

**Capacities of beams:**

$M_{w,Rd} = W_{z,el} \cdot f_y / 2 =$	13,7	13,7	13,7	<i>kNm</i>
$M_{y,Rd} = W_{y,el} \cdot f_y =$	78,1	78,1	78,1	<i>kNm</i>
$M_{z,Rd} = W_{z,el} \cdot f_y =$	27,3	27,3	27,3	<i>kNm</i>

**Combined check of beam:**

UC	0,28	0,25	0,11
----	------	------	------

**Displacements:**

Factor $F_{ed} / F_k$	1,2	1,2	1,2		
Displacement y-direction	$u_y$	0,53	0,18	0,02	<i>mm</i>
Relative displacement	rel.	5839	11025	56111	-
Displacement z-direction	$u_z$	2,16	0,70	0,07	<i>mm</i>
Relative displacement	rel.	1433	2841	13769	-

## APPENDIX F

### Galloping

#### Uitgangspunten

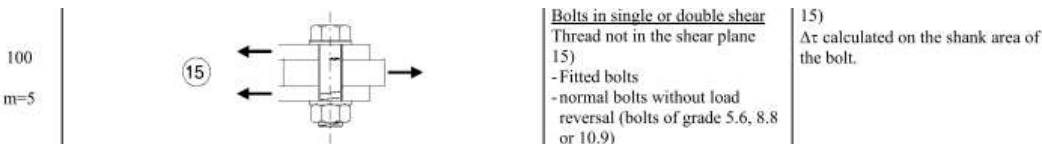
In het uitgangspuntendocument is beschreven dat wordt uitgegaan van een materiaalfactor voor vermoeiing  $\gamma_{mf} = 1,15$ . Dit komt overeen met de “Safe-life methode” met “Low consequence” van tabel 3.1 van NEN-EN 1993-1-9 of met “Damage tolerant” en “High consequence”.

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 HB+0 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.



Datum: 25-8-2021  
 Auteur: SHD  
 Versie: 1.0

**Check galloping**

GT-TLB  
 HB+0\_n

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel												Controle boutdoorsnede					
					ΔF;o [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	Δσ;o [Mpa]	DC;o [Mpa]	Δσ;c;o [Mpa]	UC opp.	ΔF;b [kN]	Bout [mm2]	Opp. Bout [mm2]	Δσ;i;b [Mpa]	DC;b [Mpa]	Δσ;c;b [Mpa]	UC bout				
100A	BVNSTK - Main member under 1	120x120x10	5	M24	41.3	2320	2060	20.1	50	43	0.46	57.9	452	25.6	100	87	0.29					
100B	BVNSTK - Main member under 1	120x120x10	6	M24	32.9	2320	2060	16.0	50	43	0.37	46.2	452	17.0	100	87	0.20					
100C	BVNSTK - Main member under 1	120x120x10	0		40.5	2320	2320	17.4	50	43	0.40	56.8	0	0.0	100	87	0.00					
101A	BVNSTK - Main member under 2	100x100x8	6	M24	30.2	1550	1342	22.5	50	43	0.52	42.3	452	15.6	100	87	0.18					
101B	BVNSTK - Main member under 2	100x100x8	2	M24	9.7	1550	1342	7.2	50	43	0.17	13.6	452	15.0	100	87	0.17					
101C	BVNSTK - Main member under 2	100x100x8	0		27.1	1550	1550	17.5	50	43	0.40	38.0	0	0.0	100	87	0.00					
102A	BVNSTK - Main member top 1	90x90x8	3	M20	24.9	1390	1214	20.5	50	43	0.47	34.5	314	36.6	100	87	0.42					
102B	BVNSTK - Main member top 1	90x90x8	4	M20	19.6	1390	1214	16.1	50	43	0.37	27.1	314	21.6	100	87	0.25					
102C	BVNSTK - Main member top 1	90x90x8	0		23.4	1390	1390	16.8	50	43	0.39	32.4	0	0.0	100	87	0.00					
103A	BVNSTK - Main member top 2	80x80x8	4	M20	15.3	1230	1054	14.5	50	43	0.33	21.2	314	16.9	100	87	0.19					
103B	BVNSTK - Main member top 2	80x80x8	3	M20	4.1	1230	1054	3.9	50	43	0.09	5.6	314	6.0	100	87	0.07					
103C	BVNSTK - Main member top 2	80x80x8	0		15.3	1230	1230	12.4	50	43	0.29	21.2	0	0.0	100	87	0.00					
104A	Zesde TSNSTK - Main member	120x120x12	7	M20	19.4	2750	2486	7.8	50	43	0.18	29.5	314	13.4	100	87	0.15					
104B	Zesde TSNSTK - Main member	120x120x12	8	M24	40.0	2750	2438	16.4	50	43	0.38	56.6	452	15.7	100	87	0.18					
104C	Zesde TSNSTK - Main member	120x120x12	0		36.3	2750	2750	13.2	50	43	0.30	51.5	0	0.0	100	87	0.00					
105A	Vijfde TSNSTK - Main member	150x150x12	8	M24	48.8	3480	3168	15.4	50	43	0.35	69.1	452	19.1	100	87	0.22					
105C	Vijfde TSNSTK - Main member	150x150x12	0		61.3	3480	3480	17.6	50	43	0.40	88.2	0	0.0	100	87	0.00					
106	Zesde TSNSTK - 3rd CA lower hor	140x140x13	6	M24	82.8	3521	3183	22.9	50	43	0.53	111.1	452	46.2	100	87	0.53					
107	Vijfde TSNSTK - Mid CA lower hor	140x140x13	6	M24	73.0	3521	3183	22.9	50	43	0.53	111.1	452	41.0	100	87	0.47					
107A	Derde DWSRM - Main member un	140x140x13	0		127.4	3521	3183	40.0	50	43	0.92	194.4	452	71.7	100	87	0.82					
107B	Derde DWSRM - Main member un	140x140x13	0		3.0	3521	3521	0.9	50	43	0.02	4.6	0	0.0	100	87	0.00					
107C	Derde DWSRM - Main member un	140x140x13	0		122.7	3521	3521	34.9	50	43	0.80	187.4	0	0.0	100	87	0.00					
108A	Derde DWSRM - Main member toj	100x100x8	3	M24	11.8	1550	1342	8.8	50	43	0.20	18.0	452	13.2	100	87	0.15					
108B	Derde DWSRM - Main member toj	100x100x8	4	M24	2.9	1550	1342	2.1	50	43	0.05	4.4	452	2.4	100	87	0.03					
108C	Derde DWSRM - Main member toj	100x100x8	0		10.7	1550	1550	6.9	50	43	0.16	16.4	0	0.0	100	87	0.00					
109A	Derde Balk - Main member under	100x100x10	6	M24	40.3	1920	1660	24.3	50	43	0.56	55.5	452	20.4	100	87	0.24					
109C	Derde Balk - Main member under	100x100x10	0		50.9	1920	1920	26.5	50	43	0.61	70.3	0	0.0	100	87	0.00					
110A	Derde Balk - Main member top	120x120x10	3	M24	28.1	2320	2060	13.7	50	43	0.31	36.7	452	27.1	100	87	0.31					
110C	Derde Balk - Main member top	120x120x10	0		30.8	2320	2320	13.3	50	43	0.31	42.5	0	0.0	100	87	0.00					
111A	Tweede DWSRM - Main member t	140x140x13	6	M24	124.4	3521	3183	39.1	50	43	0.90	189.9	452	70.0	100	87	0.81					
111B	Tweede DWSRM - Main member t	140x140x13	8	M24	100.3	3521	3183	31.5	50	43	0.72	153.1	452	42.3	100	87	0.49					
111C	Tweede DWSRM - Main member t	140x140x13	0		118.9	3521	3521	33.8	50	43	0.78	181.5	0	0.0	100	87	0.00					
112A	Tweede DWSRM - Main member t	140x140x13	8	M24	89.1	3521	3183	28.0	50	43	0.64	136.0	452	37.6	100	87	0.43					
112B	Tweede DWSRM - Main member t	140x140x13	0		6.7	3521	3521	1.9	50	43	0.04	10.3	0	0.0	100	87	0.00					
112C	Tweede DWSRM - Main member t	140x140x13	0		85.4	3521	3521	24.3	50	43	0.56	130.4	0	0.0	100	87	0.00					

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					ΔF;o [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	Δσ;o [Mpa]	DC;o [Mpa]	Δσ;c;o [Mpa]	UC opp.	ΔF;b [kN]	Bout [mm2]	Δσ;b [Mpa]	DC;b [Mpa]	Δσ;c;b [Mpa]	UC bout			
113	Tweede DWSRM - Main member	110x110x10	6	M24	12.4	2112	1852	6.7	50	43	0.15	18.9	452	7.0	100	87	0.08			
114A	Tweede DWSRM - Main member	100x100x8	6	M20	10.2	1550	1374	7.4	50	43	0.17	15.6	314	8.3	100	87	0.10			
114B	Tweede DWSRM - Main member	100x100x8	5	M24	5.4	1550	1342	4.0	50	43	0.09	8.2	452	3.6	100	87	0.04			
114C	Tweede DWSRM - Main member	100x100x8	0		11.3	1550	1550	7.3	50	43	0.17	17.3	0	0.0	100	87	0.00			
115A	Tweede Balk - Main member	130x130x12	6	M24	42.1	3000	2688	15.7	50	43	0.36	56.4	452	20.8	100	87	0.24			
115C	Tweede Balk - Main member	130x130x12	0		42.0	3000	3000	14.0	50	43	0.32	55.5	0	0.0	100	87	0.00			
116A	Tweede Balk - Main member	140x140x13	5	M24	30.9	3521	3183	9.7	50	43	0.22	45.7	452	20.2	100	87	0.23			
116A	Tweede Balk - Main member	140x140x13	0		32.1	3521	3521	9.1	50	43	0.21	45.4	0	0.0	100	87	0.00			
117A	Vierde TSNSTK - Main member	150x150x14	8	M24	93.2	4014	3650	25.5	50	43	0.59	130.8	452	36.2	100	87	0.42			
117B	Vierde TSNSTK - Main member	150x150x14	0		85.8	4014	4014	21.4	50	43	0.49	122.0	0	0.0	100	87	0.00			
117C	Vierde TSNSTK - Main member	150x150x14	8	M24	55.8	4014	3650	15.3	50	43	0.35	79.4	452	22.0	100	87	0.25			
118A	Derde TSNSTK - Main member	180x180x16	8	M24	91.8	5540	5124	17.9	50	43	0.41	127.2	452	35.2	100	87	0.40			
118B	Derde TSNSTK - Main member	180x180x16	8	M24	108.6	5540	5124	21.2	50	43	0.49	147.3	452	40.7	100	87	0.47			
118C	Derde TSNSTK - Main member	180x180x16	0		98.7	5540	5540	17.8	50	43	0.41	135.9	0	0.0	100	87	0.00			
119	Derde TSNSTK - Low CA low hori;	120x120x12	5	M24	31.1	2750	2438	12.8	50	43	0.29	46.7	452	20.7	100	87	0.24			
120A	Eerste Balk - Main member	100x100x10	5	M24	20.4	1920	1660	12.3	50	43	0.28	25.8	452	11.4	100	87	0.13			
120C	Eerste Balk - Main member	100x100x10	0		20.9	1920	1920	10.9	50	43	0.25	26.4	0	0.0	100	87	0.00			
121A	Eerste Balk - Main member	120x120x10	4	M24	17.2	2320	2060	8.4	50	43	0.19	22.7	452	12.5	100	87	0.14			
121C	Eerste Balk - Main member	120x120x10	0		15.1	2320	2320	6.5	50	43	0.15	20.2	0	0.0	100	87	0.00			
122A	Eerste DWSRM - Main member	100x100x10	6	M24	59.1	1920	1660	35.6	50	43	0.82	90.2	452	33.3	100	87	0.38			
122B	Eerste DWSRM - Main member	100x100x10	0		0.4	1920	1920	0.2	50	43	0.01	0.6	0	0.0	100	87	0.00			
122C	Eerste DWSRM - Main member	100x100x10	0		57.2	1920	1920	29.8	50	43	0.69	87.3	0	0.0	100	87	0.00			
123A	Eerste DWSRM - Main member	100x100x8	3	M24	7.1	1550	1342	5.3	50	43	0.12	10.8	452	8.0	100	87	0.09			
123B	Eerste DWSRM - Main member	100x100x8	4	M24	9.5	1550	1342	7.1	50	43	0.16	14.5	452	8.0	100	87	0.09			
123C	Eerste DWSRM - Main member	100x100x8	0		7.7	1550	1550	5.0	50	43	0.11	11.7	0	0.0	100	87	0.00			
124A	Tweede TSNSTK - Main member	180x180x16	8	M24	111.8	5540	5124	21.8	50	43	0.50	151.6	452	41.9	100	87	0.48			
124B	Tweede TSNSTK - Main member	180x180x16	8	M24	97.6	5540	5124	19.0	50	43	0.44	130.6	452	36.1	100	87	0.42			
124C	Tweede TSNSTK - Main member	180x180x16	0		97.6	5540	5540	17.6	50	43	0.41	130.6	0	0.0	100	87	0.00			
125A	Eerste TSNSTK - Main member	180x180x16	8	M24	94.1	5540	5124	18.4	50	43	0.42	123.8	452	34.2	100	87	0.39			
125B	Eerste TSNSTK - Main member	180x180x16	8	M24	86.2	5540	5124	16.8	50	43	0.39	111.9	452	30.9	100	87	0.36			
125C	Eerste TSNSTK - Main member	180x180x16	0		94.0	5540	5540	17.0	50	43	0.39	123.7	0	0.0	100	87	0.00			
126A	Broekstuk - Main member	180x180x16	8	M24	86.1	5540	5124	16.8	50	43	0.39	111.8	452	30.9	100	87	0.36			
200	BVNSTK - Front bracing 1 short v	60x60x6	1	M16	0.0	690	582	0.1	50	43	0.00	0.0	201	0.2	100	87	0.00			
201	BVNSTK - Front bracing 2	80x80x6	1	M20	0.0	940	808	0.1	50	43	0.00	0.1	314	0.2	100	87	0.00			
205	BVNSTK - Front bracing 6	50x50x5	1	M16	0.1	480	390	0.2	50	43	0.00	0.1	201	0.6	100	87	0.01			
206	BVNSTK - Front bracing 7	60x60x6	1	M16	0.3	690	582	0.6	50	43	0.01	0.5	201	2.3	100	87	0.03			
207	BVNSTK - Front bracing 8	50x50x5	1	M16	0.3	480	390	0.6	50	43	0.01	0.4	201	1.8	100	87	0.02			
208	BVNSTK - Front bracing 9	55x55x6	1	M16	0.5	600	492	1.0	50	43	0.02	0.7	201	3.5	100	87	0.04			
209	BVNSTK - Front bracing 10	50x50x5	1	M16	0.1	480	390	0.3	50	43	0.01	0.2	201	0.8	100	87	0.01			
210	BVNSTK - Front bracing 11	50x50x5	1	M16	1.0	480	390	2.6	50	43	0.06	1.4	201	7.1	100	87	0.08			
211	BVNSTK - Front bracing 12	50x50x5	1	M16	0.2	480	390	0.6	50	43	0.01	0.3	201	1.7	100	87	0.02			
212	BVNSTK - Top bracing 1	55x55x6	1	M16	0.8	600	492	1.6	50	43	0.04	1.1	201	5.6	100	87	0.06			
213	BVNSTK - Top bracing 2	70x70x6	1	M20	2.3	810	678	3.4	50	43	0.08	3.2	314	10.0	100	87	0.12			
214	BVNSTK - Top bracing 3	50x50x5	1	M16	0.2	480	390	0.4	50	43	0.01	0.2	201	1.2	100	87	0.01			
215	BVNSTK - Top bracing 4	70x70x6	2	M16	2.3	810	702	3.2	50	43	0.07	3.1	201	7.8	100	87	0.09			
216	BVNSTK - Top bracing 5	50x50x5	1	M16	0.1	480	390	0.1	50	43	0.00	0.1	201	0.4	100	87	0.00			
217	BVNSTK - Top bracing 6	70x70x6	2	M16	2.7	810	702	3.9	50	43	0.09	3.8	201	9.4	100	87	0.11			
218	BVNSTK - Top bracing 7	50x50x5	1	M16	0.0	480	390	0.1	50	43	0.00	0.1	201	0.3	100	87	0.00			

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					ΔF;0 [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	Δσ;0 [Mpa]	DC;0 [Mpa]	Δσ;c;0 [Mpa]	UC opp.	ΔF;b [kN]	Bout [mm2]	Opp. Bout	Δσ;i;b [Mpa]	DC;b [Mpa]	Δσ;c;b [Mpa]	UC bout		
219	BVNSTK - Top bracing 8	60x60x6	1	M16	2.7	690	582	4.6	50	43	0.11	3.7	201	18.3	100	87	0.21			
220	BVNSTK - Top bracing 9	50x50x5	1	M16	0.0	480	390	0.1	50	43	0.00	0.1	201	0.3	100	87	0.00			
221	BVNSTK - Top bracing 10	60x60x6	1	M16	3.2	690	582	5.4	50	43	0.13	4.4	201	21.8	100	87	0.25			
222	BVNSTK - Top bracing 11	50x50x5	1	M16	0.1	480	390	0.1	50	43	0.00	0.1	201	0.4	100	87	0.00			
223	BVNSTK - Top bracing 12	50x50x5	1	M16	2.8	480	390	7.2	50	43	0.17	3.9	201	19.3	100	87	0.22			
224	BVNSTK - Top bracing 13	50x50x5	1	M16	0.1	480	390	0.1	50	43	0.00	0.1	201	0.4	100	87	0.00			
225	BVNSTK - Top bracing 14	60x60x6	1	M16	4.4	690	582	7.6	50	43	0.17	6.1	201	30.3	100	87	0.35			
226	BVNSTK - Top bracing 15	50x50x5	1	M16	0.1	480	390	0.2	50	43	0.00	0.1	201	0.4	100	87	0.00			
227	BVNSTK - Top bracing 16	60x60x6	1	M16	5.1	690	582	8.8	50	43	0.20	7.1	201	35.3	100	87	0.41			
228	BVNSTK - Top bracing 17	50x50x5	1	M16	0.1	480	390	0.3	50	43	0.01	0.2	201	0.7	100	87	0.01			
229	BVNSTK - Top bracing 18	60x60x6	1	M16	6.3	690	582	10.8	50	43	0.25	8.7	201	43.4	100	87	0.50			
230	BVNSTK - Under bracing diag 1	50x50x5	1	M16	0.9	480	390	2.3	50	43	0.05	1.2	201	6.2	100	87	0.07			
231	BVNSTK - Under bracing horiz 1	70x70x6	1	M20	0.9	810	678	1.3	50	43	0.03	1.2	314	3.8	100	87	0.04			
232	BVNSTK - Under bracing CD 1	50x50x5	1	M16	1.5	480	390	4.0	50	43	0.09	2.2	201	10.8	100	87	0.12			
233	BVNSTK - Under bracing CD 2	50x50x5	1	M16	1.5	480	390	3.9	50	43	0.09	2.1	201	10.7	100	87	0.12			
234	BVNSTK - Under bracing CD 3	50x50x5	1	M16	1.8	480	390	4.7	50	43	0.11	2.6	201	12.7	100	87	0.15			
235	BVNSTK - Under bracing CD 4	50x50x5	1	M16	1.9	480	390	5.0	50	43	0.11	2.7	201	13.5	100	87	0.16			
236	BVNSTK - Under bracing CD 5	50x50x5	1	M16	2.2	480	390	5.6	50	43	0.13	3.1	201	15.3	100	87	0.18			
237	BVNSTK - Under bracing CD 6	50x50x5	1	M16	2.4	480	390	6.0	50	43	0.14	3.3	201	16.4	100	87	0.19			
238	BVNSTK - Under bracing CD 7	50x50x5	1	M16	2.8	480	390	7.1	50	43	0.16	3.9	201	19.2	100	87	0.22			
239	BVNSTK - Under bracing CD 8	50x50x5	1	M16	3.2	480	390	8.2	50	43	0.19	4.5	201	22.4	100	87	0.26			
240	BVNSTK - Under bracing CD 9	50x50x5	1	M16	3.2	480	390	8.3	50	43	0.19	4.6	201	22.7	100	87	0.26			
241	BVNSTK - Under bracing CD 10	50x50x5	1	M16	3.5	480	390	9.1	50	43	0.21	5.0	201	24.7	100	87	0.28			
242	BVNSTK - Under bracing CD 11	50x50x5	1	M16	3.9	480	390	9.9	50	43	0.23	5.4	201	27.0	100	87	0.31			
243	BVNSTK - End cap bracing	100x100x10	1	M24	2.8	1920	1660	1.7	50	43	0.04	4.0	452	8.8	100	87	0.10			
300	Eerste Balk - Diag 1 onder	80x80x6	1	M24	5.8	940	808	7.2	50	43	0.16	8.5	314	27.2	100	87	0.31			
301	Eerste Balk - Horiz 1&2 onder	120x120x12	3	M24	0.3	2750	2438	0.1	50	43	0.00	0.4	452	0.3	100	87	0.00			
302	Eerste Balk - CD 1 onder	70x70x6	1	M20	6.3	810	678	9.3	50	43	0.21	9.3	314	29.6	100	87	0.34			
303	Eerste Balk - Horiz 3&4 onder	120x120x10	3	M24	0.6	2320	2060	0.3	50	43	0.01	0.9	452	0.6	100	87	0.01			
304	Eerste Balk - CD 2 onder	70x70x6	1	M20	6.6	810	678	9.7	50	43	0.22	9.8	314	31.2	100	87	0.36			
305	Eerste Balk - Horiz 5 onder	150x150x15(16,0.5)	3	M24	11.9	8600	8210	1.4	50	43	0.03	18.1	452	13.3	100	87	0.15			
306	Eerste Balk - CD 3&4 onder	50x50x5	1	M16	1.4	480	390	3.5	50	43	0.08	1.8	201	8.9	100	87	0.10			
307	Eerste Balk - Diag 1 front	90x90x8	2	M24	9.9	1390	1182	8.3	50	43	0.19	12.5	452	13.8	100	87	0.16			
308	Eerste Balk - Diag 2 front	60x60x6	2	M24	10.4	1550	1342	7.7	50	43	0.18	12.9	452	14.3	100	87	0.16			
309	Eerste Balk - Vert 1 front	110x110x10	3	M24	13.3	2112	1852	7.2	50	43	0.17	16.7	452	12.3	100	87	0.14			
310	Eerste Balk - Diag 3 front	80x80x6	2	M20	4.7	940	808	5.8	50	43	0.13	7.2	314	11.5	100	87	0.13			
311	Eerste Balk - Vert 2 front	70x70x6	1	M20	4.9	810	678	7.2	50	43	0.16	7.0	314	22.3	100	87	0.26			
313	Eerste Balk - Diag 1 top	70x70x6	1	M20	4.8	810	678	7.1	50	43	0.16	6.9	314	22.1	100	87	0.25			
315	Eerste Balk - Diag 2 top	110x110x10	1	M24	2.1	2112	1852	1.1	50	43	0.03	3.2	452	7.1	100	87	0.08			
318	Eerste DWSRM - Horiz 1&2 onder	100x100x10	2	M24	0.2	1920	1660	0.1	50	43	0.00	0.3	452	0.3	100	87	0.00			
319	Eerste DWSRM - CD 3 onder	70x70x6	1	M20	11.0	810	678	16.2	50	43	0.37	16.8	314	53.4	100	87	0.61			
320	Eerste DWSRM - CD 4 onder	70x70x6	1	M20	12.9	810	678	19.0	50	43	0.44	19.7	314	62.7	100	87	0.72			
322	Eerste DWSRM - Horiz 3&4 onder	150x150x15(16,0.5)	3	M24	9.2	8600	8210	1.1	50	43	0.03	14.0	452	10.3	100	87	0.12			
323	Eerste DWSRM - CD 6 onder	60x60x6	1	M16	8.8	690	582	15.2	50	43	0.35	13.5	201	67.0	100	87	0.77			
324	Eerste DWSRM - CD 7 onder	50x50x5	1	M16	1.6	480	390	4.0	50	43	0.09	2.4	201	11.9	100	87	0.14			
325	Eerste DWSRM - CD 8 onder	50x50x5	1	M16	1.0	480	390	2.6	50	43	0.06	1.5	201	7.7	100	87	0.09			
326	Eerste DWSRM - Horiz 5 onder	100x100x10	2	M24	1.0	1920	1660	0.6	50	43	0.01	1.6	452	1.8	100	87	0.02			

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Controle netto oppervlak profiel											Controle boutdoorsnede				
				ΔF;o [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	Δσ;o [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			
327	Eerste DWSRM - Horiz 6 onder	100x100x10	2 M24	0.1	1920	1660	0.1	50	43	0.00	0.1	452	0.2	100	87	0.00			
328	Eerste DWSRM - Diag 1 front	70x70x6	2 M16	2.1	810	702	3.0	50	43	0.07	3.2	201	7.9	100	87	0.09			
329	Eerste DWSRM - Diag 3 front	70x70x6	2 M16	3.6	810	702	5.2	50	43	0.12	5.6	201	13.8	100	87	0.16			
330	Eerste DWSRM - Vert 2 front	60x60x6	1 M16	0.4	690	582	0.6	50	43	0.01	0.5	201	2.7	100	87	0.03			
331	Eerste DWSRM - Diag 4 front	60x60x6	2 M16	7.2	690	582	12.3	50	43	0.28	11.0	201	27.3	100	87	0.31			
332	Eerste DWSRM - Diag 5 front	50x50x5	1 M16	2.8	480	390	7.1	50	43	0.16	4.2	201	21.0	100	87	0.24			
333	Eerste DWSRM - Diag 6 front	60x60x6	1 M16	5.3	690	582	9.1	50	43	0.21	8.1	201	40.3	100	87	0.46			
334	Eerste DWSRM - Doorsnede C-C	50x50x5	1 M16	0.4	480	390	1.0	50	43	0.02	0.6	201	3.0	100	87	0.03			
335	Eerste DWSRM - Doorsnede C-C f	70x70x6	1 M20	0.4	810	678	0.5	50	43	0.01	0.5	314	1.7	100	87	0.02			
336	Eerste DWSRM - CD 1 onder	70x70x6	1 M20	8.5	810	678	12.5	50	43	0.29	12.9	314	41.1	100	87	0.47			
337	Eerste DWSRM - CD 5 onder	70x70x6	1 M20	17.5	810	678	25.7	50	43	0.59	26.6	314	84.8	100	87	0.98			
338	Eerste Balk - Diag Centrum	70x70x6	1 M20	5.3	810	678	7.8	50	43	0.18	7.9	314	25.1	100	87	0.29			
339	Eerste Balk - Internal Box X-Diag	70x70x7	1 M20	10.5	940	786	13.4	50	43	0.31	16.1	314	51.1	100	87	0.59			
397	Leuningstijl OT	50x50x5	0	0.5	480	480	1.1	50	43	0.03	0.8	0	0.0	100	87	0.00			
398	Leuningregel OT	100x50x6	0	0.0	870	870	0.0	50	43	0.00	0.0	0	0.0	100	87	0.00			
399	Leuningligger OT	80x80x6	0	0.7	940	940	0.8	50	43	0.02	1.1	0	0.0	100	87	0.00			
401	Tweede DWSRM - Diag 1 onder	55x55x6	1 M16	4.7	600	492	9.6	50	43	0.22	7.2	201	35.8	100	87	0.41			
402	Tweede DWSRM - CD 1 onder	50x50x5	1 M16	6.5	480	390	16.7	50	43	0.38	9.9	201	49.5	100	87	0.57			
403	Tweede DWSRM - CD 2 onder	55x55x6	1 M16	8.5	600	492	17.3	50	43	0.40	13.0	201	64.7	100	87	0.74			
404	Tweede DWSRM - Horiz 1&2 undt	100x100x8	2 M24	0.2	1550	1342	0.2	50	43	0.00	0.3	452	0.4	100	87	0.00			
405	Tweede DWSRM - CD 3 onder	50x50x5	1 M16	9.6	480	390	24.6	50	43	0.57	14.6	201	72.8	100	87	0.84			
406	Tweede DWSRM - CD 4 onder	60x60x6	1 M16	10.8	690	582	18.6	50	43	0.43	16.5	201	82.1	100	87	0.94			
407	Tweede DWSRM - CD 5 onder	70x70x6	1 M20	13.5	810	678	19.9	50	43	0.46	20.6	314	65.6	100	87	0.75			
408	Tweede DWSRM - CD 6 onder	70x70x6	2 M16	15.7	810	702	22.4	50	43	0.51	24.0	201	59.7	100	87	0.69			
409	Tweede DWSRM - CD 7 onder	70x70x6	2 M16	19.8	810	702	28.2	50	43	0.65	30.3	201	75.3	100	87	0.87			
410	Tweede DWSRM - CD 8 onder	50x50x5	2 M16	8.1	480	390	20.8	50	43	0.48	12.4	201	30.8	100	87	0.35			
411	Tweede DWSRM - Horiz 3&4 undt	150x150x15(16,0,5)	3 M24	12.8	8600	8210	1.6	50	43	0.04	19.5	452	14.4	100	87	0.17			
412	Tweede DWSRM - Horiz 5 onder	100x100x8	1 M24	4.1	1550	1342	3.0	50	43	0.07	6.2	452	13.7	100	87	0.16			
413	Tweede DWSRM - Diag 1 front (si)	70x70x6	1 M20	1.2	810	678	1.7	50	43	0.04	1.8	314	5.7	100	87	0.07			
414	Tweede DWSRM - Vert 1 front (si)	50x50x5	1 M16	1.0	480	390	2.4	50	43	0.06	1.5	201	7.2	100	87	0.08			
415	Tweede DWSRM - Diag 2 front (li)	70x70x6	2 M16	1.8	810	702	2.6	50	43	0.06	2.8	201	6.9	100	87	0.08			
416	Tweede DWSRM - Diag 3 front	50x50x5	1 M16	2.2	480	390	5.6	50	43	0.13	3.3	201	16.5	100	87	0.19			
417	Tweede DWSRM - Vert 2 front	50x50x5	1 M16	1.5	480	390	3.9	50	43	0.09	2.3	201	11.5	100	87	0.13			
418	Tweede DWSRM - Diag 4 front	50x50x5	1 M16	1.3	480	390	3.2	50	43	0.07	1.9	201	9.5	100	87	0.11			
419	Tweede DWSRM - Diag 5 front	50x50x5	1 M16	3.6	480	390	9.1	50	43	0.21	5.4	201	27.0	100	87	0.31			
420	Tweede DWSRM - Vert 3 front	50x50x5	1 M16	0.9	480	390	2.3	50	43	0.05	1.4	201	7.0	100	87	0.08			
421	Tweede DWSRM - Diag 6 front	50x50x5	2 M16	2.2	480	390	5.7	50	43	0.11	3.4	201	8.5	100	87	0.10			
422	Tweede DWSRM - Diag 7 front	50x50x5	1 M16	1.9	480	390	4.8	50	43	0.13	2.9	201	14.3	100	87	0.16			
423	Tweede DWSRM - Diag 8 front	50x50x5	2 M16	4.7	480	390	12.1	50	43	0.28	7.2	201	17.9	100	87	0.21			
424	Tweede DWSRM - Doorsnede C-C	50x50x5	1 M16	0.3	480	390	0.8	50	43	0.02	0.5	201	2.4	100	87	0.03			
425	Tweede Balk - Diag onder 1	60x60x6	2 M16	10.3	690	582	17.6	50	43	0.41	14.5	201	36.1	100	87	0.41			
426	Tweede Balk - Horiz 1&2 onder	100x100x10	3 M24	0.2	1920	1660	0.1	50	43	0.00	0.2	452	0.1	100	87	0.00			
427	Tweede Balk - CD 1 onder	70x70x6	2 M16	11.9	810	702	16.9	50	43	0.39	16.9	201	42.0	100	87	0.48			
428	Tweede Balk - Horiz 3&4 onder	100x100x8	3 M24	0.5	1550	1342	0.4	50	43	0.01	0.7	452	0.5	100	87	0.01			
429	Tweede Balk - CD 2 onder	70x70x6	2 M16	11.7	810	702	16.6	50	43	0.38	16.6	201	41.4	100	87	0.48			
430	Tweede Balk - Horiz 5 onder	150x150x15(16,0,5)	3 M24	15.8	8600	8210	1.9	50	43	0.04	24.0	452	17.7	100	87	0.20			
431	Tweede Balk - CD 3&4 onder	50x50x5	2 M16	2.8	480	390	7.2	50	43	0.17	3.8	201	9.4	100	87	0.11			
432	Tweede Balk - Front diag 1	120x120x10	3 M24	16.0	2320	2060	7.8	50	43	0.18	21.9	452	16.2	100	87	0.19			

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede				
					ΔF;0 [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	Δσ;0 [Mpa]	DC;0 [Mpa]	Δσ;c;0 [Mpa]	UC opp.	ΔF;b [kN]	Bout [mm2]	Δσ;b [Mpa]	DC;b [Mpa]	Δσ;c;b [Mpa]	UC bout		
433	Tweede Balk - Front diag 2	120x120x10	3	M24	15.6	2320	2060	7.6	50	43	0.17	21.3	452	15.7	100	87	0.18		
434	Tweede Balk - Front diag 3	130x130x12	4	M24	20.5	3000	2688	7.6	50	43	0.18	28.0	452	15.5	100	87	0.18		
435	Tweede Balk - Front vert 2	80x80x6	1	M20	0.1	940	808	0.1	50	43	0.00	0.1	314	0.4	100	87	0.00		
436	Tweede Balk - Front vert 1	70x70x6	2	M16	1.5	810	702	2.2	50	43	0.05	2.1	201	5.3	100	87	0.06		
438	Tweede Balk - Top CD 1	55x55x6	2	M20	6.9	600	468	14.8	50	43	0.34	9.5	314	15.1	100	87	0.17		
439	Tweede Balk - Top CD 2	55x55x6	2	M16	6.9	600	492	14.0	50	43	0.32	9.4	201	23.5	100	87	0.27		
440	Tweede Balk - Top CD 3	55x55x6	1	M16	6.9	600	492	14.0	50	43	0.32	9.4	201	23.5	100	87	0.27		
443	Tweede DWSRM - Doorsnede C-C	55x55x6	2	M16	0.2	600	492	0.5	50	43	0.01	0.3	201	1.7	100	87	0.02		
445	Tweede DWSRM	60x60x6	2	M16	9.1	690	582	15.6	50	43	0.36	13.0	201	32.4	100	87	0.37		
497	Leuningstijl MT	50x50x5	0		1.7	480	480	3.5	50	43	0.08	2.6	0	0.0	100	87	0.00		
498	Leuningregel MT	100x50x6	0		0.0	870	870	0.0	50	43	0.00	0.0	0	0.0	100	87	0.00		
499	Leuningligger mT	80x80x6	0		1.4	940	940	1.5	50	43	0.03	2.1	0	0.0	100	87	0.00		
500	Derde DWSRM - Diag 1 onder	60x60x6	1	M16	9.2	690	582	15.8	50	43	0.36	14.0	201	69.6	100	87	0.80		
501	Derde DWSRM - Horiz 1&2 onder	100x100x8	2	M24	0.4	1550	1342	0.3	50	43	0.01	0.6	452	0.6	100	87	0.01		
502	Derde DWSRM - CD 1 onder	70x70x6	1	M20	12.0	810	678	17.6	50	43	0.41	18.3	314	58.2	100	87	0.67		
503	Derde DWSRM - CD 2 onder	70x70x6	1	M20	12.2	810	678	18.0	50	43	0.41	18.7	314	59.5	100	87	0.68		
504	Derde DWSRM - CD 3 onder	70x70x7	1	M20	14.6	940	786	18.6	50	43	0.43	22.3	314	71.1	100	87	0.82		
505	Derde DWSRM - CD 4 onder	70x70x7	2	M16	17.0	940	814	26.1	50	43	0.48	26.0	201	64.6	100	87	0.74		
506	Derde DWSRM - CD 5 onder	70x70x7	2	M16	21.2	940	814	26.1	50	43	0.60	32.4	201	80.5	100	87	0.93		
507	Derde DWSRM - CD 6 onder	55x55x6	1	M16	8.5	600	492	17.2	50	43	0.40	12.9	201	64.4	100	87	0.74		
508	Derde DWSRM - Horiz 3&4 onder	150x150x15(16,0,5)	3	M24	13.4	8600	8210	1.6	50	43	0.04	20.4	452	15.0	100	87	0.17		
509	Derde DWSRM - Horiz 5 onder	100x100x8	2	M24	5.1	1550	1342	3.8	50	43	0.09	7.7	452	8.5	100	87	0.10		
510	Derde DWSRM - Diag 1 front	50x50x5	1	M16	0.9	480	390	2.3	50	43	0.05	1.4	201	6.9	100	87	0.08		
511	Derde DWSRM - Diag 2 front	50x50x5	1	M16	1.1	480	390	2.7	50	43	0.06	1.6	201	8.0	100	87	0.09		
512	Derde DWSRM - Vert 1 front	50x50x5	1	M16	0.8	480	390	2.0	50	43	0.05	1.2	201	6.0	100	87	0.07		
513	Derde DWSRM - Diag 3 front	50x50x5	1	M16	0.8	480	390	2.1	50	43	0.05	1.2	201	6.1	100	87	0.07		
514	Derde DWSRM - Diag 4 front	50x50x5	1	M16	2.0	480	390	5.0	50	43	0.12	3.0	201	14.8	100	87	0.17		
515	Derde DWSRM - Vert 2 front	50x50x5	1	M16	0.8	480	390	2.1	50	43	0.05	1.3	201	6.3	100	87	0.07		
516	Derde DWSRM - Diag 5 front	50x50x5	1	M16	1.8	480	390	4.6	50	43	0.11	2.8	201	13.7	100	87	0.16		
517	Derde DWSRM - Diag 6 front	50x50x5	1	M16	1.9	480	390	5.0	50	43	0.11	3.0	201	14.7	100	87	0.17		
518	Derde DWSRM - Diag 7 front	50x50x5	2	M16	4.7	480	390	12.1	50	43	0.28	7.2	201	18.0	100	87	0.21		
519	Derde DWSRM - Doorsnede E-E C	50x50x5	1	M16	0.5	480	390	1.4	50	43	0.03	0.8	201	4.1	100	87	0.05		
523	Derde Balk - Diag 1 onder	55x55x6	2	M16	9.2	600	492	18.7	50	43	0.43	13.1	201	32.6	100	87	0.37		
524	Derde Balk - CD 1 onder	55x55x6	2	M16	10.4	600	492	21.1	50	43	0.48	15.3	201	38.0	100	87	0.44		
525	Derde Balk - Horiz 1&2 onder	100x100x10	3	M24	0.2	1920	1660	0.1	50	43	0.00	0.3	452	0.2	100	87	0.00		
526	Derde Balk - CD 2 onder	55x55x6	2	M16	12.1	600	492	24.5	50	43	0.56	17.8	201	44.2	100	87	0.51		
527	Derde Balk - Horiz 3&4 onder	100x100x8	3	M20	0.2	1550	1374	0.2	50	43	0.00	0.4	314	0.4	100	87	0.00		
528	Derde Balk - CD 3 onder	55x55x6	2	M16	11.3	600	492	23.0	50	43	0.53	16.6	201	41.4	100	87	0.48		
529	Derde Balk - CD 4 onder	55x55x6	1	M16	9.3	600	492	19.0	50	43	0.44	13.7	201	68.3	100	87	0.79		
530	Derde Balk - Horiz 5 onder	150x150x15(16,0,5)	3	M24	10.6	8600	8210	1.3	50	43	0.03	16.2	452	11.9	100	87	0.14		
531	Derde Balk - CD 5&6 onder	50x50x5	2	M16	3.4	480	390	8.8	50	43	0.20	4.7	201	11.8	100	87	0.14		
532	Derde Balk - Diag 1 front	100x100x8	2	M24	11.8	1550	1342	8.8	50	43	0.20	15.7	452	17.3	100	87	0.20		
533	Derde Balk - Diag 2 front	100x100x8	2	M24	10.8	1550	1342	8.0	50	43	0.18	14.3	452	15.8	100	87	0.18		
534	Derde Balk - Diag 3 front	100x100x8	2	M24	13.5	1550	1342	10.1	50	43	0.23	18.0	452	19.9	100	87	0.23		
535	Derde Balk - Diag 4 front	70x70x6	1	M20	0.1	810	678	0.1	50	43	0.00	0.1	314	0.4	100	87	0.00		
536	Derde Balk - Vert 1 front	60x60x6	1	M16	0.7	690	582	1.2	50	43	0.03	1.1	201	5.3	100	87	0.06		
537	Derde Balk - Diag 1 top	50x50x5	1	M16	4.8	480	390	12.3	50	43	0.28	6.2	201	31.1	100	87	0.36		
538	Derde Balk - Diag 2 top	50x50x5	1	M16	4.8	480	390	12.4	50	43	0.28	6.3	201	31.2	100	87	0.36		

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					ΔF;o [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	Δσ;o [Mpa]	DC;o [Mpa]	Δσ;c;o [Mpa]	UC opp.	ΔF;b [kN]	Bout [mm2]	Δσ;b [Mpa]	DC;b [Mpa]	Δσ;c;b [Mpa]	UC bout			
541	Derde Balk - Diag 3 top	50x50x5	1	M16	4.8	480	390	12.3	50	43	0.28	6.2	201	31.0	100	87	0.36			
543	Derde DWSRM - Horiz doorsnede	50x50x5	1	M16	0.3	480	390	0.8	50	43	0.02	0.5	201	2.3	100	87	0.03			
597	Leuningstijf BT	50x50x5	0		0.8	480	480	1.7	50	43	0.04	1.3	0	0.0	100	87	0.00			
598	Leuningregel BT	100x50x6	0		0.0	870	870	0.0	50	43	0.00	0.0	0	0.0	100	87	0.00			
599	Leuningligger BT	70x70x6	0		0.7	810	810	0.8	50	43	0.02	1.0	0	0.0	100	87	0.00			
600L	Zesde TSNSTK - 3rd CA upper hoi	90x90x8	3	M24	6.8	1390	1182	5.8	50	43	0.13	9.6	452	7.1	100	87	0.08			
600T	Zesde TSNSTK - 3rd CA upper hoi	90x90x8	3	M24	0.3	940	784	0.4	50	43	0.01	0.5	452	0.5	100	87	0.01			
601L	Zesde TSNSTK - CD 1 front	100x100x10	3	M24	22.1	1920	1660	13.3	50	43	0.31	32.0	452	23.6	100	87	0.27			
601T	Zesde TSNSTK - CD 1 side	80x80x6	2	M24	4.3	940	784	5.4	50	43	0.13	5.8	452	6.4	100	87	0.07			
602	Zesde TSNSTK - Diaphragm diag	80x80x6	2	M20	20.9	940	808	25.9	50	43	0.60	28.3	314	45.1	100	87	0.52			
603	Zesde TSNSTK - Diaphragm horiz	50x50x5	1	M16	0.4	480	390	1.1	50	43	0.03	0.7	201	3.4	100	87	0.04			
604T	Zesde TSNSTK - 3rd CA lower hor	80x80x6	4	M20	18.9	940	808	23.4	50	43	0.54	27.6	314	22.0	100	87	0.25			
605L	Zesde TSNSTK - CD 2 front	90x90x8	2	M24	34.0	1390	1182	28.8	50	43	0.66	50.7	452	56.1	100	87	0.65			
605T	Zesde TSNSTK - CD 2 side	90x90x8	2	M24	37.4	1390	1182	31.6	50	43	0.73	55.6	452	61.5	100	87	0.71			
606L	Zesde TSNSTK - CD 3 front	90x90x8	2	M24	30.8	1539	1305	23.6	50	43	0.54	45.9	452	50.8	100	87	0.58			
606T	Zesde TSNSTK - CD 3 side	90x90x8	2	M24	33.7	1390	1182	28.5	50	43	0.65	50.1	452	55.4	100	87	0.64			
607L	Zesde TSNSTK - CD 4 front	90x90x8	2	M24	27.9	1390	1182	23.6	50	43	0.54	41.5	452	45.9	100	87	0.53			
607T	Zesde TSNSTK - CD 4 side	90x90x8	2	M24	30.4	1390	1182	25.7	50	43	0.59	45.2	452	50.0	100	87	0.57			
608L	Vijfde TSNSTK - CD 1 front	90x90x8	2	M20	25.7	1230	1054	26.3	50	43	0.50	38.3	452	42.4	100	87	0.49			
608T	Vijfde TSNSTK - CD 1 side	80x80x6	2	M20	27.7	1390	1054	24.2	50	43	0.60	41.1	314	65.5	100	87	0.75			
609L	Vijfde TSNSTK - CD 2 front	90x90x8	2	M24	23.8	1390	1182	20.1	50	43	0.46	35.4	452	39.2	100	87	0.45			
609T	Vijfde TSNSTK - CD 2 side	80x80x6	2	M20	25.5	1230	1054	24.2	50	43	0.56	37.9	314	60.4	100	87	0.69			
610L	Vijfde TSNSTK - CD 3 front	130x130x12	4	M20	36.2	3000	2688	13.5	50	43	0.31	54.1	452	29.9	100	87	0.34			
610T	Vijfde TSNSTK - CD 3 side	80x80x6	2	M20	23.8	1230	1054	22.6	50	43	0.52	35.4	314	56.3	100	87	0.65			
611L	Vijfde TSNSTK - CD 4 front	100x100x10	3	M24	30.6	1920	1660	18.4	50	43	0.42	42.4	452	31.3	100	87	0.36			
611T	Vijfde TSNSTK - CD 4 side	100x100x8	4	M24	33.1	1550	1342	24.7	50	43	0.57	45.4	452	25.1	100	87	0.29			
612	Vijfde TSNSTK - Diaphragm diag	80x80x6	2	M20	14.2	940	808	17.6	50	43	0.40	19.4	314	30.9	100	87	0.36			
614L	Vijfde TSNSTK - Mid CA upper hoi	120x120x10	4	M24	11.0	2320	2060	5.3	50	43	0.12	16.7	452	9.2	100	87	0.11			
614T	Vijfde TSNSTK - Mid CA upper hoi	90x90x8	3	M20	0.9	1390	1214	0.8	50	43	0.02	1.4	314	1.5	100	87	0.02			
615T	Vijfde TSNSTK - Mid CA lower hoi	90x90x8	5	M24	13.6	1390	1182	11.5	50	43	0.27	19.9	452	8.8	100	87	0.10			
616L	Vierde TSNSTK - CD 1 front	100x100x10	2	M24	28.6	1920	1660	17.2	50	43	0.40	39.3	452	43.5	100	87	0.50			
616T	Vierde TSNSTK - CD 1 side	100x100x8	3	M24	31.2	1550	1342	23.2	50	43	0.53	42.7	452	31.5	100	87	0.36			
617L	Vierde TSNSTK - CD 2 front	100x100x10	2	M24	26.6	1920	1660	16.0	50	43	0.37	36.4	452	40.3	100	87	0.46			
617T	Vierde TSNSTK - CD 2 side	100x100x8	3	M24	29.2	1550	1342	21.8	50	43	0.50	40.1	452	29.6	100	87	0.34			
618L	Vierde TSNSTK - CD 3 front	100x100x8	2	M24	25.1	1550	1342	18.7	50	43	0.43	34.2	452	37.8	100	87	0.42			
618T	Vierde TSNSTK - CD 3 side	100x100x8	3	M24	27.6	1550	1342	20.6	50	43	0.47	37.8	452	27.9	100	87	0.32			
619L	Vierde TSNSTK - CD 4 front	100x100x10	2	M24	24.1	1920	1660	14.5	50	43	0.33	32.8	452	36.2	100	87	0.42			
619T	Vierde TSNSTK - CD 4 side	100x100x8	3	M24	26.1	1550	1342	19.5	50	43	0.45	35.8	452	26.4	100	87	0.30			
620L	Derde TSNSTK - CD 1 front	100x100x8	2	M20	16.8	1550	1374	12.3	50	43	0.28	24.0	314	38.2	100	87	0.44			
620T	Derde TSNSTK - CD 1 side	100x100x8	3	M24	24.5	1550	1342	18.3	50	43	0.42	33.5	452	24.7	100	87	0.28			
621L	Derde TSNSTK - CD 2 front	110x110x10	3	M24	25.6	2112	1852	13.8	50	43	0.32	32.7	452	24.1	100	87	0.28			
621T	Derde TSNSTK - CD 2 side	110x110x10	3	M24	29.3	2112	1852	15.8	50	43	0.36	37.8	452	27.9	100	87	0.32			
622L	Derde TSNSTK - Diag 1 front	110x110x10	2	M24	23.0	2112	1852	12.4	50	43	0.29	29.2	452	32.3	100	87	0.37			
622T	Derde TSNSTK - Diag 1 side	110x110x10	2	M24	26.8	2112	1852	14.5	50	43	0.33	34.7	452	38.4	100	87	0.44			
623T	Derde TSNSTK - Low CA low hori;	100x100x8	5	M24	4.7	1550	1342	3.5	50	43	0.08	6.2	452	2.7	100	87	0.03			
624T	Derde TSNSTK - Low CA upper hc	110x110x10	3	M24	1.3	2112	1852	0.7	50	43	0.02	1.9	452	1.4	100	87	0.02			
625	Derde TSNSTK - Diaphragm diag	80x80x6	1	M20	5.1	940	808	6.3	50	43	0.14	6.5	314	20.8	100	87	0.24			
626L	Derde TSNSTK - Diaphragm horiz	60x60x6	1	M16	0.2	690	582	0.3	50	43	0.01	0.2	201	1.2	100	87	0.01			

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					ΔF;o [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	Δσ;o [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			
627L	Derde TSNSTK - Low CA upper hc	110x110x10	4	M24	6.5	2112	1852	3.5	50	43	0.08	8.5	452	4.7	100	87	0.05			
628L	Tweede TSNSTK - Diaphragm hor	90x90x9	3	M24	14.4	1539	1305	11.0	50	43	0.25	19.5	452	14.4	100	87	0.17			
628T	Tweede TSNSTK - Diaphragm hor	100x100x10	3	M24	13.2	1920	1660	7.9	50	43	0.18	17.9	452	13.2	100	87	0.15			
629	Tweede TSNSTK - Diaphragm dia	60x60x6	1	M16	1.9	690	582	3.3	50	43	0.08	2.8	201	13.9	100	87	0.16			
630	Tweede TSNSTK - Diaphragm hor	70x70x6	1	M20	0.0	810	678	0.1	50	43	0.00	0.1	314	0.2	100	87	0.00			
631L	Tweede TSNSTK - Diag 1 front	100x100x10	2	M24	24.2	1920	1660	14.6	50	43	0.34	30.3	452	33.5	100	87	0.39			
631T	Tweede TSNSTK - Diag 1 side	100x100x10	3	M24	25.9	1920	1660	15.6	50	43	0.36	35.2	452	26.0	100	87	0.30			
635L	Eerste TSNSTK - Diag 1 front	120x120x10	2	M24	12.4	2320	2060	6.0	50	43	0.14	15.5	452	17.2	100	87	0.20			
635T	Eerste TSNSTK - Diag 1 side	120x120x10	2	M24	14.3	2320	2060	7.0	50	43	0.16	19.5	452	21.6	100	87	0.25			
636L	Eerste TSNSTK - Horiz 1 front	80x80x6	1	M20	0.3	940	808	0.4	50	43	0.01	0.4	314	1.2	100	87	0.01			
636T	Eerste TSNSTK - Horiz 1 side	80x80x6	1	M20	0.2	940	808	0.3	50	43	0.01	0.3	314	0.9	100	87	0.01			
637L	Eerste TSNSTK - Diag 2 front	120x120x10	3	M24	12.5	2320	2060	6.1	50	43	0.14	15.7	452	11.6	100	87	0.13			
637T	Eerste TSNSTK - Diag 2 side	120x120x10	3	M24	14.0	2320	2060	6.8	50	43	0.16	19.2	452	14.1	100	87	0.16			
638L	Eerste TSNSTK - Diag 3 front	120x120x12	3	M24	10.8	2750	2438	4.4	50	43	0.10	13.5	452	10.0	100	87	0.11			
638T	Eerste TSNSTK - Diag 3 side	120x120x12	3	M24	12.1	2750	2438	5.0	50	43	0.11	16.5	452	12.2	100	87	0.14			
639L	Broekstuk - Diaphragm horiz fror	110x110x10	1	M24	0.3	2112	1852	0.1	50	43	0.00	0.3	452	0.8	100	87	0.01			
639T	Broekstuk - Diaphragm horiz side	110x110x10	1	M24	0.1	2112	1852	0.1	50	43	0.00	0.2	452	0.4	100	87	0.00			
640	Broekstuk - Diaphragm diag main	100x100x8	1	M24	0.4	1550	1342	0.3	50	43	0.01	0.5	452	1.2	100	87	0.01			
641	Broekstuk - Diaphragm diag corn	80x80x6	1	M20	0.0	940	808	0.0	50	43	0.00	0.1	314	0.2	100	87	0.00			
642	Broekstuk - Diaphragm horiz	70x70x6	1	M20	0.1	810	678	0.1	50	43	0.00	0.1	314	0.2	100	87	0.00			
643L	Broekstuk - Main diagonal front	110x110x10	3	M24	11.3	2112	1852	6.1	50	43	0.14	14.2	452	10.4	100	87	0.12			
643T	Broekstuk - Main diagonal side	110x110x10	3	M24	11.9	2112	1852	6.4	50	43	0.15	16.4	452	12.1	100	87	0.14			
645	Broekstuk - 2nd Diaphragm diag	80x80x6	1	M20	0.3	940	808	0.4	50	43	0.01	0.5	314	1.5	100	87	0.02			
646L	Broekstuk - 2nd Diaphragm horiz	80x80x6	1	M20	0.0	940	808	0.0	50	43	0.00	0.0	314	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 hoekmasten

ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN

# Mastrapportage GT-TLB 3-ct. HC+0/n

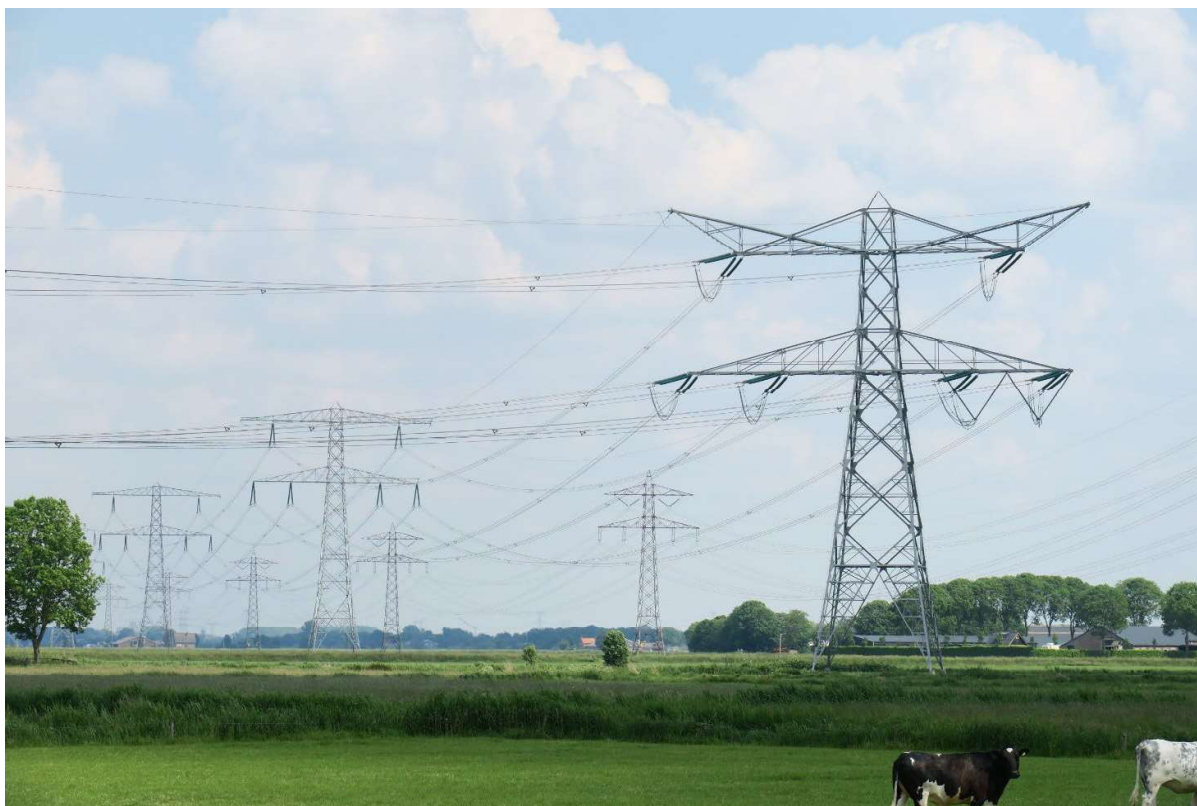
TenneT TSO B.V.

Meridian doc.nr.: 002.678.00 0934578

Rapport nr.: 21-0893, Rev. 3

Datum: 2022-04-29

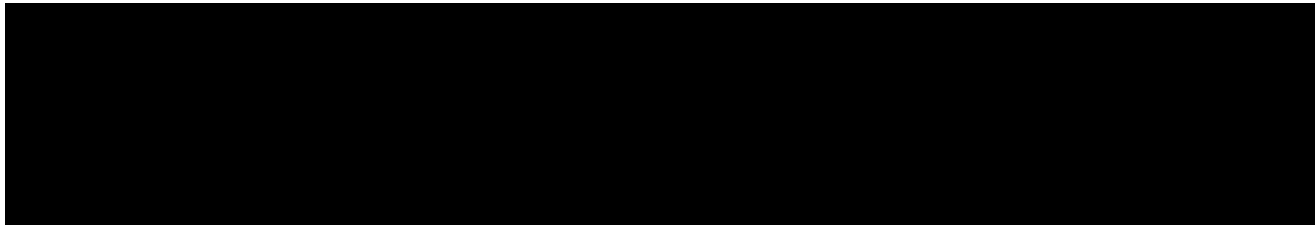
<b>DATUM:</b>	<b>30-05-2022</b>
<b>STATUS TENNET:</b>	<b>DEFINITIEF</b>
<b>REVISIE TENNET:</b>	<b>1.0</b>





Projectnaam: Zuid-West 380 kV Oost Verbindingen  
Rapport titel: Mastrapportage GT-TLB 3-ct. HC+0/n  
Klant: TenneT TSO B.V.,  
Contactpersoon klant: XXXXXXXXXX  
Datum uitgave: 2022-04-29  
Project nr.: 10124719  
Organisatie unit: TDT  
Meridian doc.nr.: 002.678.00 0934578  
Rapport nr.: 21-0893, Rev. 3

Energy Systems  
DNV Netherlands B.V.  
Utrechtseweg 310-B50  
6812 AR Arnhem  
  
Tel: 026 356 9111  
Handelsregister Arnhem 09006404



Copyright © DNV 2022. All rights reserved. Unless otherwise agreed in writing: (i) This publication or parts thereof may not be copied, reproduced or transmitted in any form, or by any means, whether digitally or otherwise; (ii) The content of this publication shall be kept confidential by the customer; (iii) No third party may rely on its contents; and (iv) DNV undertakes no duty of care toward any third party. Reference to part of this publication which may lead to misinterpretation is prohibited.

DNV Distributie:

- Open
- Intern
- Commercieel vertrouwelijk
- Vertrouwelijk
- Geheim

\*Specificatie distributie: --

Trefwoorden:

Rev.	Datum	Reden van uitgave	Auteur	Beoordelaar	Goedkeuder
0	2021-09-20	Eerste uitgave			
1	2021-10-06	Aangepast n.a.v. RFA			
2	2021-10-25	Aangepast n.a.v. RFA			
3	2022-04-29	Stomp einde traverse 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	Mastbeelden	4
3.2	Uitgangspunten berekening	6
3.3	Mastenlijst	6
3.4	Geleiderbelastingen	6
3.5	Reacties op de fundering	6
3.6	Modellering	6
3.7	Overige controles	7
3.8	Mastgewicht	7
3.9	Aanpassingen ten opzichte van bestaande constructie HC+0 (type D)	7
4	TOETSING .....	8
4.1	Resultaat PLS-TOWER	8
4.2	Toetsing overige onderdelen	9
Appendix A	Geleiderbelastingen	
Appendix B	Resultaten PLS tower	
Appendix C	Knikverkorters	
Appendix D	Blokdeuvels	
Appendix E	Liggers	
Appendix F	Galloping	

## 1 INLEIDING

In het basisontwerp van de vakwerkmasten voor de verbinding GT-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 masttype HC+0/n 3-circuit masten voor de reconstructie. Deze mast is gebaseerd op het bestaande HC+0 of "Type D" masttype uit de verbinding GT-TLB380 met de aanpassingen om te voldoen aan de belasting uit de nieuwe situatie en de huidige ontwerpeisen van TenneT.

In deze rapportage is de toetsing van de mast van de steunmast HC+0/n 3-circuit opgenomen. De toetsing bestaat uit controle van:

- de profielen en boutverbindingen onderdeel van de hoofd draagconstructie;
- de knikverkorters;
- de verbinding met de fundatie via blokdeuvels;
- de liggers voor de isolatorkettingen.

Buiten de scope van dit DO-rapport valt de controle van de schetsplaten en overige verbindingdetails in de constructie. Dit moet in de UO-fase worden uitgewerkt. Ook de voorzieningen voor de 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 reconstructies”.

### 2.4 Ontwerprapporten

Voor de achtergrond van het ontwerp wordt verwezen naar het uitgangspuntenrapport “D1.3 Uitgangspunten reconstructies”, DNV GL rapport 21-0702, Meridiannummer 002.678.00 0927721.

### 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	16.95
Mastberekeningen	PLS-TOWER	16.95
Constructieve analyse	AxisVM	X5 R4h



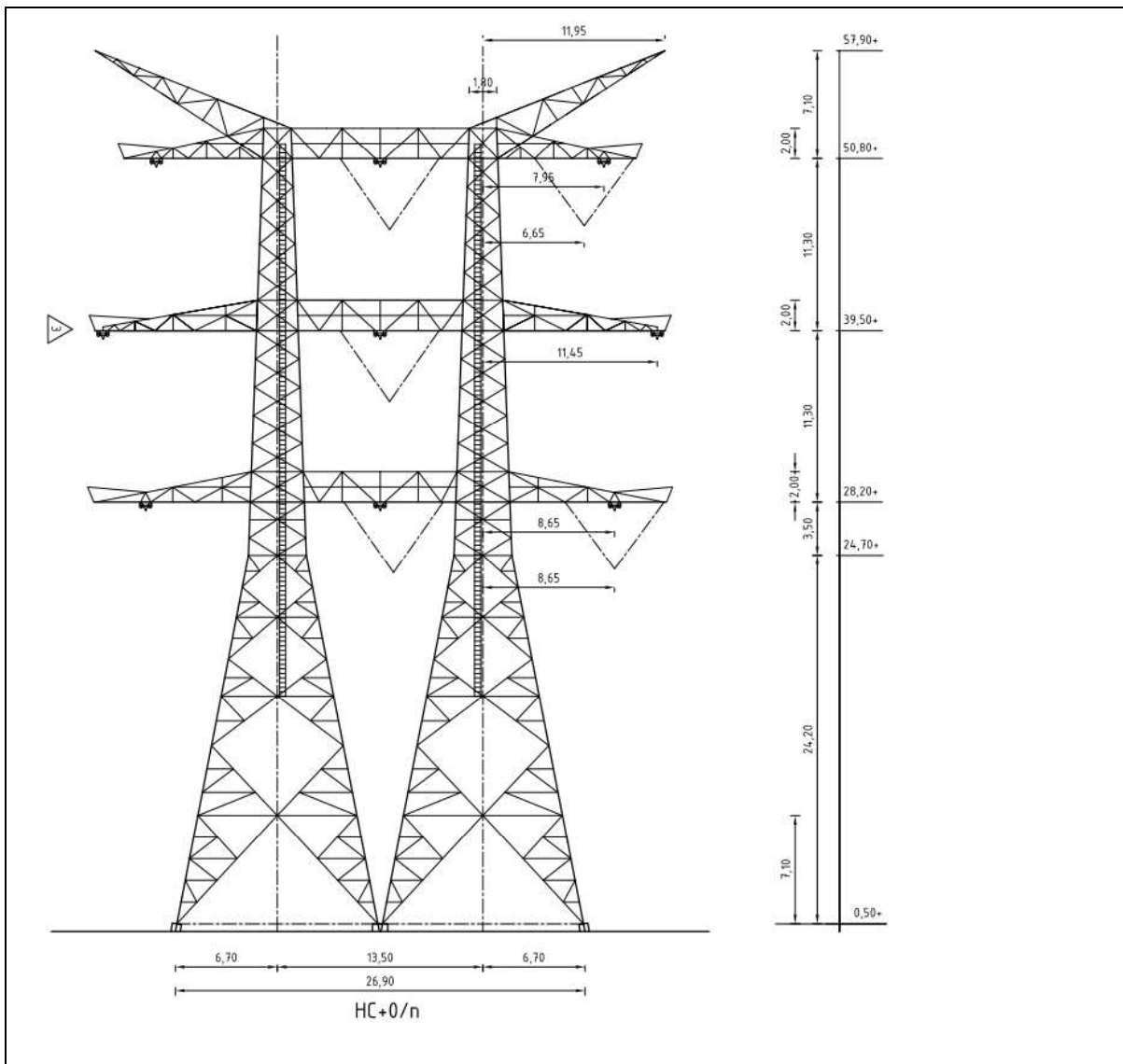
### 3 MASTONTWERP

#### 3.1 Mastbeelden

In dit hoofdstuk worden de mastbeelden weergegeven met de belangrijkste maatvoering, de figuren zijn ontleend aan de bij deze rapportage horende tekeningen van de masttypen. Het gaat om de volgende tekeningen:

- Overzichtstekening HC+0/n, Meridiannummer 002.678.00 0934595
- Principedetails GT-TLB, Meridiannummer 002.678.00 0935109

Masttype reconstructie HC+0/n is een hoekmast voor drie circuits 380 kV.

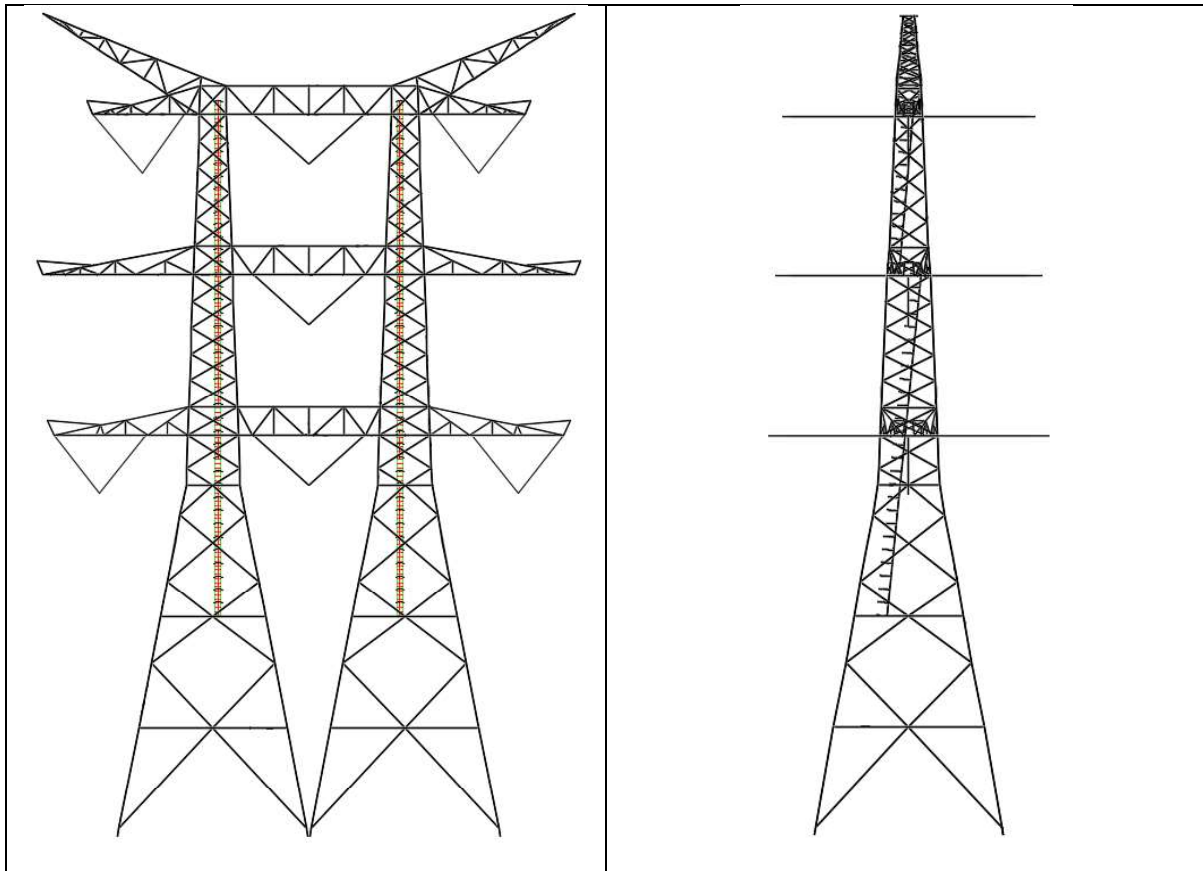


Figuur 1 Mastbeeld masttype HC+0/n 3-ct

De ladder op de constructie is zo geplaatst dat deze geen belemmering vormt voor constructiedelen in het torenlichaam. Er moeten twee ladders worden geïnstalleerd en 4 platforms. De eerste ladder begint bij het tweede horizontale verband en eindigt bij de middentraverse. De tweede ladder begint bij de middentraverse en eindigt bij de boventraverse.

De platforms die gemakkelijk staan en toegang tot de ladders mogelijk maken, bevinden zich op het tweede horizontale verband, ondertraverse, middentraverse en boventraverse.

Klimbouten moeten vanaf 2,5 m boven het maaiveld worden geïnstalleerd en worden op beide buitenste poten van de toren geplaatst. De klimbouten worden geïnstalleerd tot voldoende hoogte boven het niveau van het eerste bordes dat dient voor de overstap van klimbouten naar de ladder.



**Figuur 2 Mastbeeld masttype HC+0/n 3-ct met ladder**

## 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

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

**Tabel 6** Mastenlijst HC+0/n

Mast-nummer	Masttype	Lijnhoek (°)	Wind span (m)	Weight span (m)	Hoogteverschil ba+ah (m)	Hoogteverschil back (m)	Hoogteverschil ahead (m)
<b>41N</b>	HC+0/n	133.9	313.0	325.0	-3.25	-3.6	+0.35

## 3.4 Geleiderbelastingen

De berekening is uitgevoerd met het geleiderbelastingprogramma van DNV. 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.

Opmerking 1: De trekparameter tussen het uitgangspuntenrapport en Appendix A verschilt, zie het uitgangspuntenrapportage voor nadere toelichting.

Opmerking 2: in de berekening is in tegenstelling tot wat is vermeld in het uitgangspuntenrapport als conservatieve aanname rekening gehouden met de belasting door een antenne-opstelling.

## 3.5 Reacties op de fundering

De oplegreacties op de fundering worden ontleend aan de uitvoer van PLS-TOWER. Zie Appendix A. Er is onderscheid gemaakt tussen de vier buitenpoten, en de twee middenpoten.

## 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.

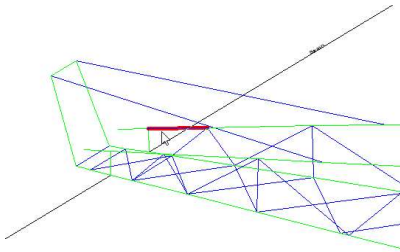
De geleiderbelastingen vanuit het geleiderbelastingenprogramma zijn als invoer voor de belastingen gebruikt.

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 Modellerings stompe traverse

Opmerking bij revisie 3: de middentraverse zal met een "stompe punt" worden uitgevoerd. In de modellering is dit meegenomen. De staafkrachten in de diagonalen van het zijvlak van de traverse zijn berekend uitgaande van diagonalen met scharnierende verbindingen. Voor de staafkrachten in de diagonalen is dit een veilige aanname.



**Figuur 3 Aansluitende staaf op knoopplaat**

In werkelijkheid zal de knoopplaat op het einde van de traverse ook krachten overdragen. Om een veilige waarde te vinden voor de kracht in de bovenrand waar deze aansluit op de knoopplaat, zie Figuur 3, is uitgegaan van een buigstijve verbinding. Dit is uitgevoerd door een fictief profiel UNP300 als eindverticaal te schematiseren. In Appendix B is aan het einde de kracht in de bovenrand opgegeven waarmee de knoopplaat berekend kan worden.

### 3.8 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 zijn gecontroleerd in Appendix E. De liggers van de afspankettingen en de liggers voor de bretelle-zijn opgenomen. Appendix F omvat de toetsing op galloping. Vanwege galloping zijn de onderranden van de midden- en boventraverse verzwakt en zijn enkele diagonalen in de traverse verzwakt.

### 3.9 Mastgewicht

Het totale mastgewicht van masttype HC+0/n 3-ct is met de uitgangspunten van paragraaf 3.6 bepaald op 79,1 ton.

### 3.10 Aanpassingen ten opzichte van bestaande constructie HC+0 (type D)

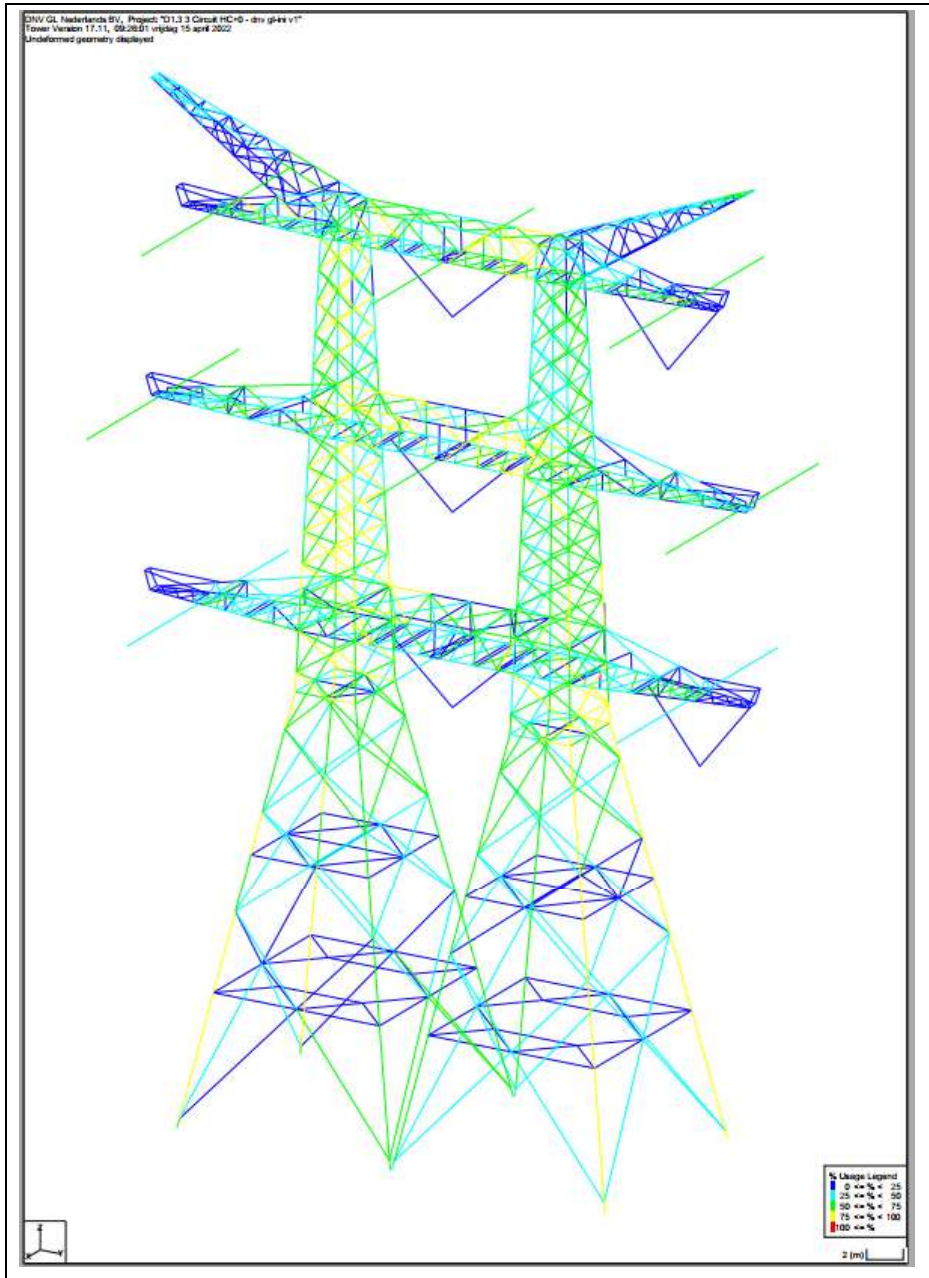
De bestaande mastconstructie is overgenomen wat betreft geleiderposities en hoofdafmetingen van de constructie. De diagonaalverbanden zijn grotendeels gelijk ingedeeld, maar wijken af in het onderstuk. Diagonalen zijn daarin als een doorlopend profiel uitgevoerd. Verspringende diagonalen tussen zijvlakken zijn gelijk genomen. In de traverse en de brug zijn stabiliteitsverbanden toegevoegd en diagonaalindelingen gewijzigd vanwege veiligheidseisen. In het zijvlak van de brug zijn profielen anders ingedeeld en aangepast. Daarnaast zijn er in de constructie vanwege de ladder extra voorzieningen nodig.

## 4 TOETSING

### 4.1 Resultaat PLS-TOWER

Het resultaat van de toetsing met PLS-TOWER is per masttype weergegeven in Figuur 3. Voor elk masttype zijn de belastingen apart bepaald.

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 4 Resultaat PLS-TOWER voor de steunmast HC+0/n 3-ct

## 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
Galloping	Voldoet	Appendix F



## APPENDIX A

### Geleiderbelastingen

---

Geleiderbelastingen opgenomen:

- Masttype HC+0/n





Project: GT-TLB380  
Tower: HC+0  
Number: 41N

Auteur: TBR  
Versie: v12.0

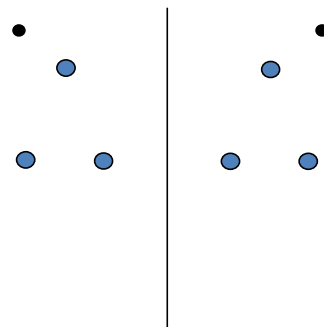
### Geleiderbelastingen

#### Algemeen

Benaming HC+0  
Masttype Hoekmast  
Aantal circuits 3  
Configuratie 3-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 0  
n.v.t.  
Windgebied III  
Windsnelheid (m/s) 24,5  
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	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Circuit 2	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Circuit 3	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	2 %	2 %	1600

#### Geleiders Ahead

Omschrijving	Spanning	Geleider Ahead	Bundel Ah	IJsgebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden $P_{ahead}$
Circuit 1	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Circuit 2	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Circuit 3	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	2 %	2 %	1600

#### Isolatoren (1)

Omschrijving	Ophanging	Gewicht [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <sup>2</sup> ]
Circuit 1	Afspanketting	6,00	7,90	2,66
Circuit 2	Afspanketting	6,00	7,90	2,66
Circuit 3	Afspanketting	6,00	7,90	2,66
Bliksemdraad 1	Vast (Bliksemdraad)	0,10	0,20	0,10
Bliksemdraad 2	Vast (Bliksemdraad)	0,10	0,20	0,10

1. Eigenschappen gelden voor geheel van de isolatorset

#### Ophanghoogte en positie in mast

Circuits	Aanduiding	Nummer	Ophanghoogte	Aangrijppunt	Positie in mast Horizontale afstand
Circuit 1	10	380ct1f1	50,8 m	50,8 m	14,7 m
Circuit 1	11	380ct1f2	39,5 m	39,5 m	18,2 m
Circuit 1	12	380ct1f3	28,2 m	28,2 m	15,4 m
Circuit 2	20	380ct2f1	50,8 m	50,8 m	0,0 m
Circuit 2	21	380ct2f2	39,5 m	39,5 m	0,0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	28,2 m	28,2 m	0,0 m
Circuit 3	30	380ct3f1	50,8 m	50,8 m	-14,7 m
Circuit 3	31	380ct3f2	39,5 m	39,5 m	-18,2 m
Circuit 3	32	380ct3f3	28,2 m	28,2 m	-15,4 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	57,7 m	57,9 m	18,7 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	57,7 m	57,9 m	-18,7 m

Project: GT-TLB380  
 Tower: HC+0  
 Number: 41N

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

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

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

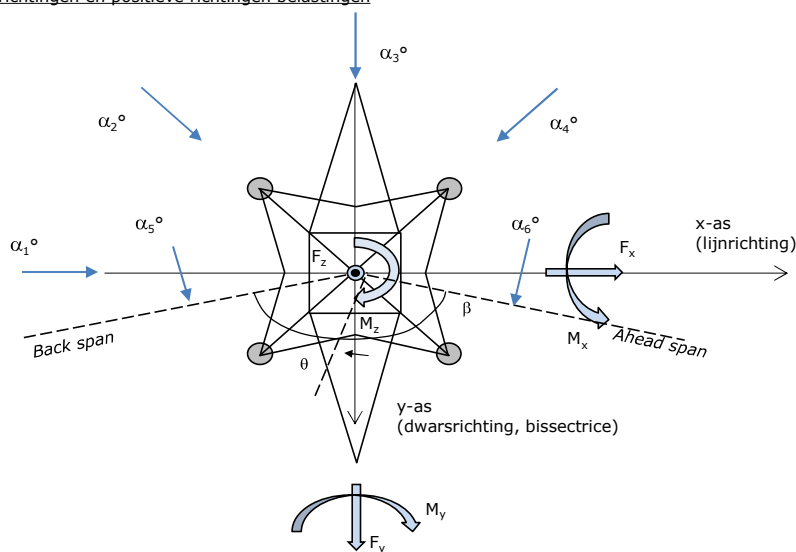
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h$ back	$\Delta h$ ahead	$\Delta y$ back	$\Delta y$ ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
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
Circuit 3	30	380ct3f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 3	31	380ct3f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 3	32	380ct3f3	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: Geleiderbelastingen	$\alpha_2$	45 °
	$\alpha_3$	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: GT-TLB380  
 Tower: HC+0  
 Number: 41N

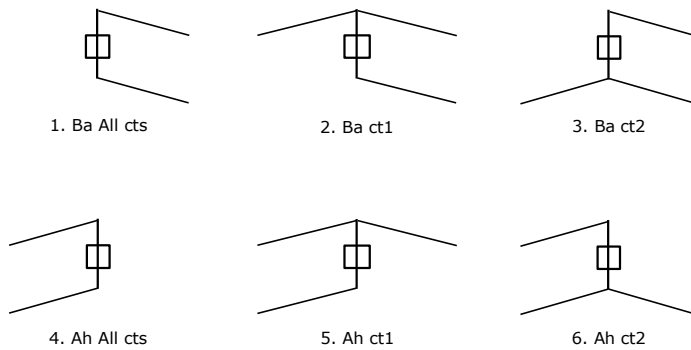
### Geleiderafval

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	380ct1f1	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f2	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f3	1	0	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f1	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f2	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f3	0	1	1	0	1	0
Circuit 3	380ct3f1	0	1	1	0	1	0
Circuit 3	380ct3f2	0	1	1	0	1	0
Circuit 3	380ct3f3	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.

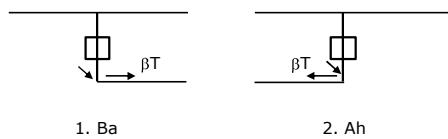
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: GT-TLB380  
 Tower: HC+0  
 Number: 41N

### Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

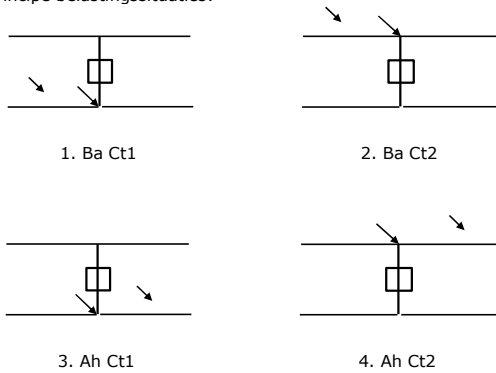
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden 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 en 2, uitgangspunt is symmetrie tussen back / ahead.

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

Principe belastingssituaties:



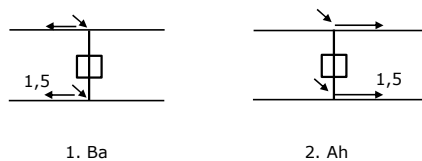
### Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

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

Beschouwde situaties lijndansen 8: 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: GT-TLB380  
 Tower: HC+0  
 Number: 41N

## Mastconstructie

### Eigenschappen

Masttype	Hoekmast	
Mastbenaming	HC+0	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	57,9 m	
Gewicht mast	719,0 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>		
	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	26,90	26,90 m
Helling van de randstijl	0,245	1,270 -
Factor spatkracht	1,3	1,3 -

### 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>
Broekstuk1	7,60	26,90	7,60	7,60	1,270	131,10	21,19	0,16	3,10
Tussenstuk1	24,70	7,60	6,01	17,10	0,047	116,35	23,20	0,20	2,93
Tussenstuk2	30,20	6,01	5,21	5,50	0,073	30,84	7,27	0,24	2,78
Bovenstuk1	41,50	5,21	3,60	11,30	0,071	49,77	10,95	0,22	2,84
Bovenstuk2	52,80	3,60		11,30		20,34	4,88	0,24	2,76
Topstuk									
Ondertraverse	28,20	15,25	5,05	2,00		53,75	4,06	0,08	3,53
Middentraverse	39,50	15,95	5,38	2,00		58,87	4,69	0,08	3,51
Boventraverse	50,80	14,89	5,80	2,00		58,09	4,55	0,08	3,52
Bliksempiek	52,80	13,10		2,73		17,88	3,58	0,20	2,93

### 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>
Broekstuk1	11,60	26,90	21,21	11,60	1,270	131,10	37,79	0,29	2,58
Tussenstuk1	24,10	21,21	7,64	12,50	0,047	116,35	30,47	0,26	2,68
Tussenstuk2	27,60	7,64	2,81	3,50	0,073	30,84	4,39	0,14	3,19
Bovenstuk1	38,90	2,81	3,60	11,30	0,071	49,77	6,52	0,13	3,25
Bovenstuk2	50,20	3,60	1,80	11,30	0,159	20,34	6,10	0,30	2,53
Topstuk		1,80							
Ondertraverse	28,20	15,25	5,05	2,00		53,75	4,06	0,08	3,53
Middentraverse	39,50	15,95	5,38	2,00		58,87	4,69	0,08	3,51
Boventraverse	50,80	14,89	5,80	2,00		58,09	4,55	0,08	3,52
Bliksempiek	52,80	13,10		2,73		17,88	3,58	0,20	2,93

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

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

Project: GT-TLB380  
 Tower: HC+0  
 Number: 41N

#### Windoppervlak feeders telecominstallaties

Onderdeel	A (m <sup>2</sup> /m)	Factor	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk1	0,20	0,71	7,6	1,1
Tussenstuk1	0,20	0,71	17,1	2,4
Tussenstuk2	0,20	0,71	5,5	0,8
Bovenstuk1				
Bovenstuk2				

#### Invoer antennes

Omschrijving	A (m <sup>2</sup> )	h (m)	C <sub>i</sub> (m)
Antenne top			
Antenne o.t.	4,0	35	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]
Broekstuk1	0,70	46,1	48,5	0,0	-48,5	5,8	267,4	281,5	0,0	-281,5
Tussenstuk1	0,85	57,7	53,8	0,0	-53,8	17,9	1029,7	960,3	0,0	-960,3
Tussenstuk2	0,95	19,1	13,8	0,0	-13,8	25,9	494,8	355,7	0,0	-355,7
Bovenstuk1	1,02	31,8	22,7	0,0	-22,7	33,3	1058,0	754,2	0,0	-754,2
Bovenstuk2	1,10	14,9	13,5	0,0	-13,5	44,6	661,8	602,8	0,0	-602,8
Topstuk	0,70					0,0				
Ondertraverse	0,98	28,1	16,7	0,0	-16,7	28,9	809,9	481,0	0,0	-481,0
Middentraverse	1,07	35,3	21,0	0,0	-21,0	40,2	1418,7	842,6	0,0	-842,6
Boventraverse	1,14	36,7	21,8	0,0	-21,8	51,5	1886,7	1120,7	0,0	-1120,7
Bliksempiek	1,16	24,2	14,4	0,0	-14,4	53,7	1302,4	773,6	0,0	-773,6
<b>Totaal</b>		<b>293,9</b>	<b>226,1</b>	<b>0,0</b>	<b>-226,1</b>		<b>8929,4</b>	<b>6172,4</b>	<b>0,0</b>	<b>-6172,4</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]
Broekstuk1	0,70	0,0	48,5	68,3	48,5	5,8	0,0	281,5	396,0	281,5
Tussenstuk1	0,85	0,0	53,8	69,1	53,8	17,9	0,0	960,3	1233,7	960,3
Tussenstuk2	0,95	0,0	13,8	13,3	13,8	25,9	0,0	355,7	343,5	355,7
Bovenstuk1	1,02	0,0	22,7	21,6	22,7	33,3	0,0	754,2	719,7	754,2
Bovenstuk2	1,10	0,0	13,5	17,0	13,5	44,6	0,0	602,8	759,0	602,8
Topstuk	0,70					0,0				
Ondertraverse	0,98	0,0	16,7	11,2	16,7	28,9	0,0	481,0	324,0	481,0
Middentraverse	1,07	0,0	21,0	14,1	21,0	40,2	0,0	842,6	567,5	842,6
Boventraverse	1,14	0,0	21,8	14,7	21,8	51,5	0,0	1120,7	754,7	1120,7
Bliksempiek	1,16	0,0	14,4	9,7	14,4	53,7	0,0	773,6	521,0	773,6
<b>Totaal</b>		<b>0,0</b>	<b>226,1</b>	<b>239,1</b>	<b>226,1</b>		<b>0,0</b>	<b>6172,4</b>	<b>5619,0</b>	<b>6172,4</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	719	0	0	0
Windrichting 0°	300	0	0	0	9146	0
Windrichting 45°	230	230	0	6326	6326	0
Windrichting 90°	0	245	0	5836	0	0
Windrichting 135°	-230	230	0	6326	-6326	0

Project: GT-TLB380  
 Tower: HC+0  
 Number: 41N

### 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	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-05
Circuit 2	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-05
Circuit 3	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-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	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-05
Circuit 2	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-05
Circuit 3	ACCC-Warsaw	27,7	571,0	14,98	62700	1,88E-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	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Circuit 2	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Circuit 3	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Bliksemdraad 1	1	2	9,6	A	15+0,4d	23,7	23,7
Bliksemdraad 2	1	2	9,3	A	15+0,4d	23,7	23,7

#### Verticale belasting ahead

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsgebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Circuit 2	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Circuit 3	3	2	45,8	B	4+0,2d	9,5	28,6
Bliksemdraad 1	1	2	9,6	A	15+0,4d	23,7	23,7
Bliksemdraad 2	1	2	9,3	A	15+0,4d	23,7	23,7

#### Isolatoren

Geleider	$G_{isolator}$ [kN]	Aantal	$F_{v,iso}$ [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <sup>2</sup> ]	Windhoogte [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]	Vormfactor [-]	$F_{h,iso}$ [kN]
380ct1f1	6,00	1	6	7,9	2,7	51,30	1,14	1,2	3,65
380ct1f2	6,00	1	6	7,9	2,7	40,00	1,07	1,2	3,42
380ct1f3	6,00	1	6	7,9	2,7	28,70	0,98	1,2	3,12
380ct2f1	6,00	1	6	7,9	2,7	51,30	1,14	1,2	3,65
380ct2f2	6,00	1	6	7,9	2,7	40,00	1,07	1,2	3,42
380ct2f3	6,00	1	6	7,9	2,7	28,70	0,98	1,2	3,12
380ct3f1	6,00	1	6	7,9	2,7	51,30	1,14	1,2	3,65
380ct3f2	6,00	1	6	7,9	2,7	40,00	1,07	1,2	3,42
380ct3f3	6,00	1	6	7,9	2,7	28,70	0,98	1,2	3,12
bl1	0,10	0,5	0,05	0,2	0,1	58,20	1,18	1,2	0,14
bl2	0,10	0,5	0,05	0,2	0,1	58,20	1,18	1,2	0,14

Project: GT-TLB380  
 Tower: HC+0  
 Number: 41N

#### 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	45,5	1,11	0,61	0,67	1,07	28,25	61,1	67,2	46,9	114,1	125,5
380ct1f2	34,2	1,03	0,59	0,65	1,09	28,25	55,6	61,2	46,9	101,8	112,0
380ct1f3	22,9	0,91	0,56	0,61	1,12	28,25	48,2	53,1	46,9	85,8	94,5
380ct2f1	45,5	1,11	0,61	0,67	1,07	28,25	61,1	67,2	46,9	114,1	125,5
380ct2f2	34,2	1,03	0,59	0,65	1,09	28,25	55,6	61,2	46,9	101,8	112,0
380ct2f3	22,9	0,91	0,56	0,61	1,12	28,25	48,2	53,1	46,9	85,8	94,5
380ct3f1	45,5	1,11	0,61	0,67	1,07	28,25	61,1	67,2	46,9	114,1	125,5
380ct3f2	34,2	1,03	0,59	0,65	1,09	28,25	55,6	61,2	46,9	101,8	112,0
380ct3f3	22,9	0,91	0,56	0,61	1,12	28,25	48,2	53,1	46,9	85,8	94,5
bl1	52,4	1,15	0,62	0,68	1,18	22,24	18,8	20,6	63,1	54,1	59,4
bl2	52,4	1,15	0,62	0,68	1,18	22,13	18,7	20,6	63,0	54,0	59,4

#### 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	45,5	1,11	0,61	0,67	1,07	28,25	61,1	67,2	46,9	114,1	125,5
380ct1f2	34,2	1,03	0,59	0,65	1,09	28,25	55,6	61,2	46,9	101,8	112,0
380ct1f3	22,9	0,91	0,56	0,61	1,12	28,25	48,2	53,1	46,9	85,8	94,5
380ct2f1	45,5	1,11	0,61	0,67	1,07	28,25	61,1	67,2	46,9	114,1	125,5
380ct2f2	34,2	1,03	0,59	0,65	1,09	28,25	55,6	61,2	46,9	101,8	112,0
380ct2f3	22,9	0,91	0,56	0,61	1,12	28,25	48,2	53,1	46,9	85,8	94,5
380ct3f1	45,5	1,11	0,61	0,67	1,07	28,25	61,1	67,2	46,9	114,1	125,5
380ct3f2	34,2	1,03	0,59	0,65	1,09	28,25	55,6	61,2	46,9	101,8	112,0
380ct3f3	22,9	0,91	0,56	0,61	1,12	28,25	48,2	53,1	46,9	85,8	94,5
bl1	52,4	1,15	0,62	0,68	1,18	22,24	18,8	20,6	63,1	54,1	59,4
bl2	52,4	1,15	0,62	0,68	1,18	22,13	18,7	20,6	63,0	54,0	59,4

NB: belastingen  $w_v$  gelden voor bundel



Project: GT-TLB380  
 Masttype: HC+0  
 Mast: 41N

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 6  
 Aantal belastingcombinaties ULS 83  
 Aantal belastingcombinaties SPLS 216  
 Aantal belastingcombinaties SLS 15  
 Aantal knooplasten 8478

Project: GT-TLB380  
 Masttype: HC+0  
 Mast: 41N

### 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	-52,9	52,9	36,2	36,2	10,3	10,3
380ct1f1	-136,1	136,1	100,8	100,8	28,8	28,8
380ct1f2	-133,7	133,7	94,9	94,9	28,8	28,8
380ct1f3	-131,0	131,0	86,9	86,9	28,7	28,7
380ct2f1	-136,1	136,1	100,8	100,8	28,8	28,8
380ct2f2	-133,7	133,7	94,9	94,9	28,8	28,8
380ct2f3	-131,0	131,0	86,9	86,9	28,7	28,7
380ct3f1	-136,1	136,1	100,8	100,8	28,8	28,8
380ct3f2	-133,7	133,7	94,9	94,9	28,8	28,8
380ct3f3	-131,0	131,0	86,9	86,9	28,7	28,7
bl2	-52,2	52,2	35,8	35,8	10,2	10,2
V-fixatie 1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
V-fixatie 2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
V-fixatie 3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
V-fixatie 4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
V-fixatie 5	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	444,7	446,4	440,0
380ct1f1	442,3	445,3	440,0
380ct1f2	441,9	445,1	440,0
380ct1f3	441,4	444,9	440,0
380ct2f1	442,3	445,3	440,0
380ct2f2	441,9	445,1	440,0
380ct2f3	441,4	444,9	440,0
380ct3f1	442,3	445,3	440,0
380ct3f2	441,9	445,1	440,0
380ct3f3	441,4	444,9	440,0
bl2	444,9	446,5	440,0
V-fixatie 1			
V-fixatie 2			
V-fixatie 3			
V-fixatie 4			
V-fixatie 5			

#### Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	476,6	432,6
380ct1f1	461,5	440,0
380ct1f2	458,5	439,4
380ct1f3	454,7	438,8
380ct2f1	461,5	440,0
380ct2f2	458,5	439,4
380ct2f3	454,7	438,8
380ct3f1	461,5	440,0
380ct3f2	458,5	439,4
380ct3f3	454,7	438,8
bl2	477,7	432,4
V-fixatie 1		
V-fixatie 2		
V-fixatie 3		
V-fixatie 4		
V-fixatie 5		

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

Voor alle geleiders	Wind / Weight span verhouding
Max. weight span	477,7 m
Min. weight span	299,9 m
	1,194 -
	0,750 -

Project: GT-TLB380  
 Masttype: HC+0  
 Mast: 41N

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

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	30,7	67,7	10,3	-63,9	63,9
380ct1f1	103,0	172,0	28,8	-164,0	164,0
380ct1f2	102,6	168,5	28,8	-160,6	160,6
380ct1f3	102,5	164,3	28,7	-156,6	156,6
380ct2f1	103,0	172,0	28,8	-164,0	164,0
380ct2f2	102,6	168,5	28,8	-160,6	160,6
380ct2f3	102,5	164,3	28,7	-156,6	156,6
380ct3f1	103,0	172,0	28,8	-164,0	164,0
380ct3f2	102,6	168,5	28,8	-160,6	160,6
380ct3f3	102,5	164,3	28,7	-156,6	156,6
bl2	30,3	66,8	10,2	-63,1	63,1
V-fixatie 1	4,1	4,1	6,8	0,0	
V-fixatie 2	4,1	4,1	6,8	0,0	
V-fixatie 3	3,8	3,8	6,8	0,0	
V-fixatie 4	3,5	3,5	6,8	0,0	
V-fixatie 5	3,5	3,5	6,8	0,0	

**EDS-belastingen geleiders**

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	13,3	7,6	2,2	-15,3	15,3
380ct1f1	63,5	36,7	16,1	-73,3	73,3
380ct1f2	63,5	36,7	16,1	-73,3	73,3
380ct1f3	63,5	36,7	16,1	-73,3	73,3
380ct2f1	63,5	36,7	16,1	-73,3	73,3
380ct2f2	63,5	36,7	16,1	-73,3	73,3
380ct2f3	63,5	36,7	16,1	-73,3	73,3
380ct3f1	63,5	36,7	16,1	-73,3	73,3
380ct3f2	63,5	36,7	16,1	-73,3	73,3
380ct3f3	63,5	36,7	16,1	-73,3	73,3
bl2	12,9	7,4	2,1	-14,9	14,9
V-fixatie 1	0,0	0,0	5,0	0,0	
V-fixatie 2	0,0	0,0	5,0	0,0	
V-fixatie 3	0,0	0,0	5,0	0,0	
V-fixatie 4	0,0	0,0	5,0	0,0	
V-fixatie 5	0,0	0,0	5,0	0,0	

**Controle uplift SLS-wind**

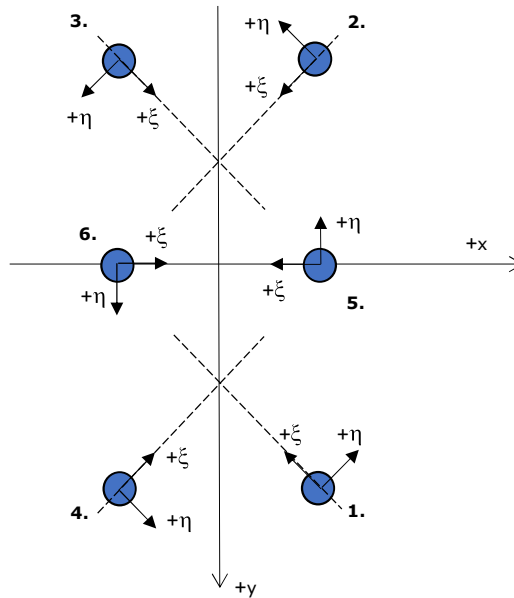
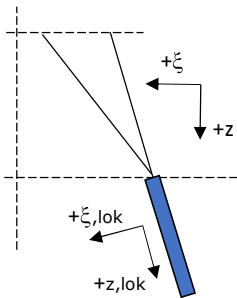
Combinatie: Geleider	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4		
bl1	0,0	0,0
380ct1f1	0,0	0,0
380ct1f2	0,0	0,0
380ct1f3	0,0	0,0
380ct2f1	0,0	0,0
380ct2f2	0,0	0,0
380ct2f3	0,0	0,0
380ct3f1	0,0	0,0
380ct3f2	0,0	0,0
380ct3f3	0,0	0,0
bl2	0,0	0,0
V-fixatie 1	0,0	
V-fixatie 2	0,0	
V-fixatie 3	0,0	
V-fixatie 4	0,0	
V-fixatie 5	0,0	

Project: GT-TLB  
 Masttype: HC+0  
 Mast: 41N

**Oplegreacties per randstijl, zesvoudige fundatie**

Auteur: SHD  
 Versie: 1.1

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



Assenstelsels

**Maximale drukbelasting**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	ULS 1a_120	-274	-320	<b>1497</b>	-33	-421	-14	1497
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts	-104	114	<b>579</b>	7	-154	3	579
3	SPLS 3_135 Ah All Cts	77	85	<b>455</b>	-6	-115	9	455
4	ULS 1a_60	274	-320	<b>1497</b>	33	-421	-14	1497
5	SPLS 3_0 Ba All Cts	-303	-101	<b>1791</b>	-101	-303	41	1791
6	SPLS 3_135 Ah All Cts	293	-118	<b>1737</b>	118	-293	40	1737

**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	13	30	<b>-156</b>	12	31	-11	-156
2	ULS 1a_0,9_60	248	-279	<b>-1288</b>	-22	372	23	-1288
3	ULS 1a_0,9_120	-248	-279	<b>-1288</b>	22	372	23	-1288
4	SPLS 1a_0,9_0 Ba All Cts	-46	62	<b>-298</b>	-11	76	-5	-298
5	SPLS 3_0,9_135 Ah All Cts	178	-92	<b>-1153</b>	-92	178	-43	-1153
6	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	-187	-75	<b>-1208</b>	75	187	-44	-1208

**Maximale torsiebelasting (positief)**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	-184	-140	781	<b>31</b>	-229	-17	781
2	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	94	-43	-314	<b>36</b>	97	12	-314
3	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct2	-114	-184	-751	<b>49</b>	211	7	-751
4	SPLS 3_60 Ah Ct1	159	-226	978	<b>47</b>	-272	-7	978
5	ULS 8 Ah 31	-16	28	96	<b>28</b>	-16	3	96
6	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct1	125	-340	765	<b>340</b>	-125	21	765

**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_120 Ba Ct1	-159	-226	978	<b>-47</b>	-272	-7	978
2	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	114	-184	-751	<b>-49</b>	211	7	-751
3	SPLS 3_120 Ah Ct2	-80	-28	-234	<b>-36</b>	76	13	-234
4	SPLS 3_0,9_135 Ba Ct1	198	-158	850	<b>-28</b>	-251	-21	850
5	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct1	-125	-340	765	<b>-340</b>	-125	21	765
6	ULS 8 Ba 31	16	28	96	<b>-28</b>	-16	3	96

**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 3_0,9_135 Ah All Cts	13	30	-156	<b>12</b>	31	-11	-156
2	ULS 1a_0,9_60	248	-279	-1288	<b>-22</b>	372	23	-1288
3	ULS 1a_0,9_120	-248	-279	-1288	<b>22</b>	372	23	-1288
4	SPLS 1a_0,9_0 Ba All Cts	-46	62	-298	<b>-11</b>	76	-5	-298
5	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	93	-301	-632	<b>-301</b>	93	-29	-632
6	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct2	-93	-301	-632	<b>301</b>	93	-28	-632

**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	-128	-136	<b>650</b>	-6	-186	-10	650
2	SLS 7	78	-84	<b>-394</b>	-4	114	7	-394
3	SLS 7	-78	-84	<b>-394</b>	4	114	7	-394
4	SLS 7	128	-136	<b>650</b>	6	-186	-10	650
5	SLS 7	-58	-126	<b>296</b>	-126	-58	-2	296
6	SLS 7	58	-126	<b>296</b>	126	-58	-2	296

**Omhullenden ongeacht stijl - buitenpoten**

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_120	-274	-320	<b>1497</b>	-33	-421	-14	1497
Max. trek	ULS 1a_0,9_60	248	-279	<b>-1288</b>	-22	372	23	-1288
Max. pos. torsie	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct2	-114	-184	-751	<b>49</b>	211	7	-751
Max. neg. torsie	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	114	-184	-751	<b>-49</b>	211	7	-751
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0,9_60	248	-279	<b>-1288</b>	<b>-22</b>	372	23	-1288

**Omhullenden ongeacht stijl - middenpoten**

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_0 Ba All Cts	-303	-101	<b>1791</b>	-101	-303	41	1791
Max. trek	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	-187	-75	<b>-1208</b>	75	187	-44	-1208
Max. pos. torsie	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct1	125	-340	-765	<b>340</b>	-125	21	765
Max. neg. torsie	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct1	-125	-340	-765	<b>-340</b>	-125	21	765
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	93	-301	<b>-632</b>	<b>-301</b>	93	-29	-632

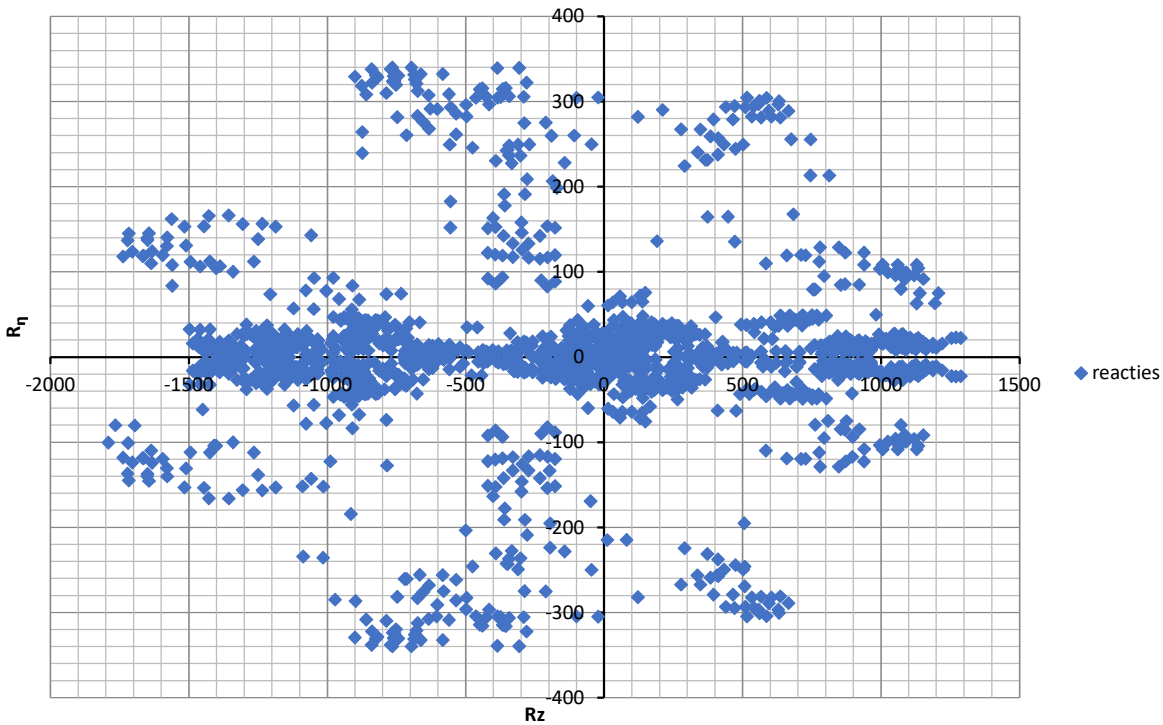
**Maximale drukbelasting SLS**

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	ULS 3_45	-287	-304	<b>1465</b>	-12	-418	-21	1465
2	SLS 1a_0	35	-39	<b>-184</b>	-3	53	3	-184
3	ULS 5a Ah 10	-51	-60	<b>-253</b>	6	78	10	-253
4	ULS 3_135	287	-304	<b>1465</b>	12	-418	-21	1465
5	SLS 1a_0	-157	-127	<b>785</b>	-127	-157	-7	785
6	ULS 3_135	103	-296	<b>499</b>	296	-103	-7	499

**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	ULS 5a Ah 20	-114	-117	<b>558</b>	-2	-163	-12	558
2	ULS 3_0,9_135	236	-249	<b>-1162</b>	-9	343	28	-1162
3	ULS 3_0,9_45	-236	-249	<b>-1162</b>	9	343	28	-1162
4	SLS 1a_0	81	-90	<b>426</b>	7	-121	-5	426
5	ULS 1a_0,9_0,9_45	-48	-250	<b>46</b>	-250	-48	-40	46
6	SLS 1a_0	-41	-136	<b>-191</b>	136	41	4	-191

Reacties  $R_z$  en  $R_\eta$



**Belastinggeval - afspannen**

Date: 2021-10-01  
Author: TBR  
Version: 1.1

GT-TLB  
HB+0\_n

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	-50,8	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	-39,5	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	-28,2	0,0 m	0,0	0,0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	-57,9	0,0 m	0,0	0,0 m

**Lijn- en mastgegevens**

			Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(SL3/SL)}$			75,0	400,0 m
Lijnhoek			75,0	400,0 m
Lijnhoek $\beta$			180 °	
Rotatie mast t.o.v. bissectrice $\theta$			10 °	
Vaklengte			75	400 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld			0,5 m	
Beschouwde windrichtingen			0 °	
Windrichtingen volgens:			a1	45 °
<i>Geleiderbelastingen</i>			a2	90 °
			a3	135 °
			a4	80 °
			a5	80 °
			a6	

*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 geleider 1 en 10 t/m 12 zijn permanent aanwezig
- van de belasting op de overige geleiders is er telkens één aanwezig per belastingcombinatie
- herhaald voor buitenste en middelste circuit

Uitvoer geleiderbelastingen

Belastingcombi	nummer	Fxtotaal	Fytotaal	Fztotaal	Ftrekahead	Ftrekback
<b>ULS 6b_90</b>	13	<b>-83,7</b>	<b>16,2</b>	<b>67,0</b>	0,0	-85,2
	10	<b>90,0</b>	<b>-11,7</b>	<b>18,2</b>	90,6	0,0
	14	<b>-83,6</b>	<b>16,1</b>	<b>54,1</b>	0,0	-85,1
	11	<b>89,4</b>	<b>-11,9</b>	<b>18,2</b>	90,1	0,0
	15	<b>-83,4</b>	<b>16,0</b>	<b>41,2</b>	0,0	-84,9
	12	<b>88,7</b>	<b>-12,2</b>	<b>18,2</b>	89,4	0,0
	4	<b>-17,5</b>	<b>3,3</b>	<b>14,2</b>	0,0	-17,8
	1	<b>19,5</b>	<b>-2,4</b>	<b>2,4</b>	19,6	0,0



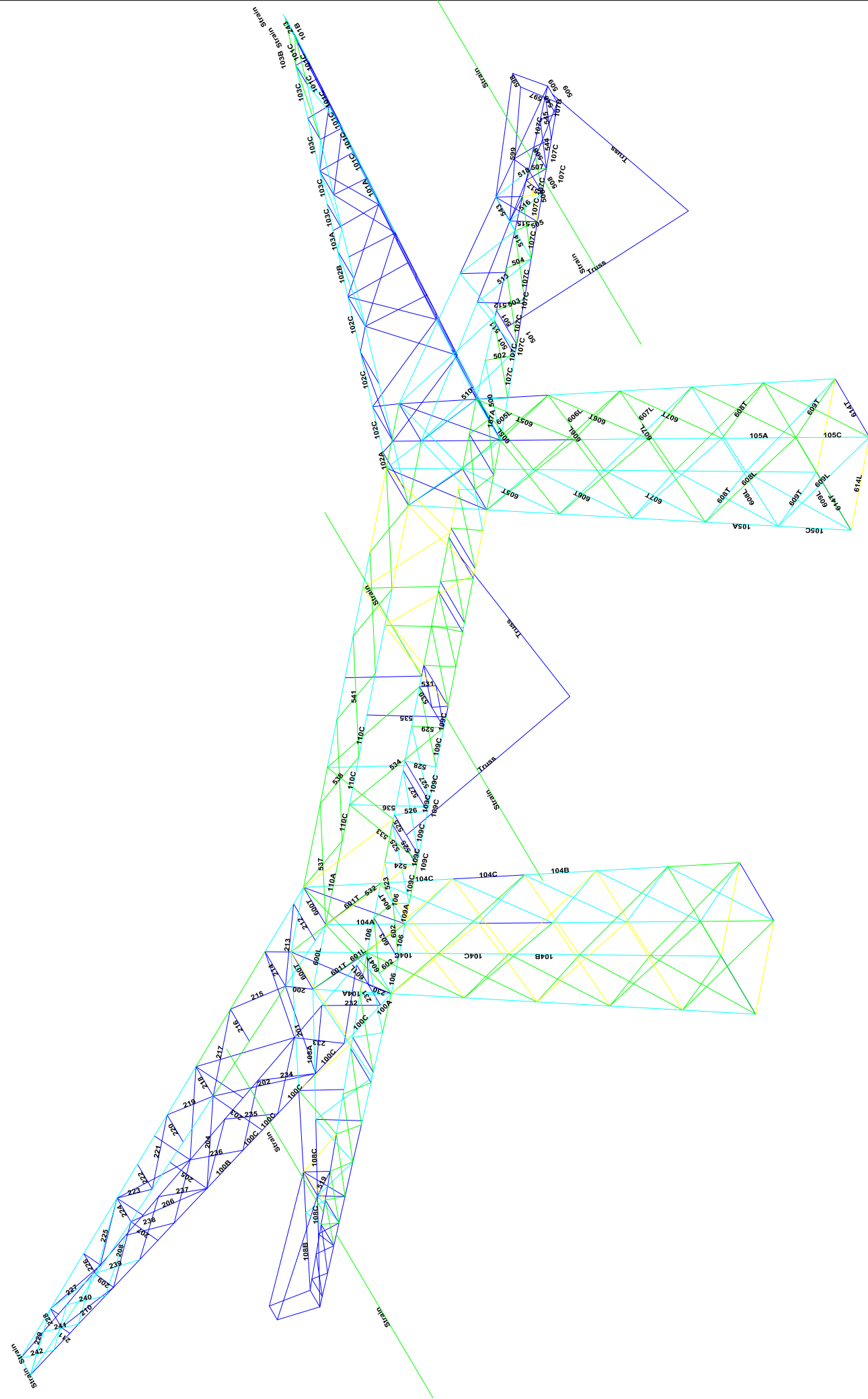
## **APPENDIX B**

### **Resultaten PLS tower**

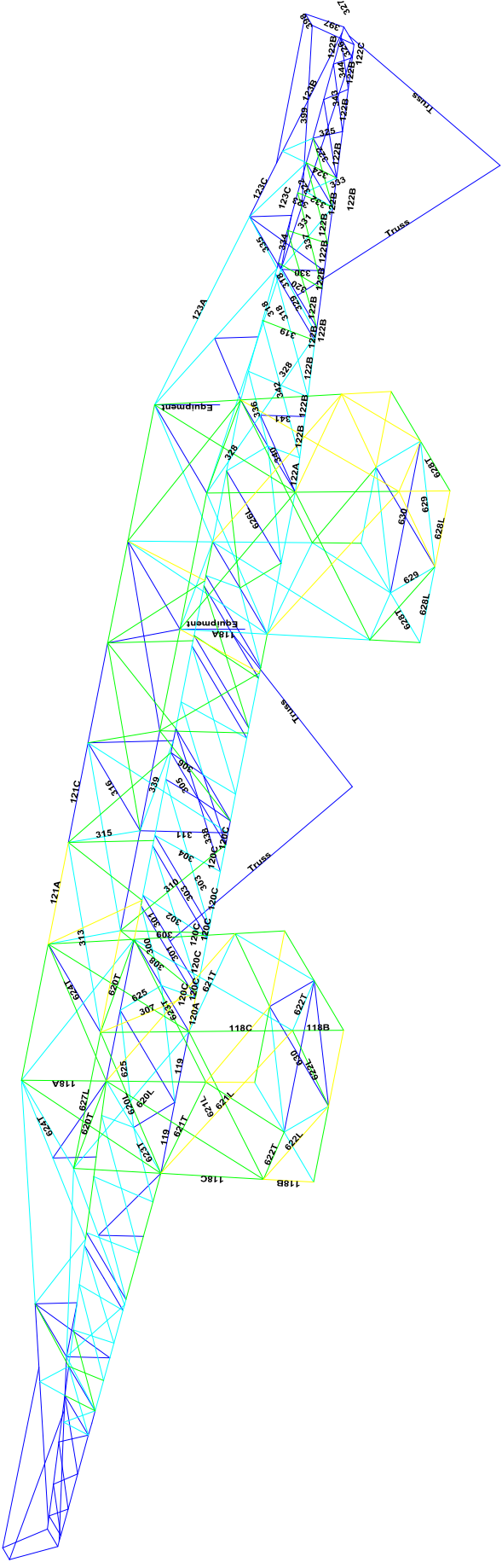
---

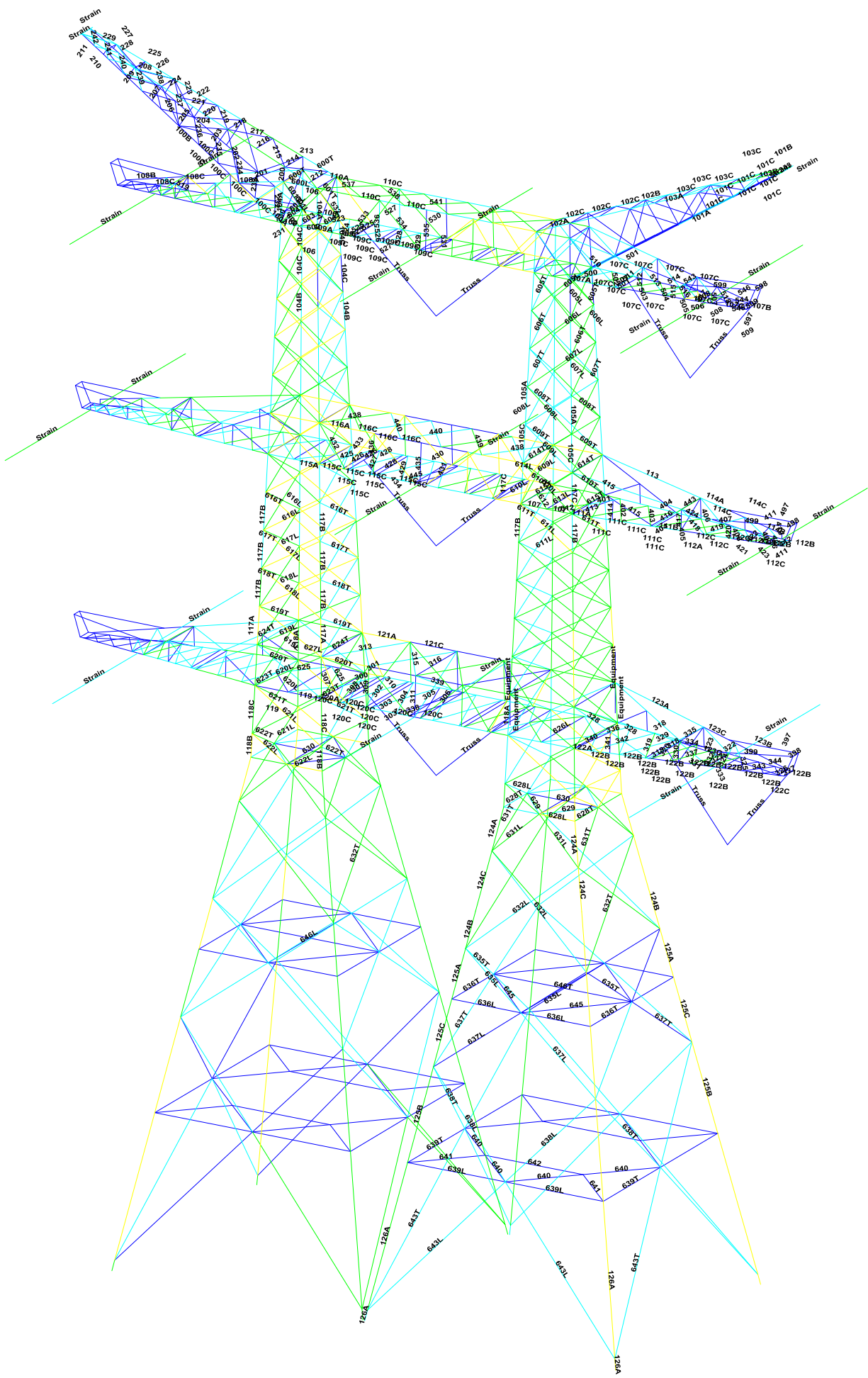
Deze Appendix bevat de resultaten voor de toetsing van profielen en bouten uit PLS Tower voor masttype HC+0/n.













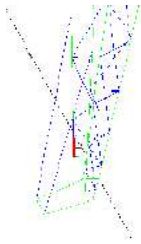


Group	Lead	Description	Prefix	Type	Sub. of ans	C1	C2	C3	C4	RLX	RLY	RLZ	Compression		Lead Case (Compression)	Bearing (Comp)	U.C. (Comp)	Exceedance (Comp)		Ret. Sec.	Shear (Tens)	Bearing (Tens)	Exceedance (Tens)	
													Shrinkness	Lead Case (Expansion)				Exceedance (Comp)	U.C. (Tens)				Exceedance (Tens)	
602	Zenia	TENSNIK - Diaphragm support	EA	80650A	1932-4-26	45	46	76	76	0.0	0.0	0.0	81	1882	1882	1882	1882	0.0	1882	1882	1882	0.0	0.0	
603	Zenia	TENSNIK - Diaphragm front	EA	80650A	1932-4-26	35	35	55	55	1.00	1.00	1.00	284	167	167	167	167	0.0	167	167	167	0.0	0.0	
604	Zenia	TENSNIK - Diaphragm rear	EA	80650A	1932-4-26	35	35	55	55	1.00	1.00	1.00	284	167	167	167	167	0.0	167	167	167	0.0	0.0	
605	Zenia	TENSNIK - CD 1 side	EA	80650B	1932-4-26	55	55	85	85	0.5	0.5	0.5	81	2314	2314	2314	2314	0.0	2314	2314	2314	0.0	0.0	
606	Zenia	TENSNIK - CD 1 side	EA	80650B	1932-4-26	55	55	85	85	0.5	0.5	0.5	81	2314	2314	2314	2314	0.0	2314	2314	2314	0.0	0.0	
607	Zenia	TENSNIK - CD 2 side	EA	80650A	1932-4-26	55	55	85	85	0.5	0.5	0.5	81	2314	2314	2314	2314	0.0	2314	2314	2314	0.0	0.0	
608	Zenia	TENSNIK - CD 2 side	EA	80650A	1932-4-26	55	55	85	85	0.5	0.5	0.5	81	2314	2314	2314	2314	0.0	2314	2314	2314	0.0	0.0	
609	Zenia	TENSNIK - CD 3 side	EA	80650B	1932-4-26	45	45	75	75	0.5	0.5	0.5	89	1934	1934	1934	1934	0.0	1934	1934	1934	0.0	0.0	
610	Zenia	TENSNIK - CD 3 side	EA	80650B	1932-4-26	45	45	75	75	0.5	0.5	0.5	89	1934	1934	1934	1934	0.0	1934	1934	1934	0.0	0.0	
611	Wife	TENSNIK - CD 1 side	EA	80650A	1932-4-26	45	45	75	75	0.5	0.5	0.5	89	1934	1934	1934	1934	0.0	1934	1934	1934	0.0	0.0	
612	Wife	TENSNIK - CD 1 side	EA	80650A	1932-4-26	45	45	75	75	0.5	0.5	0.5	89	1934	1934	1934	1934	0.0	1934	1934	1934	0.0	0.0	
613	Wife	TENSNIK - CD 2 side	EA	80650B	1932-4-26	55	55	85	85	0.5	0.5	0.5	81	2314	2314	2314	2314	0.0	2314	2314	2314	0.0	0.0	
614	Wife	TENSNIK - CD 2 side	EA	80650B	1932-4-26	55	55	85	85	0.5	0.5	0.5	81	2314	2314	2314	2314	0.0	2314	2314	2314	0.0	0.0	
615	Wife	TENSNIK - CD 3 side	EA	80650A	1932-4-26	45	45	75	75	0.5	0.5	0.5	89	1934	1934	1934	1934	0.0	1934	1934	1934	0.0	0.0	
616	Wife	TENSNIK - CD 3 side	EA	80650A	1932-4-26	45	45	75	75	0.5	0.5	0.5	89	1934	1934	1934	1934	0.0	1934	1934	1934	0.0	0.0	
617	Wife	TENSNIK - CD 4 side	EA	80650B	1932-4-26	55	55	85	85	0.5	0.5	0.5	81	2314	2314	2314	2314	0.0	2314	2314	2314	0.0	0.0	
618	Wife	TENSNIK - CD 4 side	EA	80650B	1932-4-26	55	55	85	85	0.5	0.5	0.5	81	2314	2314	2314	2314	0.0	2314	2314	2314	0.0	0.0	
619	Wife	TENSNIK - High CA tower front	EA	80650A	1932-4-26	35	35	55	55	1.00	1.00	1.00	154	446	446	446	446	0.0	446	446	446	0.0	0.0	
620	Wife	TENSNIK - High CA tower front	EA	80650A	1932-4-26	35	35	55	55	1.00	1.00	1.00	154	446	446	446	446	0.0	446	446	446	0.0	0.0	
621	Wife	TENSNIK - CD 1 side	EA	80650B	1932-4-26	55	55	85	85	0.5	0.5	0.5	81	2314	2314	2314	2314	0.0	2314	2314	2314	0.0	0.0	
622	Wife	TENSNIK - CD 1 side	EA	80650B	1932-4-26	55	55	85	85	0.5	0.5	0.5	81	2314	2314	2314	2314	0.0	2314	2314	2314	0.0	0.0	
623	Wife	TENSNIK - CD 2 front	EA	80650A	1932-4-26	55	55	85	85	0.5	0.5	0.5	81	2314	2314	2314	2314	0.0	2314	2314	2314	0.0	0.0	
624	Wife	TENSNIK - CD 2 front	EA	80650A	1932-4-26	55	55	85	85	0.5	0.5	0.5	81	2314	2314	2314	2314	0.0	2314	2314	2314	0.0	0.0	
625	Wife	TENSNIK - CD 2 side	EA	80650B	1932-4-26	55	55	85	85	0.5	0.5	0.5	81	2314	2314	2314	2314	0.0	2314	2314	2314	0.0	0.0	
626	Wife	TENSNIK - CD 2 side	EA	80650B	1932-4-26	55	55	85	85	0.5	0.5	0.5	81	2314	2314	2314	2314	0.0	2314	2314	2314	0.0	0.0	
627	Wife	TENSNIK - CD 3 front	EA	80650A	1932-4-26	45	45	75	75	0.5	0.5	0.5	89	1934	1934	1934	1934	0.0	1934	1934	1934	0.0	0.0	
628	Wife	TENSNIK - CD 3 front	EA	80650A	1932-4-26	45	45	75	75	0.5	0.5	0.5	89	1934	1934	1934	1934	0.0	1934	1934	1934	0.0	0.0	
629	Wife	TENSNIK - CD 3 side	EA	80650B	1932-4-26	55	55	85	85	0.5	0.5	0.5	81	2314	2314	2314	2314	0.0	2314	2314	2314	0.0	0.0	
630	Wife	TENSNIK - CD 3 side	EA	80650B	1932-4-26	55	55	85	85	0.5	0.5	0.5	81	2314	2314	2314	2314	0.0	2314	2314	2314	0.0	0.0	
631	Wife	TENSNIK - CD 4 front	EA	80650A	1932-4-26	55	55	85	85	0.5	0.5	0.5	81	2314	2314	2314	2314	0.0	2314	2314	2314	0.0	0.0	
632	Wife	TENSNIK - CD 4 front	EA	80650A	1932-4-26	55	55	85	85	0.5	0.5	0.5	81	2314	2314	2314	2314	0.0	2314	2314	2314	0.0	0.0	
633	Wife	TENSNIK - Low CA tower side	EA	80650B	1932-4-26	35	35	55	55	1.00	1.00	1.00	131	369	369	369	369	0.0	369	369	369	0.0	0.0	
634	Wife	TENSNIK - Low CA tower side	EA	80650B	1932-4-26	35	35	55	55	1.00	1.00	1.00	131	369	369	369	369	0.0	369	369	369	0.0	0.0	
635	Wife	TENSNIK - Diaphragm front	EA	80650A	1932-4-26	35	35	55	55	1.00	1.00	1.00	131	369	369	369	369	0.0	369	369	369	0.0	0.0	
636	Wife	TENSNIK - Diaphragm front	EA	80650A	1932-4-26	35	35	55	55	1.00	1.00	1.00	131	369	369	369	369	0.0	369	369	369	0.0	0.0	
637	Wife	TENSNIK - Diaphragm side	EA	80650B	1932-4-26	35	35	55	55	1.00	1.00	1.00	131	369	369	369	369	0.0	369	369	369	0.0	0.0	
638	Wife	TENSNIK - Diaphragm side	EA	80650B	1932-4-26	35	35	55	55	1.00	1.00	1.00	131	369	369	369	369	0.0	369	369	369	0.0	0.0	
639	Wife	TENSNIK - Low CA tower front	EA	80650A	1932-4-26	35	35	55	55	1.00	1.00	1.00	131	369	369	369	369	0.0	369	369	369	0.0	0.0	
640	Wife	TENSNIK - Low CA tower front	EA	80650A	1932-4-26	35	35	55	55	1.00	1.00	1.00	131	369	369	369	369	0.0	369	369	369	0.0	0.0	
641	Wife	TENSNIK - Diaphragm front	EA	80650B	1932-4-26	35	35	55	55	1.00	1.00	1.00	131	369	369	369	369	0.0	369	369	369	0.0	0.0	
642	Wife	TENSNIK - Diaphragm front	EA	80650B	1932-4-26	35	35	55	55	1.00	1.00	1.00	131	369	369	369	369	0.0	369	369	369	0.0	0.0	
643	Wife	TENSNIK - Diaphragm side	EA	80650A	1932-4-26	35	35	55	55	1.00	1.00	1.00	131	369	369	369	369	0.0	369	369	369	0.0	0.0	
644	Wife	TENSNIK - Diaphragm side	EA	80650A	1932-4-26	35	35	55	55	1.00	1.00	1.00	131	369	369	369	369	0.0	369	369	369	0.0	0.0	
645	Wife	TENSNIK - Diaphragm front	EA	80650B	1932-4-26	35	35	55	55	1.00	1.00	1.00	131	369	369	369	369	0.0	369	369	369	0.0	0.0	
646	Wife	TENSNIK - Diaphragm front	EA	80650B	1932-4-26	35	35	55	55	1.00	1.00	1.00	131	369	369	369	369	0.0	369	369	369	0.0	0.0	

**Beam member forces end member to gusset plate**

DNV 17-03-2022

For the group-summary tables of PLS-TOWER, the end connection of the top chord was modelled as a truss element to find conservative results for the diagonal members in the cross arms. To find the maximum axial force in the top chord (see figure) the model was re-analysed with the vertical connection modelled as a beam-element (frictionless UMP300 was used). The results for the top chord member are displayed below.



Row #	Group Label	Group Desc.	Angle Type	Angle Size	Steel Strength (MPa)	Max Usage %	Usage Cont-rod	Max Use In Tens. %	Tension Control Member	Tension Force (kN)	Tension Control Load Case	Net Section Capacity (kN)	Tension Connect. Capacity (kN)	Tension Connect. Bearing Capacity (kN)	Tension Connect. Bearing Capacity (kN)	Tension Connect. Bearing Capacity (kN)	Tension Connect. Bearing Capacity (kN)	Length Tens. Member (m)	No. Of Bolts Tens.	Bolt Type Tens.	No. Of Holes	Hole Diameter (cm)
38	114B	Tweede DWSRM - Main member top 2	EA	100x100x8	355	16.85	Tens	16.85	#238X	48.4	U15.0t_90_(Ufspannen)_11	287.312	705.6	677.76	663.385	663.385	663.385	0.764	5	M24-S81-NEN2012	1	2.6



## APPENDIX C

### Knikverkorters

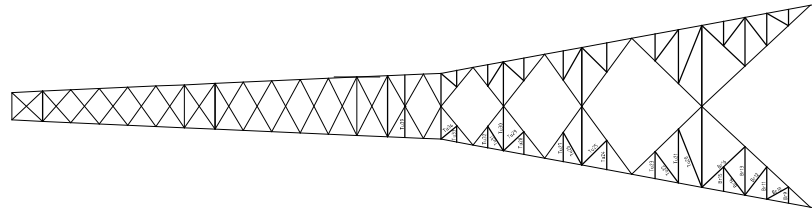
---

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:

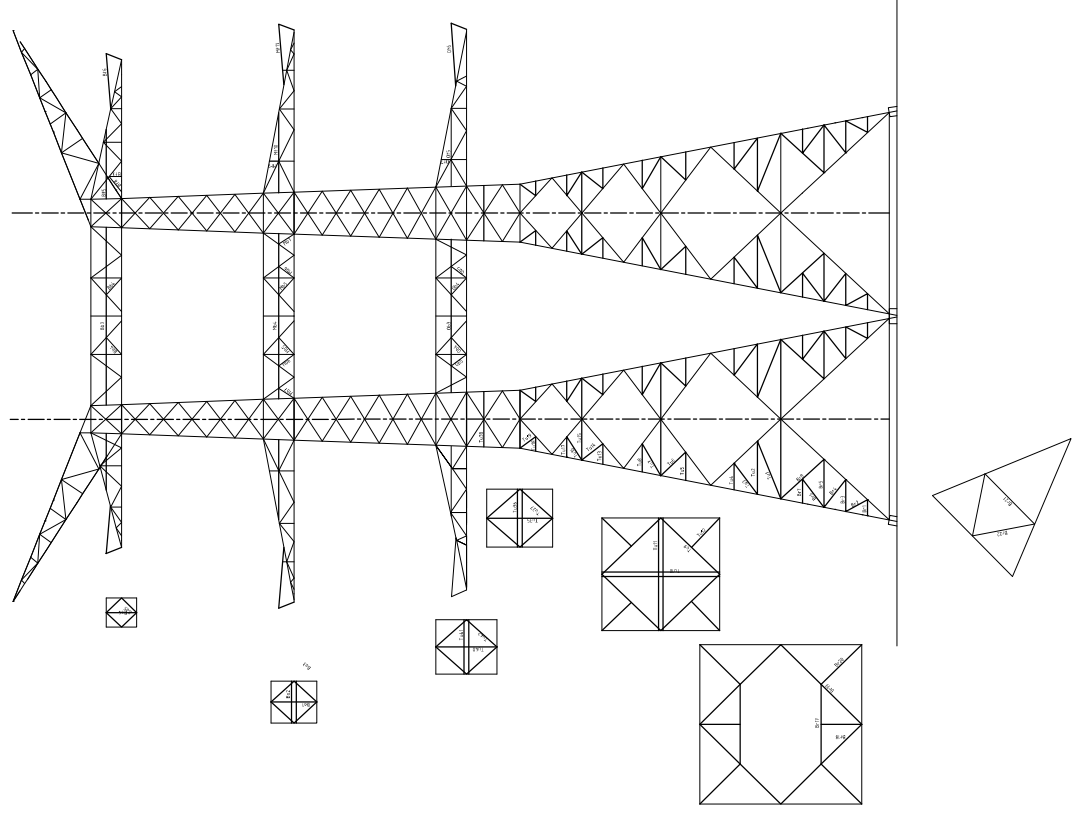
- voldoende trek- of druksterkte als steunegend profiel voor randstijl, 1% van de knikcapaciteit van de randstijl;
- slankheid;
- klimbelasting

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.

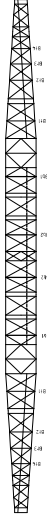
Zijzicht



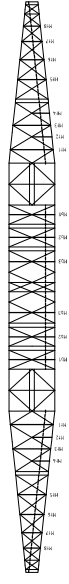
Voorzicht



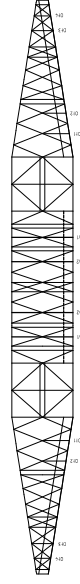
Boventraverse Onderzijde



Middentraverse Onderzijde



Ondertraverse Onderzijde





Date: 2021-09-17  
 Author: SSHD  
 Version: 1.8

**Knikverkorters initial construction (nieuwbouw)**

ZWO  
 HC+0\_n\_3ct

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt Quality	Length (m)	Angle (°)	Slender mess	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Exceedance Type	Notes	
Br1	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.040	0	15.0	0.39	56.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.50			
Br2	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.610	62	15.0	0.00	32.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.46			
Br3	Broekstuk1	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.090	0	15.0	0.78	33.3	60.3	41.3	43.1	1.15	0.70			
Br4	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.300	38	15.0	0.00	18.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.80			
Br5	Broekstuk1	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M20	8.8	3.130	0	15.0	1.17	33.7	94.1	71.3	112.9	1.99	0.62			
Br6	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.330	38	15.0	0.00	18.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81			
Br7	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.570	0	15.0	0.59	33.5	60.3	41.3	43.1	0.81	0.75			
Br8	Broekstuk1	Kniksteun op 0,5l	L55x6	S355J0	M16	8.8	3.840	48	15.0	0.40	21.6	60.3	51.5	75.3	1.56	0.69			
Br9	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.060	0	15.0	0.00	55.2	60.3	41.3	43.1	0.81	0.51			
Br10	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.630	61	15.0	0.00	31.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.47			
Br11	Broekstuk1	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.120	0	15.0	0.80	32.6	60.3	51.5	75.3	1.15	0.71			
Br12	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.340	37	15.0	0.00	18.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.82			
Br13	Broekstuk1	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M20	8.8	3.180	0	15.0	1.19	32.9	94.1	71.3	112.9	1.99	0.63			
Br14	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.330	38	15.0	0.00	18.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81			
Br15	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.590	0	15.0	0.60	32.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.76			
Br16	Broekstuk1	Kniksteun op 0,5l	L55x6	S355J0	M16	8.8	3.890	47	15.0	0.00	21.2	60.3	51.5	75.3	1.56	0.71			
Br17	Broekstuk1	Kniksteun op 0,5l	L70x6	S355J0	M20	8.8	5.220	0	0.0	1.96	25.7	94.1	71.3	112.9	2.58	0.76			
Br18	Broekstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.650	0	2.77	0.00	28.9	60.3	52.3	98.8	1.40	0.73			
Br19	Broekstuk1	Enkele staaf	L100x8	S355J0	M24	8.8	7.440	0	2.42	0.00	2.79	50.0	135.6	120.6	232.1	7.19	0.39		
Br20	Broekstuk1	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M20	8.8	3.720	0	2.36	0.00	1.40	36.6	94.1	136.4	2.68	0.55			
Br21	Broekstuk1	Enkele staaf	L100x8	S355J0	M24	8.8	4.630	0	2.35	0.00	1.74	61.3	135.6	120.6	232.1	5.49	0.33		
Br22	Broekstuk1	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M16	8.8	4.150	56	0.0	0.00	54.8	60.3	69.7	225.8	4.34	0.00			
Tu1	Tussenstuk1	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M24	8.8	4.080	22	14.9	1.42	56.3	135.6	120.6	200.7	4.34	0.34			
Tu2	Tussenstuk1	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M20	8.8	3.480	0	2.21	1.31	40.7	94.1	71.3	136.4	2.68	0.51			
Tu3	Tussenstuk1	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.560	37	14.9	0.00	24.3	60.3	51.5	75.3	1.15	0.61			
Tu4	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.740	0	17.9	0.65	28.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.83			
Tu5	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.850	0	19.0	0.69	26.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.88			
Tu6	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.240	47	15.2	0.00	19.6	60.3	41.3	43.1	0.81	0.78			
Tu7	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.410	30	15.2	0.00	17.5	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81			
Tu8	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.850	0	19.0	0.69	26.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.88			
Tu9	Tussenstuk1	Kniksteun op 0,5l	L80x6	S355J0	M20	8.8	5.340	0	2.19	0.00	34.9	94.1	71.3	136.4	3.40	0.59			
Tu10	Tussenstuk1	Kruisende staaf halverwege	L80x6	S355J0	M20	8.8	7.710	0	2.45	0.00	1.45	94.1	71.3	136.4	3.40	0.43			
Tu11	Tussenstuk1	Kruisende staaf halverwege	L80x6	S355J0	M20	8.8	7.390	0	2.35	0.00	1.39	94.1	71.3	136.4	3.40	0.41			
Tu12	Tussenstuk1	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.670	0	2.49	0.00	22.7	60.3	51.5	75.3	1.15	0.90			
Tu13	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.340	0	1.38	0.50	41.5	60.3	41.3	43.1	0.81	0.64			
Tu14	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.740	52	14.4	0.00	28.9	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81			
Tu15	Tussenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.680	0	2.29	1.44	1.01	28.4	60.3	52.3	98.8	1.40	0.50		
Tu16	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.820	33	14.4	0.00	27.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.53			
Tu17	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.340	0	1.38	0.50	41.5	60.3	41.3	43.1	0.81	0.64			
Tu18	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	0.950	0	9.6	0.36	62.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.45			



Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt	Quality	Length (m)	Angle (°)	Slenderness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Exceedance Type	Notes
Bt2	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.480	0	152	0.0	0.56	36.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.71		
Bt3	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.344	0	138	0.0	0.50	41.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.64		
Bt4	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.214	0	125	0.0	0.46	47.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.58		
Bt5	Boventraverse	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.310	0	198	0.0	0.87	35.8	60.3	52.3	98.8	1.40	0.64		
Bt6	Boventraverse	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M20	8.8	3.613	5	230	0.0	1.35	38.4	94.1	71.3	136.4	2.68	0.53		
Bt7	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	0.800	90	82	0.0	0.00	72.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.00		
Bt8	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.280	39	132	0.0	0.00	44.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.00		
Bb1	Tussenschot BT	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.980	0	203	0.0	0.74	23.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.95		
Bb2	Tussenschot BT	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.980	0	203	0.0	0.74	23.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.95		
Bb3	Tussenschot BT	Enkele staaf	L60x5	S355J0	M16	8.8	1.680	0	143	0.0	0.63	47.8	60.3	43.6	82.3	1.23	0.54		
Bb3	Tussenschot BT	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.487	42	133	0.0	0.00	36.1	60.3	41.3	43.1	0.81	0.00		

## 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.

De belastingen waaraan getoetst worden zijn onderstaand weergegeven. De blokdeuvels zijn gelijk voor de fundatiepalen. De bovenste 2 rijen knaggen op de randstijl van de middenpoot zijn niet in de berekening opgenomen om conservatieve redenen.

In de bijlage is een aparte berekening voor de midden (2) en buiten (4) poten opgenomen. In de bijlage van de middenpoten wordt alleen de toetsing van de deuvels op de paal zelf uitgevoerd, de toetsing op de profielen is niet van toepassing. Dit komt doordat de belasting op de middenpoten de gecombineerde belasting is uit de 2 randstijlen, terwijl de belasting op de randstijl feitelijk de helft is. Om conservatieve redenen wordt daardoor op de middenrandstijlen dezelfde deuvels toegepast als die van de buitenrandstijlen/poten.

#### Masttype HC+0/n

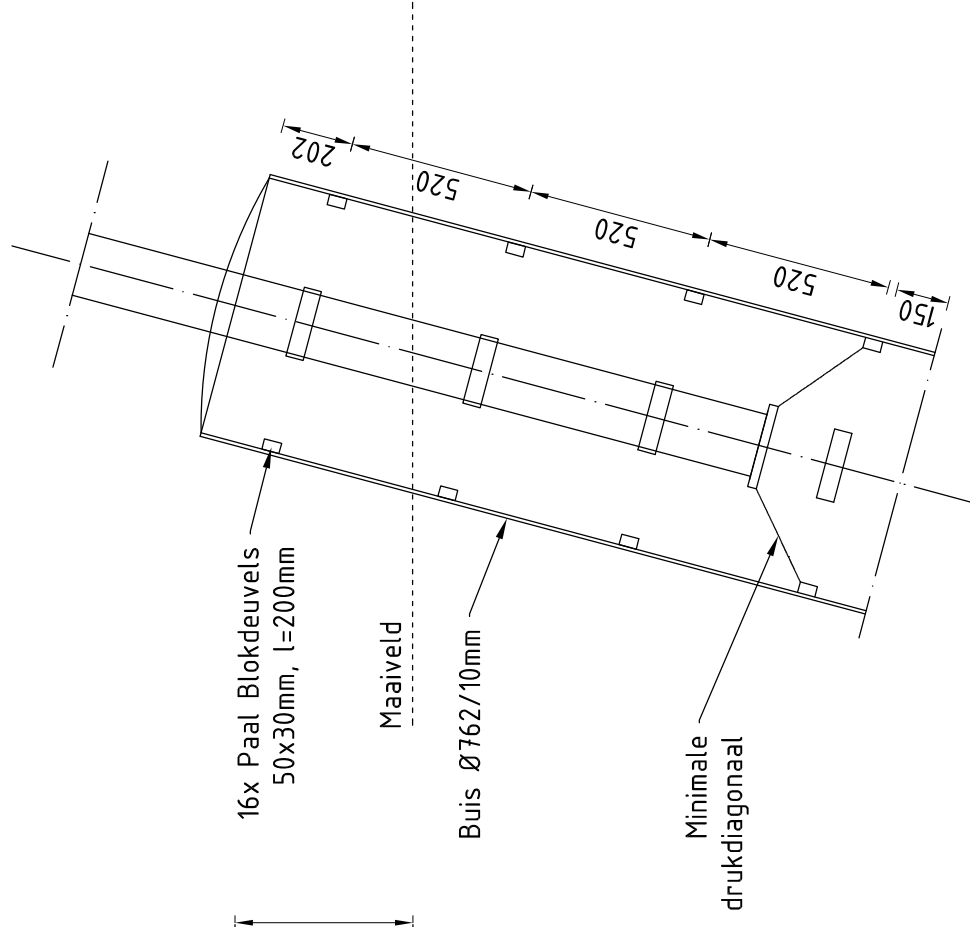
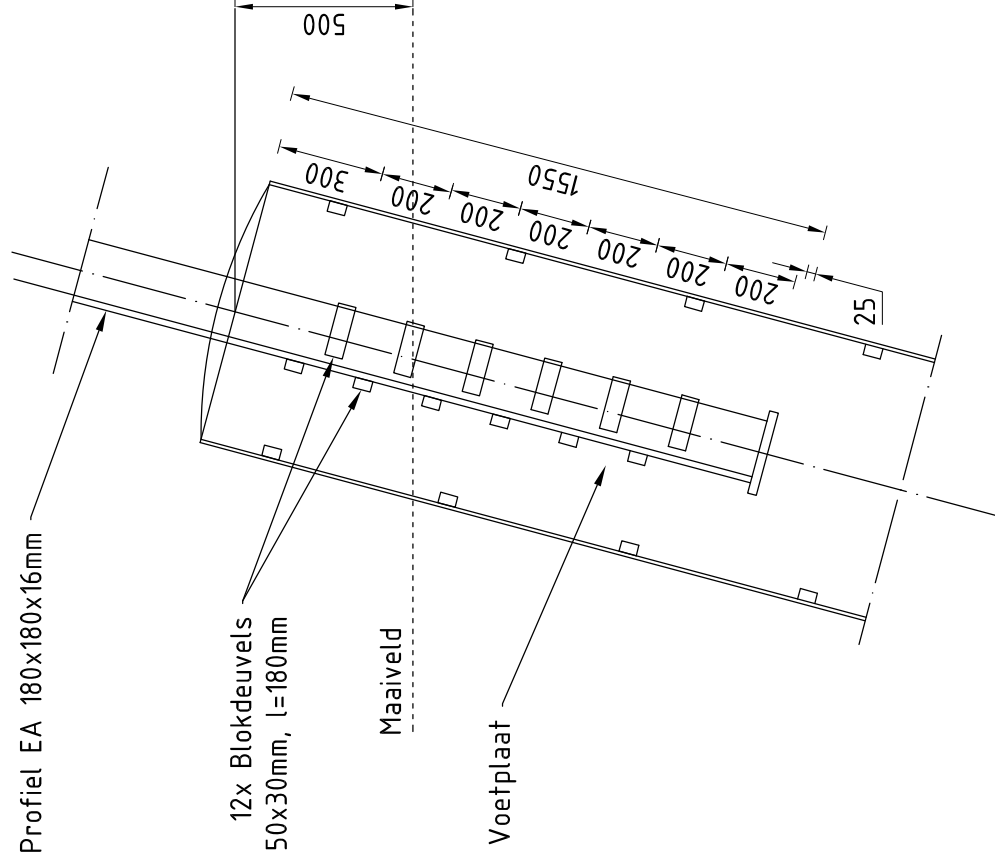
##### Omhullenden ongeacht stijl - buitenpoten

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_120	-274	-320	<b>1497</b>	-33	-421	-14	1497
Max. trek	ULS 1a_0,9_60	248	-279	<b>-1288</b>	-22	372	23	-1288
Max. pos. torsie	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct2	-114	-184	-751	<b>49</b>	211	7	-751
Max. neg. torsie	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	114	-184	-751	<b>-49</b>	211	7	-751
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0,9_60	248	-279	<b>-1288</b>	<b>-22</b>	372	23	-1288

##### Omhullenden ongeacht stijl - middenpoten

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_0 Ba All Cts	-303	-101	<b>1791</b>	-101	-303	41	1791
Max. trek	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	-187	-75	<b>-1208</b>	75	187	-44	-1208
Max. pos. torsie	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct1	125	-340	-765	<b>340</b>	-125	21	765
Max. neg. torsie	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct1	-125	-340	-765	<b>-340</b>	-125	21	765
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	93	-301	<b>-632</b>	<b>-301</b>	93	-29	-632

# Principe blokdeuvels - HC+0/n 3ct buitenpoten



## Algemene opmerkingen

- Aarding niet aangegeven
- Spiraalwapening niet aangegeven



Project: GT-TLB380  
 Mast: HC+0\_n 3-ct (41N) - Buitenpoten

<b>Shear blocks</b>	NEN-EN 1993-1-1 en NEN-EN 1994-1-1	Datum: 2021-09-24
		Auteur: SHD
		Versie: 1.4

Load		Results	
Compression	$F_{Ed,c}$	1497 kN	U.C. 0.85 < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	1288 kN	U.C. 0.80 < 1,00 OK

**Main leg**

Profile		<b>L180.16</b>
Steel material		S355
Cross section		5540 mm <sup>2</sup>
Axial capacity	$N_{pl}$	1967 kN
Width	b	180 mm
Thickness	t	16 mm
Length in concrete		1550 mm

**Capacity shear blocks main leg**

$A_{f1} =$	5400 mm <sup>2</sup>
$A_{f2} =$	14400 mm <sup>2</sup>
Slope	1: 5
$C_A = \sqrt{(A_{f2}/A_{f1})} =$	1.63
$f_{jd} = C_A \times f_{cd} =$	26.1 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} =$	1411 kN
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} =$	1411 kN

**Shear blocks main leg**

Width	b	50 mm
Thickness	h	30 mm
Length	L	180 mm
Welds	a	5 mm
c.t.c. separation	s	200 mm
Number for compr.	$n_c$	10 -
Number for tension	$n_t$	10 -

**Capacity foot plate**

$K_d =$	1.73 -
$f_{jd} = C_A \times f_{cd} =$	27.7 N/mm <sup>2</sup>
$c = t \sqrt{(f_{yd} / 3f_{jd})} =$	53 mm
$m^* = \min(c, m) =$	10 mm
Type foot plate	Diagonally cut
Effective for	Compr. and tension
$A_{p,c} =$	12732 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = A_{p,druk} \times f_{jd} =$	353 kN
$A_{p,t} =$	7192 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd} =$	199 kN

**Foot plate**

Thickness	t	25 mm
Ext. length	m	10 mm
Welds	a	5 mm

**Pile**

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

**Capacities**

$F_{rd,c,plate} =$	353 kN
$F_{rd,blocks,c} =$	1411 kN
$F_{rd,c} = F_{rd,block} + F_{rd,footplate} =$	<b>1764 kN</b>
U.C. compression	0.85 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)	865 kN
$F_{rd,t} = \min. (welds / foot plate) =$	199 kN
$F_{rd,blocks,t} =$	1411 kN
$F_{rd,t} = F_{rd,block} + F_{rd,footplate} =$	<b>1610 kN</b>
U.C. tension	0.80 < 1,00 OK
U.C. welds	0.47 < 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	520 mm
Number for compr.	$n_c$	12 -
Number for tension	$n_t$	12 -

**Capacity shear blocks pile**

$A_{f1} =$	6000 mm <sup>2</sup>
$A_{f2} =$	18000 mm <sup>2</sup>
$C_A = \sqrt{(A_{f2}/A_{f1})} =$	1.73 -
$f_{jd} = K_d \times f_{cd} =$	27.7 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} =$	<b>1995 kN</b>
U.C. compression	0.75 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} =$	<b>1995 kN</b>
U.C. tension	0.65 < 1,00 OK
U.C. welds	0.42 < 1,00 OK

**Design value concrete strength**

Material factor	$\gamma_c$	1.5
Add. mat. factor	$\gamma_m$	1.25 -
$f_{cd} =$		16.0 N/mm <sup>2</sup>

**Steel tower stub**

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

**"Splitting" of pile**

Spread of forces		45 °
Length force flow		1179 mm
Splitting force		546 kN/m
Yield strength wall	$f_{yd} =$	355 N/mm <sup>2</sup>
Capacity tubular pile		7100 kN/m
U.C.		0.08 < 1,00 OK



### Welds of shear blocks of main leg

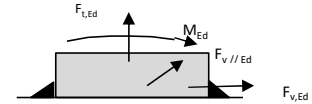
Out-of-plane loading

#### Plate

t =	50 mm
Grade	S355
$f_{yd}$ =	355 N/mm <sup>2</sup>
$f_u$ =	490 N/mm <sup>2</sup>

#### Welds

a =	5 mm
l =	180 mm
$\beta_w$ =	0.9 -
$\gamma_{M2}$ =	1.25 -



#### Member forces

Factor	1.2
$F_{t,Ed}$ =	0 kN
$F_{v,Ed} = F_{rd,c} / n$ =	169 kN
$F_{v,Ed}$ =	0 kN
$M_{Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed}$ =	2.54 kNm

#### Stress components

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 4al$ =	0 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 4al$ =	67 N/mm <sup>2</sup>
	67 N/mm <sup>2</sup>
$b^* = b + 2/3av^2$	54.7 mm
$\sigma_1 = \tau_1 = 0,706M_{Ed} / al b^*$ =	36 N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{//} = F_{v,Ed} / 2al$ =	0 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{w,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)}$ =	206 N/mm <sup>2</sup>

#### Check

$\sigma_{w,Ed}$ =	206 N/mm <sup>2</sup>	≤	$f_u / \beta_w \gamma_{M2}$ =	436 N/mm <sup>2</sup>	U.C. =	0.47 OK
$\sigma_1$ =	103 N/mm <sup>2</sup>	≤	$0,9f_u / \gamma_{M2}$ =	353 N/mm <sup>2</sup>	U.C. =	0.29 OK

### Welds of shear blocks of pile

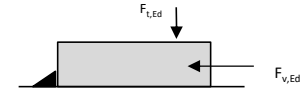
Out-of-plane loading

#### Plate

t =	50 mm
Grade	S355
$f_{yd}$ =	355 N/mm <sup>2</sup>
$f_u$ =	490 N/mm <sup>2</sup>

#### Welds

a =	5 mm
l =	200 mm
$\beta_w$ =	0.9 -
$\gamma_{M2}$ =	1.25 -



#### Member forces

Factor	1.2
$F_{t,Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed}$ =	60 kN
$F_{v,Ed}$ =	200 kN
$F_{v,Ed}$ =	0 kN
$M_{Ed}$ =	0.00 kNm

#### Stress components

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 2al$ =	21 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 2al$ =	71 N/mm <sup>2</sup>
	92 N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{//} = F_{v,Ed} / 2al$ =	0 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{w,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)}$ =	183 N/mm <sup>2</sup>

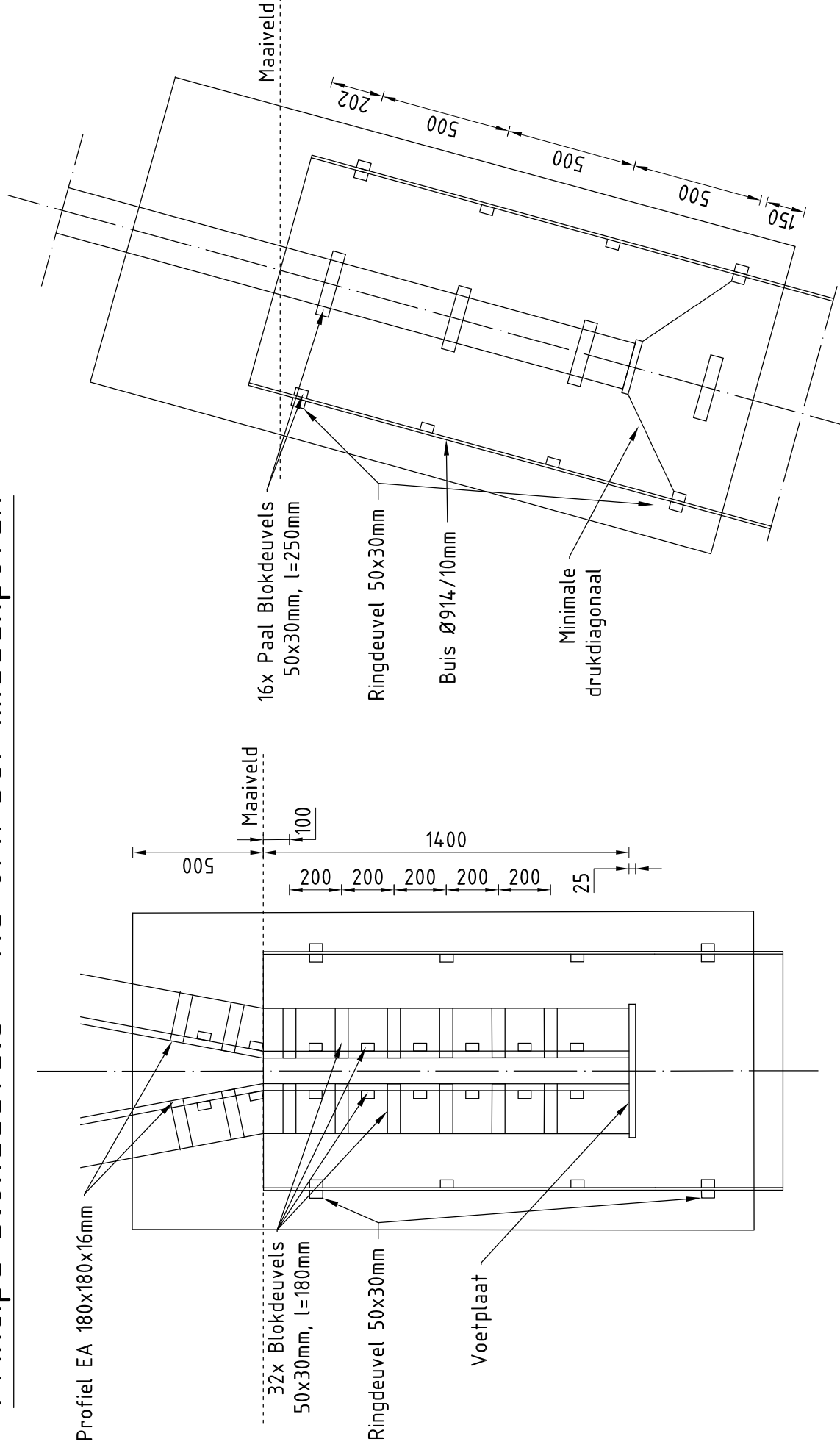
#### Check

$\sigma_{w,Ed}$ =	183 N/mm <sup>2</sup>	≤	$f_u / \beta_w \gamma_{M2}$ =	436 N/mm <sup>2</sup>	U.C. =	0.42 OK
$\sigma_1$ =	92 N/mm <sup>2</sup>	≤	$0,9f_u / \gamma_{M2}$ =	353 N/mm <sup>2</sup>	U.C. =	0.26 OK

### Welds of foot plate

$f_u / \beta_w \gamma_{M2}$ =	436 N/mm <sup>2</sup>
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 kN

# Principe blokdeuvels - HC+0/n 3ct middenpoten



## Algemene opmerkingen

- Aarding niet aangegeven
- Spiraalwapening niet aangegeven



Project: GT-TLB380  
 Mast: HC+0\_n 3-ct (41N) - Middenpoten

<b>Shear blocks</b>	NEN-EN 1993-1-1 en NEN-EN 1994-1-1	Datum: 2021-09-17
		Auteur: SHD
		Versie: 1.4

Load		Results	
Compression	$F_{Ed,c}$	<b>1791</b> kN	U.C. 0.75 < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	<b>1208</b> kN	U.C. 0.54 < 1,00 OK

**Main leg**

Profile	<b>L180.16</b>
Steel material	S355
Cross section	5540 mm <sup>2</sup>
Axial capacity	$N_{pl}$ 1967 kN
Width	b 180 mm
Thickness	t 16 mm
Length in concrete	1400 mm

**Capacity shear blocks main leg**

$A_{f1} =$	5400 mm <sup>2</sup>
$A_{f2} =$	14400 mm <sup>2</sup>
Slope	1: 5
$C_A = \sqrt{(A_{f2}/A_{f1})} =$	1.63
$f_{jd} = C_A \times f_{cd} =$	26.1 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} =$	1693 kN
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} =$	1693 kN

**Shear blocks main leg**

Width	b 50 mm
Thickness	h 30 mm
Length	L 180 mm
Welds	a 5 mm
c.t.c. separation	s 200 mm
Number for compr.	$n_c$ 12 -
Number for tension	$n_t$ 12 -

**Capacity foot plate**

$K_d =$	1.73 -
$f_{jd} = C_A \times f_{cd} =$	27.7 N/mm <sup>2</sup>
$c = t \sqrt{(f_{yd} / 3f_{jd})} =$	53 mm
$m^* = \min(c, m) =$	30 mm
Type foot plate	Diagonally cut
Effective for	Compr. and tension
$A_{p,c} =$	24892 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = A_{p,druk} \times f_{jd} =$	690 kN
$A_{p,t} =$	19352 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd} =$	536 kN

**Foot plate**

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

**Pile**

Name	Buispaal
Diameter	914 mm
Thickness	10 mm
Cross section	28400 mm <sup>2</sup>
Steel material	S355
Capacity	10082 kN
Concrete strength	C30/37

**Capacities**

$F_{rd,c,plate} =$	690 kN
$F_{rd,blocks,c} =$	1693 kN
$F_{rd,c} = F_{rd,block} + F_{rd,footplate} =$	<b>2383</b> kN
U.C. compression	0.75 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)	865 kN
$F_{rd,t} = \min. (welds / foot plate) =$	536 kN
$F_{rd,blocks,t} =$	1693 kN
$F_{rd,t} = F_{rd,block} + F_{rd,footplate} =$	<b>2229</b> kN
U.C. tension	0.54 < 1,00 OK
U.C. welds	0.47 < 1,00 OK

**Shear blocks pile**

Width	b 50 mm
Thickness	h 30 mm
Length	L 250 mm
Welds	a 5 mm
c.t.c. separation	s 500 mm
Number for compr.	$n_c$ 16 -
Number for tension	$n_t$ 16 -

**Capacity shear blocks pile**

$A_{f1} =$	7500 mm <sup>2</sup>
$A_{f2} =$	22500 mm <sup>2</sup>
$C_A = \sqrt{(A_{f2}/A_{f1})} =$	1.73 -
$f_{jd} = K_d \times f_{cd} =$	27.7 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} =$	<b>3326</b> kN
U.C. compression	0.54 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} =$	<b>3326</b> kN
U.C. tension	0.36 < 1,00 OK
U.C. welds	0.42 < 1,00 OK

**Design value concrete strength**

Material factor	$\gamma_c$	1.5
Add. mat. factor	$\gamma_m$	1.25 -
$f_{cd} =$		16.0 N/mm <sup>2</sup>

**Steel tower stub**

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

**"Splitting" of pile**

Spread of forces	$f_{yd} =$	45 °
Length force flow		953 mm
Splitting force		634 kN/m
Yield strength wall		355 N/mm <sup>2</sup>
Capacity tubular pile		7100 kN/m
U.C.		0.09 < 1,00 OK

### Welds of shear blocks of main leg

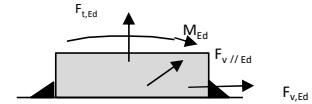
Out-of-plane loading

#### Plate

t =	50 mm
Grade	S355
$f_{yd}$ =	355 N/mm <sup>2</sup>
$f_u$ =	490 N/mm <sup>2</sup>

#### Welds

a =	5 mm
l =	180 mm
$\beta_w$ =	0.9 -
$\gamma_{M2}$ =	1.25 -



#### Member forces

Factor	1.2
$F_{t,Ed}$ =	0 kN
$F_{v,Ed} = F_{rd,c} / n$ =	169 kN
$F_{v//,Ed}$ =	0 kN
$M_{Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed}$ =	2.54 kNm

#### Stress components

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 4al$ =	0 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 4al$ =	67 N/mm <sup>2</sup>
	67 N/mm <sup>2</sup>
$b^* = b + 2/3av^2$	54.7 mm
$\sigma_1 = \tau_1 = 0,706M_{Ed} / al b^*$ =	36 N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al$ =	0 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{w,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)}$ =	206 N/mm <sup>2</sup>

#### Check

$\sigma_{w,Ed}$ =	206 N/mm <sup>2</sup>	≤	$f_u / \beta_w \gamma_{M2}$ =	436 N/mm <sup>2</sup>	U.C. =	0.47 OK
$\sigma_1$ =	103 N/mm <sup>2</sup>	≤	$0,9f_u / \gamma_{M2}$ =	353 N/mm <sup>2</sup>	U.C. =	0.29 OK

### Welds of shear blocks of pile

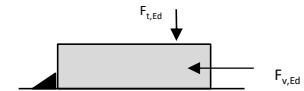
Out-of-plane loading

#### Plate

t =	50 mm
Grade	S355
$f_{yd}$ =	355 N/mm <sup>2</sup>
$f_u$ =	490 N/mm <sup>2</sup>

#### Welds

a =	5 mm
l =	250 mm
$\beta_w$ =	0.9 -
$\gamma_{M2}$ =	1.25 -



#### Member forces

Factor	1.2
$F_{t,Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed}$ =	75 kN
$F_{v,Ed}$ =	249 kN
$F_{v//,Ed}$ =	0 kN
$M_{Ed}$ =	0.00 kNm

#### Stress components

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 2al$ =	21 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 2al$ =	71 N/mm <sup>2</sup>
	92 N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al$ =	0 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{w,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)}$ =	183 N/mm <sup>2</sup>

#### Check

$\sigma_{w,Ed}$ =	183 N/mm <sup>2</sup>	≤	$f_u / \beta_w \gamma_{M2}$ =	436 N/mm <sup>2</sup>	U.C. =	0.42 OK
$\sigma_1$ =	92 N/mm <sup>2</sup>	≤	$0,9f_u / \gamma_{M2}$ =	353 N/mm <sup>2</sup>	U.C. =	0.26 OK

### Welds of foot plate

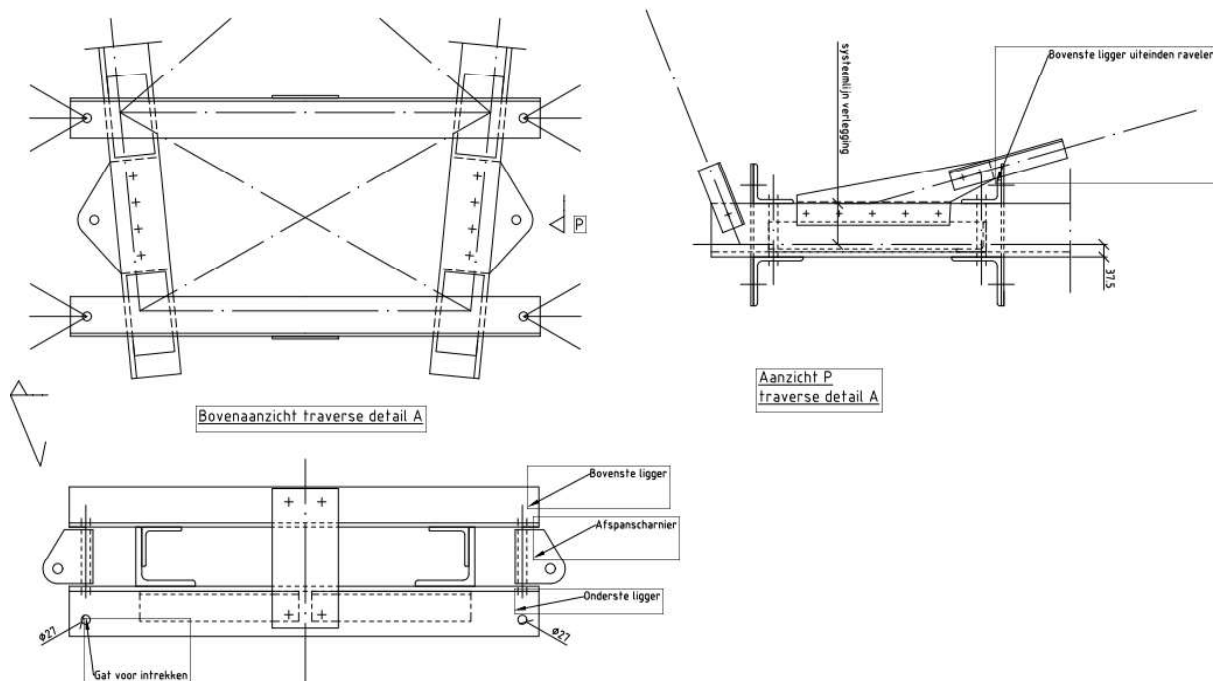
$f_u / \beta_w \gamma_{M2}$ =	436 N/mm <sup>2</sup>
Weld size a =	5 mm
Length l = 2b + 2b - t =	688 mm
Capacity $F_{Rd} = a \times l \times f_{w,d} / \sqrt{3}$ =	865 kN

## APPENDIX E

### Liggers

#### Inleiding

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 5 Principe van afspanligger**

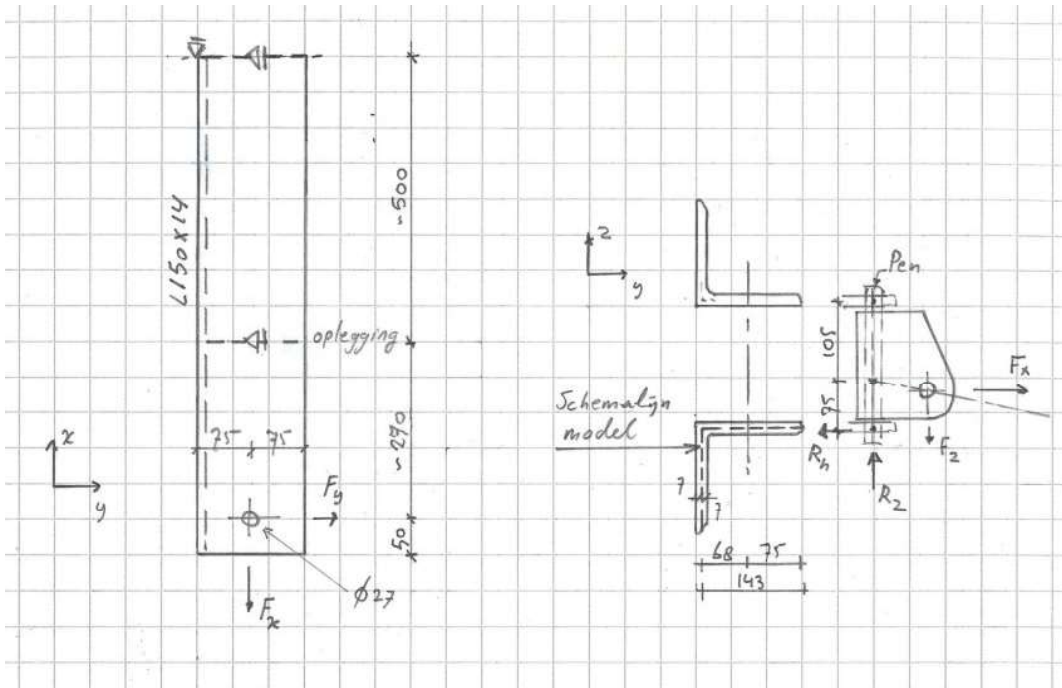
De profielen worden gecontroleerd op buiging met het programma AxisVM, de profielen worden geschematiseerd met plaalementen.

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 3-circuit HC+0-mast, omdat de ondertraverse de grootste breedteverandering heeft, met bijbehorend grootste uitkraging.

Omdat de plaatbuiging bepalend is voor het profiel dat wordt toegepast, wordt in dit rapport van het DO de controle van de liggers op buiging uitgevoerd. 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

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.



**Figuur 6** Schema ligger afspanketting

De belasting van Tabel 8 wordt verdeeld over twee kettingen. Vanwege de geometrie van het afspanscharnier wordt circa 58% van de belasting verdeeld naar de onderste ligger.

**Tabel 8** Geleiderbelastingen

Belastingcombinatie	Spanning	Fxtotaal	Fytotaal	Fztotaal
ULS 3_120	380 kV	136,1	100,8	28,8

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. Zie Tabel 9.

De lijnbelasting wordt berekend met:

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

**Tabel 9** Berekening afdracht

	d (mm)	Omtrek bij Fx (mm)	Omtrek bij Fy (mm)	Omtrek bij Fz (mm)
380 kV	27	42,4	42,4	84,8
Verhouding afdracht		0,58	0,58	1
Aantal kettingen:	2			

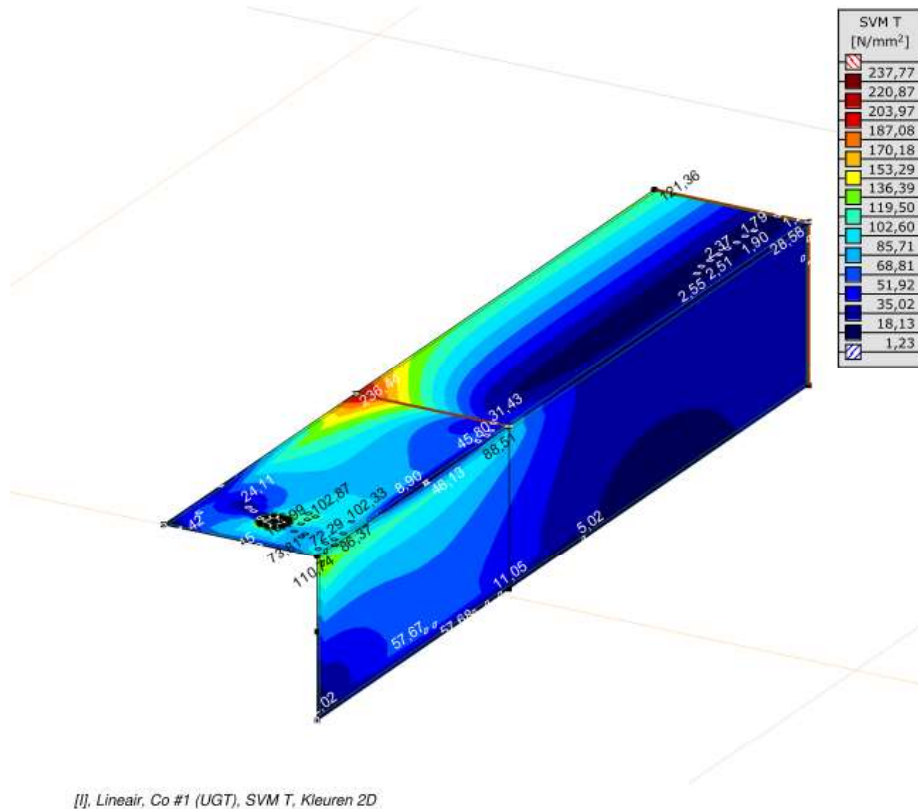
In Tabel 10 zijn de lijnlasten berekend met bovenstaande formule. Deze zijn in AxisVM ingevoerd

**Tabel 10** Lijnlasten rondom gat

	q (kN/m)	q (kN/m)	q (kN/m)
380 kV	931	689	170

## 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.



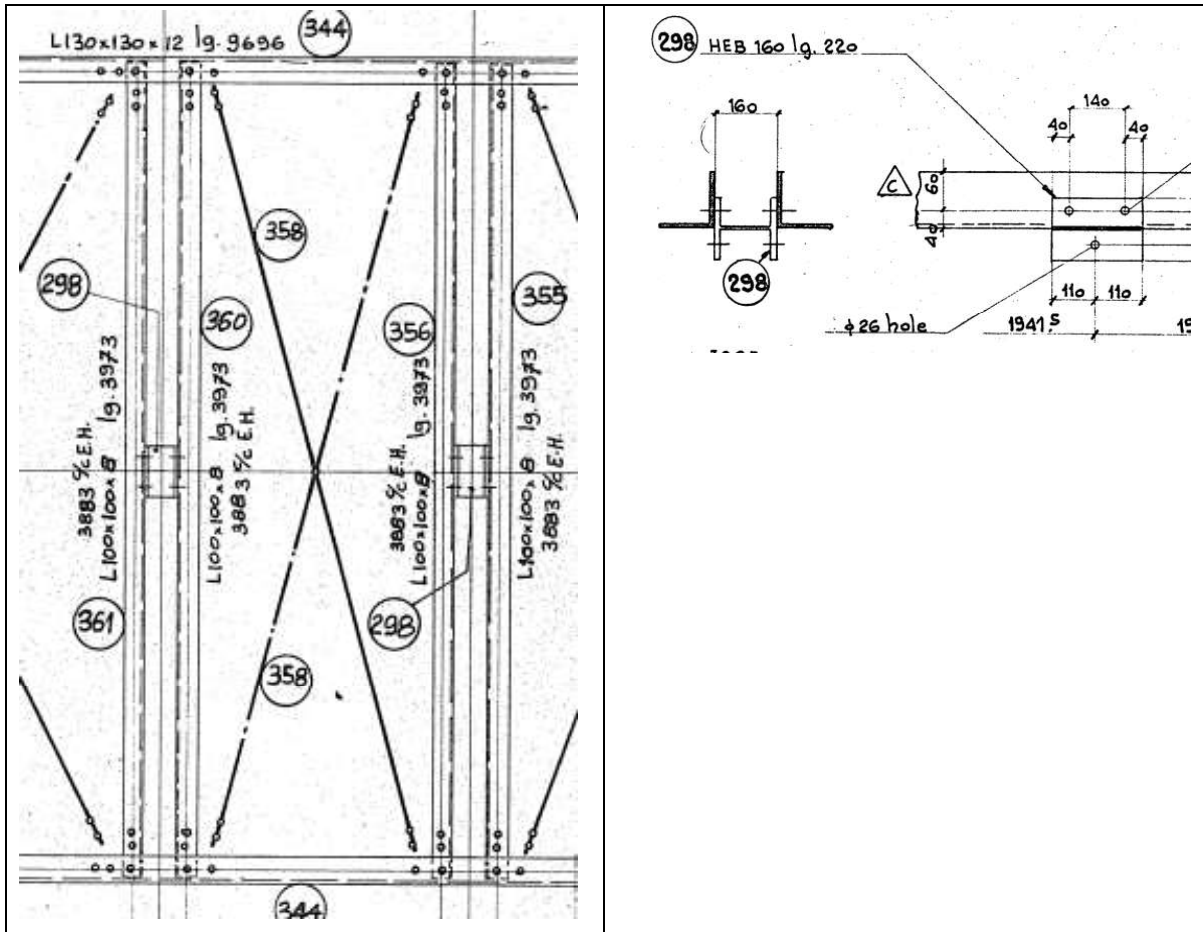
[1], Lineair, Co #1 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

L150x14: U.C. :  $238 / 355 = 0,67 \leq 1,00$  OK

Conclusie: het profiel van de afspanligger voldoet.

## Controle liggers bretelle-fixaties

De bretelle-fixaties worden opgehangen aan dubbele L-profielen, gekoppeld in het midden via een gedeelte uit HEB-profiel. Zie Figuur 6.



Figuur 7 Dubbelligger in 3-ct. hoekmast

De winddruk wordt gebaseerd op windgebied III onbebouwde omgeving op een hoogte van 50 m, overeenkomend met het hoogste masttype  $q_h = 1,14 \text{ kN/m}^2$ .

Windbelasting per meter gebaseerd op een isolatordiameter van 0,2 m en een drag factor van 1,2:

$$q_w = 1,2 \times 0,2 \times 1,11 = 0,27 \text{ kN/m}$$

$$F_w = 4,5 \text{ m} \times 0,27 \text{ kN/m} = 1,2 \text{ kN}$$

Conductor met  $C_c = 0,9$ :

$F_w$  gebaseerd op een afdragende lengte van 9 m, een bobolink geleider in de bretelle met diameter 36 mm en een structurele factor van 1,0:

$$F_w = 9 \times 1 \times 0,9 \times 3 \times 0,036 \times 1,14 = 1,0 \text{ kN}$$

Verticaal gewicht van post-isolator:

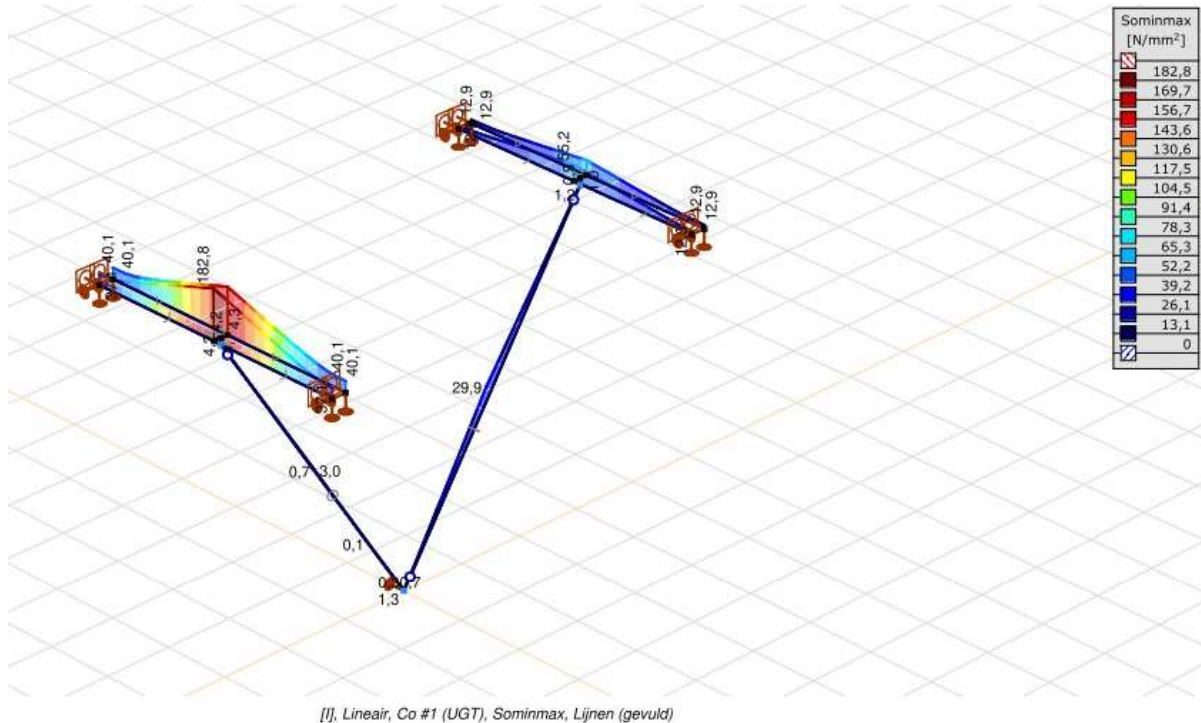


$F_{\text{isolator}} = 2,5 \text{ kN}$  per been.

$F_{\text{conductor}} = 5 \text{ m} \times 3 \times 0,024 = 0,5 \text{ kN}$

De ligger met grootste overspanning van de ondertraverse wordt getoetst. Het berekende profiel is L100x100x8.

De berekening is met AxisVM uitgevoerd, zie uitvoer achterin de appendix en Figuur 7.



**Figuur 8 Reactiekrachten op ligger**

Het resultaat van de toetsing is hieronder weergegeven. De conclusie is dat de dubbel ligger L100x8 voldoet.

U.C. :  $202 / 355 = 0,57 \leq 1,00$  OK

Opmerking: in PLS-TOWER is een profiel L120x12 aangehouden bij de ondertraverse. Dit heeft te maken met de slankheidseis van 250.

## **Project:**

**Constructeur: DNV GL - Energy**

Axis VM X6 R11 - Geregistreerd aan DNV GL - Energy  
Model afspanliggers D1.3.axs

**Rapport**

## Rapport, Inhoudsopgave

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

**Project:**

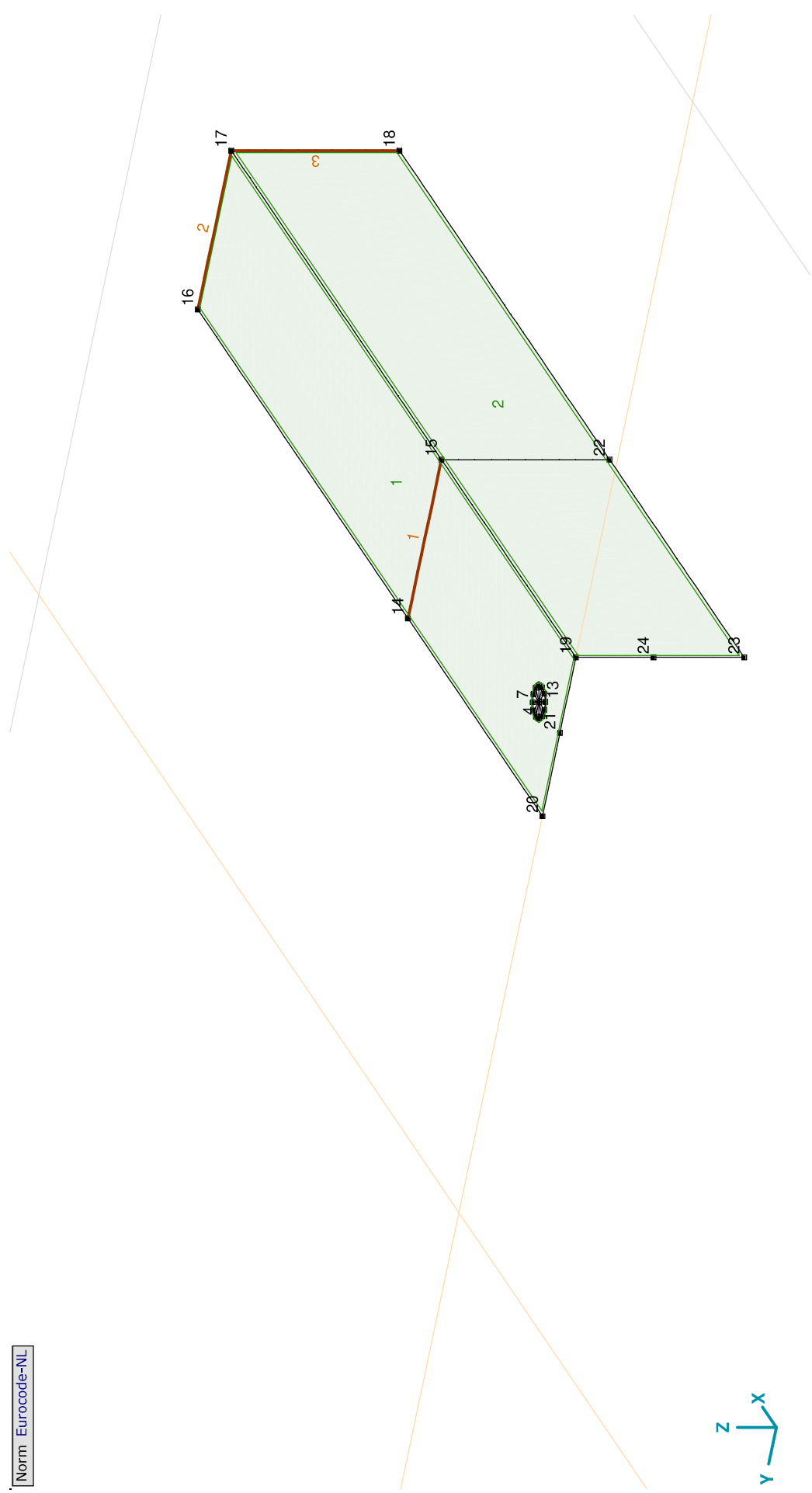
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

27-9-2021

Pag. 3

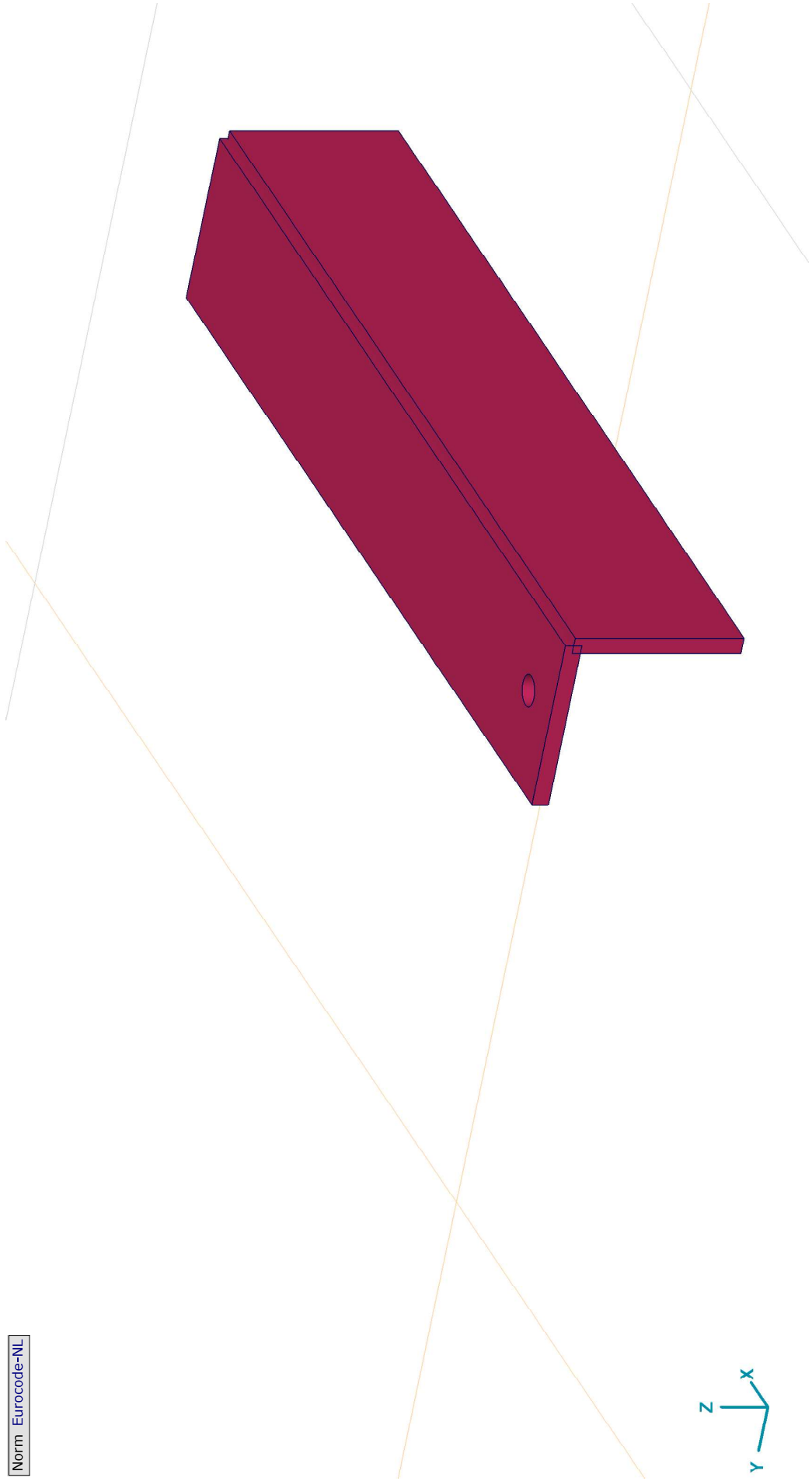
Norm Eurocode-NL



Tekening

**Project:**  
Constructeur: DNV GL - Energy  
Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

Norm Eurocode-NL



Tekening2

**Project:**

Constructie: DNV GL - Energy

Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

27-9-2021

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	$P_1$
1	S 355	Staal	Eurocode-NL 10025-2	Lineair	210000	210000	0.30	1,2E-5	7850				$f_{t0}$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 355.00
Naam	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	$P_6$	$P_7$	$P_8$	$P_9$	$P_{10}$	$P_{11}$	$P_{12}$	$P_{13}$	$P_{14}$
1	S 355	$f_{t0}$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 510.00	$f_{t0}$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 335.00	$f_{t0}$ [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;  **$P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$ ,  $P_5$ ,  $P_6$ ,  $P_7$ ,  $P_8$ ,  $P_9$ ,  $P_{10}$ ,  $P_{11}$ ,  $P_{12}$ ,  $P_{13}$ ,  $P_{14}$ :** Ontwerpparameters;

**Domeinen**

Element type	Materiaal	Ref <sub>x</sub>	Ref <sub>z</sub>	Dikte [mm]	k, buiging [l]	k, torsie [l]	k, afschuiving	Oppervlakte [m <sup>2</sup> ]	Gat	Mesh
1	S 355	Auto	Auto	14				0,117	1	✓
2	S 355	Auto	Auto	14				0,117	-	✓

**Element type:** Plaat element 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:** Torsiesterke coefficient; **k, afschuiving:** Dwarskrachsterke coefficient; **Oppervlakte:** Domein oppervlakte; **Gat:** Aantal gaten in domein; **Mesh:** Gegeneerde mesh;

**Lijnopleggingen**

Lijn	Type	Ref. elem.	R <sub>x</sub> [kN/m/m]	R <sub>y</sub> [kN/m/m]	R <sub>z</sub> [kN/m/m]	R <sub>xx</sub> [kNm/rad/m]	R <sub>yy</sub> [kNm/rad/m]	R <sub>zz</sub> [kNm/rad/m]	NL(x)	NL(y)	NL(z)
1	Rand (2167)	Glob. Domein 1	0	1E+7	1E+7	0	0	0	Symmetrisch	Symmetrisch	Symmetrisch
2	Rand (2091)	Glob. Domein 1	1E+10	0	0	0	0	0	Symmetrisch		
3	Rand (81)	Glob. Domein 2	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 (2167)								
2	Rand (2091)								
3	Rand (81)								

**Lijn:** Ondersteund lijnelement; **Type:** Opleggingstype; **Ref. elem.:** Referentie-element; **R<sub>x</sub>, R<sub>y</sub>, R<sub>z</sub>:** Verplaatsingsstijfheid; **R<sub>xx</sub>, R<sub>yy</sub>, R<sub>zz</sub>:** Rotatiestijfheid; **NL(x), NL(y), NL(z), NL(xx), NL(yy), NL(zz):** Niet-lineaire parameters; **F(x):** Weerstand in X-richting; **F(y):** Weerstand in Y-richting; **F(z):** Weerstand in Z-richting; **M(x):** Weerstandsmoment in X-richting; **M(y):** Weerstandsmoment in Y-richting; **M(z):** Weerstandsmoment in Z-richting;

**Project:**

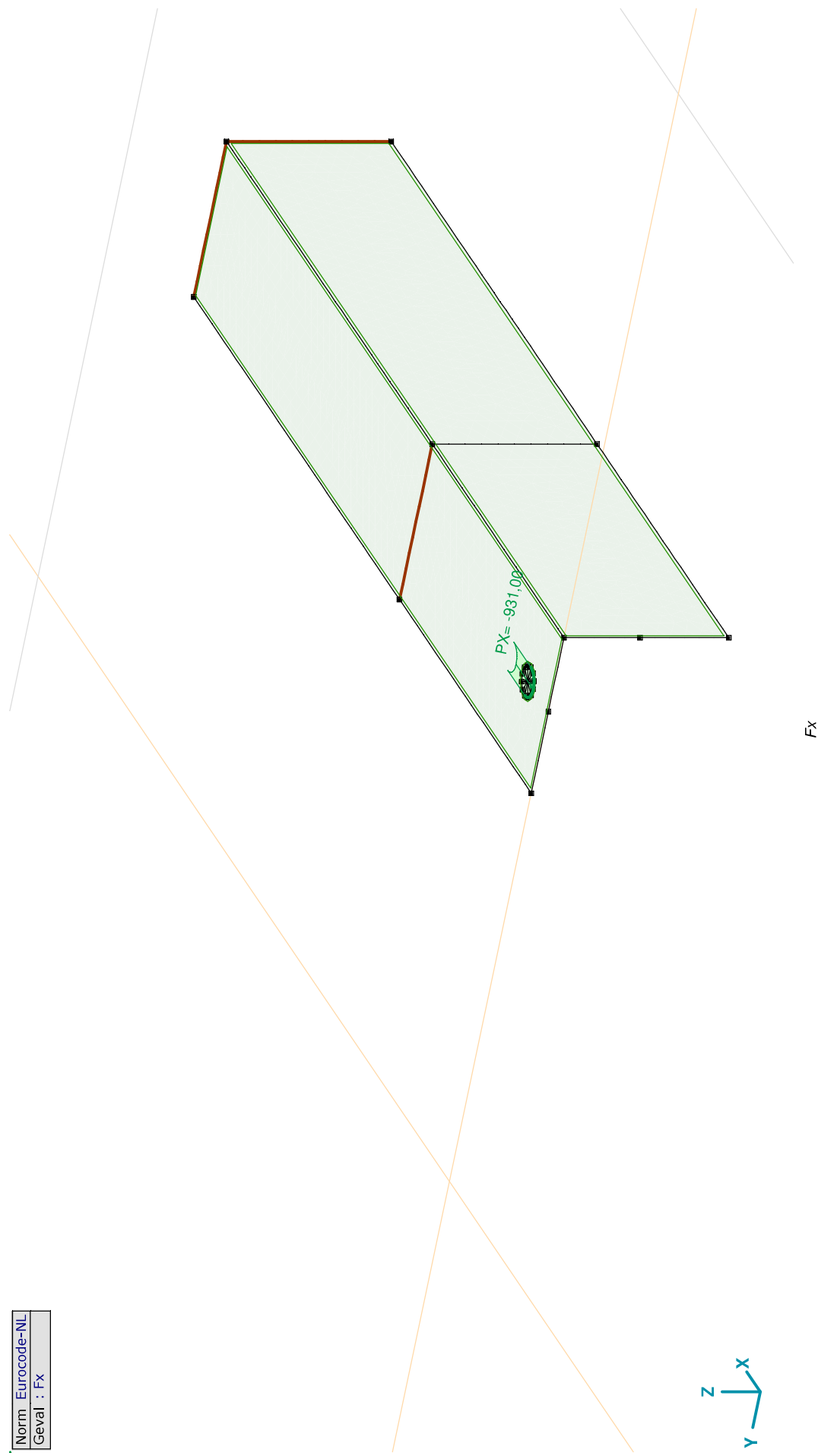
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

27-9-2021

Pag. 6

Norm Eurocode-NL
Geval : Fx

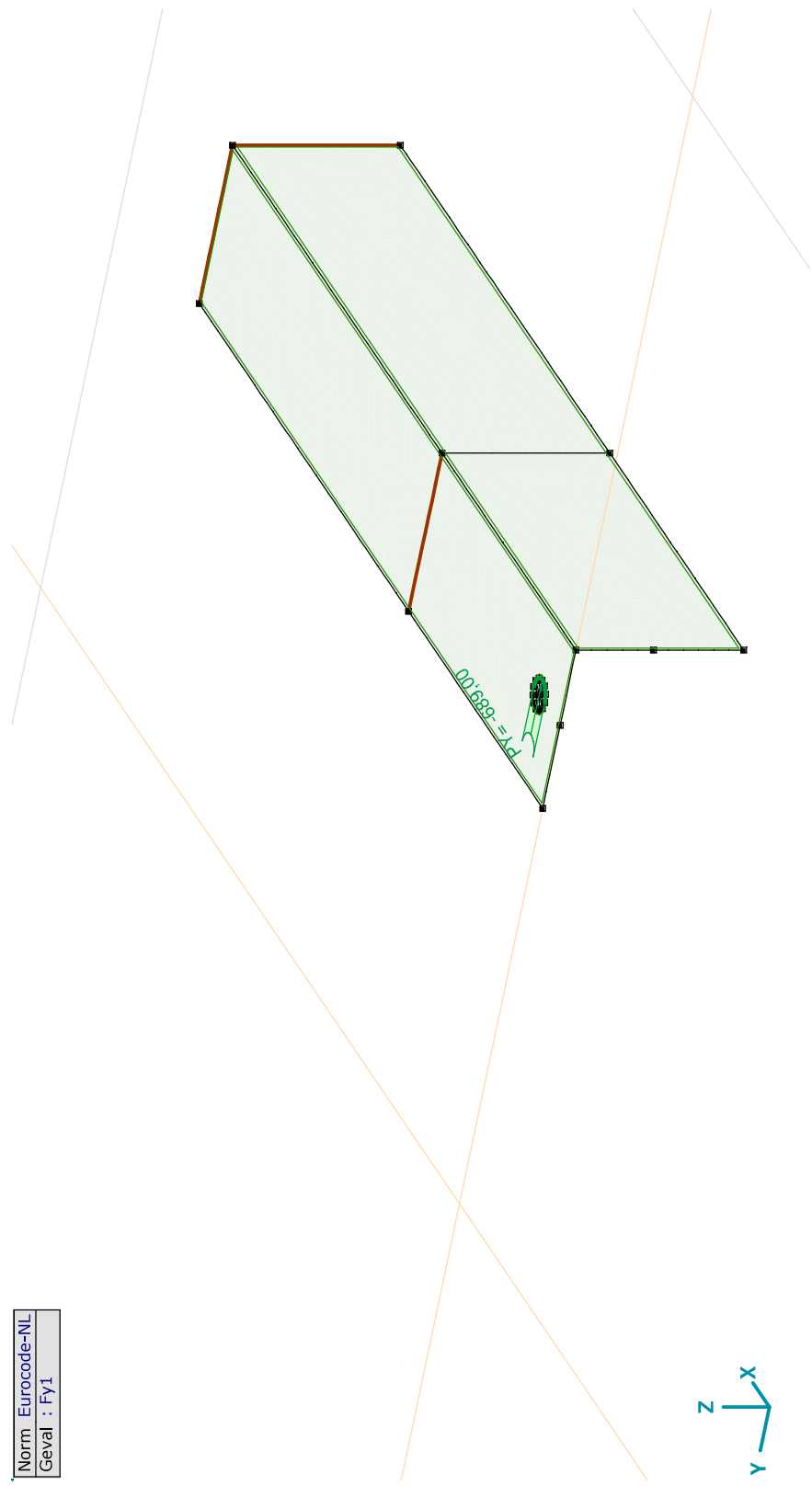


**Fx: Oppervlak lijnlast**

	Richting	$p_x$ [kN/m]	$p_y$ [kN/m]	$p_z$ [kN/m]	$p_m$ [kNm/m]	X [m]	Y [m]	Z [m]	Richting	$dL$ [m]
2	Global	-931,00	0	0	0	0,050	-0,419	0	(0,050; -0,432; 0,000)	0
		-931,00	0	0	0	0,050	-0,445	0	-	0,041

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

Norm Eurocode-NL
Geval : FY1



Fy1



**Project:**

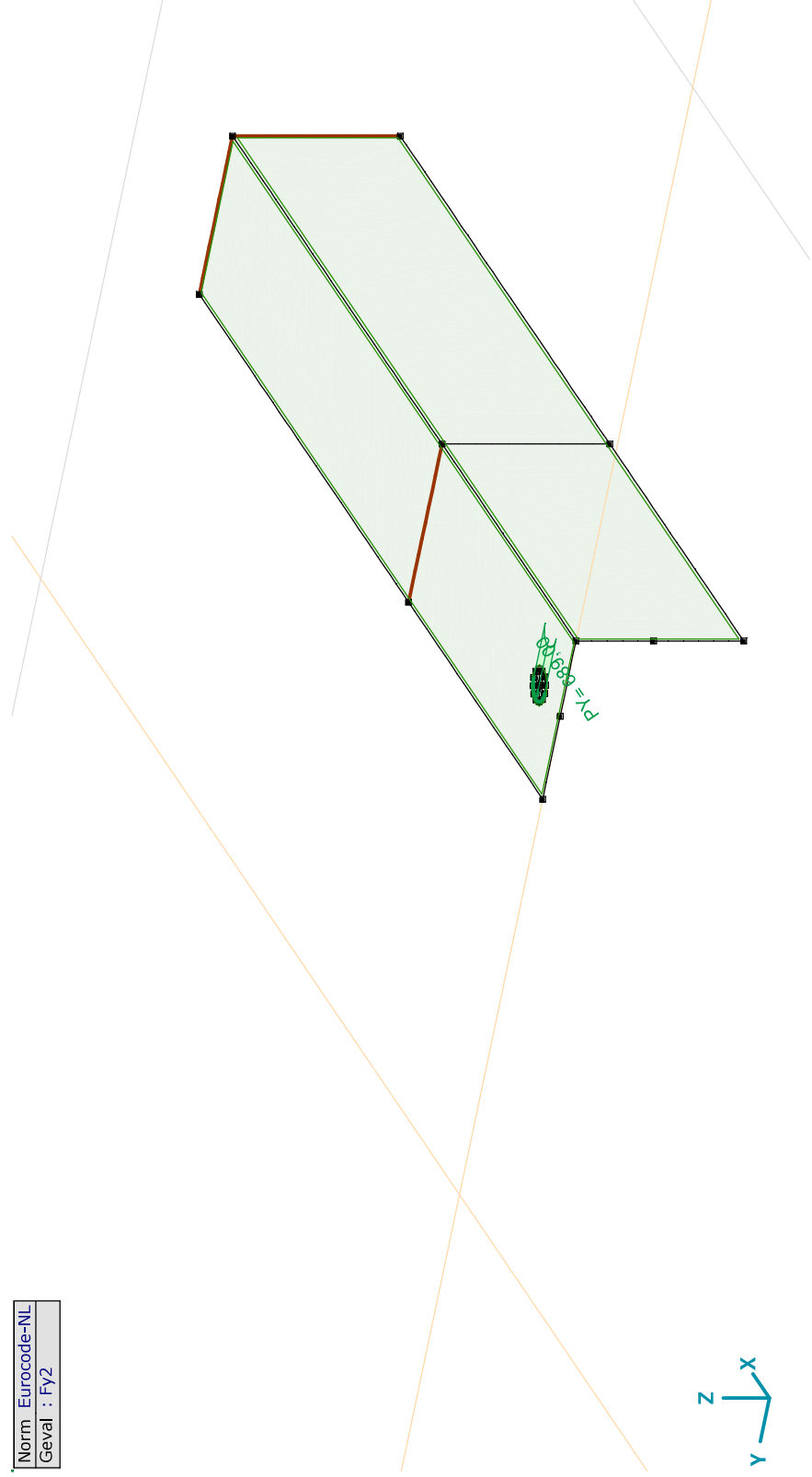
Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

**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]
3	Global	0	-689,00	0	0	0,037	-0,432	0	(0,050; -0,432; 0,000)	0
		0	-689,00	0	0	0,063	-0,432	0	-	0,041

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

Norm Eurocode-NL  
 Geval : Fy2



Fy2

**Project:**

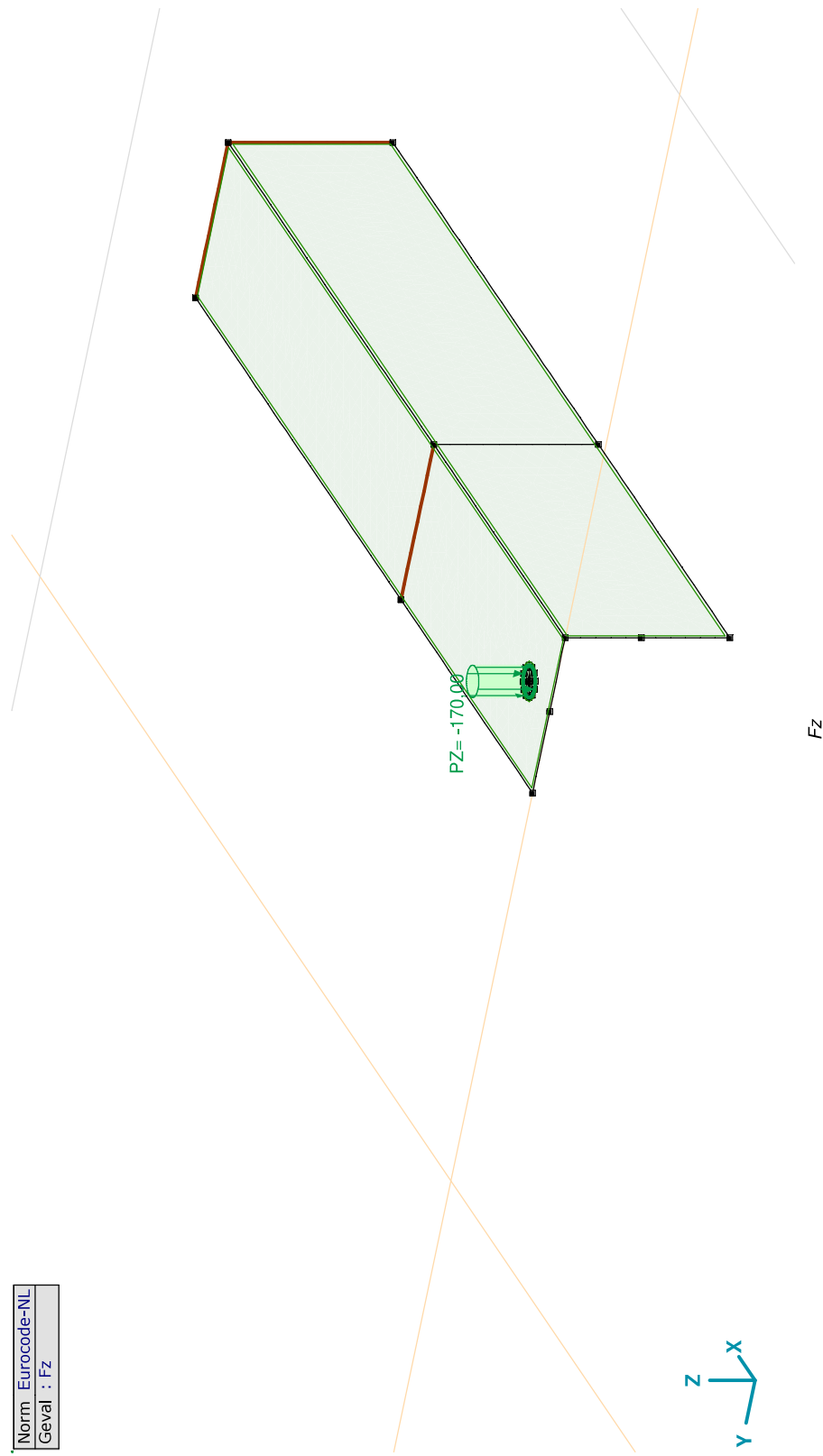
Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

**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]
4	Global	0	689,00	0	0	0,063	-0,432	0	(0,050; -0,432; 0,000)	0
		0	689,00	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;

Norm Eurocode-NL
Geval : Fz



**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

**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]
1	Global	0	0	-170,00	0	0,063	-0,432	0	(0,050; -0,432; 0,000)	0
		0	0	-170,00	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**

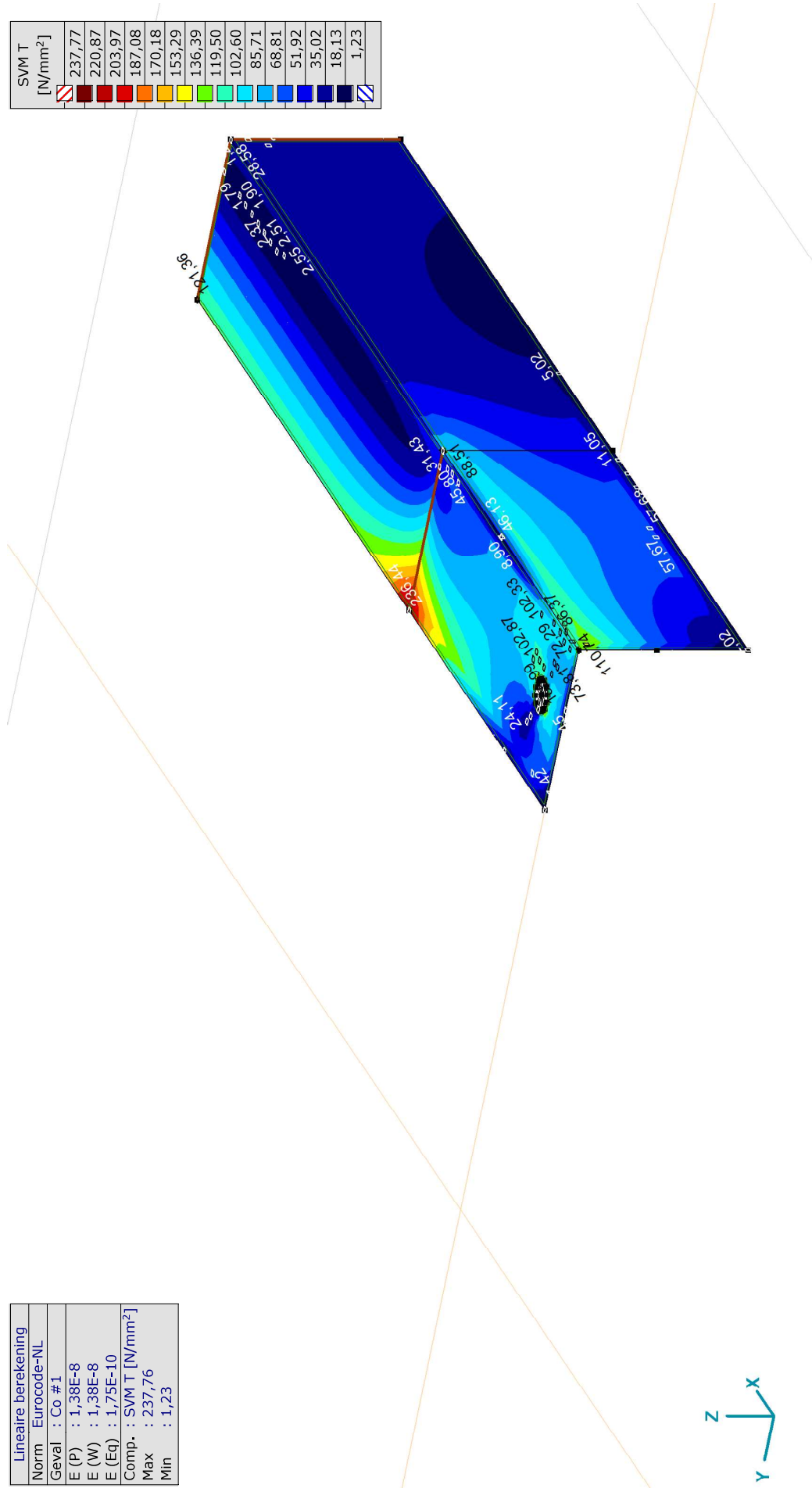
	Naam	Type	$F_x$	$F_{y1}$	$F_{y2}$	$F_z$	Commentaar
1	Co #1	UGT	1,00	1,00	0	1,00	
2	Co #2	UGT	1,00	0	1,00	1,00	

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

**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: Model afspanliggers D1.3.axs

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #1
E (P)	: 1,38E-8
E (W)	: 1,38E-8
E (Eq)	: 1,75E-10
Comp.	: SVM T [N/mm <sup>2</sup> ]
Max	: 237,76
Min	: 1,23

SVM T [N/mm <sup>2</sup> ]	
237,77	
220,87	
203,97	
187,08	
170,18	
153,29	
136,39	
119,50	
102,60	
85,71	
68,81	
51,92	
35,02	
18,13	
1,23	



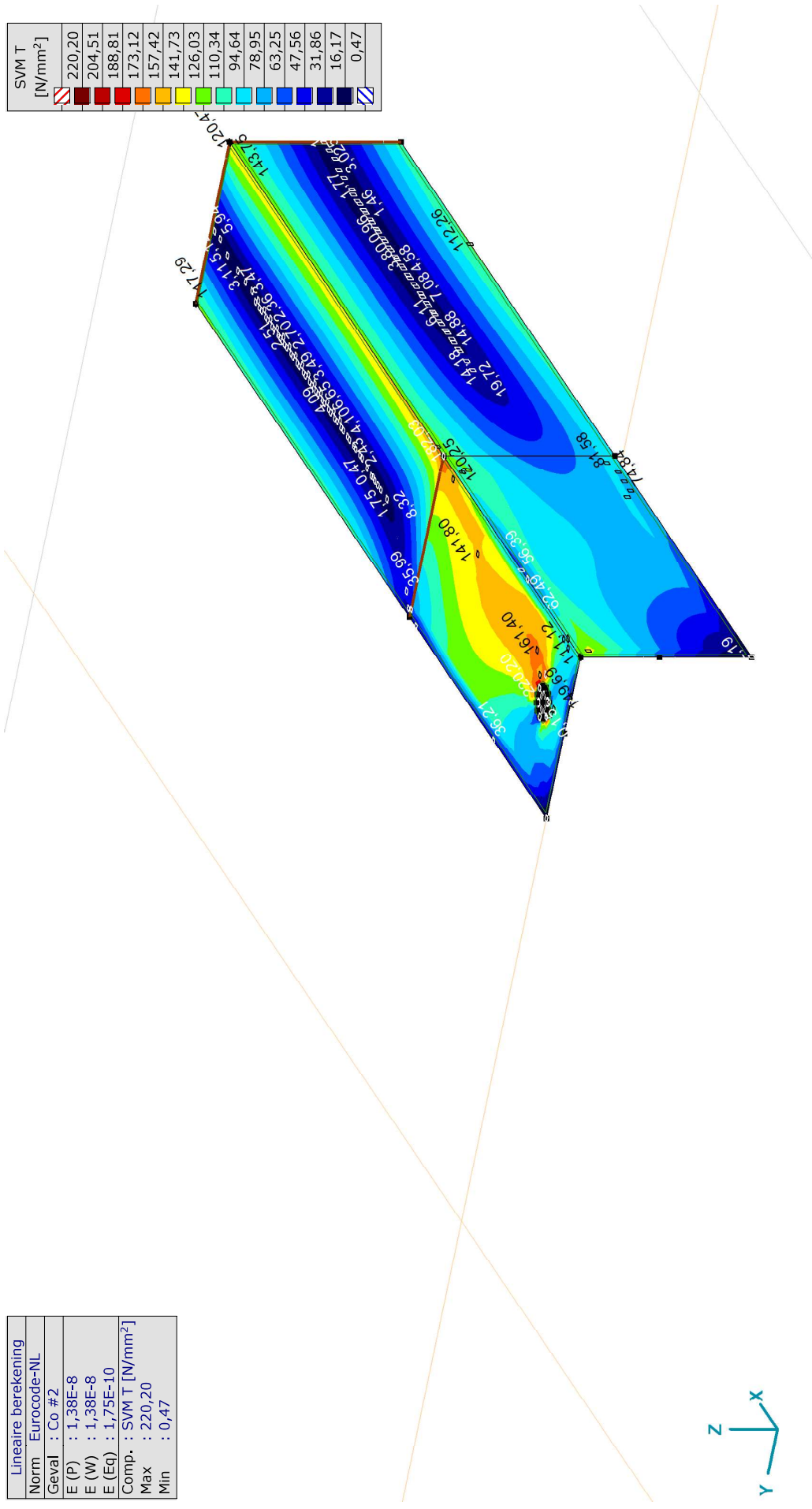
[I], Lineair, Co #1 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

**Project:**  
Construuteur: DNV GL - Energy  
Model: Model afspanliggers D1.3.axs

27-9-2021 Pag. 12

Lineaire berekening	
Norm Eurocode-NL	
Geval : Co #2	
E (P) : 1,38E-8	
E (W) : 1,38E-8	
E (Eq) : 1,75E-10	
Comp. : SVM T [N/mm <sup>2</sup> ]	
Max : 220,20	
Min : 0,47	

SVM T [N/mm <sup>2</sup> ]	
[Symbol]	220,20
[Symbol]	204,51
[Symbol]	188,81
[Symbol]	173,12
[Symbol]	157,42
[Symbol]	141,73
[Symbol]	126,03
[Symbol]	110,34
[Symbol]	94,64
[Symbol]	78,95
[Symbol]	63,25
[Symbol]	47,56
[Symbol]	31,86
[Symbol]	16,17
[Symbol]	0,47

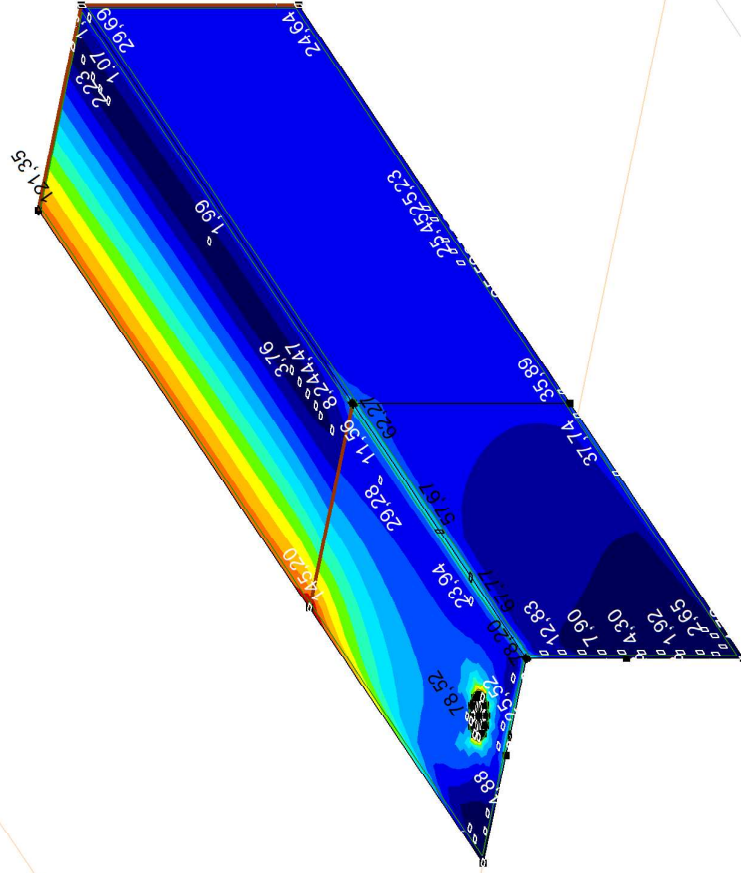


[1], Lineair, Co #2 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #1
E (P)	: 1,38E-8
E (W)	: 1,38E-8
E (Eq)	: 1,75E-10
Comp.	: SVM C [N/mm <sup>2</sup> ]
Max	: 156,39
Min	: 0,39

SVM C [N/mm <sup>2</sup> ]	
156,39	[Red]
145,25	[Dark Red]
134,10	[Red-Orange]
122,96	[Orange-Red]
111,82	[Orange]
100,68	[Yellow-Orange]
89,53	[Yellow]
78,39	[Light Green]
67,25	[Green]
56,10	[Light Blue]
44,96	[Blue]
33,82	[Dark Blue]
22,68	[Very Dark Blue]
11,53	[Darkest Blue]
0,39	[White]

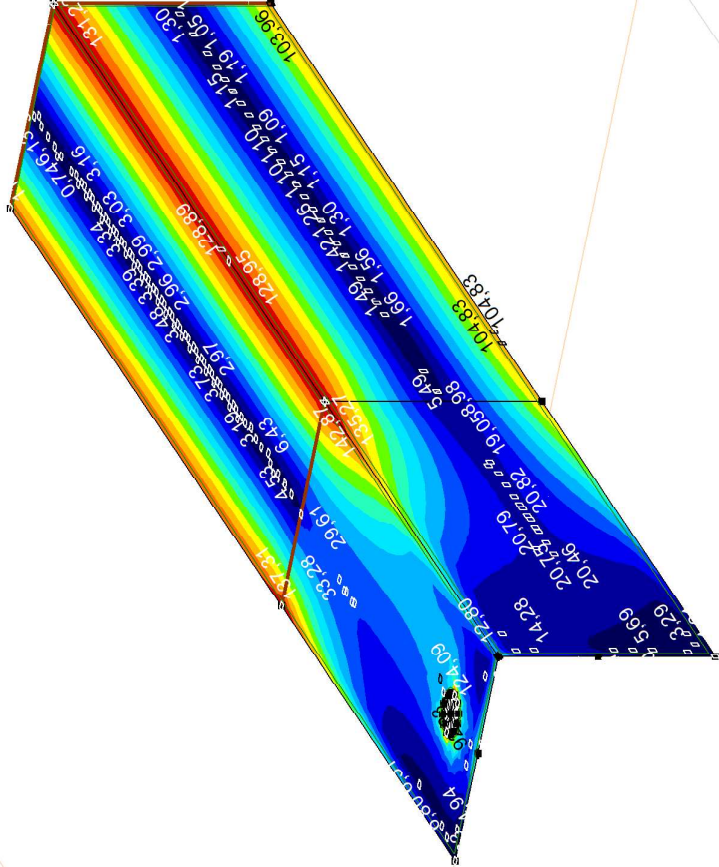


III, Lineair, Co #1 (JGT), SVM C, Kleuren 2D

**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #2
E (P)	: 1,38E-8
E (W)	: 1,38E-8
E (Eq)	: 1,75E-10
Comp.	: SVM C [N/mm <sup>2</sup> ]
Max	: 149,02
Min	: 0,43

SVM C [N/mm <sup>2</sup> ]	
149,02	
138,41	
127,80	
117,18	
106,57	
95,95	
85,34	
74,73	
64,11	
53,50	
42,89	
32,27	
21,66	
11,04	
0,43	



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

**Project:**

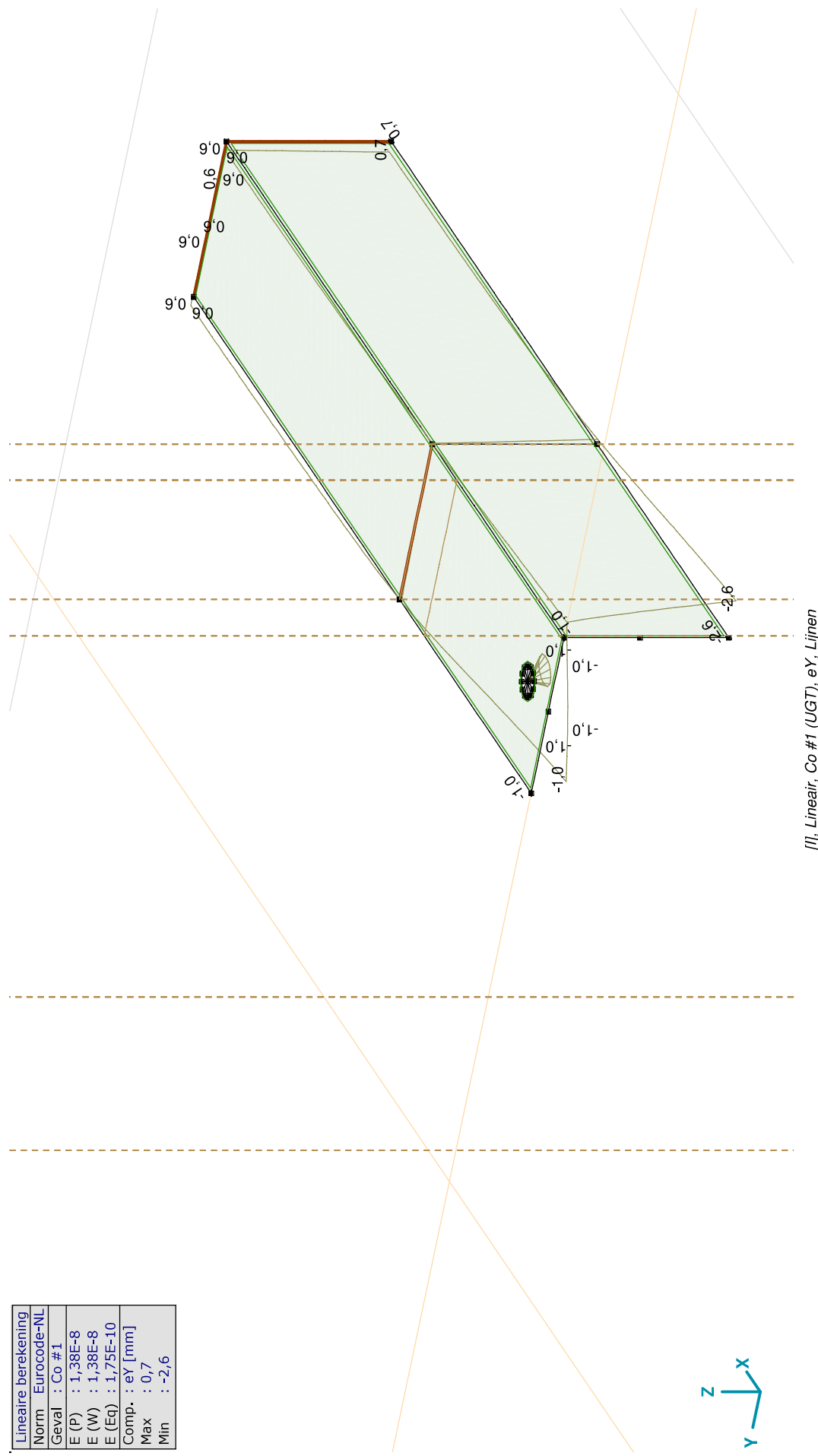
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

27-9-2021

Pag. 15

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #1
E (P)	: 1,38E-8
E (W)	: 1,38E-8
E (Eq)	: 1,75E-10
Comp.	: eY [mm]
Max	: 0,7
Min	: -2,6

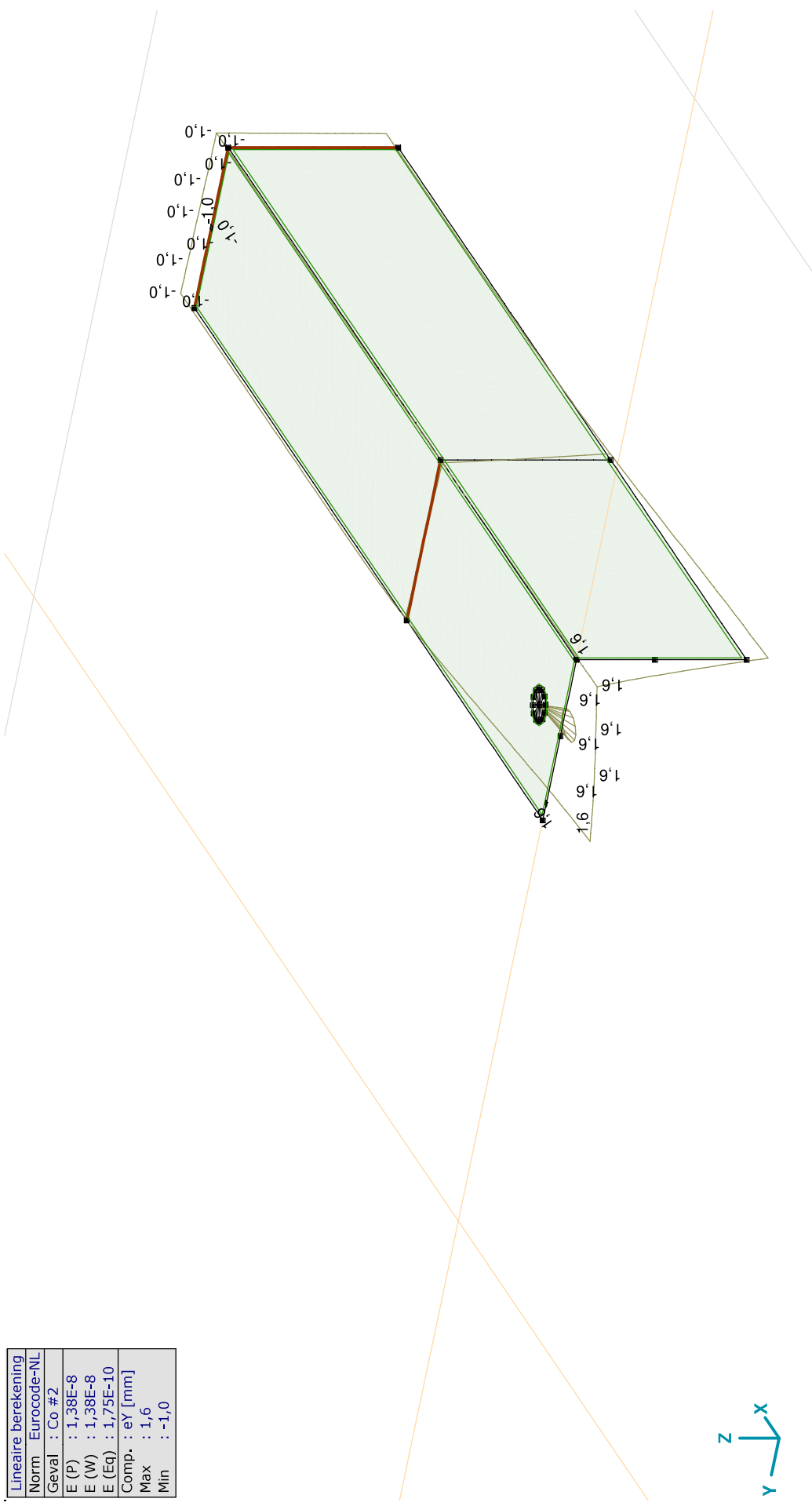


[I], Lineair, Co #1 (UGT), eY, Lijnen



**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

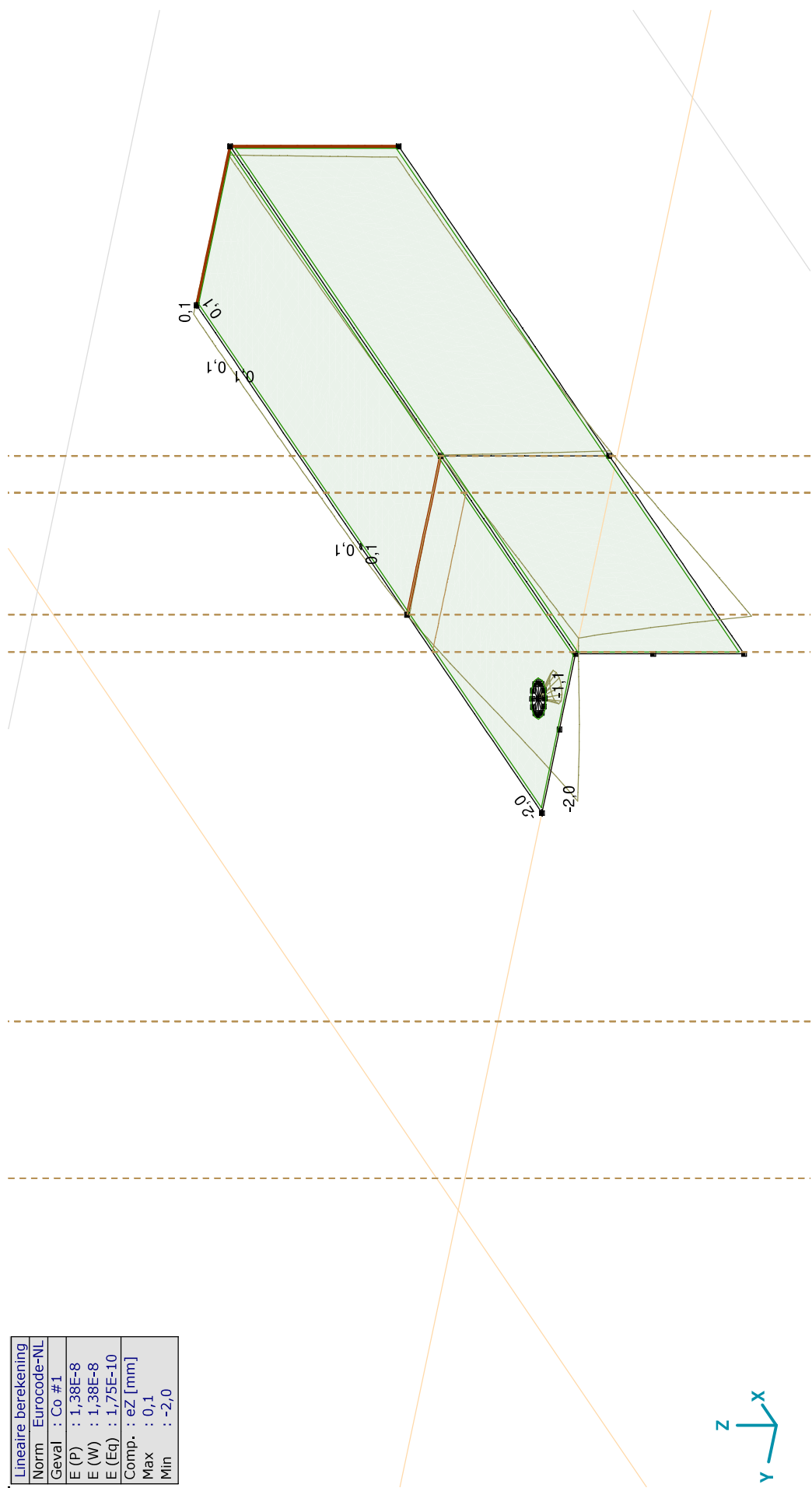
Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #2
E (P)	: 1,38E-8
E (W)	: 1,38E-8
E (Eq)	: 1,75E-10
Comp.	: eY [mm]
Max	: 1,6
Min	: -1,0



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

**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	Co #1
E (P)	: 1,38E-8
E (W)	: 1,38E-8
E (Eq)	: 1,75E-10
Comp.	: eZ [mm]
Max	: 0,1
Min	: -2,0



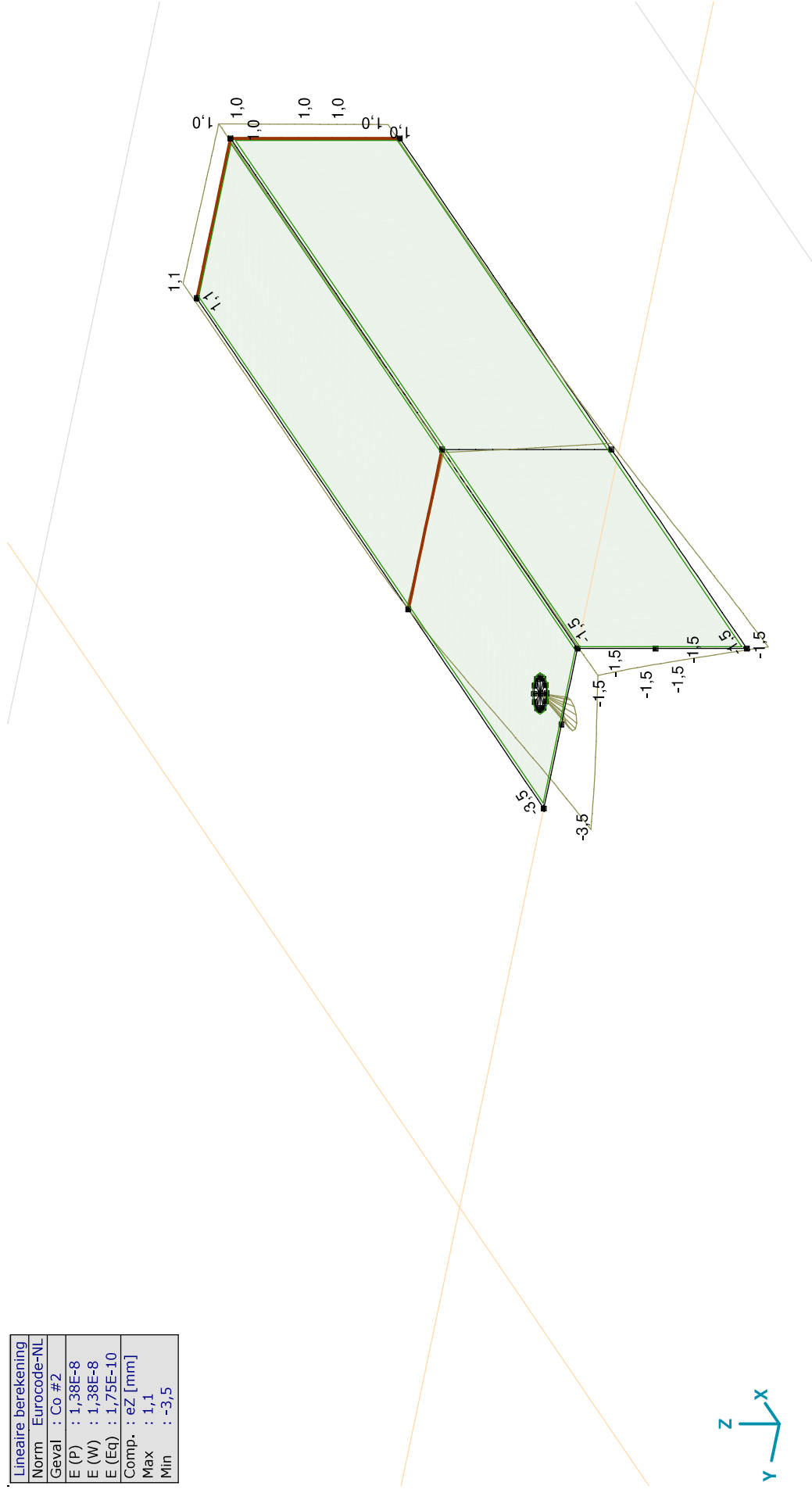
[1], Lineair, Co #1 (UGT), eZ, Lijnen



**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

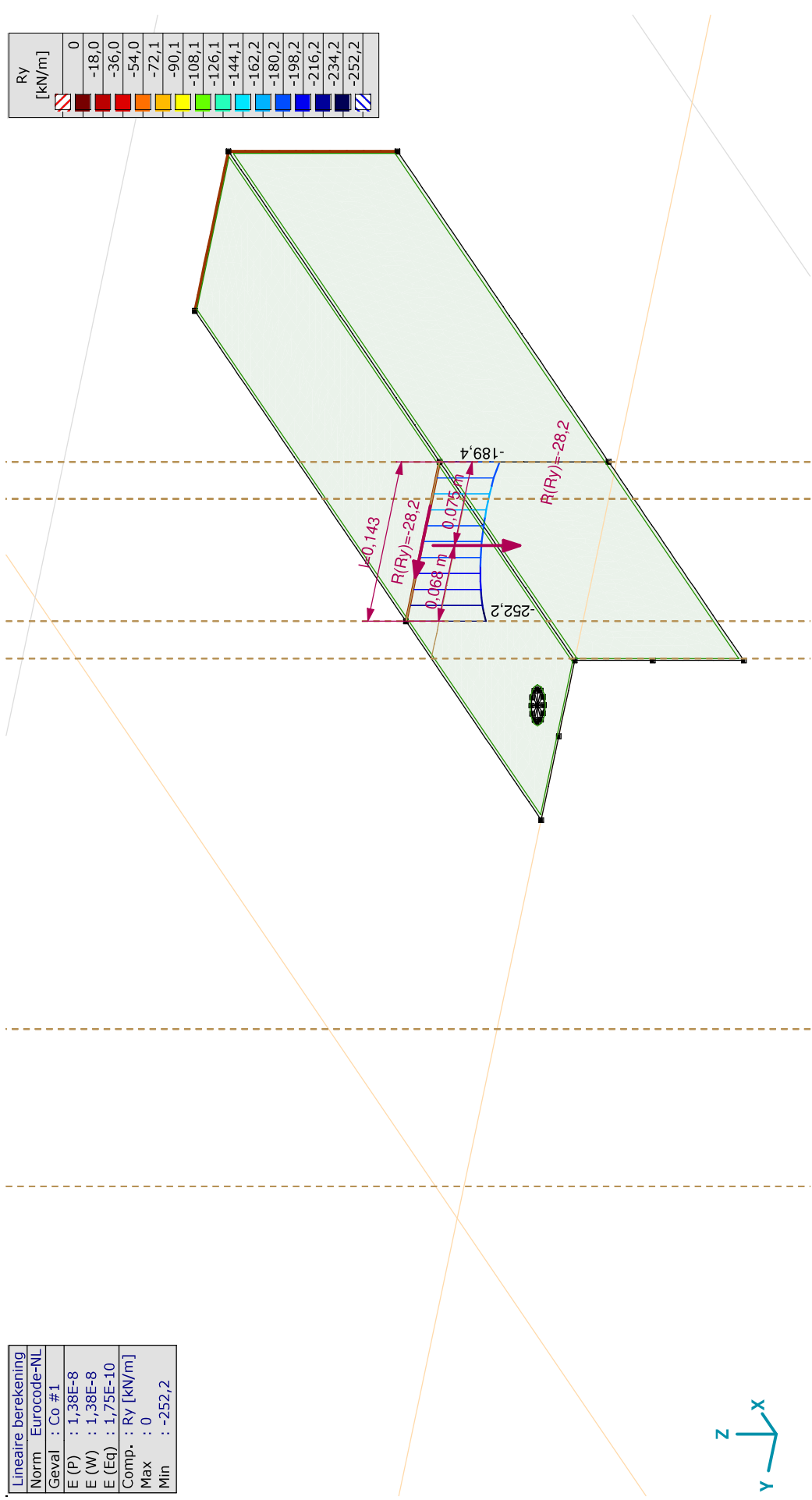
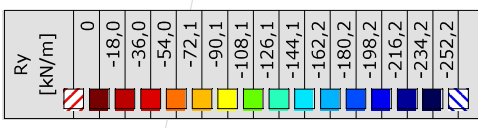
Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #2
E (P)	: 1,38E-8
E (W)	: 1,38E-8
E (Eq)	: 1,75E-10
Comp.	: eZ [mm]
Max	: 1,1
Min	: -3,5



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

**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	Co #1
E (P)	1,38E-8
E (W)	1,38E-8
E (Eq)	1,75E-10
Comp.	Ry [kN/m]
Max	0
Min	-252,2



[I], Lineair, Co #1 (UGT), Ry (lijnopp.), Doorsnedelij


**Project:**

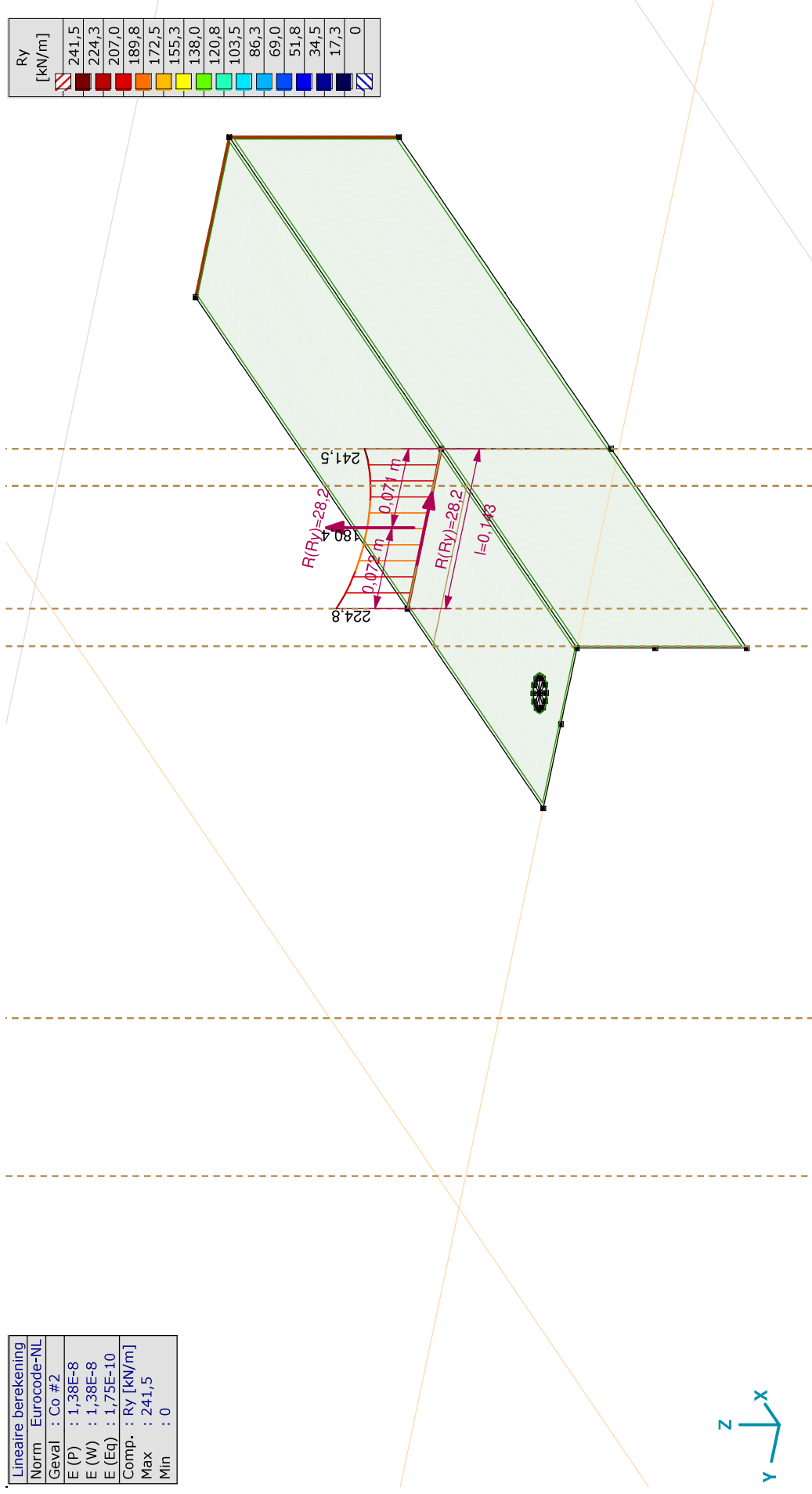
Constructeur: DNV GL - Energy  
Model: Model afspanliggers D1.3.axs

27-9-2021

Pag. 20

Lineaire berekening
Norm Eurocode-NL
Geval : Co #2
E (P) : 1,38E-8
E (W) : 1,38E-8
E (Eq) : 1,75E-10
Comp. : Ry [kN/m]
Max : 241,5
Min : 0

Ry [kN/m]

241,5
224,3
207,0
189,8
172,5
155,3
138,0
120,8
103,5
86,3
69,0
51,8
34,5
17,3
0



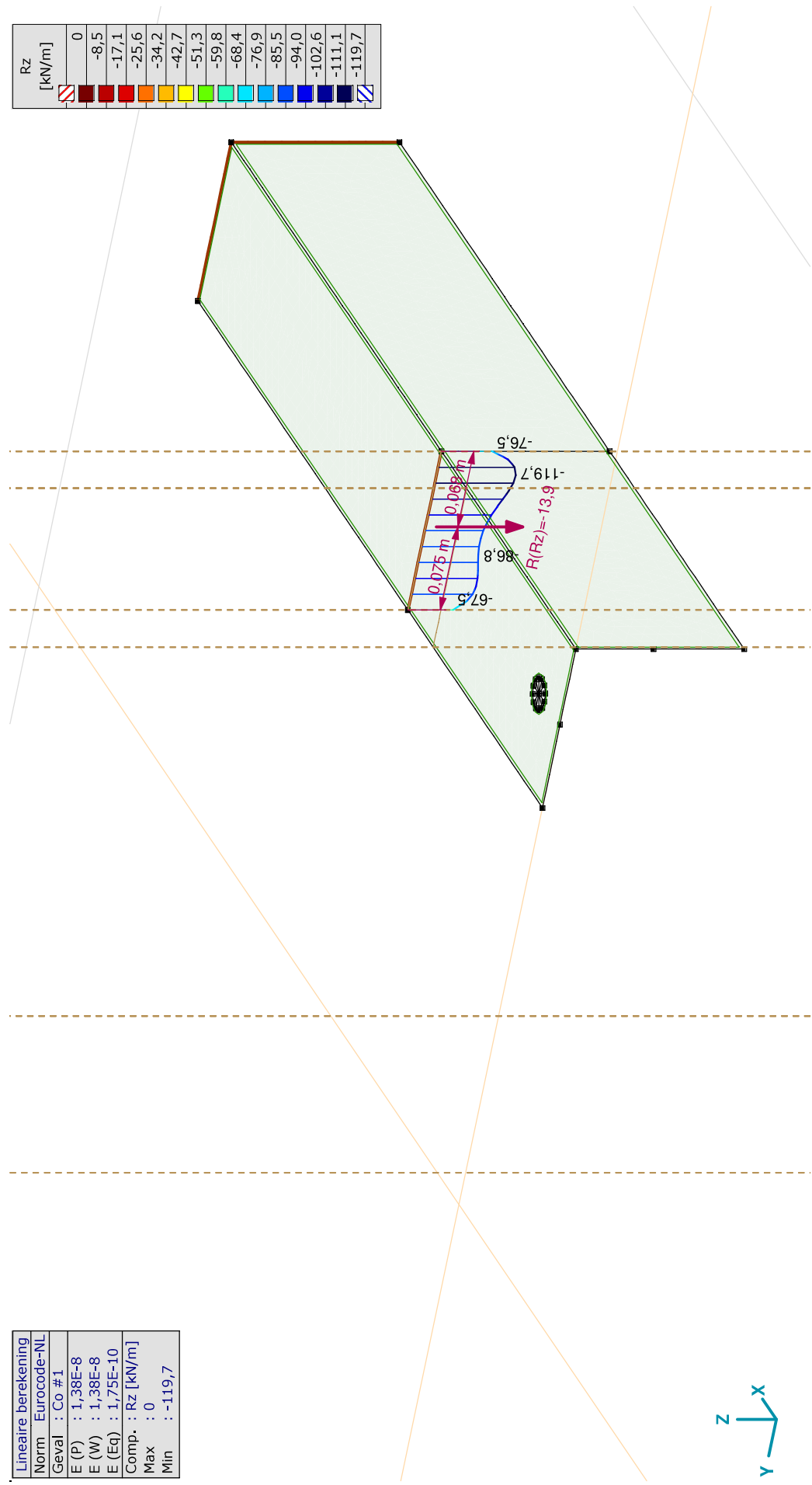
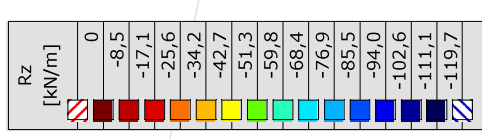
II, Lineair, Co #2 (UGT), Ry (lijnopp.), Doorsnedelij

**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

27-9-2021

Pag. 21

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #1
E (P)	: 1,38E-8
E (W)	: 1,38E-8
E (Eq)	: 1,75E-10
Comp.	: Rz [kN/m]
Max	: 0
Min	: -119,7



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

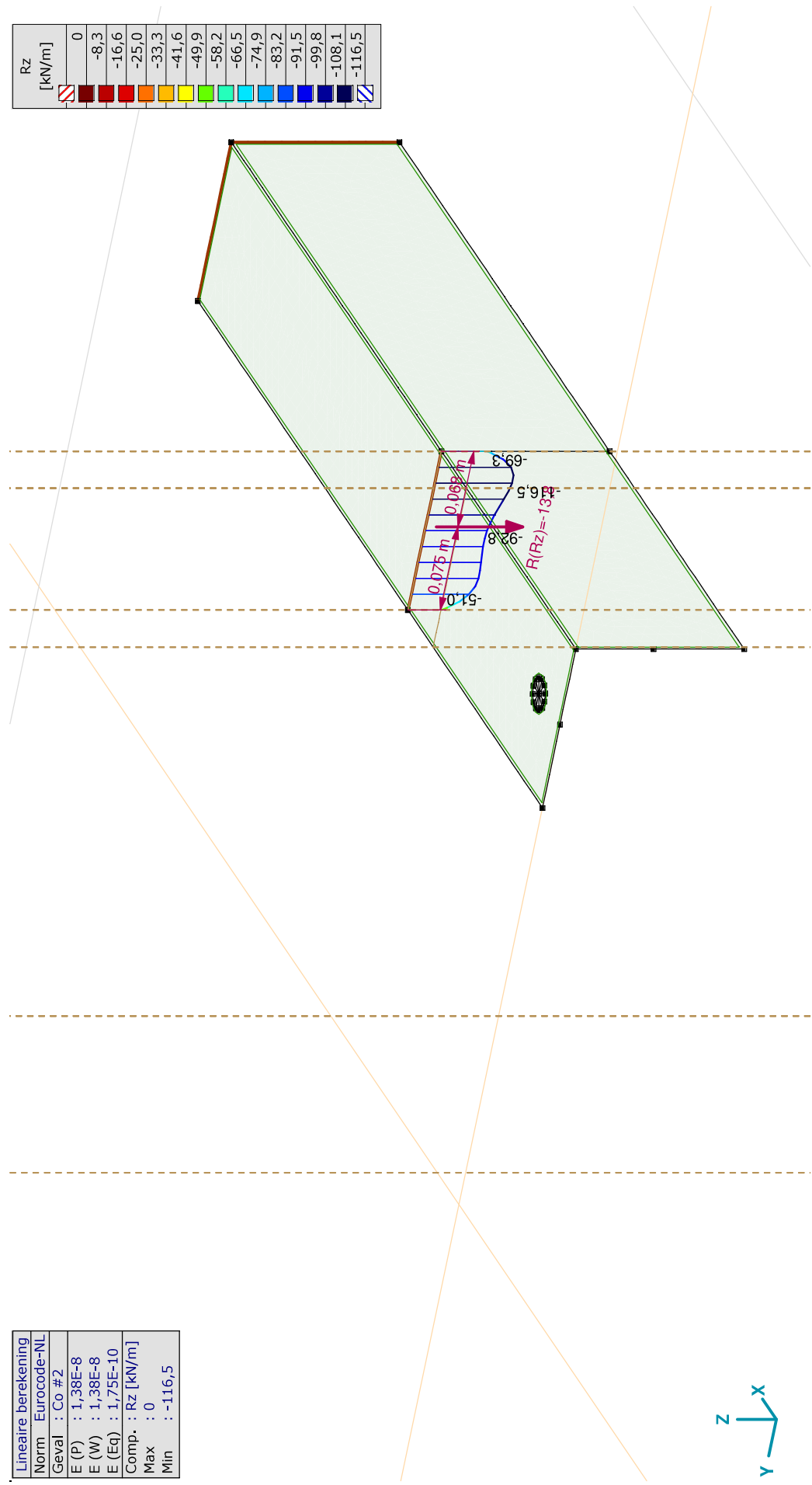
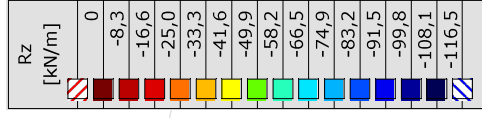


**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

27-9-2021

Pag. 22

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	Co #2
E (P)	1,38E-8
E (W)	1,38E-8
E (Eq)	1,75E-10
Comp.	Rz [kN/m]
Max	0
Min	-116,5



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

## **Project:**

**Constructeur: DNV GL - Energy**

AxisVM X6 R11 - Geregistreerd aan DNV GL - Energy  
Post-Isolator.axs

**Rapport**



## Rapport, Inhoudsopgave

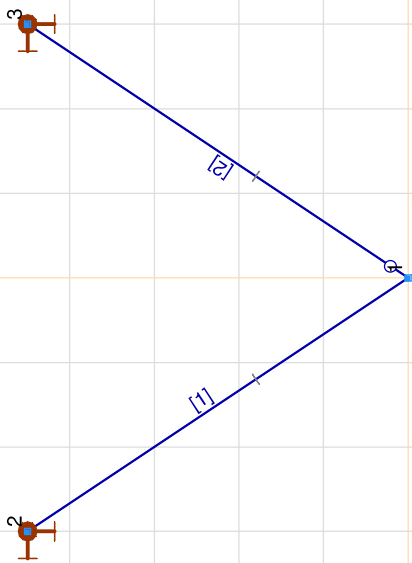
<i>Onderdeel</i>	<i>Pagina</i>	<i>Onderdeel</i>	<i>Pagina</i>
Zijaanzicht	3	Wind: Geconcentreerde belastingen op staven	7
[I], Lineair, EG, Rxyz (knoopopl.), Kleuren 2D, Zijaanzicht	4	Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen	7
EG: Knoopbelastingen	5	[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Nx, Lijnen (gevuld), Zijaanzicht	8
EG: Geconcentreerde belastingen op staven	5	[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Vz, Lijnen (gevuld), Zijaanzicht	9
[I], Lineair, Wind, Rxyz (knoopopl.), Kleuren 2D, Zijaanzicht	6	[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Rxyz (knoopopl.), Lijnen, Zijaanzicht	10
Wind: Knoopbelastingen	7	Interne krachten knooppiegging [Lineair, Omhullende (Alle UGT)]	11

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post-isolator.axs

Norm Eurocode-NL



Zijaanzicht

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

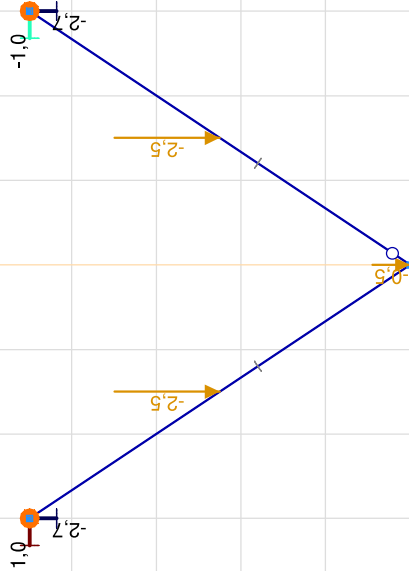
Model: **Post-isolator.axs**

27-9-2021

Pag. 4

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: EG
E (P)	: 6,89E-13
E (W)	: 6,89E-13
E (Eq)	: 1,13E-13
Comp.	: Rxyz [kN]
Max	: 1,0
Min	: -2,7

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



[[]. Lineair, EG, Rxyz (knooppl.), Kleuren 2D, Zijaanzicht

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Post-isolator.axs**

27-9-2021

Pag. 5

**EG: Knoopbelastingen**

Richting	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
1 Global	0	0	-0,5	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;**EG: 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 Staaf G	5.408	a	0,500	0	0	-2,5	0	0	0	Geen excentriciteit		
2 Staaf G	5.408	a	0,500	0	0	-2,5	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

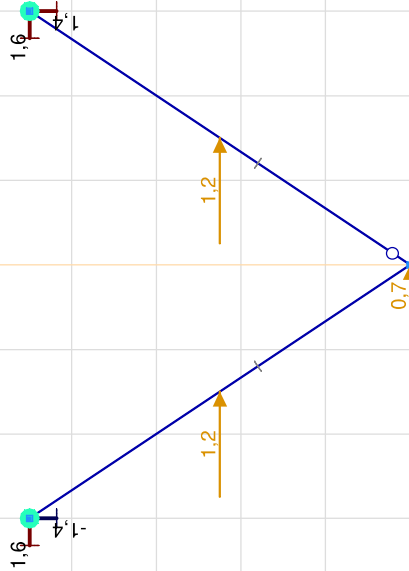
Model: **Post-isolator.axs**

27-9-2021

Pag. 6

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Wind
E (P)	: 6,89E-13
E (W)	: 6,89E-13
E (Eq)	: 1,13E-13
Comp.	: Rxyz [kN]
Max	: 1,6
Min	: -1,4

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



[I], Lineair, Wind, Rxyz (knooppnl.), Kleuren 2D, Zijaanzicht

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Post-isolator.axs**

27-9-2021

Pag. 7

**Wind: Knoopbelastingen**

Richting	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
1 Global	0	0,7	0	0	0	0

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

**Wind: 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 Staaf G	5.408	a	0,500	0	1,2	0	0	0	0	Geen excentriciteit		
2 Staaf G	5.408	a	0,500	0	1,2	0	0	0	0	Geen excentriciteit		

Type: Belastingtype; Lengte: Elementlengte; a/d: Positie als verhouding (a) of lengte (d); Pos.: Positie;  $F_x, F_y, F_z$ : Belastingkracht component;  $M_x, M_y, M_z$ : Belastingmoment component;

**Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen**

Naam	Type	EG (PERM1)	Wind (VER1)	Commentaar
1	Co #1 UGT	1,20	1,50	3

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

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

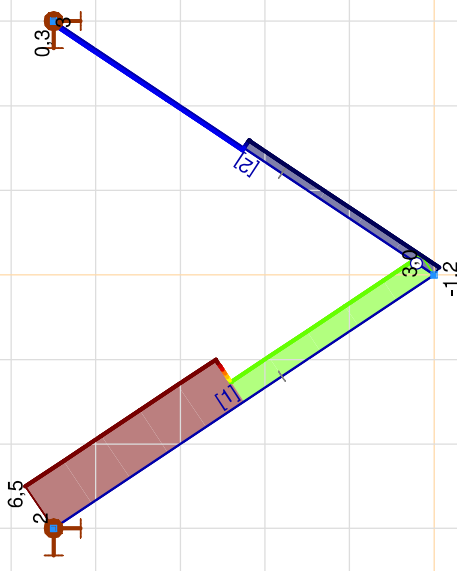
Model: **Post-isolator.axs**

27-9-2021

Pag. 8

Norm	Lineaire berekening
Geval	Eurocode-NL
Omhullende	: Omhullende Min,Max
E (P)	: 6,89E-13
E (W)	: 6,89E-13
E (Eq)	: 1,13E-13
Comp.	: Nx [kN]
Max	: 6,5
Min	: -1,2

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

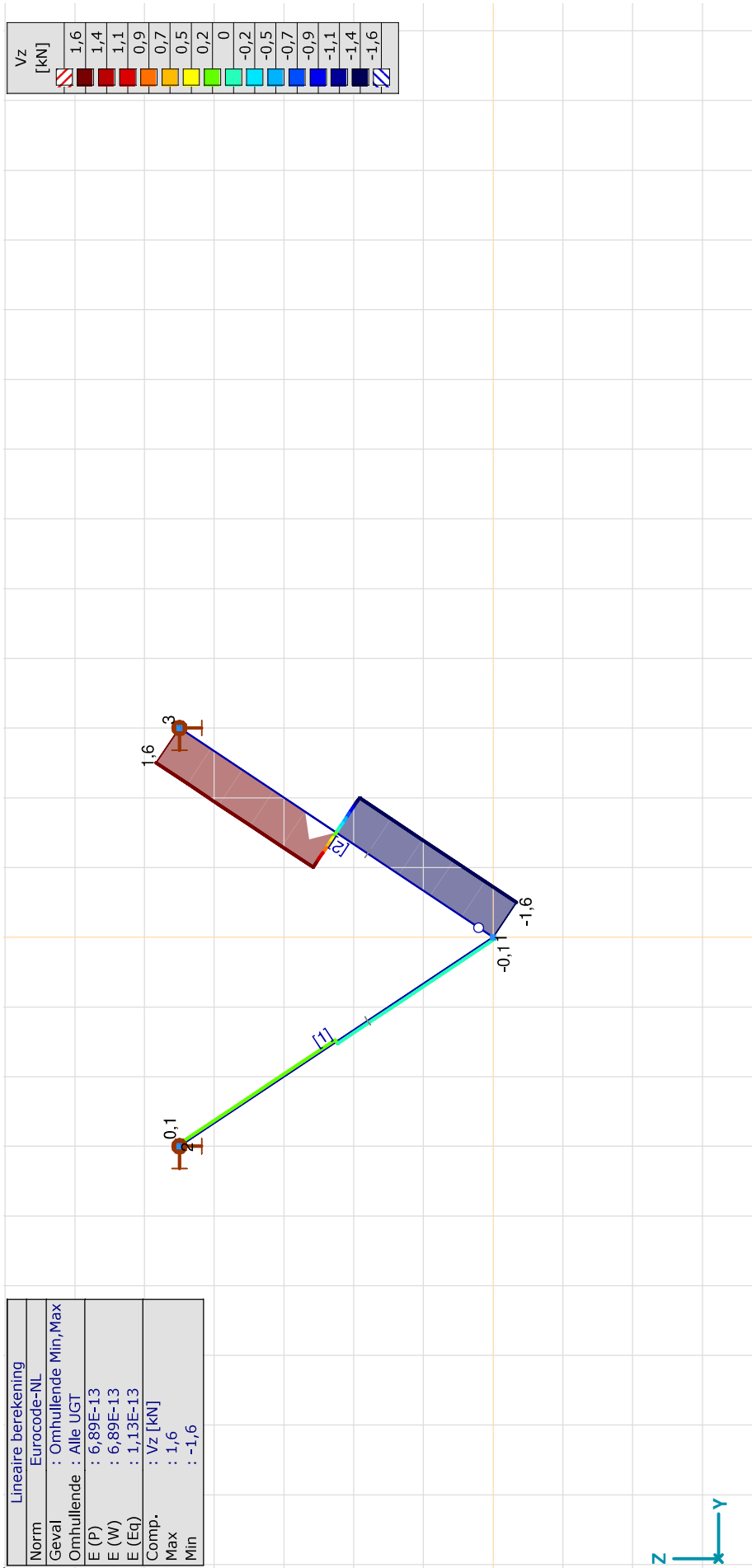


[[], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Nx, Lijnen (gevuld), Zijaanzicht

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Post-isolator.axs**

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 6,89E-13
E (W)	: 6,89E-13
E (Eq)	: 1,13E-13
Comp.	: Vz [kN]
Max	: 1,6
Min	: -1,6



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

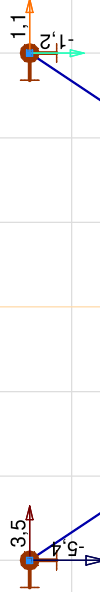


**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Post-isolator.axs**

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Omhullende Min,Max
Omhullende	: Alle UGT
E (P)	: 6,89E-13
E (W)	: 6,89E-13
E (Eq)	: 1,13E-13
Comp.	: Rxyz [kN]
Max	: 3,5
Min	: -5,4

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



[I], Lineair, Omhullende (Alle UGT), Rxyz (knoopopl.), Lijnen, Zijaanzicht

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Post-isolator.axs**

27-9-2021

Pag. 11

## Interne krachten knooppoplegging [Linear, Omhullende (Alle UGT )]

Knoop	X [m]	Y [m]	Z [m]	Type	C	min. max.	Geval	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>r</sub> [kN]	αR
1	2	0	-3.000	4,500	Glob.	Rx	Co #1	0	3,5	-5,4	6,5	-0,648
							Co #1	0	3,5	-5,4	6,5	-0,648
						Ry	Co #1	0	<b>3,5</b>	-5,4	6,5	-0,648
							Co #1	0	<b>3,5</b>	-5,4	6,5	-0,648
						Rz	Co #1	0	3,5	-5,4	6,5	-0,648
							Co #1	0	3,5	-5,4	6,5	-0,648
2	3	0	3.000	4,500	Glob.	Rx	Co #1	0	1,1	-1,2	1,6	-0,968
							Co #1	0	1,1	-1,2	1,6	-0,968
						Ry	Co #1	0	<b>1,1</b>	-1,2	1,6	-0,968
							Co #1	0	<b>1,1</b>	-1,2	1,6	-0,968
						Rz	Co #1	0	1,1	-1,2	1,6	-0,968
							Co #1	0	1,1	-1,2	1,6	-0,968
ExL	2	0	-3.000	4,500	Glob.	Rx	Co #1	0	3,5	-5,4	6,5	-0,648
							Co #1	0	3,5	-5,4	6,5	-0,648
						Ry	Co #1	0	<b>1,1</b>	-1,2	1,6	-0,968
							Co #1	0	<b>3,5</b>	-5,4	6,5	-0,648
						Rz	Co #1	0	3,5	-5,4	6,5	-0,648
							Co #1	0	1,1	-1,2	1,6	-0,968
1	2	0	3.000	4,500	Glob.	Rx	Co #1	0	1,1	-1,2	1,6	-0,968
							Co #1	0	1,1	-1,2	1,6	-0,968
						Ry	Co #1	0	<b>1,1</b>	-1,2	1,6	-0,968
							Co #1	0	<b>1,1</b>	-1,2	1,6	-0,968
						Rz	Co #1	0	1,1	-1,2	1,6	-0,968
							Co #1	0	1,1	-1,2	1,6	-0,968
2	3	0	3.000	4,500	Glob.	Rx	Co #1	0	1,1	-1,2	1,6	-0,968
							Co #1	0	1,1	-1,2	1,6	-0,968
						Ry	Co #1	0	<b>1,1</b>	-1,2	1,6	-0,968
							Co #1	0	<b>1,1</b>	-1,2	1,6	-0,968
						Rz	Co #1	0	1,1	-1,2	1,6	-0,968
							Co #1	0	1,1	-1,2	1,6	-0,968
1	2	0	-3.000	4,500	Glob.	Rx	Co #1	0	3,5	-5,4	6,5	-0,648
							Co #1	0	3,5	-5,4	6,5	-0,648
						Ry	Co #1	0	<b>1,1</b>	-1,2	1,6	-0,968
							Co #1	0	<b>3,5</b>	-5,4	6,5	-0,648
						Rz	Co #1	0	3,5	-5,4	6,5	-0,648
							Co #1	0	1,1	-1,2	1,6	-0,968
2	3	0	3.000	4,500	Glob.	Rx	Co #1	0	1,1	-1,2	1,6	-0,968
							Co #1	0	1,1	-1,2	1,6	-0,968
						Ry	Co #1	0	<b>1,1</b>	-1,2	1,6	-0,968
							Co #1	0	<b>1,1</b>	-1,2	1,6	-0,968
						Rz	Co #1	0	1,1	-1,2	1,6	-0,968
							Co #1	0	1,1	-1,2	1,6	-0,968
1	2	0	-3.000	4,500	Glob.	Rx	Co #1	0	3,5	-5,4	6,5	-0,648
							Co #1	0	3,5	-5,4	6,5	-0,648
						Ry	Co #1	0	<b>1,1</b>	-1,2	1,6	-0,968
							Co #1	0	<b>3,5</b>	-5,4	6,5	-0,648
						Rz	Co #1	0	3,5	-5,4	6,5	-0,648
							Co #1	0	1,1	-1,2	1,6	-0,968

**Knoop:** Ondersteunde knoop; **Type:** Opleggingstype; **C:** Extremer component; **min, max:** Extremer type; **Geval:** Belastinggeval van de extreme; **Rx:** X-component opleggingsreactiekracht; **Ry:** Y-component opleggingsreactiekracht; **Rz:** Z-component opleggingsreactiekracht; **Rr:** Resulterende opleggingsreactiekracht; **αR:** Verhouding verticale oplegkracht / horizontale oplegkracht;

Project: GT-RLL  
 Mast: HC+0 en HB+0

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

Datum: 2021-09-27  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.1

<b>Load</b>		<b>Beam 1</b>	<b>Beam 2</b>	<b>Beam 3</b>	
Force on insulator		6,5	8,0	6,5	kN
Angle of insulator (to vertical)		33,7	35	33,7	°
Horizontal force in direction of		y-as	y-as	y-as	
Horizontal force	F <sub>h</sub>	3,6	4,6	3,6	kN
Vertical force	F <sub>v</sub>	5,4	6,6	5,4	kN
Eccentricity of force (below beam)	e	40	40	40	mm
Torsional moment	T	0,4	0,6	0,4	kNm

<b>Beams</b>					
Beam length	L	3100	2000	1000	mm
Yield stress	f <sub>y</sub>	355	355	355	Mpa
Elastic modulus	E	210000	210000	210000	Mpa
Shear modulus	G	81000	81000	81000	Mpa
Profile		HEA 160	HEA 160	HEA 160	
		HEA160	HEA160	HEA160	
Height	h	152	152	152	mm
Width	b	160	160	160	mm
Web thickness	t <sub>w</sub>	6,0	6,0	6,0	mm
Flange thickness	t <sub>f</sub>	9,0	9,0	9,0	mm
Torsional constant	I <sub>t</sub>	12	12	12	· 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
Warping constant	I <sub>wa</sub>	31410	31410	31410	· 10 <sup>6</sup> mm <sup>6</sup>
Moment of inertia	I <sub>y</sub>	1673	1673	1673	· 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
	I <sub>z</sub>	616	616	616	· 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
Flange stiffness	I <sub>f</sub> = I <sub>z</sub> / 2 =	308	308	308	mm <sup>2</sup>
Moment of resistance	W <sub>y,el</sub>	220	220	220	· 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
	W <sub>z,el</sub>	77	77	77	· 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
Torsional bending constant	d	829	829	829	mm
	L/d	3,7	2,4	1,2	
	α	0,5	0,5	0,5	

**Calculation of second derivative of angular deflection φ'':**

A = T / (G·I <sub>t</sub> ·d) =	5,44E-08	6,92E-08	5,44E-08	
B = sinh(α·L / d) =	3,16E+00	1,52E+00	6,40E-01	
C = tanh(L/d) =	9,99E-01	9,84E-01	8,35E-01	
D = cosh(α·L / d) =	3,32E+00	1,82E+00	1,19E+00	
F = sinh(0,5·L / d) =	3,16E+00	1,52E+00	6,40E-01	
H = (B / C - D) · F =	-4,77E-01	-4,18E-01	-2,70E-01	
X = A · H =	-2,59E-08	-2,89E-08	-1,47E-08	
Y = X · G · I <sub>t</sub> · d / T =	-4,77E-01	-4,18E-01	-2,70E-01	
φ'' = Y·T / (G·I <sub>t</sub> ·d) =	-2,59E-08	-2,89E-08	-1,47E-08	rad/mm <sup>2</sup>

Project: GT-RLL  
 Mast: HC+0 en HB+0

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

Datum: 2021-09-27  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.1

**Acting moments:**

$M_{w,Ed} = E \cdot I_{\phi} \cdot (h - t_f) \cdot \phi'' / 2 =$	1,2	1,3	0,7	<i>kNm</i>
$M_{y,Ed} = 1/4 \cdot F \cdot L =$	2,8	2,3	0,9	<i>kNm</i>
$M_{z,Ed} = 1/4 \cdot F \cdot L =$	4,2	3,3	1,4	<i>kNm</i>

**Capacities of beams:**

$M_{w,Rd} = W_{z,el} \cdot f_y / 2 =$	13,7	13,7	13,7	<i>kNm</i>
$M_{y,Rd} = W_{y,el} \cdot f_y =$	78,1	78,1	78,1	<i>kNm</i>
$M_{z,Rd} = W_{z,el} \cdot f_y =$	27,3	27,3	27,3	<i>kNm</i>

**Combined check of beam:**

UC	0,28	0,25	0,11	
----	------	------	------	--

**Displacements:**

Factor $F_{ed} / F_k$		1,2	1,2	1,2	
Displacement y-direction	$u_y$	0,53	0,18	0,02	<i>mm</i>
Relative displacement	rel.	5839	11025	56111	-
Displacement z-direction	$u_z$	2,16	0,70	0,07	<i>mm</i>
Relative displacement	rel.	1433	2841	13769	-

## APPENDIX F

### Galloping

#### Uitgangspunten

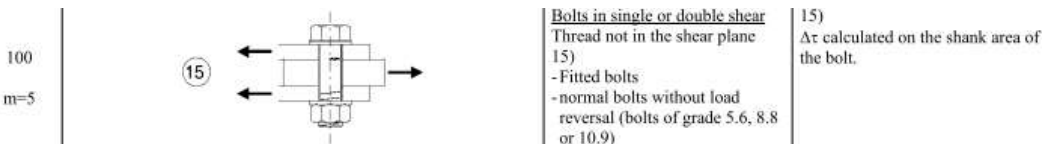
In het uitgangspuntendocument is beschreven dat wordt uitgegaan van een materiaalfactor voor vermoeiing  $\gamma_{mf} = 1,15$ . Dit komt overeen met de “Safe-life methode” met “Low consequence” van tabel 3.1 van NEN-EN 1993-1-9 of met “Damage tolerant” en “High consequence”.

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 HC+0\_n 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.



**DNV**

Datum: 25-8-2021  
 Auteur: SHD  
 Versie: 1.0

**Check galloping**

GT-TLB  
 HC+0\_n

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede				
					ΔF;o [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	Δσ;o [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	
100A	BVNSTK - Main member under 1	120x120x10	5	M24	38.4	2320	2060	18.7	50	43	0.43	53.9	452	23.9	100	87	0.27		
100B	BVNSTK - Main member under 1	120x120x10	6	M24	32.1	2320	2060	15.6	50	43	0.36	45.0	452	16.6	100	87	0.19		
100C	BVNSTK - Main member under 1	120x120x10	0		37.8	2320	2320	16.3	50	43	0.37	53.0	0	0.0	100	87	0.00		
101A	BVNSTK - Main member under 2	100x100x8	6	M24	30.0	1550	1342	22.3	50	43	0.51	42.1	452	15.5	100	87	0.18		
101B	BVNSTK - Main member under 2	100x100x8	2	M24	13.9	1550	1342	10.3	50	43	0.24	19.5	452	21.5	100	87	0.25		
101C	BVNSTK - Main member under 2	100x100x8	0		27.6	1550	1550	17.8	50	43	0.41	38.8	0	0.0	100	87	0.00		
102A	BVNSTK - Main member top 1	90x90x8	3	M20	26.8	1390	1214	22.1	50	43	0.51	37.3	314	39.6	100	87	0.46		
102B	BVNSTK - Main member top 1	90x90x8	4	M20	21.1	1390	1214	17.4	50	43	0.40	29.4	314	23.4	100	87	0.27		
102C	BVNSTK - Main member top 1	90x90x8	0		25.2	1390	1390	18.1	50	43	0.42	35.1	0	0.0	100	87	0.00		
103A	BVNSTK - Main member top 2	80x80x8	4	M20	16.8	1230	1054	15.9	50	43	0.37	23.3	314	18.6	100	87	0.21		
103B	BVNSTK - Main member top 2	80x80x8	3	M20	9.9	1230	1054	9.4	50	43	0.22	13.9	314	14.8	100	87	0.17		
103C	BVNSTK - Main member top 2	80x80x8	0		16.8	1230	1230	13.7	50	43	0.31	23.3	0	0.0	100	87	0.00		
104A	Zesde TSNSTK - Main member	120x120x12	7	M24	22.1	2750	2438	9.0	50	43	0.21	33.6	452	10.6	100	87	0.12		
104B	Zesde TSNSTK - Main member	120x120x12	8	M24	37.9	2750	2438	15.6	50	43	0.36	53.0	452	14.7	100	87	0.17		
104C	Zesde TSNSTK - Main member	120x120x12	0		32.7	2750	2750	11.9	50	43	0.27	47.3	0	0.0	100	87	0.00		
105A	Vijfde TSNSTK - Main member	150x150x12	8	M24	48.1	3480	3168	15.2	50	43	0.35	67.4	452	18.6	100	87	0.21		
105C	Vijfde TSNSTK - Main member	150x150x12	0		62.1	3480	3480	17.8	50	43	0.41	89.1	0	0.0	100	87	0.00		
106	Zesde TSNSTK - 3rd CA lower hor	140x140x13	6	M24	77.4	3521	3183	24.3	50	43	0.56	117.4	452	43.3	100	87	0.50		
107	Vijfde TSNSTK - Mid CA lower hor	140x140x13	6	M24	67.6	3521	3183	21.2	50	43	0.49	102.3	452	37.7	100	87	0.43		
107A	Derde DWSRM - Main member un	140x140x13	6	M24	119.3	3521	3183	37.5	50	43	0.86	182.1	452	67.1	100	87	0.77		
107B	Derde DWSRM - Main member un	140x140x13	4	M24	3.0	3521	3183	1.0	50	43	0.02	4.6	452	2.6	100	87	0.03		
107C	Derde DWSRM - Main member un	140x140x13	0		102.7	3521	3521	29.2	50	43	0.67	156.8	0	0.0	100	87	0.00		
108A	Derde DWSRM - Main member toj	120x120x10	3	M24	10.2	2320	2060	5.0	50	43	0.11	15.6	452	11.5	100	87	0.13		
108B	Derde DWSRM - Main member toj	120x120x10	4	M24	2.7	2320	2060	1.3	50	43	0.03	4.2	452	2.3	100	87	0.03		
108C	Derde DWSRM - Main member toj	120x120x10	0		6.6	2320	2320	2.8	50	43	0.07	10.1	0	0.0	100	87	0.00		
109A	Derde Balk - Main member under	100x100x10	6	M24	40.8	1920	1660	24.6	50	43	0.57	54.1	452	20.0	100	87	0.23		
109C	Derde Balk - Main member under	100x100x10	0		49.8	1920	1920	25.9	50	43	0.60	70.3	0	0.0	100	87	0.00		
110A	Derde Balk - Main member top	120x120x10	3	M24	28.7	2320	2060	13.9	50	43	0.32	37.6	452	27.7	100	87	0.32		
110C	Derde Balk - Main member top	120x120x10	0		31.4	2320	2320	13.5	50	43	0.31	43.2	0	0.0	100	87	0.00		
111A	Tweede DWSRM - Main member t	140x140x13	6	M24	119.1	3521	3183	37.4	50	43	0.86	181.9	452	67.1	100	87	0.77		
111B	Tweede DWSRM - Main member t	140x140x13	8	M24	98.8	3521	3183	31.0	50	43	0.71	150.8	452	41.7	100	87	0.48		
111C	Tweede DWSRM - Main member t	140x140x13	0		114.6	3521	3521	32.6	50	43	0.75	175.0	0	0.0	100	87	0.00		
112A	Tweede DWSRM - Main member t	140x140x13	8	M24	89.4	3521	3183	28.1	50	43	0.65	136.5	452	37.8	100	87	0.43		
112B	Tweede DWSRM - Main member t	140x140x13	5	M24	6.3	3521	3183	2.0	50	43	0.05	9.6	452	4.3	100	87	0.05		
112C	Tweede DWSRM - Main member t	140x140x13	0		85.8	3521	3521	24.4	50	43	0.56	130.9	0	0.0	100	87	0.00		

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					AF;o [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	Δσ;o [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			
113	Tweede DWSRM - Main member	110x110x10	6	M24	13.5	2112	1852	7.3	50	43	0.17	20.6	452	7.6	100	87	0.09			
114A	Tweede DWSRM - Main member	100x100x8	6	M20	11.4	1550	1374	8.3	50	43	0.19	17.4	314	9.2	100	87	0.11			
114B	Tweede DWSRM - Main member	100x100x8	5	M24	5.1	1550	1342	3.8	50	43	0.09	7.8	452	3.4	100	87	0.04			
114C	Tweede DWSRM - Main member	100x100x8	0		12.4	1550	1550	8.0	50	43	0.18	18.9	0	0.0	100	87	0.00			
115A	Tweede Balk - Main member	140x140x13	7	M24	49.0	3521	3183	15.4	50	43	0.35	64.0	452	20.2	100	87	0.23			
115C	Tweede Balk - Main member	140x140x13	0		49.5	3521	3521	14.1	50	43	0.32	64.8	0	0.0	100	87	0.00			
116A	Tweede Balk - Main member	140x140x13	5	M24	36.4	3521	3183	11.4	50	43	0.26	51.4	452	22.7	100	87	0.26			
116C	Tweede Balk - Main member	140x140x13	0		38.7	3521	3521	11.0	50	43	0.25	53.5	0	0.0	100	87	0.00			
117A	Vierde TSNSTK - Main member	150x150x14	8	M24	87.3	4014	3650	23.9	50	43	0.55	121.4	452	33.6	100	87	0.39			
117B	Vierde TSNSTK - Main member	150x150x14	0		83.1	4014	4014	20.7	50	43	0.48	115.8	0	0.0	100	87	0.00			
117C	Vierde TSNSTK - Main member	150x150x14	8	M24	53.9	4014	3650	14.8	50	43	0.34	76.4	452	21.1	100	87	0.24			
118A	Derde TSNSTK - Main member	180x180x16	8	M24	92.2	5540	5124	18.0	50	43	0.41	126.3	452	34.9	100	87	0.40			
118B	Derde TSNSTK - Main member	180x180x16	8	M24	110.3	5540	5124	21.5	50	43	0.50	147.9	452	40.9	100	87	0.47			
118C	Derde TSNSTK - Main member	180x180x16	0		98.5	5540	5540	17.8	50	43	0.41	134.1	0	0.0	100	87	0.00			
119	Derde TSNSTK - Low CA low hori;	120x120x12	6	M24	34.5	2750	2438	14.2	50	43	0.33	52.1	452	19.2	100	87	0.22			
120A	Eerste Balk - Main member	100x100x10	5	M24	21.5	1920	1660	12.9	50	43	0.30	27.0	452	11.9	100	87	0.14			
120C	Eerste Balk - Main member	100x100x10	0		22.0	1920	1920	11.5	50	43	0.26	27.9	0	0.0	100	87	0.00			
121A	Eerste Balk - Main member	120x120x10	4	M24	18.6	2320	2060	9.0	50	43	0.21	24.5	452	13.6	100	87	0.16			
121C	Eerste Balk - Main member	120x120x10	0		14.5	2320	2320	6.3	50	43	0.14	19.4	0	0.0	100	87	0.00			
122A	Eerste DWSRM - Main member	100x100x10	6	M24	69.0	1920	1660	41.5	50	43	0.96	105.3	452	38.8	100	87	0.45			
122B	Eerste DWSRM - Main member	100x100x10	0		64.1	1920	1920	33.4	50	43	0.77	97.9	0	0.0	100	87	0.00			
122C	Eerste DWSRM - Main member	100x100x10	4	M24	8.6	1920	1660	5.2	50	43	0.12	13.1	452	7.2	100	87	0.08			
123A	Eerste DWSRM - Main member	100x100x8	3	M24	8.3	1550	1342	6.2	50	43	0.14	12.6	452	9.3	100	87	0.11			
123B	Eerste DWSRM - Main member	100x100x8	4	M24	8.5	1550	1342	6.3	50	43	0.15	12.9	452	7.1	100	87	0.08			
123C	Eerste DWSRM - Main member	100x100x8	0		8.8	1550	1550	5.7	50	43	0.13	13.3	0	0.0	100	87	0.00			
124A	Tweede TSNSTK - Main member	180x180x16	8	M24	113.6	5540	5124	22.2	50	43	0.51	152.3	452	42.1	100	87	0.48			
124B	Tweede TSNSTK - Main member	180x180x16	8	M24	100.7	5540	5124	19.7	50	43	0.45	133.1	452	36.8	100	87	0.42			
124C	Tweede TSNSTK - Main member	180x180x16	0		100.7	5540	5540	18.2	50	43	0.42	133.1	0	0.0	100	87	0.00			
125A	Eerste TSNSTK - Main member	180x180x16	8	M24	98.6	5540	5124	19.2	50	43	0.44	128.1	452	35.4	100	87	0.41			
125B	Eerste TSNSTK - Main member	180x180x16	8	M24	91.0	5540	5124	17.8	50	43	0.41	116.7	452	32.3	100	87	0.37			
125C	Eerste TSNSTK - Main member	180x180x16	0		98.5	5540	5540	17.8	50	43	0.41	128.0	0	0.0	100	87	0.00			
126A	Broekstuk - Main member	180x180x16	8	M24	91.4	5540	5124	17.8	50	43	0.41	116.6	452	32.2	100	87	0.37			
200	BVNSTK - Front bracing 1 short v	60x60x6	1	M16	0.0	690	582	0.1	50	43	0.00	0.0	201	0.2	100	87	0.00			
201	BVNSTK - Front bracing 2	80x80x6	1	M20	0.1	940	808	0.1	50	43	0.00	0.1	314	0.3	100	87	0.00			
205	BVNSTK - Front bracing 6	50x50x5	1	M16	0.1	480	390	0.2	50	43	0.00	0.1	201	0.5	100	87	0.01			
206	BVNSTK - Front bracing 7	60x60x6	1	M16	0.3	690	582	0.5	50	43	0.01	0.4	201	2.2	100	87	0.02			
207	BVNSTK - Front bracing 8	50x50x5	1	M16	0.2	480	390	0.6	50	43	0.01	0.3	201	1.7	100	87	0.02			
208	BVNSTK - Front bracing 9	55x55x6	1	M16	0.5	600	492	1.0	50	43	0.02	0.7	201	3.3	100	87	0.04			
209	BVNSTK - Front bracing 10	50x50x5	1	M16	0.1	480	390	0.3	50	43	0.01	0.2	201	0.8	100	87	0.01			
210	BVNSTK - Front bracing 11	50x50x5	1	M16	1.3	480	390	3.2	50	43	0.07	1.8	201	8.8	100	87	0.10			
211	BVNSTK - Front bracing 12	50x50x5	1	M16	0.3	480	390	0.8	50	43	0.02	0.4	201	2.1	100	87	0.02			
212	BVNSTK - Top bracing 1	55x55x6	1	M16	0.9	600	492	1.8	50	43	0.04	1.2	201	6.1	100	87	0.07			
213	BVNSTK - Top bracing 2	70x70x6	1	M20	2.5	810	678	3.6	50	43	0.08	3.4	314	10.9	100	87	0.13			
214	BVNSTK - Top bracing 3	50x50x5	1	M16	0.2	480	390	0.5	50	43	0.01	0.3	201	1.4	100	87	0.02			
215	BVNSTK - Top bracing 4	70x70x6	2	M16	2.4	810	702	3.4	50	43	0.08	3.3	201	8.3	100	87	0.10			
216	BVNSTK - Top bracing 5	50x50x5	1	M16	0.1	480	390	0.2	50	43	0.00	0.1	201	0.6	100	87	0.01			
217	BVNSTK - Top bracing 6	70x70x6	2	M16	3.0	810	702	4.2	50	43	0.10	4.1	201	10.3	100	87	0.12			
218	BVNSTK - Top bracing 7	50x50x5	1	M16	0.1	480	390	0.2	50	43	0.00	0.1	201	0.5	100	87	0.01			



Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					ΔF;0 [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	Δσ;0 [Mpa]	DC;0 [Mpa]	Δσ;c;0 [Mpa]	UC opp.	ΔF;b [kN]	Bout [mm2]	Δσ;b [Mpa]	DC;b [Mpa]	Δσ;c;b [Mpa]	UC bout			
219	BVNSTK - Top bracing 8	60x60x6	1	M16	2,8	690	582	4,8	50	43	0,11	3,9	201	19,5	100	87	0,22			
220	BVNSTK - Top bracing 9	50x50x5	1	M16	0,1	480	390	0,2	50	43	0,00	0,1	201	0,5	100	87	0,01			
221	BVNSTK - Top bracing 10	60x60x6	1	M16	3,4	690	582	5,9	50	43	0,14	4,8	201	23,8	100	87	0,27			
222	BVNSTK - Top bracing 11	50x50x5	1	M16	0,1	480	390	0,2	50	43	0,01	0,1	201	0,6	100	87	0,01			
223	BVNSTK - Top bracing 12	50x50x5	1	M16	2,9	480	390	7,6	50	43	0,17	4,1	201	20,4	100	87	0,23			
224	BVNSTK - Top bracing 13	50x50x5	1	M16	0,1	480	390	0,2	50	43	0,01	0,1	201	0,6	100	87	0,01			
225	BVNSTK - Top bracing 14	60x60x6	1	M16	4,8	690	582	8,2	50	43	0,19	6,6	201	33,0	100	87	0,38			
226	BVNSTK - Top bracing 15	50x50x5	1	M16	0,1	480	390	0,2	50	43	0,01	0,1	201	0,7	100	87	0,01			
227	BVNSTK - Top bracing 16	60x60x6	1	M16	5,4	690	582	9,3	50	43	0,21	7,5	201	37,6	100	87	0,43			
228	BVNSTK - Top bracing 17	50x50x5	1	M16	0,2	480	390	0,4	50	43	0,01	0,2	201	1,1	100	87	0,01			
229	BVNSTK - Top bracing 18	60x60x6	1	M16	6,8	690	582	11,8	50	43	0,27	9,6	201	47,6	100	87	0,55			
230	BVNSTK - Under bracing diag 1	50x50x5	1	M16	0,8	480	390	1,9	50	43	0,04	1,1	201	5,3	100	87	0,06			
231	BVNSTK - Under bracing horiz 1	70x70x6	1	M20	0,8	810	678	1,1	50	43	0,03	1,0	314	3,3	100	87	0,04			
232	BVNSTK - Under bracing CD 1	50x50x5	1	M16	1,5	480	390	3,8	50	43	0,09	2,1	201	10,4	100	87	0,12			
233	BVNSTK - Under bracing CD 2	50x50x5	1	M16	1,5	480	390	3,8	50	43	0,09	2,1	201	10,3	100	87	0,12			
234	BVNSTK - Under bracing CD 3	50x50x5	1	M16	1,8	480	390	4,5	50	43	0,10	2,5	201	12,2	100	87	0,14			
235	BVNSTK - Under bracing CD 4	50x50x5	1	M16	1,9	480	390	4,8	50	43	0,11	2,6	201	13,1	100	87	0,15			
236	BVNSTK - Under bracing CD 5	50x50x5	1	M16	2,1	480	390	5,4	50	43	0,12	3,0	201	14,7	100	87	0,17			
237	BVNSTK - Under bracing CD 6	50x50x5	1	M16	2,3	480	390	5,8	50	43	0,13	3,2	201	15,8	100	87	0,18			
238	BVNSTK - Under bracing CD 7	50x50x5	1	M16	2,7	480	390	6,8	50	43	0,16	3,7	201	18,5	100	87	0,21			
239	BVNSTK - Under bracing CD 8	50x50x5	1	M16	3,1	480	390	7,9	50	43	0,18	4,3	201	21,6	100	87	0,25			
240	BVNSTK - Under bracing CD 9	50x50x5	1	M16	3,1	480	390	8,1	50	43	0,19	4,4	201	22,0	100	87	0,28			
241	BVNSTK - Under bracing CD 10	50x50x5	1	M16	3,4	480	390	8,8	50	43	0,20	4,8	201	24,0	100	87	0,28			
242	BVNSTK - Under bracing CD 11	50x50x5	1	M16	3,9	480	390	10,0	50	43	0,23	5,5	201	27,2	100	87	0,31			
243	BVNSTK - End cap bracing	100x100x10	1	M24	2,7	1920	1660	1,6	50	43	0,04	3,8	452	8,4	100	87	0,10			
300	Eerste Balk - Diag 1 onder	80x80x6	1	M20	5,6	940	808	6,9	50	43	0,16	8,3	314	26,4	100	87	0,30			
301	Eerste Balk - Horiz 1&2 onder	120x120x12	3	M24	0,5	2750	2438	0,2	50	43	0,00	0,6	452	0,4	100	87	0,01			
302	Eerste Balk - CD 1 onder	70x70x6	1	M20	6,0	810	678	8,8	50	43	0,20	8,8	314	28,1	100	87	0,32			
303	Eerste Balk - Horiz 3&4 onder	120x120x10	3	M24	0,6	2320	2060	0,3	50	43	0,01	0,9	452	0,6	100	87	0,01			
304	Eerste Balk - CD 2 onder	70x70x6	1	M20	6,1	810	678	9,0	50	43	0,21	9,0	314	28,8	100	87	0,33			
305	Eerste Balk - Horiz 5 onder	150x150x15(16,0,5)	3	M24	10,5	8600	8210	1,3	50	43	0,03	16,0	452	11,8	100	87	0,14			
306	Eerste Balk - CD 3&4 onder	50x50x5	1	M16	1,4	480	390	3,5	50	43	0,08	1,8	201	9,1	100	87	0,10			
307	Eerste Balk - Diag 1 front	90x90x8	2	M24	9,7	1390	1182	8,2	50	43	0,19	13,0	452	14,3	100	87	0,16			
308	Eerste Balk - Diag 2 front	60x60x6	2	M24	10,0	1550	1342	7,5	50	43	0,17	13,1	452	14,5	100	87	0,17			
309	Eerste Balk - Vert 1 front	110x110x10	3	M24	13,2	2112	1852	7,1	50	43	0,16	17,5	452	12,9	100	87	0,15			
310	Eerste Balk - Diag 3 front	80x80x6	2	M20	4,2	940	808	5,2	50	43	0,12	6,4	314	10,2	100	87	0,12			
311	Eerste Balk - Vert 2 front	70x70x6	1	M20	4,5	810	678	6,7	50	43	0,15	6,5	314	20,8	100	87	0,24			
313	Eerste Balk - Diag 1 top	70x70x6	1	M20	4,5	810	678	6,7	50	43	0,15	6,5	314	20,7	100	87	0,24			
315	Eerste Balk - Horiz 2 top	110x110x10	1	M24	1,8	2112	1852	1,0	50	43	0,02	2,8	452	6,2	100	87	0,07			
316	Eerste DWSRM - Horiz 1&2 onder	100x100x10	2	M24	0,3	1920	1660	0,2	50	43	0,00	0,5	452	0,6	100	87	0,01			
318	Eerste DWSRM - CD 2 onder	70x70x6	1	M20	10,6	810	678	15,7	50	43	0,36	16,2	314	51,6	100	87	0,59			
319	Eerste DWSRM - CD 3 onder	70x70x6	1	M20	12,9	810	678	19,0	50	43	0,44	19,7	314	62,7	100	87	0,72			
320	Eerste DWSRM - Horiz 3&4 onder	150x150x15(16,0,5)	3	M24	9,2	8600	8210	1,1	50	43	0,03	14,0	452	10,3	100	87	0,12			
322	Eerste DWSRM - CD 5 onder	70x70x6	1	M20	16,8	810	678	24,7	50	43	0,57	25,6	314	81,5	100	87	0,94			
323	Eerste DWSRM - CD 6 onder	50x50x5	1	M16	7,9	480	390	20,3	50	43	0,47	12,1	201	60,1	100	87	0,69			
325	Eerste DWSRM - CD 7 onder	50x50x5	1	M16	1,4	480	390	3,6	50	43	0,08	2,2	201	10,7	100	87	0,12			
326	Eerste DWSRM - Horiz 5 onder	100x100x10	2	M24	0,4	1920	1660	0,2	50	43	0,01	0,6	452	0,6	100	87	0,01			

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					ΔF;o [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	Δσ;o [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			
327	Eerste DWSRM - Horiz 6 onder	100x100x10	2	M24	0.1	1920	1660	0.0	50	43	0.00	0.1	452	0.1	100	87	0.00			
328	Eerste DWSRM - Diag 1 front	80x80x6	2	M16	5.1	940	832	6.1	50	43	0.14	7.7	201	19.2	100	87	0.22			
329	Eerste DWSRM - Diag 3 front	70x70x6	2	M16	4.6	810	702	6.6	50	43	0.15	7.1	201	17.6	100	87	0.20			
330	Eerste DWSRM - Vert 3 front	60x60x6	1	M16	0.3	690	582	0.5	50	43	0.01	0.4	201	2.1	100	87	0.02			
331	Eerste DWSRM - Diag 4 front	60x60x6	2	M16	7.5	690	582	12.9	50	43	0.30	11.4	201	28.5	100	87	0.33			
332	Eerste DWSRM - Diag 5 front	50x50x5	1	M16	2.5	480	390	6.3	50	43	0.14	3.7	201	18.6	100	87	0.21			
333	Eerste DWSRM - Diag 6 front	60x60x6	1	M16	2.8	690	582	4.8	50	43	0.11	4.2	201	21.0	100	87	0.24			
334	Eerste DWSRM - Doorsnede C-C	50x50x5	1	M16	0.4	480	390	1.0	50	43	0.02	0.6	201	2.9	100	87	0.03			
335	Eerste DWSRM - Doorsnede C-C f	70x70x6	1	M20	0.4	810	678	0.5	50	43	0.01	0.5	314	1.7	100	87	0.02			
336	Eerste DWSRM - Diag 1 onder	70x70x6	1	M20	7.3	810	678	10.8	50	43	0.25	11.2	314	35.7	100	87	0.41			
337	Eerste DWSRM - CD 4 onder	70x70x6	1	M20	13.3	810	678	19.6	50	43	0.45	20.3	314	64.6	100	87	0.74			
338	Eerste Balk - Diag Centrum	70x70x6	1	M20	4.9	810	678	7.2	50	43	0.17	7.3	314	23.2	100	87	0.27			
339	Eerste Balk - Internal Box X-Diag	70x70x7	1	M20	9.4	940	786	11.9	50	43	0.27	14.3	314	45.6	100	87	0.52			
397	Leuningstijl OT	50x50x5	0		0.5	480	480	1.0	50	43	0.02	0.7	0	0.0	100	87	0.00			
398	Leuningregel OT	100x50x6	0		0.7	870	870	0.0	50	43	0.00	0.0	0	0.0	100	87	0.00			
399	Leuningligger OT	90x90x8	0		0.7	1390	1390	0.5	50	43	0.01	1.1	0	0.0	100	87	0.00			
401	Tweede DWSRM - Diag 1 onder	55x55x6	1	M16	4.4	600	492	8.9	50	43	0.21	6.7	201	33.3	100	87	0.38			
402	Tweede DWSRM - CD 1 onder	50x50x5	1	M16	5.9	480	390	15.1	50	43	0.35	9.0	201	44.9	100	87	0.52			
403	Tweede DWSRM - CD 2 onder	55x55x6	1	M16	7.7	600	492	15.7	50	43	0.36	11.8	201	58.6	100	87	0.67			
404	Tweede DWSRM - Horiz 1&2 undt	100x100x8	2	M24	0.3	1550	1342	0.2	50	43	0.01	0.5	452	0.5	100	87	0.01			
405	Tweede DWSRM - CD 3 onder	50x50x5	1	M16	8.7	480	390	22.3	50	43	0.51	13.3	201	66.1	100	87	0.76			
406	Tweede DWSRM - CD 4 onder	60x60x6	1	M16	9.9	690	582	16.9	50	43	0.39	15.1	201	74.9	100	87	0.86			
407	Tweede DWSRM - CD 5 onder	70x70x6	1	M20	12.3	810	678	18.2	50	43	0.42	18.8	314	59.9	100	87	0.69			
408	Tweede DWSRM - CD 6 onder	70x70x6	2	M16	14.4	810	702	20.5	50	43	0.47	22.0	201	54.7	100	87	0.63			
409	Tweede DWSRM - CD 7 onder	70x70x6	2	M16	18.0	810	702	25.6	50	43	0.59	27.4	201	68.2	100	87	0.78			
410	Tweede DWSRM - CD 8 onder	50x50x5	2	M16	7.5	480	390	19.2	50	43	0.44	11.4	201	28.4	100	87	0.33			
411	Tweede DWSRM - Horiz 3&4 undt	150x150x15(16,0,5)	3	M24	11.6	8600	8210	1.4	50	43	0.03	17.8	452	13.1	100	87	0.15			
412	Tweede DWSRM - Horiz 5 onder	100x100x8	1	M24	3.8	1550	1342	2.8	50	43	0.06	5.7	452	12.7	100	87	0.15			
413	Tweede DWSRM - Diag 1 front (si)	70x70x6	1	M20	1.2	810	678	1.7	50	43	0.04	1.8	314	5.7	100	87	0.07			
414	Tweede DWSRM - Vert 1 front (si)	50x50x5	1	M16	0.9	480	390	2.2	50	43	0.05	1.3	201	6.5	100	87	0.08			
415	Tweede DWSRM - Diag 2 front (li)	90x90x8	2	M24	1.8	1390	1182	1.5	50	43	0.03	2.7	452	3.0	100	87	0.03			
416	Tweede DWSRM - Diag 3 front	50x50x5	1	M16	2.1	480	390	5.4	50	43	0.12	3.2	201	15.9	100	87	0.18			
417	Tweede DWSRM - Vert 2 front	50x50x5	1	M16	1.4	480	390	3.6	50	43	0.08	2.1	201	10.6	100	87	0.12			
418	Tweede DWSRM - Diag 4 front	50x50x5	1	M16	1.1	480	390	2.9	50	43	0.07	1.7	201	8.6	100	87	0.10			
419	Tweede DWSRM - Diag 5 front	50x50x5	1	M16	3.5	480	390	9.1	50	43	0.21	5.4	201	26.9	100	87	0.31			
420	Tweede DWSRM - Vert 3 front	50x50x5	1	M16	0.9	480	390	2.3	50	43	0.05	1.4	201	6.7	100	87	0.08			
421	Tweede DWSRM - Diag 6 front	50x50x5	2	M16	2.4	480	390	6.1	50	43	0.14	3.6	201	9.1	100	87	0.19			
422	Tweede DWSRM - Diag 7 front	50x50x5	1	M16	2.1	480	390	5.5	50	43	0.13	3.3	201	16.2	100	87	0.19			
423	Tweede DWSRM - Diag 8 front	50x50x5	2	M16	5.2	480	390	13.4	50	43	0.31	8.0	201	19.9	100	87	0.23			
424	Tweede DWSRM - Doorsnede C-C	50x50x5	1	M16	0.4	480	390	1.0	50	43	0.02	0.6	201	3.1	100	87	0.04			
425	Tweede Balk - Diag onder 1	60x60x6	2	M16	9.5	690	582	16.4	50	43	0.38	13.4	201	33.4	100	87	0.38			
426	Tweede Balk - Horiz 1&2 onder	100x100x10	3	M24	0.4	1920	1660	0.2	50	43	0.01	0.5	452	0.4	100	87	0.00			
427	Tweede Balk - CD 1 onder	70x70x6	2	M16	11.2	810	702	15.9	50	43	0.37	15.8	201	39.3	100	87	0.45			
428	Tweede Balk - Horiz 3&4 onder	100x100x8	3	M24	0.4	1550	1342	0.3	50	43	0.01	0.6	452	0.4	100	87	0.01			
429	Tweede Balk - CD 2 onder	70x70x6	2	M16	10.7	810	702	15.2	50	43	0.35	15.1	201	37.5	100	87	0.43			
430	Tweede Balk - Horiz 5 onder	150x150x15(16,0,5)	3	M24	13.7	8600	8210	1.7	50	43	0.04	20.9	452	15.4	100	87	0.18			
431	Tweede Balk - CD 3&4 onder	50x50x5	2	M16	2.6	480	390	6.7	50	43	0.15	3.5	201	8.8	100	87	0.10			
432	Tweede Balk - Front diag 1	120x120x10	4	M24	19.6	2320	2060	9.5	50	43	0.22	28.2	452	15.6	100	87	0.18			

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede									
					ΔF;o [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	Δσ;o [Mpa]	DC;o [Mpa]	Δσ;c;o [Mpa]	UC opp.	ΔF;b [kN]	Bout [mm2]	Opp. Bout [mm2]	Δσ;i;b [Mpa]	DC;b [Mpa]	Δσ;c;b [Mpa]	UC bout						
433	Tweede Balk - Front diag 2	120x120x10	3	M24	18.9	2320	2060	9.2	50	43	0.21	27.0	452	19.9	100	87	0.23							
434	Tweede Balk - Front diag 3	140x140x13	5	M24	26.1	3521	3183	8.2	50	43	0.19	37.5	452	16.6	100	87	0.19							
435	Tweede Balk - Front vert 2	80x80x6	1	M20	0.1	940	808	0.1	50	43	0.00	0.2	314	0.5	100	87	0.01							
436	Tweede Balk - Front vert 1	70x70x6	2	M16	2.8	810	702	4.0	50	43	0.09	4.0	201	10.0	100	87	0.11							
438	Tweede Balk - Top CD 1	55x55x6	2	M16	6.6	600	468	14.0	50	43	0.32	9.0	314	14.3	100	87	0.16							
439	Tweede Balk - Top CD 2	55x55x6	2	M16	6.5	600	492	13.2	50	43	0.30	8.9	201	22.2	100	87	0.26							
440	Tweede Balk - Top CD 3	55x55x6	1	M16	6.5	600	492	13.2	50	43	0.30	8.9	201	22.3	100	87	0.26							
443	Tweede DWSRM - Doorsnede C-C	55x55x6	2	M16	8.1	690	582	14.0	50	43	0.32	11.5	201	28.7	100	87	0.33							
445	Tweede DWSRM	60x60x6	2	M16	1.6	480	480	3.3	50	43	0.08	2.4	0	0.0	100	87	0.00							
497	Leuningstijl MT	50x50x5	0		0.0	870	870	0.0	50	43	0.00	0.0	0	0.0	100	87	0.00							
498	Leuningregel MT	100x50x6	0		1.3	1390	1390	0.9	50	43	0.02	2.0	0	0.0	100	87	0.00							
499	Leuningligger mT	90x90x8	0		8.4	810	678	12.4	50	43	0.29	12.8	314	40.9	100	87	0.47							
500	Derde DWSRM - CD 1 onder	70x70x6	1	M20	4.7	1550	1342	3.5	50	43	0.08	7.0	452	7.8	100	87	0.09							
501	Derde DWSRM - Horiz 1&2 onder	100x100x8	2	M24	12.7	810	678	18.7	50	43	0.43	19.3	314	61.5	100	87	0.71							
502	Derde DWSRM - CD 2 onder	70x70x6	1	M20	14.4	810	678	21.2	50	43	0.49	22.0	314	70.0	100	87	0.81							
503	Derde DWSRM - CD 3 onder	70x70x6	1	M20	13.6	810	678	20.1	50	43	0.46	20.8	314	66.1	100	87	0.76							
504	Derde DWSRM - CD 4 onder	70x70x6	1	M20	15.6	810	678	23.0	50	43	0.53	23.9	314	76.0	100	87	0.87							
505	Derde DWSRM - CD 5 onder	70x70x6	1	M20	17.8	810	678	26.3	50	43	0.60	27.2	314	86.7	100	87	1.00							
506	Derde DWSRM - CD 6 onder	70x70x6	1	M20	8.2	480	390	20.9	50	43	0.48	12.5	201	62.0	100	87	0.71							
507	Derde DWSRM - CD 7 onder	50x50x5	1	M16	8.5	8600	8210	1.0	50	43	0.02	12.9	452	9.5	100	87	0.11							
508	Derde DWSRM - Horiz 3&4 onder	150x150x15(16,0,0.5)	3	M24	0.2	1550	1342	0.1	50	43	0.00	0.2	452	0.3	100	87	0.00							
509	Derde DWSRM - Horiz 6 onder	100x100x8	2	M24	1.7	690	582	3.0	50	43	0.07	2.7	201	13.2	100	87	0.15							
510	Derde DWSRM - Diag 1 front	60x60x6	1	M16	2.6	480	390	6.7	50	43	0.16	4.0	201	20.0	100	87	0.23							
511	Derde DWSRM - Diag 2 front	50x50x5	1	M16	0.9	480	390	2.4	50	43	0.06	1.4	201	7.2	100	87	0.08							
512	Derde DWSRM - Vert 1 front	50x50x5	1	M16	2.5	480	390	6.4	50	43	0.15	3.8	201	18.9	100	87	0.22							
513	Derde DWSRM - Diag 3 front	50x50x5	1	M16	4.2	480	390	10.9	50	43	0.25	6.5	201	32.2	100	87	0.37							
514	Derde DWSRM - Diag 4 front	50x50x5	1	M16	0.8	480	390	2.1	50	43	0.05	1.2	201	6.1	100	87	0.07							
515	Derde DWSRM - Vert 2 front	50x50x5	1	M16	4.8	480	390	12.3	50	43	0.28	7.3	201	36.4	100	87	0.42							
516	Derde DWSRM - Diag 5 front	50x50x5	1	M16	1.7	480	390	4.3	50	43	0.10	2.5	201	12.7	100	87	0.15							
517	Derde DWSRM - Diag 6 front	50x50x5	2	M16	2.6	480	390	6.6	50	43	0.15	3.9	201	9.7	100	87	0.11							
518	Derde DWSRM - Diag 7 front	50x50x5	1	M16	0.8	480	390	2.0	50	43	0.05	1.2	201	5.9	100	87	0.07							
519	Derde DWSRM - Doorsnede E-E C	50x50x5	1	M16	8.4	600	492	17.1	50	43	0.39	12.1	201	30.1	100	87	0.35							
523	Derde Balk - Diag 1 onder	55x55x6	2	M16	9.5	600	492	19.4	50	43	0.45	14.1	201	35.0	100	87	0.40							
524	Derde Balk - CD 1 onder	55x55x6	2	M16	0.4	1920	1660	0.2	50	43	0.01	0.6	452	0.4	100	87	0.01							
525	Derde Balk - Horiz 1&2 onder	100x100x10	3	M24	11.3	600	492	23.0	50	43	0.53	16.8	201	41.7	100	87	0.48							
526	Derde Balk - CD 2 onder	55x55x6	2	M16	0.4	1550	1374	0.3	50	43	0.01	0.6	314	0.6	100	87	0.01							
527	Derde Balk - Horiz 3&4 onder	100x100x8	3	M20	10.4	600	492	21.1	50	43	0.48	15.2	201	37.9	100	87	0.44							
528	Derde Balk - CD 3 onder	55x55x6	1	M16	8.6	600	492	17.5	50	43	0.40	12.7	201	63.0	100	87	0.72							
529	Derde Balk - CD 4 onder	55x55x6	1	M16	9.5	8600	8210	1.2	50	43	0.03	14.4	452	10.6	100	87	0.12							
530	Derde Balk - Horiz 5 onder	150x150x15(16,0,0.5)	3	M24	3.1	480	390	8.0	50	43	0.18	4.4	201	10.9	100	87	0.12							
531	Derde Balk - CD 5&6 onder	50x50x5	2	M16	11.9	1550	1342	8.9	50	43	0.20	16.5	452	18.2	100	87	0.21							
532	Derde Balk - Diag 1 front	100x100x8	2	M24	10.7	1550	1342	8.0	50	43	0.18	14.9	452	16.5	100	87	0.19							
533	Derde Balk - Diag 2 front	100x100x8	2	M24	13.9	1920	1660	8.4	50	43	0.19	19.4	452	21.4	100	87	0.25							
534	Derde Balk - Diag 3 front	100x100x10	1	M20	0.1	810	678	0.1	50	43	0.00	0.1	314	0.4	100	87	0.00							
535	Derde Balk - Diag 4 front	70x70x6	2	M16	1.1	690	582	1.8	50	43	0.04	1.5	201	7.5	100	87	0.09							
536	Derde Balk - Vert 1 front	60x60x6	1	M16	4.3	480	390	11.1	50	43	0.25	5.6	201	28.0	100	87	0.32							
537	Derde Balk - Diag 1 top	50x50x5	1	M16	4.3	480	390	11.1	50	43	0.25	5.6	201	28.0	100	87	0.32							
538	Derde Balk - Diag 2 top	50x50x5	1	M16	4.3	480	390	11.1	50	43	0.25	5.6	201	28.0	100	87	0.32							

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					ΔF;o [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	Δσ;o [Mpa]	DC;o [Mpa]	Δσ;c;o [Mpa]	UC opp.	ΔF;b [kN]	Bout [mm2]	Δσ;b [Mpa]	DC;b [Mpa]	Δσ;c;b [Mpa]	UC bout			
541	Derde Balk - Diag 3 top	50x50x5	1	M16	4.3	480	390	11.0	50	43	0.25	5.6	201	27.7	100	87	0.32			
543	Derde DWSRM - Horiz doorsnede	50x50x5	1	M16	0.4	480	390	1.0	50	43	0.02	0.6	201	3.0	100	87	0.03			
597	Leuningstijf BT	50x50x5	0		0.8	480	480	1.6	50	43	0.04	1.2	0	0.0	100	87	0.00			
598	Leuningregel BT	100x50x6	0		0.0	870	870	0.0	50	43	0.00	0.0	0	0.0	100	87	0.00			
599	Leuningligger BT	80x80x6	0		0.6	940	940	0.6	50	43	0.01	0.9	0	0.0	100	87	0.00			
600L	Zesde TSNSTK - 3rd CA upper hoi	90x90x8	3	M24	9.7	1390	1182	8.2	50	43	0.19	14.0	452	10.3	100	87	0.12			
600T	Zesde TSNSTK - 3rd CA upper hoi	80x80x6	3	M24	0.6	940	784	0.8	50	43	0.02	0.9	452	1.0	100	87	0.01			
601L	Zesde TSNSTK - CD 1 front	100x100x10	3	M24	24.8	1920	1660	14.9	50	43	0.34	36.4	452	26.9	100	87	0.31			
601T	Zesde TSNSTK - CD 1 side	80x80x6	2	M20	4.0	940	808	4.9	50	43	0.11	5.6	314	8.9	100	87	0.10			
602	Zesde TSNSTK - Diaphragm diagc	80x80x6	2	M20	18.4	940	808	22.8	50	43	0.53	25.2	314	40.2	100	87	0.46			
603	Zesde TSNSTK - Diaphragm horiz	50x50x5	1	M16	0.1	480	390	0.3	50	43	0.01	0.2	201	0.9	100	87	0.01			
604T	Zesde TSNSTK - 3rd CA lower hor	80x80x6	4	M24	12.9	940	784	16.4	50	43	0.38	17.8	452	9.8	100	87	0.11			
605L	Zesde TSNSTK - CD 2 front	90x90x8	2	M24	33.2	1390	1182	28.1	50	43	0.65	50.0	452	55.3	100	87	0.64			
605T	Zesde TSNSTK - CD 2 side	90x90x8	2	M24	33.3	1390	1182	28.2	50	43	0.65	49.7	452	55.0	100	87	0.63			
606L	Zesde TSNSTK - CD 3 front	90x90x8	2	M24	30.1	1539	1305	23.1	50	43	0.53	45.3	452	50.1	100	87	0.58			
606T	Zesde TSNSTK - CD 3 side	90x90x8	2	M24	30.0	1390	1182	25.3	50	43	0.58	44.7	452	49.4	100	87	0.57			
607L	Zesde TSNSTK - CD 4 front	90x90x8	2	M24	27.3	1390	1182	23.1	50	43	0.53	41.0	452	45.3	100	87	0.52			
607T	Zesde TSNSTK - CD 4 side	90x90x8	2	M24	27.0	1390	1182	22.9	50	43	0.53	40.3	452	44.6	100	87	0.51			
608L	Vijfde TSNSTK - CD 1 front	90x90x8	2	M24	25.2	1390	1182	21.3	50	43	0.49	37.9	452	42.0	100	87	0.48			
608T	Vijfde TSNSTK - CD 1 side	80x80x6	2	M20	24.6	1230	1054	23.3	50	43	0.54	36.6	314	58.3	100	87	0.67			
609L	Vijfde TSNSTK - CD 2 front	90x90x8	2	M24	23.4	1390	1182	19.8	50	43	0.46	35.2	452	38.9	100	87	0.45			
609T	Vijfde TSNSTK - CD 2 side	80x80x6	2	M20	22.6	1230	1054	21.5	50	43	0.49	33.7	314	53.7	100	87	0.62			
610L	Vijfde TSNSTK - CD 3 front	130x130x12	4	M24	38.8	3000	2688	14.4	50	43	0.33	57.5	452	31.8	100	87	0.37			
610T	Vijfde TSNSTK - CD 3 side	80x80x6	2	M20	21.4	1230	1054	20.3	50	43	0.47	31.9	314	50.8	100	87	0.58			
611L	Vijfde TSNSTK - CD 4 front	100x100x10	2	M24	28.7	1920	1660	17.3	50	43	0.40	40.3	452	44.6	100	87	0.51			
611T	Vijfde TSNSTK - CD 4 side	100x100x8	4	M24	29.0	1550	1342	21.6	50	43	0.50	39.5	452	21.9	100	87	0.25			
612	Vijfde TSNSTK - Diaphragm diag	80x80x6	2	M20	12.5	940	808	15.5	50	43	0.36	16.9	314	27.0	100	87	0.31			
614L	Vijfde TSNSTK - Mid CA upper hoi	120x120x12	4	M24	15.3	2750	2438	6.3	50	43	0.14	20.6	452	11.4	100	87	0.13			
614T	Vijfde TSNSTK - Mid CA upper hoi	90x90x8	3	M20	1.1	1390	1214	0.9	50	43	0.02	1.5	314	1.6	100	87	0.02			
615T	Vijfde TSNSTK - Mid CA lower hoi	90x90x8	5	M24	12.3	1390	1182	10.4	50	43	0.24	17.8	452	7.9	100	87	0.09			
616L	Vierde TSNSTK - CD 1 front	100x100x10	2	M24	26.9	1920	1660	16.2	50	43	0.37	37.5	452	41.5	100	87	0.48			
616T	Vierde TSNSTK - CD 1 side	100x100x8	3	M24	27.3	1550	1342	20.3	50	43	0.47	37.3	452	27.5	100	87	0.32			
617L	Vierde TSNSTK - CD 2 front	100x100x10	2	M24	25.0	1920	1660	15.1	50	43	0.35	34.7	452	38.4	100	87	0.44			
617T	Vierde TSNSTK - CD 2 side	100x100x8	3	M24	25.6	1550	1342	19.0	50	43	0.44	34.9	452	25.8	100	87	0.30			
618L	Vierde TSNSTK - CD 3 front	100x100x8	2	M24	23.7	1550	1342	17.6	50	43	0.41	32.7	452	36.2	100	87	0.42			
618T	Vierde TSNSTK - CD 3 side	100x100x8	3	M24	24.1	1550	1342	18.0	50	43	0.41	33.0	452	24.3	100	87	0.28			
619L	Vierde TSNSTK - CD 4 front	100x100x10	2	M24	22.7	1920	1660	13.7	50	43	0.32	31.3	452	34.7	100	87	0.40			
619T	Vierde TSNSTK - CD 4 side	100x100x8	3	M24	22.9	1550	1342	17.0	50	43	0.39	31.2	452	23.0	100	87	0.26			
620L	Derde TSNSTK - CD 1 front	100x100x8	2	M20	18.7	1550	1374	13.6	50	43	0.31	27.6	314	44.0	100	87	0.51			
620T	Derde TSNSTK - CD 1 side	100x100x8	3	M24	21.5	1550	1342	16.0	50	43	0.32	29.4	452	21.6	100	87	0.25			
621L	Derde TSNSTK - CD 2 front	110x110x10	3	M24	25.6	2112	1852	13.8	50	43	0.33	33.8	452	25.0	100	87	0.29			
621T	Derde TSNSTK - CD 2 side	110x110x10	3	M24	26.5	2112	1852	14.3	50	43	0.33	34.4	452	25.3	100	87	0.29			
622L	Derde TSNSTK - Diag 1 front	110x110x10	2	M24	22.9	2112	1852	12.4	50	43	0.28	30.4	452	33.6	100	87	0.39			
622T	Derde TSNSTK - Diag 1 side	110x110x10	2	M24	24.3	2112	1852	13.1	50	43	0.30	31.5	452	34.9	100	87	0.40			
623T	Derde TSNSTK - Low CA low hori;	100x100x8	5	M24	9.8	1550	1342	7.3	50	43	0.17	14.7	452	6.5	100	87	0.07			
624T	Derde TSNSTK - Low CA upper hc	110x110x10	3	M24	1.2	2112	1852	0.7	50	43	0.02	1.8	452	1.3	100	87	0.02			
625	Derde TSNSTK - Diaphragm diag	80x80x6	1	M20	5.1	940	808	6.3	50	43	0.15	6.6	314	21.0	100	87	0.24			
626L	Derde TSNSTK - Diaphragm horiz	60x60x6	1	M16	0.4	690	582	0.6	50	43	0.01	0.5	201	2.6	100	87	0.03			

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					ΔF;o [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	Δσ;o [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			
627L	Derde TSNSTK - Low CA upper hc	110x110x10	4	M24	7.7	2112	1852	4.1	50	43	0.10	9.8	452	5.4	100	87	0.06			
628L	Tweede TSNSTK - Diaphragm hor	90x90x9	3	M24	14.6	1539	1305	11.2	50	43	0.26	19.6	452	14.4	100	87	0.17			
628T	Tweede TSNSTK - Diaphragm hor	100x100x10	3	M24	13.3	1920	1660	8.0	50	43	0.18	17.9	452	13.2	100	87	0.15			
629	Tweede TSNSTK - Diaphragm dia	60x60x6	1	M16	2.3	690	582	3.9	50	43	0.09	3.4	201	16.7	100	87	0.19			
630	Tweede TSNSTK - Diaphragm hor	70x70x6	1	M20	0.1	810	678	0.1	50	43	0.00	0.1	314	0.3	100	87	0.00			
631L	Tweede TSNSTK - Diag 1 front	100x100x10	2	M24	23.1	1920	1660	13.9	50	43	0.32	30.1	452	33.3	100	87	0.38			
631T	Tweede TSNSTK - Diag 1 side	100x100x10	3	M24	23.7	1920	1660	14.3	50	43	0.33	31.8	452	23.5	100	87	0.27			
635L	Eerste TSNSTK - Diag 1 front	120x120x10	2	M24	11.7	2320	2060	5.7	50	43	0.13	15.1	452	16.7	100	87	0.19			
635T	Eerste TSNSTK - Diag 1 side	120x120x10	2	M24	12.7	2320	2060	6.2	50	43	0.14	17.4	452	19.3	100	87	0.22			
636L	Eerste TSNSTK - Horiz 1 front	80x80x6	1	M20	0.3	940	808	0.4	50	43	0.01	0.4	314	1.3	100	87	0.01			
636T	Eerste TSNSTK - Horiz 1 side	80x80x6	1	M20	0.2	940	808	0.3	50	43	0.01	0.3	314	0.9	100	87	0.01			
637L	Eerste TSNSTK - Diag 2 front	120x120x10	3	M24	11.8	2320	2060	5.7	50	43	0.13	15.2	452	11.2	100	87	0.13			
637T	Eerste TSNSTK - Diag 2 side	120x120x10	3	M24	12.6	2320	2060	6.1	50	43	0.14	17.1	452	12.6	100	87	0.15			
638L	Eerste TSNSTK - Diag 3 front	120x120x12	3	M24	10.1	2750	2438	4.1	50	43	0.10	13.0	452	9.6	100	87	0.11			
638T	Eerste TSNSTK - Diag 3 side	120x120x12	3	M24	10.8	2750	2438	4.4	50	43	0.10	14.8	452	10.9	100	87	0.13			
639L	Broekstuk - Diaphragm horiz fror	110x110x10	1	M24	0.2	2112	1852	0.1	50	43	0.00	0.3	452	0.7	100	87	0.01			
639T	Broekstuk - Diaphragm horiz side	110x110x10	1	M24	0.2	2112	1852	0.1	50	43	0.00	0.2	452	0.4	100	87	0.01			
640	Broekstuk - Diaphragm diag mair	100x100x8	1	M24	0.4	1550	1342	0.3	50	43	0.01	0.5	452	1.1	100	87	0.01			
641	Broekstuk - Diaphragm diag corn	80x80x6	1	M20	0.0	940	808	0.0	50	43	0.00	0.0	314	0.1	100	87	0.00			
642	Broekstuk - Diaphragm horiz	70x70x6	1	M20	0.0	810	678	0.1	50	43	0.00	0.1	314	0.2	100	87	0.00			
643L	Broekstuk - Main diagonal front	110x110x10	3	M24	10.6	2112	1852	5.7	50	43	0.13	13.6	452	10.0	100	87	0.11			
643T	Broekstuk - Main diagonal side	110x110x10	3	M24	10.6	2112	1852	5.7	50	43	0.13	14.7	452	10.8	100	87	0.12			
645	Broekstuk - 2nd Diaphragm diag	80x80x6	1	M20	0.3	940	808	0.4	50	43	0.01	0.4	314	1.3	100	87	0.02			
646L	Broekstuk - 2nd Diaphragm horiz	80x80x6	1	M20	0.0	940	808	0.0	50	43	0.00	0.0	314	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.