

*380kV reconstructiemasten (masten 58N en 59N)*

B.7 Mastrapportage hoekmasten reconstructie

*380kV reconstructiemasten (masten 58N en 59N)*

B.7 Mastrapportage hoekmasten reconstructie

ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN

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

TenneT TSO B.V.

Meridian doc.nr.: 002.678.00 0934576

Rapport nr.: 21-0891, Rev. 3

Datum: 2022-04-22

**DATUM:** 28-04-2022

**STATUS TENNET:** DEFINITIEF

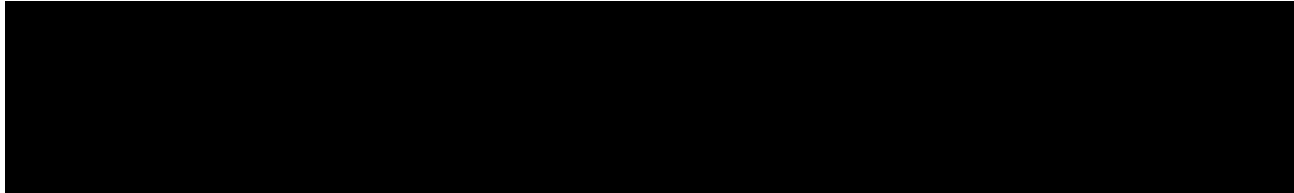
**REVISIE TENNET:** 1.0





Projectnaam: Zuid-West 380 kV Oost Verbindingen  
Rapport titel: Mastrapportage GT-TLB 3-ct. HA+0/n  
Klant: TenneT TSO B.V.,  
Contactpersoon klant: [REDACTED]  
Datum uitgave: 2022-04-22  
Project nr.: 10124719  
Organisatie unit: TDT  
Meridian doc.nr.: 002.678.00 0934576  
Rapport nr.: 21-0891, 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.

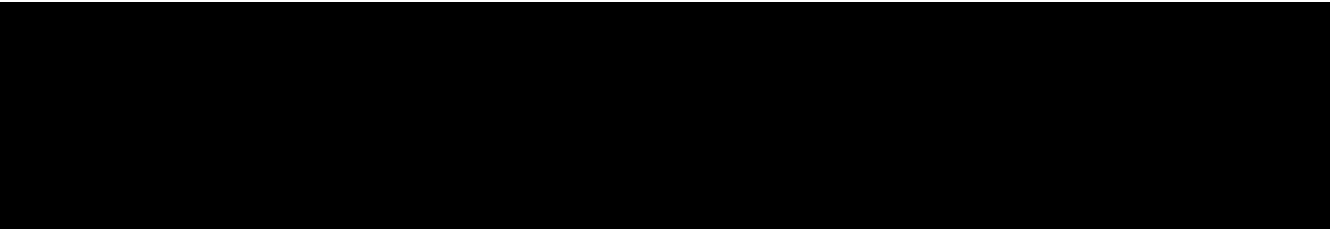
---

DNV Distributie:

- Open
- Intern
- Commercieel vertrouwelijk
- Vertrouwelijk
- Geheim

\*Specificatie distributie: --

Trefwoorden:



## 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 HA+0 (type A)	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 HA+0/n 3-circuit masten voor de reconstructie. Deze mast is gebaseerd op het bestaande HA+0 of "Type B" 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 HA+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	16.85
Mastberekeningen	PLS-TOWER	16.85
Constructieve analyse	AxisVM	X5 R4h



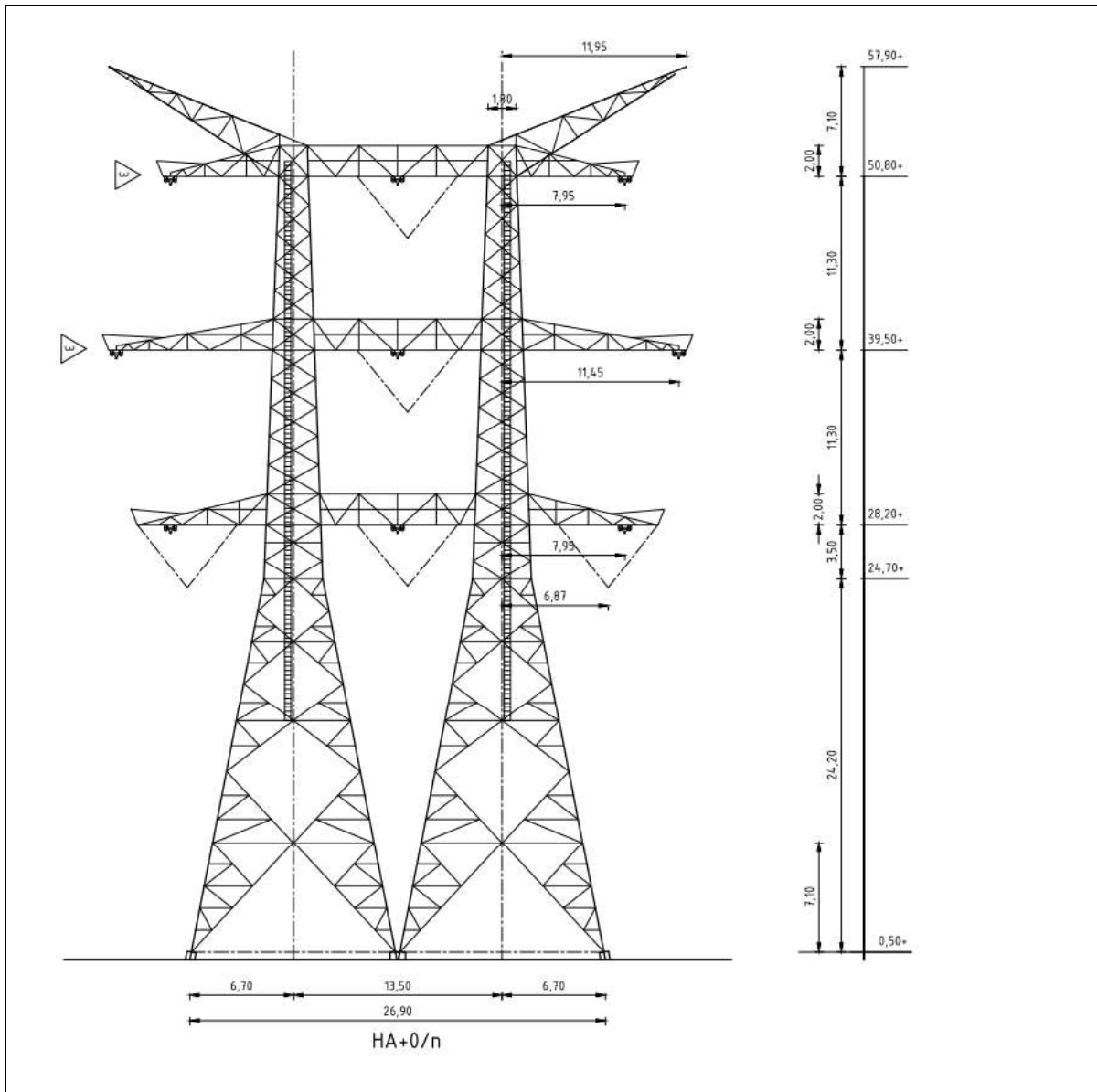
### 3 MASTONTWERP

#### 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 HA+0/n, Meridiannummer 002.678.00 09345593
- Principedetails GT-TLB, Meridiannummer 002.678.00 0935109

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

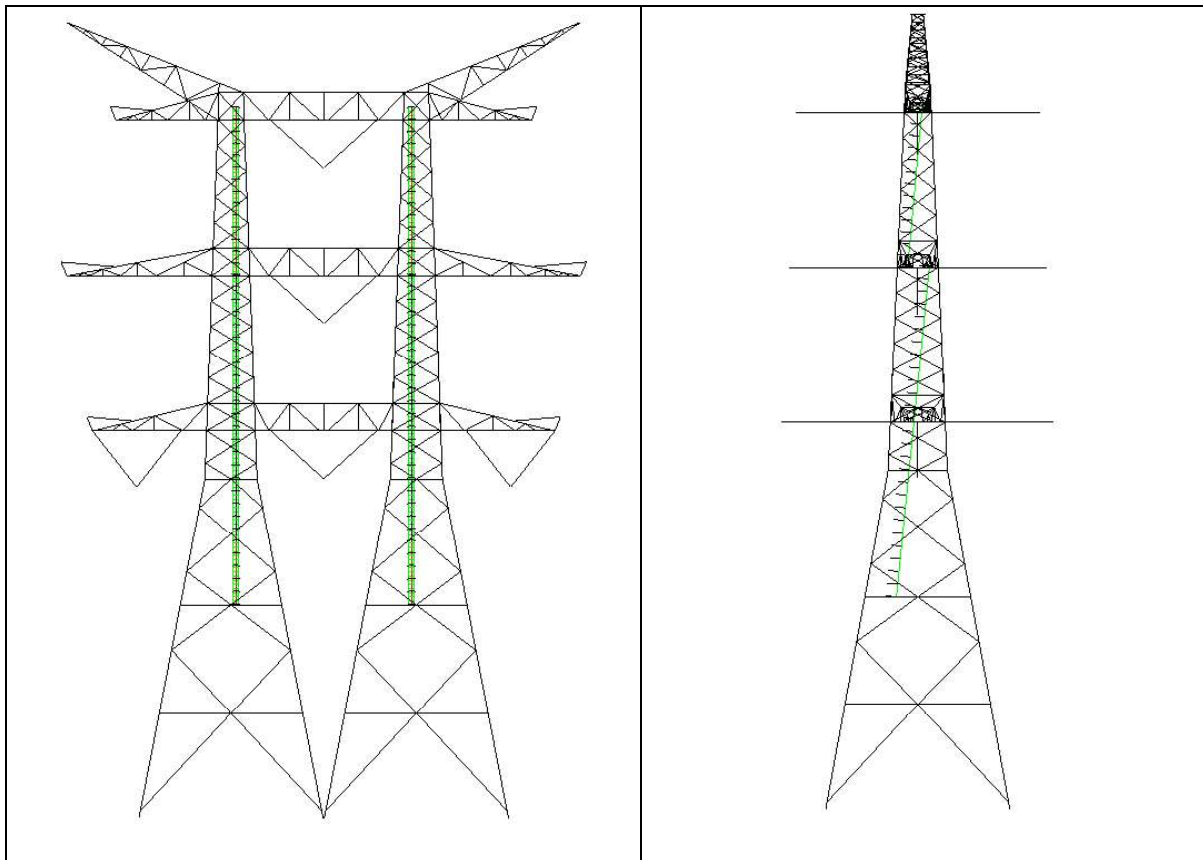


**Figuur 1 Mastbeeld masttype HA+0/n 3-ct**

De ladder op de constructie is zodanig 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 middenrif 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 diafragma, ondertraverse, middentraverse en boventraverse.

Stapbouts moeten vanaf ongeveer 2,5 m boven het maaiveld worden geïnstalleerd en worden op beide buitenste poten van de toren geplaatst. De stapbouts worden geïnstalleerd op een hoogte boven het eerste platform die nog steeds toegankelijk is tijdens het manoeuvreren van de stapbouts naar het platform.



**Figuur 2 Mastbeeld masttype HA+0/n 3-ct met ladder (groen)**

## 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 HA+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 HA+0/n

Mast-nummer	Masttype	Lijnhoek (°)	Wind span (m)	Weight span (m)	Hoogteverschil ba+ah (m)	Hoogteverschil back (m)	Hoogteverschil ahead (m)
<b>42N</b>	HA+0	161.5	315.0	313.7	-0.3	0.4	-0.7
48N	HA+0	165.9	360.2	341.6	-4.8	-3.1	-1.7
50N	HA+0	174.8	361.0	319.1	-10.6	0.0	-10.6
53N	HA+0	173.2	392.5	383.5	-2.5	-2.1	-0.4

## 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.

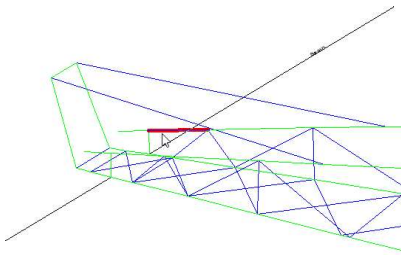
De geleiderbelastingen vanuit het geleiderbelastingenprogramma zijn als invoer voor de belastingen gebruikt.

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 Modelling stompe traverse

Opmerking bij revisie 3: de midden en boventraverse zullen 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 HA+0/n 3-ct is met de uitgangspunten van paragraaf 3.6 bepaald op 77,1 ton.

### 3.10 Aanpassingen ten opzichte van bestaande constructie HA+0 (type A)

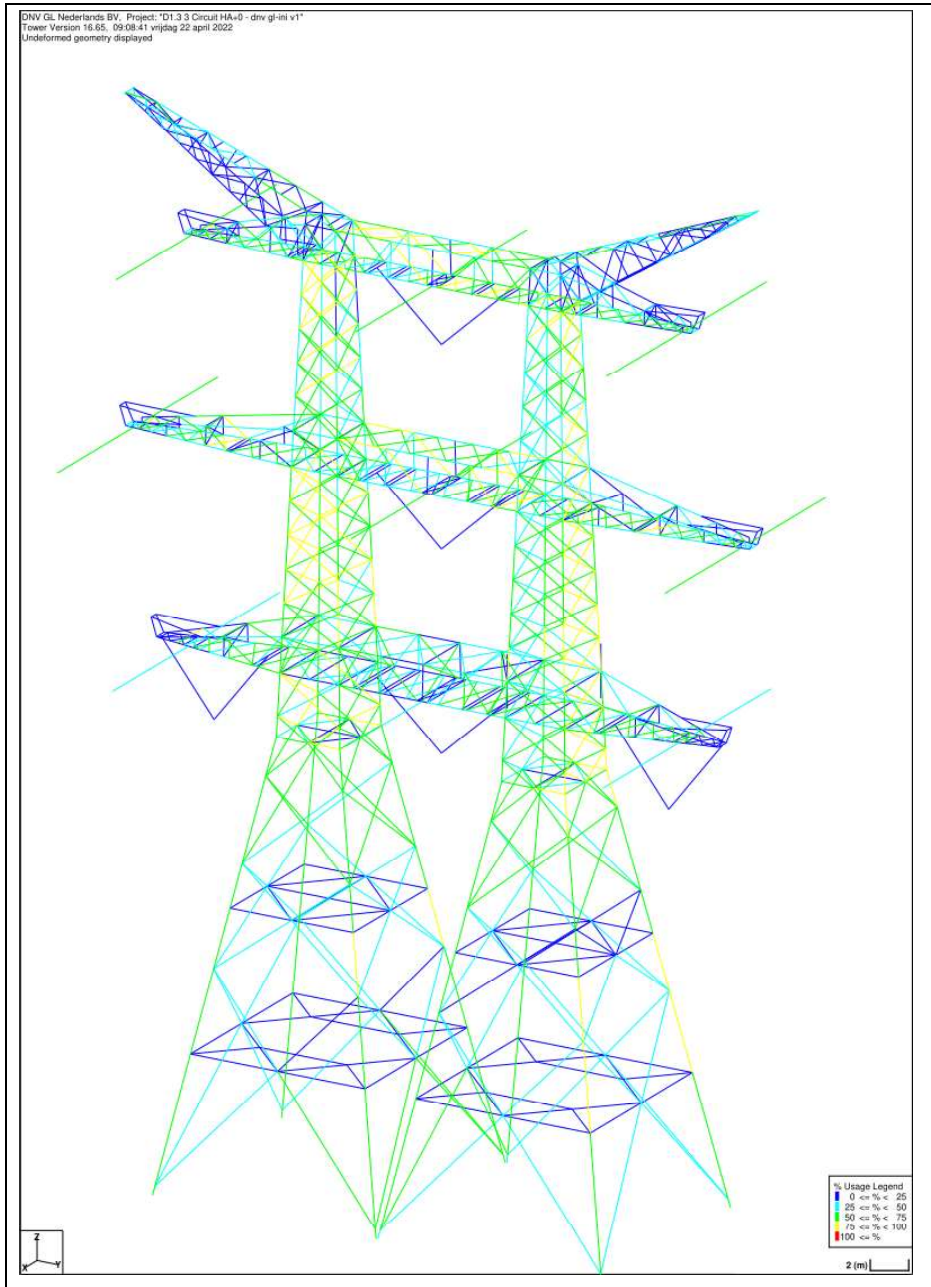
De bestaande mastconstructie is overgenomen wat betreft geleiderposities en hoofdafmetingen van de constructie. De diagonaalverbanden zijn grotendeels gelijk ingedeeld, maar wijken af in het onderstuk. Diagonalen zijn daarin als een doorlopend profiel uitgevoerd. In de traverse en de brug zijn stabiliteitsverbanden 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 4. 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 HA+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 4 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 HA+0/n

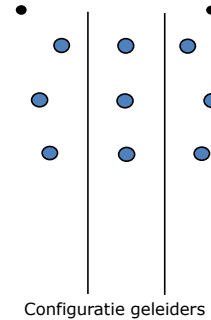




### Geleiderbelastingen

#### Algemeen

Benaming	HA+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
	CC2
Betrouwbaarheidsniveau na aanpassing	n.v.t.
	50 jaar
Windgebied	III
Windsnelheid (m/s)	24,5 m/s
Terreincategorie	II
Reductiefactor $c_{dir}$	1,00
IJsg gebied fasegeleider	B
IJsg gebied bliksemgeleider	A

#### Geleiders Back

Omschrijving	Spanning	Geleider Back	Bundel Ba	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden $P_{back}$
Circuit 1	380 kV	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: HA+0  
 Number: 42N

**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**

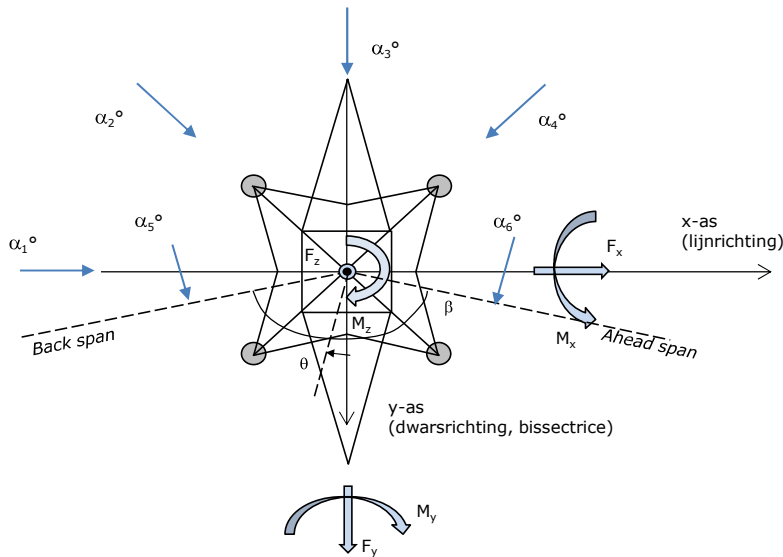
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h_{back}$	$\Delta h_{ahead}$	$\Delta y_{back}$	$\Delta y_{ahead}$
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	0,0 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	0,0 m	0,0	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	$\beta$	160 °
Rotatie mast t.o.v. bissectrice	$\theta$	0 °
Vaklengte	400	400 m
Hoogte onderkant mast t.o.v. maaiveld		0,5 m
Beschouwde windrichtingen	$\alpha_1$	0 °
Windrichtingen volgens:	$\alpha_2$	45 °
Geleiderbelastingen	$\alpha_3$	90 °
	$\alpha_4$	135 °
	$\alpha_5$	80 °
	$\alpha_6$	100 °

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

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



**Beschouwd aantal windrichtingen**

1a	6
3	6
4	1
6	1
Overig	1

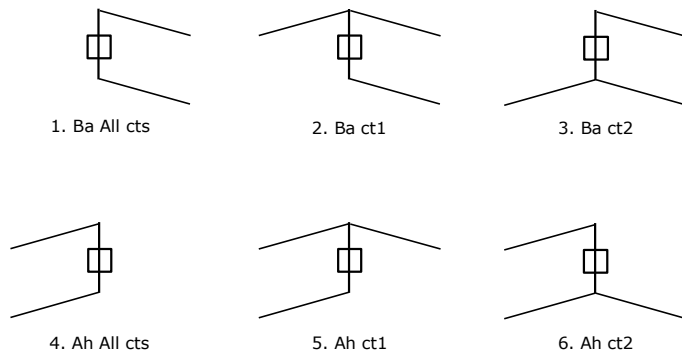
### Geleiderafval

		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.

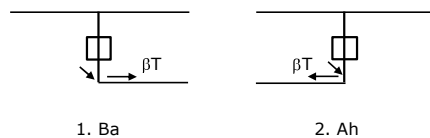
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: GT-TLB380  
 Tower: HA+0  
 Number: 42N

**Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud**

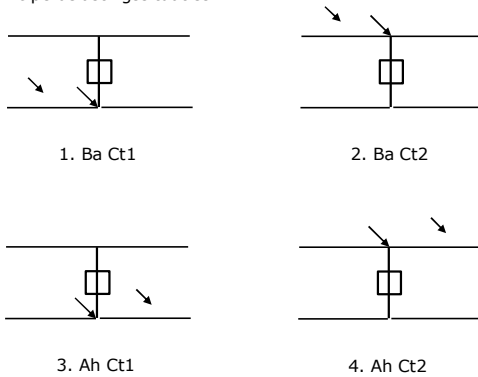
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden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



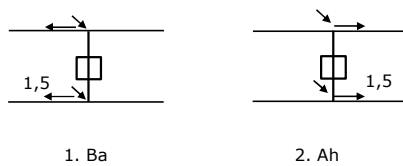
**Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting**

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: HA+0  
 Number: 42N

## Mastconstructie

### Eigenschappen

Masttype	Hoekmast	
Mastbenaming	HA+0	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	57,9 m	
Gewicht mast	740,0 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	26,80	26,90 m
Helling van de randstijl	0,241	0,388 -
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	21,00	7,60	0,388	182,02	28,82	0,16	3,12
Tussenstuk1	24,70	21,00	7,60	17,10	0,392	244,53	44,99	0,18	3,00
Tussenstuk2	30,20	7,60	7,22	5,50	0,035	40,76	9,25	0,23	2,82
Bovenstuk1	41,50	7,22	5,20	11,30	0,089	70,17	15,44	0,22	2,84
Bovenstuk2	52,80	5,20		11,30		29,38	7,05	0,24	2,76
Topstuk									
Ondertraverse	28,20	13,32	5,00	2,00		46,62	3,66	0,08	3,52
Middentraverse	39,50	15,95	3,00	2,00		39,88	4,17	0,10	3,38
Boventraverse	50,80	13,25	2,00	2,00		26,50	3,36	0,13	3,27
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	26,80	21,21	11,60	0,388	182,02	37,72	0,21	2,90
Tussenstuk1	24,10	21,21	8,40	12,50	0,392	244,53	31,18	0,13	3,27
Tussenstuk2	27,60	8,40	7,64	3,50	0,035	40,76	6,15	0,15	3,15
Bovenstuk1	38,90	7,64	5,60	11,30	0,089	70,17	13,47	0,19	2,97
Bovenstuk2	50,20	5,60		11,30		29,38	6,33	0,22	2,86
Topstuk									
Ondertraverse	28,20	13,32	5,00	2,00		46,62	3,66	0,08	3,52
Middentraverse	39,50	15,95	3,00	2,00		39,88	4,17	0,10	3,38
Boventraverse	50,80	13,25	2,00	2,00		26,50	3,36	0,13	3,27
Bliksempiek	52,80	13,10		2,73		17,88	3,58	0,20	2,93

NB: oppervlakte traverse dwarsrichting wordt in berekening gereduceerd.



Project: GT-TLB380  
 Tower: HA+0  
 Number: 42N

**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	63,0	59,3	0,0	-59,3	5,8	365,6	343,8	0,0	-343,8
Tussenstuk1	0,85	114,5	85,2	0,0	-85,2	17,9	2043,2	1520,8	0,0	-1520,8
Tussenstuk2	0,95	24,7	18,3	0,0	-18,3	25,9	637,8	472,2	0,0	-472,2
Bovenstuk1	1,02	44,9	36,3	0,0	-36,3	33,3	1491,9	1208,6	0,0	-1208,6
Bovenstuk2	1,10	21,5	17,6	0,0	-17,6	44,6	956,0	783,0	0,0	-783,0
Topstuk	0,70					0,0				
Ondertraverse	0,98	25,2	15,0	0,0	-15,0	28,9	727,5	432,1	0,0	-432,1
Middentraverse	1,07	30,2	17,9	0,0	-17,9	40,2	1213,7	720,9	0,0	-720,9
Boventraverse	1,14	25,1	14,9	0,0	-14,9	51,5	1292,6	767,8	0,0	-767,8
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>373,3</b>	<b>278,9</b>	<b>0,0</b>	<b>-278,9</b>		<b>10030,8</b>	<b>7022,7</b>	<b>0,0</b>	<b>-7022,7</b>

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>y1</sub> [kN]	F <sub>y2</sub> [kN]	F <sub>y3</sub> [kN]	F <sub>y4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>x1</sub> [kNm]	M <sub>x2</sub> [kNm]	M <sub>x3</sub> [kNm]	M <sub>x4</sub> [kNm]
Broekstuk1	0,70	0,0	59,3	76,7	59,3	5,8	0,0	343,8	444,7	343,8
Tussenstuk1	0,85	0,0	85,2	86,4	85,2	17,9	0,0	1520,8	1541,4	1520,8
Tussenstuk2	0,95	0,0	18,3	18,4	18,3	25,9	0,0	472,2	475,1	472,2
Bovenstuk1	1,02	0,0	36,3	40,8	36,3	33,3	0,0	1208,6	1356,7	1208,6
Bovenstuk2	1,10	0,0	17,6	20,0	17,6	44,6	0,0	783,0	889,5	783,0
Topstuk	0,70					0,0				
Ondertraverse	0,98	0,0	15,0	10,1	15,0	28,9	0,0	432,1	291,0	432,1
Middentraverse	1,07	0,0	17,9	12,1	17,9	40,2	0,0	720,9	485,5	720,9
Boventraverse	1,14	0,0	14,9	10,0	14,9	51,5	0,0	767,8	517,1	767,8
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>278,9</b>	<b>284,1</b>	<b>278,9</b>		<b>0,0</b>	<b>7022,7</b>	<b>6521,9</b>	<b>7022,7</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	740	0	0	0
Windrichting 0°	379	0	0	0	10248	0
Windrichting 45°	283	283	0	7176	7176	0
Windrichting 90°	0	290	0	6739	0	0
Windrichting 135°	-283	283	0	7176	-7176	0



Project: GT-TLB380  
 Tower: HA+0  
 Number: 42N

### 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: HA+0  
 Number: 42N

**Windbelasting back**

Geleider	hoogte		G <sub>c_dwars</sub> [-]	G <sub>c_trek</sub> [-]	C <sub>c</sub> [-]	d <sub>toeslag</sub> [mm]	W <sub>y</sub> [N/m]	W <sub>y,vak</sub> [N/m]	D <sub>ijs,toeslag</sub> [mm]	W <sub>y,ijs</sub> [N/m]	W <sub>y,ijs,vak</sub> [N/m]
	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 <sub>c_dwars</sub> [-]	G <sub>c_trek</sub> [-]	C <sub>c</sub> [-]	d <sub>toeslag</sub> [mm]	W <sub>y</sub> [N/m]	W <sub>y,vak</sub> [N/m]	D <sub>ijs,toeslag</sub> [mm]	W <sub>y,ijs</sub> [N/m]	W <sub>y,ijs,vak</sub> [N/m]
	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



**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	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)				$\gamma_G$ $G_k$	$\gamma_Q$ $Q_{pk}$ $Q_{wk}$ $Q_{ik}$			$A_k$	
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	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 8478

### 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	-62,1	62,1	15,9	15,9	10,3	10,3
380ct1f1	-159,5	159,5	51,3	51,3	28,8	28,8
380ct1f2	-156,3	156,3	48,1	48,1	28,8	28,8
380ct1f3	-152,6	152,6	43,8	43,8	28,7	28,7
380ct2f1	-159,5	159,5	51,3	51,3	28,8	28,8
380ct2f2	-156,3	156,3	48,1	48,1	28,8	28,8
380ct2f3	-152,6	152,6	43,8	43,8	28,7	28,7
bl2	-61,3	61,3	15,8	15,8	10,2	10,2
380ct3f1	-159,5	159,5	51,3	51,3	28,8	28,8
380ct3f2	-156,3	156,3	48,1	48,1	28,8	28,8
380ct3f3	-152,6	152,6	43,8	43,8	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

#### Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	440,1	447,6	440,0
380ct1f1	440,0	445,9	440,0
380ct1f2	440,0	445,6	440,0
380ct1f3	440,0	445,3	440,0
380ct2f1	440,0	445,9	440,0
380ct2f2	440,0	445,6	440,0
380ct2f3	440,0	445,3	440,0
bl2	440,1	447,8	440,0
380ct3f1	440,0	445,9	440,0
380ct3f2	440,0	445,6	440,0
380ct3f3	440,0	445,3	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	491,0	433,8
380ct1f1	471,5	441,6
380ct1f2	467,6	440,8
380ct1f3	462,3	439,8
380ct2f1	471,5	441,6
380ct2f2	467,6	440,8
380ct2f3	462,3	439,8
bl2	492,4	433,6
380ct3f1	471,5	441,6
380ct3f2	467,6	440,8
380ct3f3	462,3	439,8
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

Max. weight span	492,4 m
Min. weight span	279,5 m

Wind / Weight span verhouding

1,231 -
0,699 -



Project: GT-TLB380  
 Masttype: HA+0  
 Mast: 42N

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

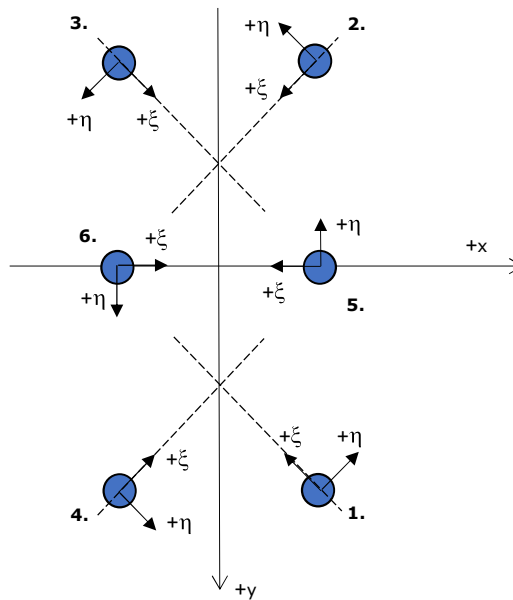
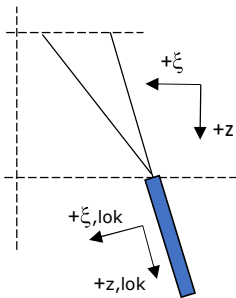
Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	35,4	31,4	10,3	-63,9	63,9
380ct1f1	119,3	100,1	28,8	-164,0	164,0
380ct1f2	118,2	93,9	28,8	-160,6	160,6
380ct1f3	117,9	85,7	28,7	-156,6	156,6
380ct2f1	119,3	100,1	28,8	-164,0	164,0
380ct2f2	118,2	93,9	28,8	-160,6	160,6
380ct2f3	117,9	85,7	28,7	-156,6	156,6
bl2	35,0	31,1	10,2	-63,1	63,1
380ct3f1	119,3	100,1	28,8	-164,0	164,0
380ct3f2	118,2	93,9	28,8	-160,6	160,6
380ct3f3	117,9	85,7	28,7	-156,6	156,6
V-fixatie 1	4,1	4,1	6,8	0,0	
V-fixatie 2	3,8	3,8	6,8	0,0	
V-fixatie 3	3,5	3,5	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	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	15,1	2,7	2,2	-15,3	15,3
380ct1f1	72,2	12,7	16,1	-73,3	73,3
380ct1f2	72,2	12,7	16,1	-73,3	73,3
380ct1f3	72,2	12,7	16,1	-73,3	73,3
380ct2f1	72,2	12,7	16,1	-73,3	73,3
380ct2f2	72,2	12,7	16,1	-73,3	73,3
380ct2f3	72,2	12,7	16,1	-73,3	73,3
bl2	14,7	2,6	2,1	-14,9	14,9
380ct3f1	72,2	12,7	16,1	-73,3	73,3
380ct3f2	72,2	12,7	16,1	-73,3	73,3
380ct3f3	72,2	12,7	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	

**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	



Assenstelsels

**Maximale drukbelasting**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 1a_90 Ba Ct2	-262	-245	<b>1284</b>	12	-359	-10	1284
2	SPLS 3_0 Ba All Cts	-147	165	<b>826</b>	13	-221	3	826
3	ULS 8 Ba	134	153	<b>768</b>	-14	-203	6	768
4	SPLS 1a_90 Ah Ct2	262	-245	<b>1284</b>	-12	-359	-10	1284
5	SPLS 3_90 Ba All Cts	-327	-76	<b>2010</b>	-76	-327	59	2010
6	SPLS 3_90 Ah All Cts	327	-76	<b>2010</b>	76	-327	59	2010

**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	79	103	<b>-502</b>	17	129	-7	-502
2	SPLS 1a_0,9_90 Ah All Cts	180	-215	<b>-1009</b>	-25	280	6	-1009
3	SPLS 1a_0,9_90 Ba All Cts	-180	-215	<b>-1009</b>	25	280	6	-1009
4	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	-92	115	<b>-556</b>	-16	146	-5	-556
5	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	215	-62	<b>-1446</b>	-62	215	-63	-1446
6	SPLS 3_0,9_90 Ba All Cts	-215	-62	<b>-1446</b>	62	215	-63	-1446

**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	-118	-63	423	<b>40</b>	-128	-13	423
2	SPLS 3_90 Ba Ct2	17	52	134	<b>49</b>	-25	11	134
3	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct2	-49	-130	-465	<b>58</b>	126	0	-465
4	SPLS 3_90 Ah Ct1	73	-142	544	<b>49</b>	-152	-5	544
5	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	20	116	-256	<b>116</b>	20	-29	-256
6	SPLS 1a_0,9_90 Ah Ct1	129	-298	787	<b>298</b>	-129	22	787

**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_90 Ba Ct1	-73	-142	544	<b>-49</b>	-152	-5	544
2	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	49	-130	-465	<b>-58</b>	126	0	-465
3	SPLS 3_90 Ah Ct2	-17	52	134	<b>-49</b>	-25	11	134
4	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct1	129	-75	479	<b>-38</b>	-144	-14	479
5	SPLS 1a_0,9_90 Ba Ct1	-129	-298	787	<b>-298</b>	-129	22	787
6	SPLS 3_0 Ba Ct1	-39	110	-312	<b>-110</b>	39	-21	-312

**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	79	103	-502	<b>17</b>	129	-7	-502
2	SPLS 1a_0,9_90 Ah All Cts	180	-215	-1009	<b>-25</b>	280	6	-1009
3	SPLS 1a_0,9_90 Ba All Cts	-180	-215	-1009	<b>25</b>	280	6	-1009
4	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	-92	115	-556	<b>-16</b>	146	-5	-556
5	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	126	-268	-842	<b>-268</b>	126	-36	-842
6	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct2	-126	-268	-842	<b>268</b>	126	-36	-842

**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	-61	-64	<b>309</b>	-2	-89	-5	309
2	SLS 7	10	-11	<b>-53</b>	-1	15	1	-53
3	SLS 7	-10	-11	<b>-53</b>	1	15	1	-53
4	SLS 7	61	-64	<b>309</b>	2	-89	-5	309
5	SLS 7	-56	-45	<b>283</b>	-45	-56	-2	283
6	SLS 7	56	-45	<b>283</b>	45	-56	-2	283

**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 1a_90 Ba Ct2	-262	-245	<b>1284</b>	12	-359	-10	1284
Max. trek	SPLS 1a_0,9_90 Ba All Cts	-180	-215	<b>-1009</b>	25	280	6	-1009
Max. pos. torsie	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct2	-49	-130	-465	<b>58</b>	126	0	-465
Max. neg. torsie	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	49	-130	-465	<b>-58</b>	126	0	-465
Comb. trek+torsie	SPLS 1a_0,9_90 Ba All Cts	-180	-215	<b>-1009</b>	<b>25</b>	280	6	-1009

**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	327	-76	<b>2010</b>	76	-327	59	2010
Max. trek	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	215	-62	<b>-1446</b>	-62	215	-63	-1446
Max. pos. torsie	SPLS 1a_0,9_90 Ah Ct1	129	-298	-787	<b>298</b>	-129	22	787
Max. neg. torsie	SPLS 1a_0,9_90 Ba Ct1	-129	-298	-787	<b>-298</b>	-129	22	787
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	126	-268	<b>-842</b>	<b>-268</b>	126	-36	-842

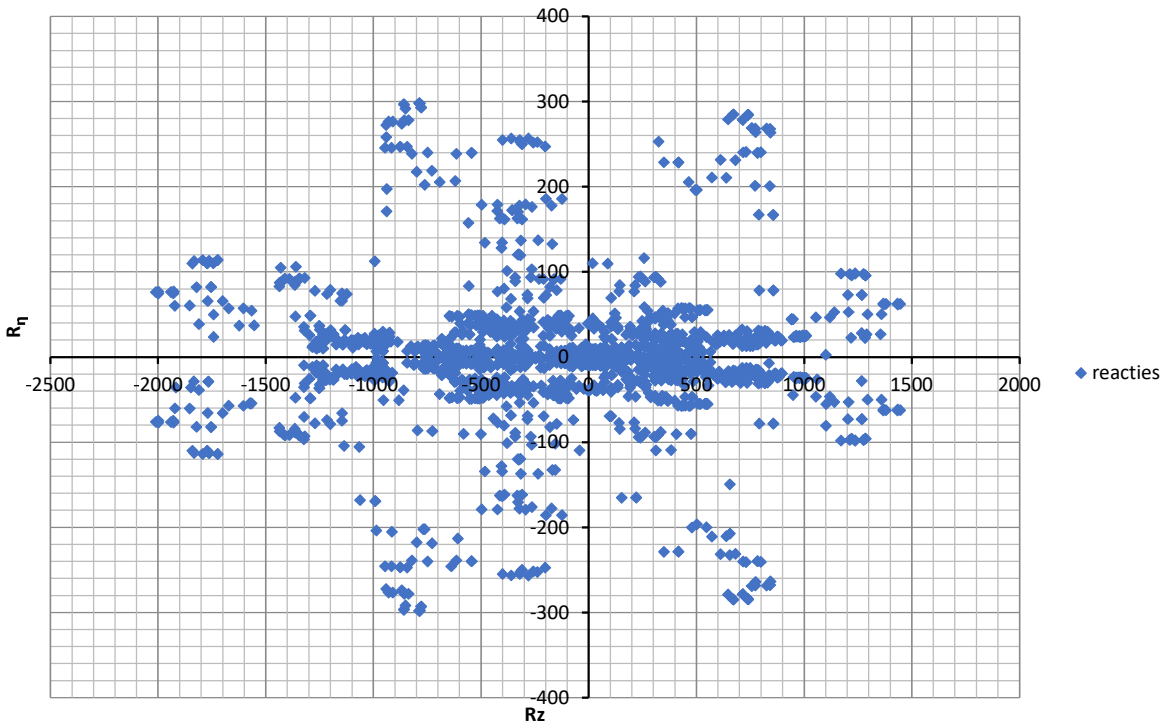
**Maximale drukbelasting SLS**

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 1a_45	-177	-186	<b>843</b>	-7	-257	-28	843
2	SLS 1a_0	-33	31	<b>150</b>	-1	-45	-5	150
3	ULS 5a Ah 10	15	10	<b>80</b>	3	-18	4	80
4	ULS 1a_135	177	-186	<b>843</b>	7	-257	-28	843
5	SLS 1a_0	-143	-43	<b>693</b>	-43	-143	-10	693
6	ULS 1a_135	122	-179	<b>498</b>	179	-122	-27	498

**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	-50	-48	<b>230</b>	2	-69	-7	230
2	ULS 1a_0,9_135	122	-131	<b>-565</b>	-6	179	26	-565
3	ULS 1a_0,9_45	-122	-131	<b>-565</b>	6	179	26	-565
4	SLS 1a_0	17	-21	<b>102</b>	3	-27	1	102
5	ULS 1a_0,9_135	0	-186	<b>124</b>	-186	0	24	124
6	SLS 1a_0	-30	-46	<b>-126</b>	46	30	6	-126

Reacties  $R_z$  en  $R_\eta$





## **APPENDIX B**

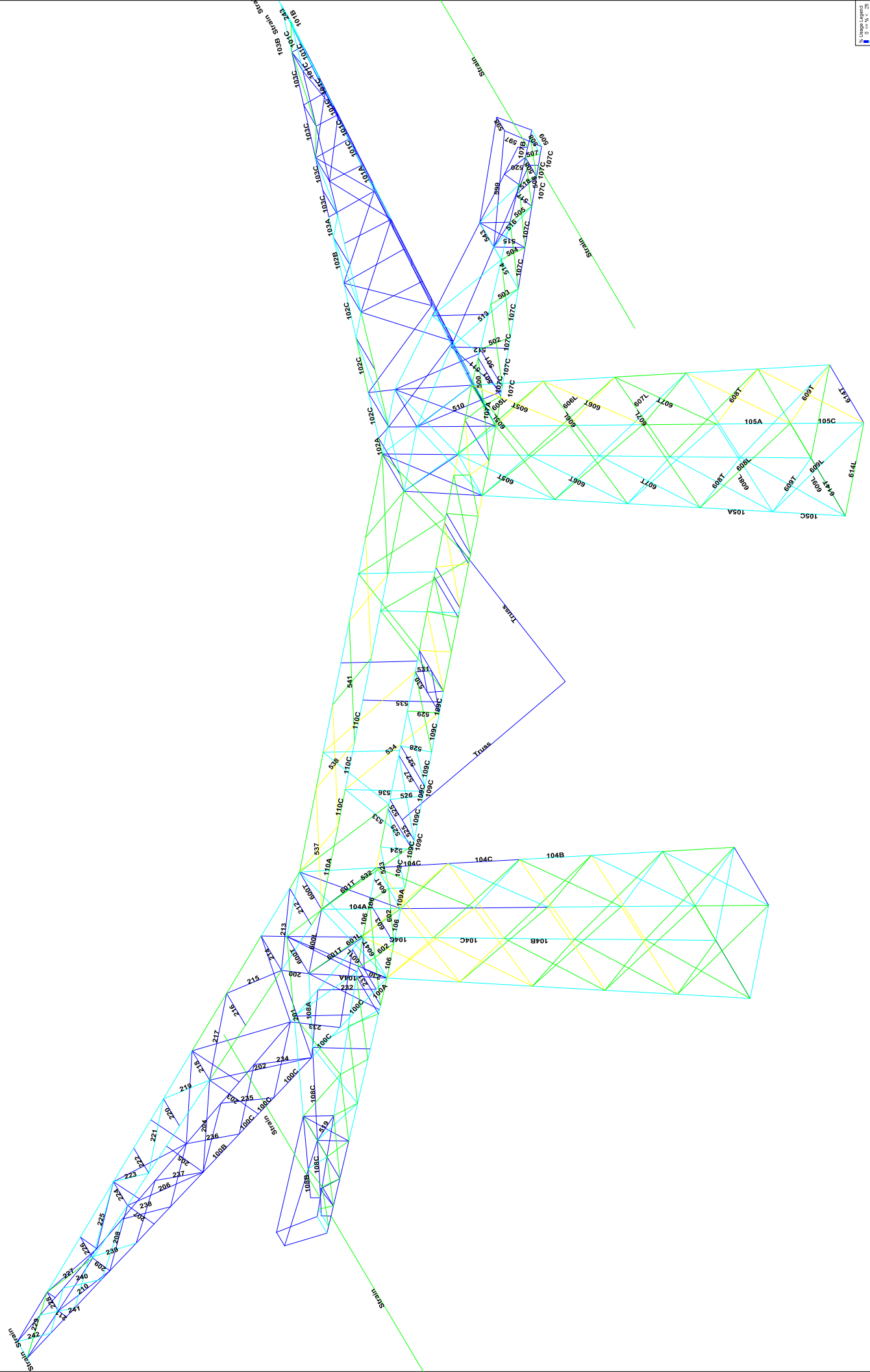
### **Resultaten PLS tower**

---

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

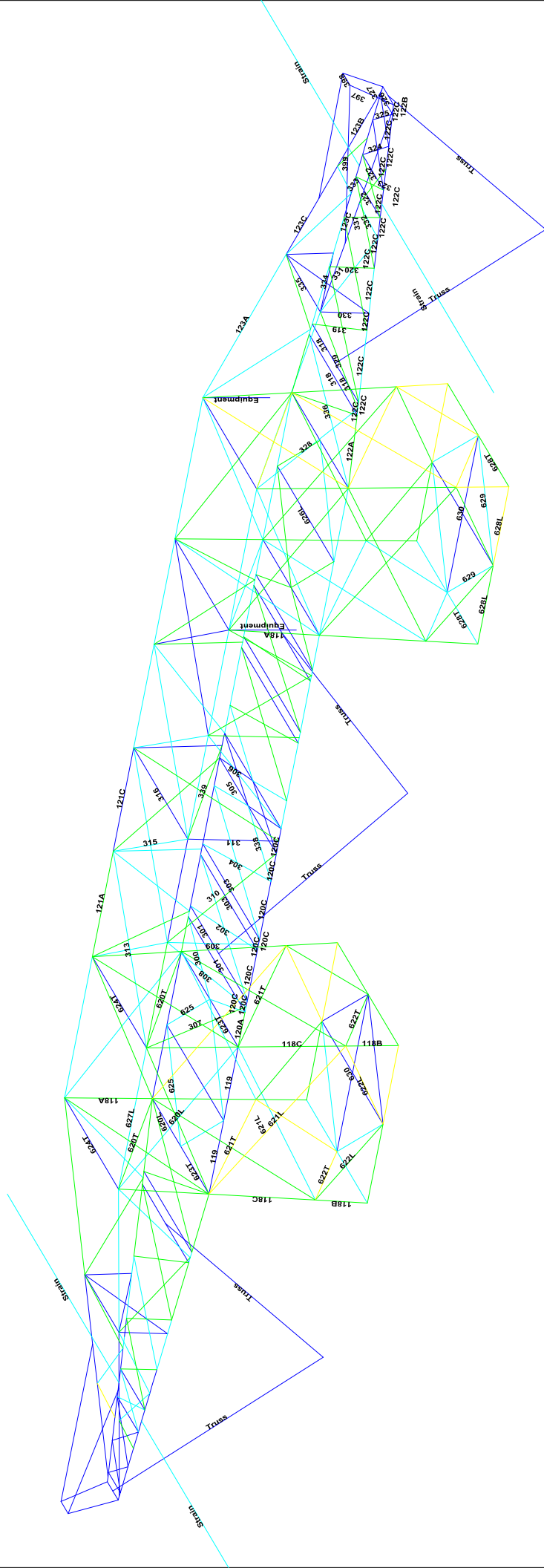


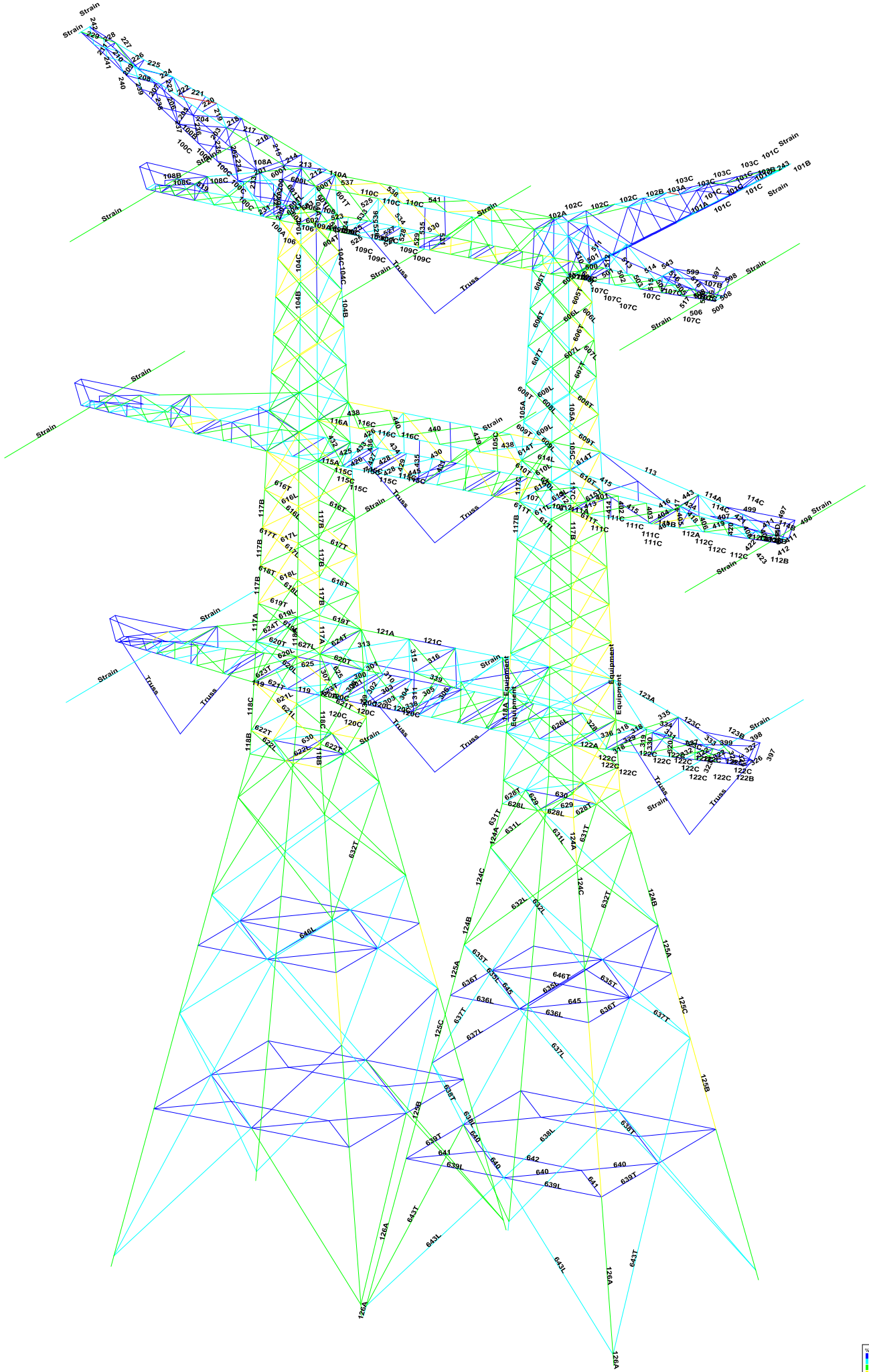
1 (mi)











Assessment of angle groups

GT-TLB  
HA+O\_n 3ct.

Table with columns: Group Label, Description, Type, Profile, Steel Qall Bds, #shd, e1, e2, p1, RLY, RLV, RLS, Slenderness, Compression, Load Case (Compression), Buckling, Shear, Comp, Bearing, Comp, U.C. (Comp) (esistance) (Comp), U.C. (Comp) (esistance) (Comp), Tension, Load Case (Tension), Net Section ear (Tens) (ing) (Tens) (U.C. (Tens) (ance) (Tens)), U.C. (Tens) (ance) (Tens).

Table with columns: Group Label, Description, Type, Profile, Steel Qual, #shd at, e2, p1, RLK, R/LZ, Slenderness, Compression, Load Case (Compression), Buckling, Shear Comp, Bending, U.C. (Comp) (Instance), U.C. (Comp) (Comp), Load Case (Tension), Net Section ear (Temp) (Temp), U.C. (Tens) (Tens), U.C. (Tens) (Jnce) (Temp). Rows include various structural members like BW518K, BW518K, BW518K, etc.

Assessment of angle groups

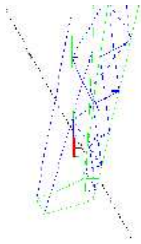
GT-TLB  
HA-0\_U 3ct.

Table with columns: Group Label, Description, Type, Profile, Steel Qual, #shd, e1, e2, p1, RLY, RZL, Slenderness, Compression, Buckling, Shear Comp, Banning, U.C. (Comp), U.C. (Tension), Tension, Load Case, Net Section, U.C. (Tens) Jnt, U.C. (Tens) Jnt. The table contains a large number of rows, each representing a different structural assessment scenario.

**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	Tension Connect. Rupture	Length Tens. Member (m)	No. Of Bolts Tens.	Bolt Type Tens.	No. Of Holes	Hole Diameter (cm)
24	108B	Derde DWSRM - Main member top	EA	100x100x10	355	16.52	Tens	8578P	58.7	U15.6b_90_(liffspannen)_10	355.4	542.2	705.6	663.4	0.81	4	M24.8.81-NEN2012	1	2.6
38	114B	Twesde DWSRM - Main member top 2	EA	100x100x8	355	15.33	Tens	8538X	44.0	U15.6b_90_(liffspannen)_11	287.3	677.8	705.6	549.1	0.77	5	M24.8.81-NEN2012	1	2.6

## APPENDIX C

### Knikverkorters

---

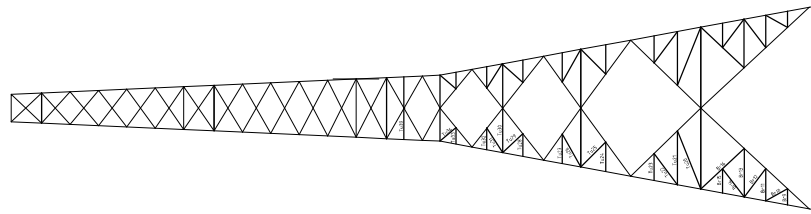
Niet in PLS-TOWER gemodelleerde elementen in de constructie worden aanvullend getoetst. Hieronder vallen de knikverkorters van de randstijl en profielen onderdeel van stabiliteitsverbanden. De staven worden getoetst op:

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

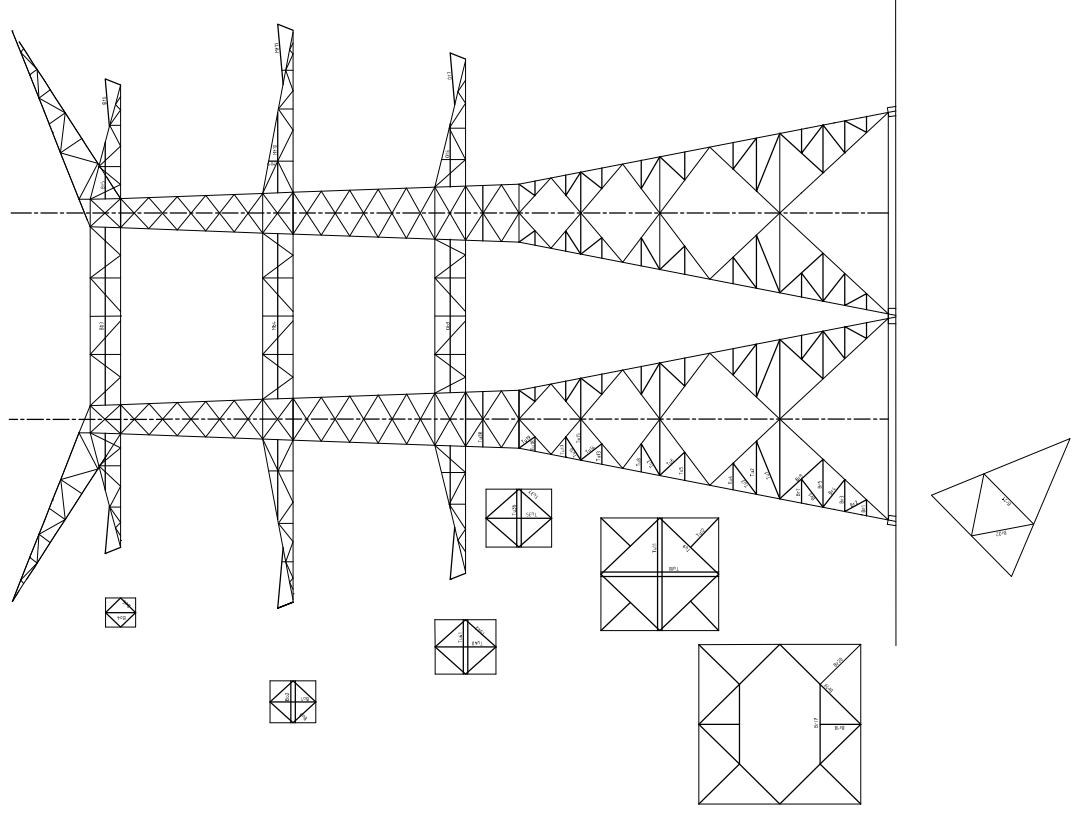
Voor de beloopbaarheid zijn staven in de traverse aanwezig. Deze zijn niet constructief (voorzien van slobgaten) en worden enkel getoetst op de klimbelasting van 1,0 kN. Zie hoofdstuk 4.2.5 en 5.7.2. van het uitgangspuntenrapport.



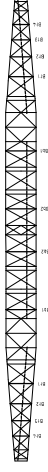
Zijzicht



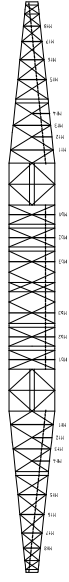
Voorzicht



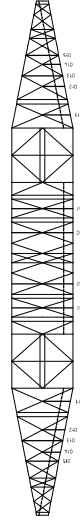
Boventraverse Onderzijde



Middentraverse Onderzijde



Ondertraverse Onderzijde





Date: 2021-07-30  
 Author: SSHD  
 Version: 1.8

**Knikverkorters initial construction (nieuwbouw)**

ZWO  
 HA+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	13.0	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	13.0	0.00	32.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.40		
Br3	Broekstuk1	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.090	0	13.0	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	13.0	0.00	18.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.69		
Br5	Broekstuk1	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M20	8.8	3.130	0	13.0	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	13.0	0.00	18.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.70		
Br7	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.570	0	13.0	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	13.0	0.00	21.6	60.3	51.5	75.3	1.56	0.60		
Br9	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.060	0	13.0	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	13.0	0.00	31.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.41		
Br11	Broekstuk1	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.120	0	13.0	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	13.0	0.00	18.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81		
Br13	Broekstuk1	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M20	8.8	3.180	0	13.0	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	13.0	0.00	18.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.70		
Br15	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.590	0	13.0	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	13.0	0.00	21.2	60.3	51.5	75.3	1.56	0.61		
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	0.0	0.99	28.9	60.3	52.3	98.8	1.40	0.73		
Br19	Broekstuk1	Enkele staaf	L100x8	S355J0	M24	8.8	7.440	0	0.0	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	0.0	1.40	36.6	94.1	71.3	136.4	2.68	0.55		
Br21	Broekstuk1	Enkele staaf	L100x8	S355J0	M24	8.8	4.630	0	0.0	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	12.9	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	12.9	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	12.9	0.00	24.3	60.3	51.5	75.3	1.15	0.53		
Tu4	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.740	0	12.9	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	12.9	0.69	26.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81		
Tu6	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.240	37	13.4	0.00	19.6	60.3	41.3	43.1	0.81	0.68		
Tu7	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.410	40	13.4	0.00	17.5	60.3	41.3	43.1	0.81	0.76		
Tu8	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.850	0	13.4	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	0.0	2.00	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	0.0	1.45	34.6	94.1	71.3	136.4	3.40	0.43		
Tu11	Tussenstuk1	Kruisende staaf halverwege	L80x6	S355J0	M20	8.8	7.390	0	0.0	1.39	37.0	94.1	71.3	136.4	3.40	0.41		
Tu12	Tussenstuk1	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.670	0	0.0	1.00	22.7	60.3	51.5	75.3	1.15	0.90		
Tu13	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.340	0	13.2	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	13.2	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	13.2	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	12.4	0.00	27.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.46		
Tu17	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.340	0	12.4	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	14.5	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
Tu19	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.290	55	133	14.5	0.00	43.6	60.3	43.1	43.1	0.81	0.35		
Tu20	Tussenstuk2	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M20	8.8	4.110	22	233	12.9	1.32	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	12.9	1.43	39.8	94.1	71.3	236.4	2.68	0.52		
Tu22	Tussenstuk1	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.560	37	239	12.9	0.66	24.3	60.3	51.5	75.3	1.15	0.53		
Tu23	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.770	0	182	12.9	0.66	28.2	60.3	41.3	43.1	0.81	0.85		
Tu24	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.930	0	198	13.4	0.72	24.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.82		
Tu25	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.310	45	237	13.4	0.00	18.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.72		
Tu26	Tussenstuk1	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.470	30	231	13.4	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	13.4	0.72	24.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.81		
Tu28	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.480	0	152	13.2	0.56	36.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.71		
Tu29	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.810	47	186	13.2	0.00	27.2	60.3	41.3	43.1	0.81	0.49		
Tu30	Tussenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.910	0	249	13.2	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	12.4	0.00	25.5	60.3	41.3	43.1	0.81	0.48		
Tu32	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.420	0	146	12.4	0.53	38.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.68		
Tu33	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.080	0	111	14.5	0.41	54.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.52		
Tu34	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.370	50	141	14.5	0.00	40.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.36		
Tu35	Tussenstuk2	Kruisende staaf halverwege	L70x6	S355J0	M20	8.8	4.310	0	157	0.0	0.81	58.8	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	10.5	0.68	27.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.87		
Tu39	Tussenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.050	0	211	10.5	0.77	22.6	60.3	41.3	43.1	0.81	0.98		
Tu40	Tussenstuk2	Kruisende staaf halverwege	L70x6	S355J0	M20	8.8	4.310	0	157	0.0	0.81	58.8	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	41.3	43.1	1.08	0.52		
B02	Bovenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.750	0	141	0.0	0.52	40.1	60.3	41.3	43.1	1.08	0.48		
B03	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	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	41.3	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	41.3	43.1	0.81	0.65		
O11	Ondertraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.830	0	188	0.0	0.69	26.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.87		
O12	Ondertraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.470	0	151	0.0	1.00	36.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.70		
O13	Ondertraverse	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.670	0	249	0.0	0.50	22.7	60.3	51.5	75.3	1.15	0.90		
O14	Ondertraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.190	0	122	0.0	0.45	48.2	60.3	41.3	43.1	0.81	0.57		
O15	Ondertraverse	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.140	0	200	0.0	0.80	32.1	60.3	51.5	75.3	1.15	0.72		
O16	Ondertraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.940	0	199	0.0	0.73	24.5	60.3	41.3	43.1	0.81	0.93		
O17	Ondertraverse	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M20	8.8	3.430	5	218	0.0	1.28	41.6	94.1	71.3	136.4	2.68	0.50		
O18	Ondertraverse	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		
O19	Tussenschot OT	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		
O20	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		
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	41.3	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	41.3	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	41.3	43.1	0.81	0.81		
M16	Middentraverse	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		
M17	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.310	0	135	0.0	0.49	42.7	60.3	41.3	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	41.3	43.1	0.81	0.53		
M19	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	0.610	90	63	0.0	0.00	85.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.00		
M20	Middentraverse	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M20	8.8	3.180	0	232	0.0	1.19	32.9	94.1	71.3	112.9	1.99	0.63		
M21	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		
M22	Middentraverse	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		
M23	Middentraverse	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		
M24	Middentraverse	Enkele staaf	L60x5	S355J0	M16	8.8	1.470	0	125	0.0	0.55	36.0	60.3	41.3	43.1	0.81	0.71		
M25	Middentraverse	Enkele staaf	L60x5	S355J0	M16	8.8	1.470	0	125	0.0	0.55	56.8	60.3	43.6	82.3	1.23	0.47		
B11	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.600	0	164	0.0	0.60	32.6	60.3	41.3	43.1	0.81	0.76		
B12	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		
B13	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		

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
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		

## 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 HA+0/n

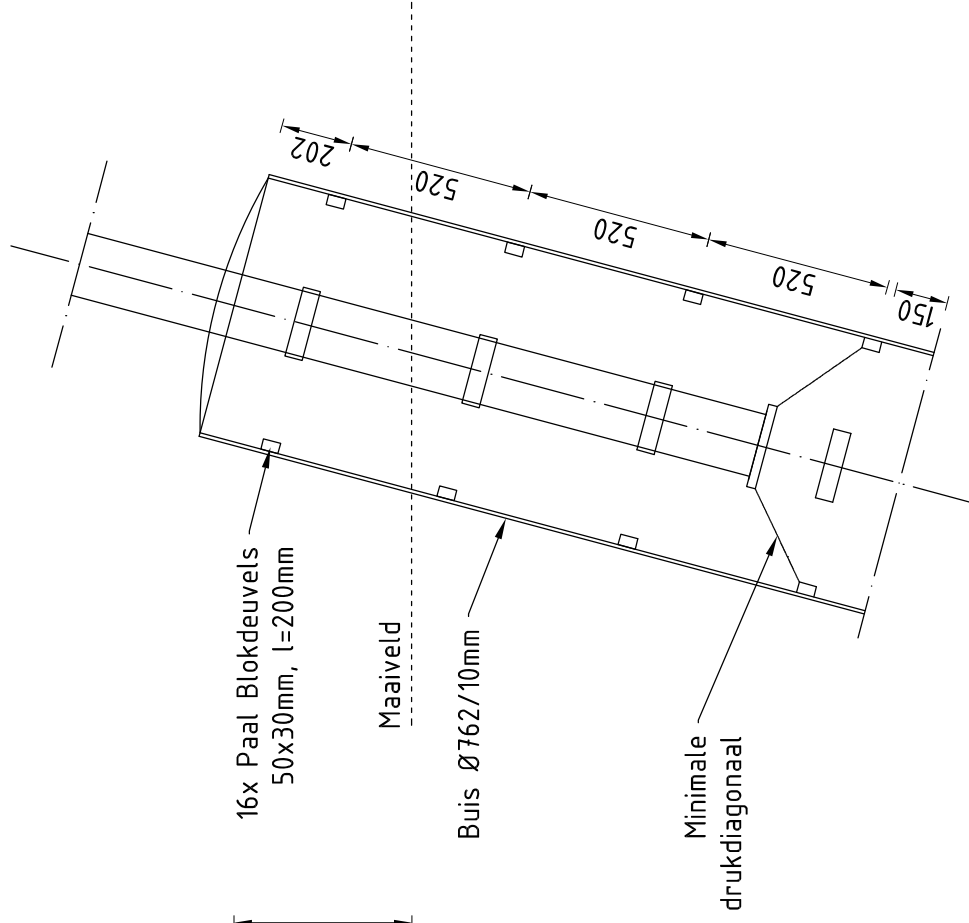
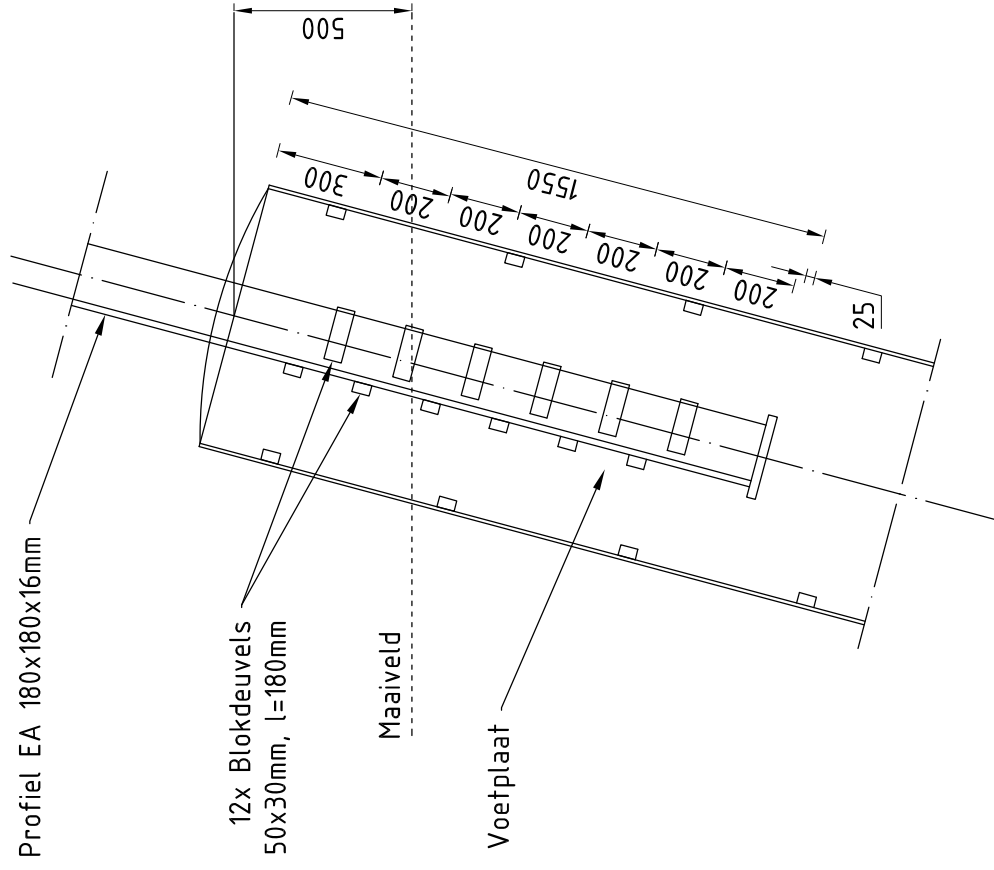
##### Omhullenden ongeacht stijl - buitenpoten

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 1a_90 Ba Ct2	-261	-245	<b>1282</b>	12	-358	-10	1282
Max. trek	SPLS 1a_0,9_90 Ah All Cts	180	-216	<b>-1010</b>	-25	280	6	-1010
Max. pos. torsie	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct2	-49	-130	-466	<b>58</b>	127	0	-466
Max. neg. torsie	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	49	-130	-466	<b>-58</b>	127	0	-466
Comb. trek+torsie	SPLS 1a_0,9_90 Ah All Cts	180	-216	<b>-1010</b>	<b>-25</b>	280	6	-1010

##### 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	326	-76	<b>2007</b>	76	-326	59	2007
Max. trek	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	215	-62	<b>-1448</b>	-62	215	-63	-1448
Max. pos. torsie	SPLS 1a_0,9_90 Ah Ct1	128	-298	-785	<b>298</b>	-128	22	785
Max. neg. torsie	SPLS 1a_0,9_90 Ba Ct1	-128	-298	-785	<b>-298</b>	-128	22	785
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	126	-268	<b>-845</b>	<b>-268</b>	126	-36	-845

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



## Algemene opmerkingen

- Aarding niet aangegeven
- Spiraalwapening niet aangegeven



Project: GT-TLB380  
 Mast: HA+0\_n 3-ct (42N) - 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	$F_{Ed,c}$	1284 kN	Compression	U.C.	0.73 < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	1009 kN	Tension	U.C.	0.63 < 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	0.73 < 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	0.63 < 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	0.64 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} =$	<b>1995 kN</b>
U.C. tension	0.51 < 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**

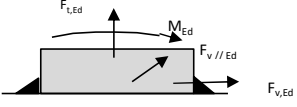
Yield strength	$f_{yd} =$	355 N/mm <sup>2</sup>
Tensile strength	$f_{ud} =$	490 N/mm <sup>2</sup>

**"Splitting" of pile**

Spread of forces	$f_{yd} =$	45 °
Length force flow		1179 mm
Splitting force		428 kN/m
Yield strength wall		355 N/mm <sup>2</sup>
Capacity tubular pile		7100 kN/m
U.C.		0.06 < 1,00 OK

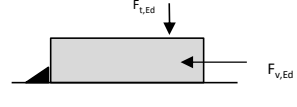
### Welds of shear blocks of main leg

Out-of-plane loading

<b>Plate</b>		<b>Welds</b>		
t =	50 mm	a =	5 mm	
Grade	S355	l =	180 mm	
f <sub>yd</sub> =	355 N/mm <sup>2</sup>	β <sub>w</sub> =	0.9 -	
f <sub>u</sub> =	490 N/mm <sup>2</sup>	γ <sub>M2</sub> =	1.25 -	
<b>Member forces</b>		<b>Stress components</b>		
Factor	1.2	σ <sub>1</sub> = τ <sub>1</sub> = F <sub>t,Ed</sub> √2 / 4al =	0 N/mm <sup>2</sup>	
F <sub>t,Ed</sub> =	0 kN	σ <sub>1</sub> = τ <sub>1</sub> = F <sub>v,Ed</sub> √2 / 4al =	67 N/mm <sup>2</sup>	
F <sub>v,Ed</sub> = F <sub>rd,c</sub> / n =	169 kN		67 N/mm <sup>2</sup>	
F <sub>v//,Ed</sub> =	0 kN	b* = b + 2/3av <sup>2</sup>	54.7 mm	
M <sub>Ed</sub> = 1/2 b / h x F <sub>v,Ed</sub> =	2.54 kNm	σ <sub>1</sub> = τ <sub>1</sub> = 0,706M <sub>Ed</sub> / al b* =	36 N/mm <sup>2</sup>	
		τ <sub>//</sub> = F <sub>v//,Ed</sub> / 2al =	0 N/mm <sup>2</sup>	
		σ <sub>w,Ed</sub> = √(σ <sub>1</sub> <sup>2</sup> + 3τ <sub>1</sub> <sup>2</sup> + 3τ <sub>//</sub> <sup>2</sup> ) =	206 N/mm <sup>2</sup>	
<b>Check</b>				
σ <sub>w,Ed</sub> =	206 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>u</sub> / β <sub>w</sub> γ <sub>M2</sub> =	436 N/mm <sup>2</sup>	U.C. = 0.47 OK
σ <sub>1</sub> =	103 N/mm <sup>2</sup>	0,9f <sub>u</sub> / γ <sub>M2</sub> =	353 N/mm <sup>2</sup>	U.C. = 0.29 OK

### Welds of shear blocks of pile

Out-of-plane loading

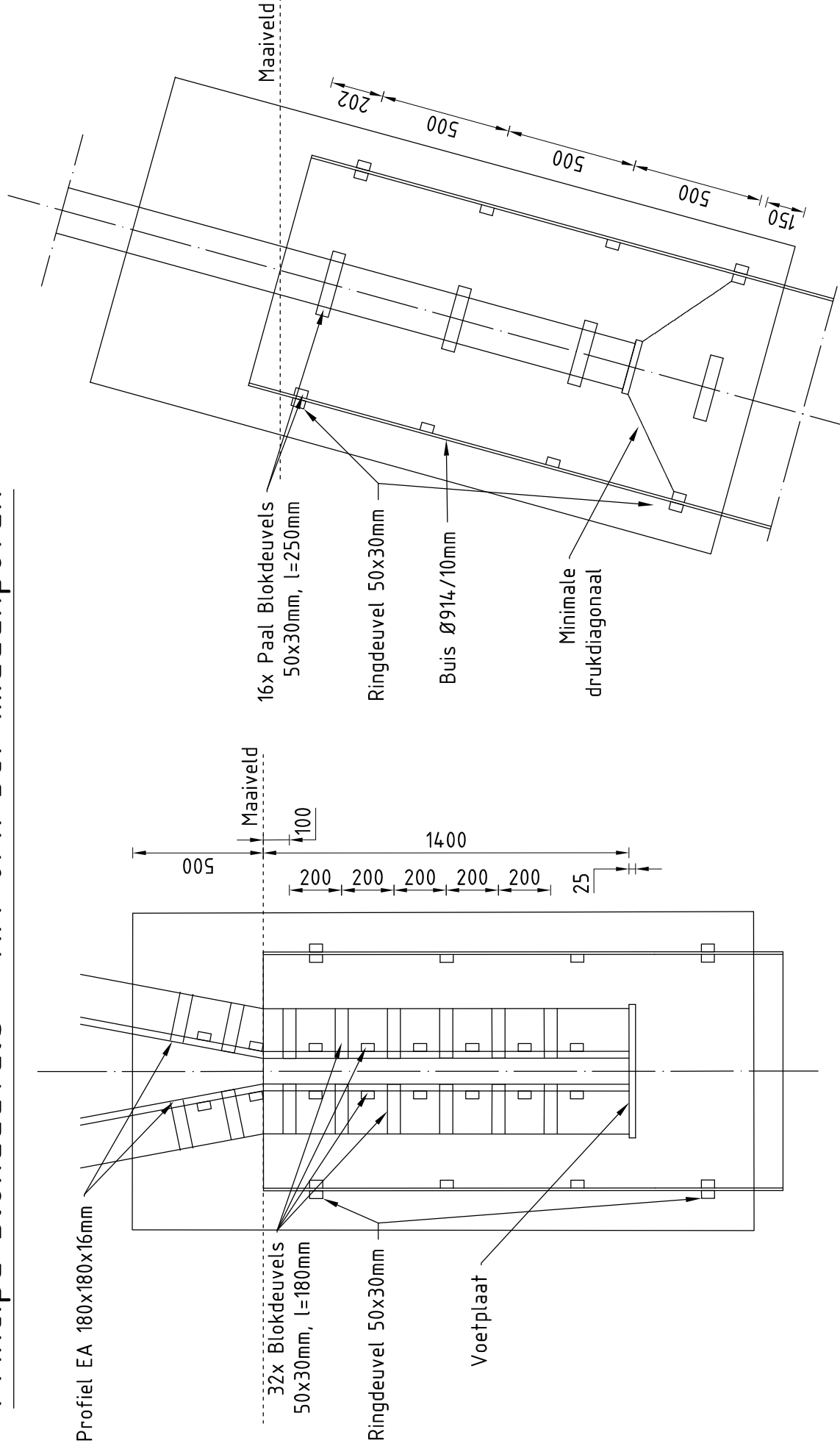
<b>Plate</b>		<b>Welds</b>		
t =	50 mm	a =	5 mm	
Grade	S355	l =	200 mm	
f <sub>yd</sub> =	355 N/mm <sup>2</sup>	β <sub>w</sub> =	0.9 -	
f <sub>u</sub> =	490 N/mm <sup>2</sup>	γ <sub>M2</sub> =	1.25 -	
<b>Member forces</b>		<b>Stress components</b>		
Factor	1.2	σ <sub>1</sub> = τ <sub>1</sub> = F <sub>t,Ed</sub> √2 / 2al =	21 N/mm <sup>2</sup>	
F <sub>t,Ed</sub> = 1/2 b / h x F <sub>v,Ed</sub> =	60 kN	σ <sub>1</sub> = τ <sub>1</sub> = F <sub>v,Ed</sub> √2 / 2al =	71 N/mm <sup>2</sup>	
F <sub>v,Ed</sub> =	200 kN		92 N/mm <sup>2</sup>	
F <sub>v//,Ed</sub> =	0 kN			
M <sub>Ed</sub> =	0.00 kNm	τ <sub>//</sub> = F <sub>v//,Ed</sub> / 2al =	0 N/mm <sup>2</sup>	
		σ <sub>w,Ed</sub> = √(σ <sub>1</sub> <sup>2</sup> + 3τ <sub>1</sub> <sup>2</sup> + 3τ <sub>//</sub> <sup>2</sup> ) =	183 N/mm <sup>2</sup>	
<b>Check</b>				
σ <sub>w,Ed</sub> =	183 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>u</sub> / β <sub>w</sub> γ <sub>M2</sub> =	436 N/mm <sup>2</sup>	U.C. = 0.42 OK
σ <sub>1</sub> =	92 N/mm <sup>2</sup>	0,9f <sub>u</sub> / γ <sub>M2</sub> =	353 N/mm <sup>2</sup>	U.C. = 0.26 OK

### Welds of foot plate

f <sub>u</sub> / β <sub>w</sub> γ <sub>M2</sub> =	436 N/mm <sup>2</sup>
Weld size a =	5 mm
Length l = 2b + 2b - t =	688 mm
Capacity F <sub>Rd</sub> = a x l x f <sub>w,d</sub> / √3 =	865 kN



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



## Algemene opmerkingen

- Aarding niet aangegeven
- Spiraalwapening niet aangegeven



Project: GT-TLB380  
 Mast: HA+0\_n 3-ct (42N) - Buitenpoten

<b>Shear blocks</b>	NEN-EN 1993-1-1 en NEN-EN 1994-1-1	Datum: 2021-07-30
		Auteur: TBR
		Versie: 1.4

Load		Results	
Compression	$F_{Ed,c}$	<b>1284</b> kN	U.C. 0.64 < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	<b>1009</b> kN	U.C. 0.53 < 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>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} =$	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
$m^* = \min(c, m) =$	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
$F_{rd,blocks,c} =$	1693 kN
$F_{rd,c} = F_{rd,block} + F_{rd,footplate} =$	<b>2046</b> kN
U.C. compression	0.63 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)	865 kN
$F_{rd,t} = \min. (welds / foot plate) =$	199 kN
$F_{rd,blocks,t} =$	1693 kN
$F_{rd,t} = F_{rd,block} + F_{rd,footplate} =$	<b>1892</b> kN
U.C. tension	0.53 < 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	0.64 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} =$	<b>1995</b> kN
U.C. tension	0.51 < 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		1179 mm
Splitting force		428 kN/m
Yield strength wall		355 N/mm <sup>2</sup>
Capacity tubular pile		7100 kN/m
U.C.		0.06 < 1,00 OK

### Welds of shear blocks of main leg

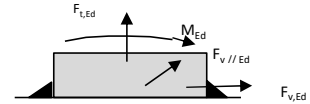
Out-of-plane loading

#### 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

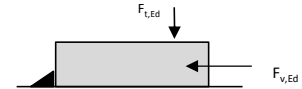
Out-of-plane loading

#### 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



Project: GT-TLB380  
 Mast: HA+0\_n 3-ct (42N) - Middenpoten

<b>Shear blocks</b>	NEN-EN 1993-1-1 en NEN-EN 1994-1-1	Datum: 2021-07-30
		Auteur: TBR
		Versie: 1.4

Load		Results	
Compression	$F_{Ed,c}$	2010 kN	U.C. 0.84 < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	1446 kN	U.C. 0.65 < 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 kN</b>
U.C. compression	0.84 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)	865 kN
$F_{rd,t} = \min. (welds / foot plate)$	536 kN
$F_{rd,blocks,t}$	1693 kN
$F_{rd,t} = F_{rd,block} + F_{rd,footplate}$	<b>2229 kN</b>
U.C. tension	0.65 < 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 kN</b>
U.C. compression	0.60 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$	<b>3326 kN</b>
U.C. tension	0.43 < 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		759 kN/m
Yield strength wall		355 N/mm <sup>2</sup>
Capacity tubular pile		7100 kN/m
U.C.		0.11 < 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>

#### Member forces

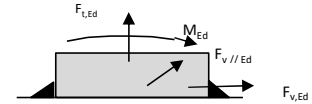
Factor	1.2
$F_{t,Ed}$ =	0 kN
$F_{v,Ed} = F_{rd,c} / n$ =	169 kN
$F_{v  ,Ed}$ =	0 kN
$M_{Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed}$ =	2.54 kNm

#### Check

$\sigma_{w,Ed}$ =	206 N/mm <sup>2</sup>	≤
$\sigma_1$ =	103 N/mm <sup>2</sup>	≤

#### 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 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>

$f_u / \beta_w \gamma_{M2}$ =	436 N/mm <sup>2</sup>	U.C. =	0.47 OK
$0,9f_u / \gamma_{M2}$ =	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>

#### Member forces

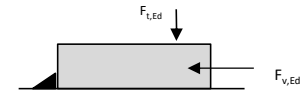
Factor	1.2
$F_{t,Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed}$ =	75 kN
$F_{v,Ed}$ =	249 kN
$F_{v  ,Ed}$ =	0 kN
$M_{Ed}$ =	0.00 kNm

#### Check

$\sigma_{w,Ed}$ =	183 N/mm <sup>2</sup>	≤
$\sigma_1$ =	92 N/mm <sup>2</sup>	≤

#### Welds

a =	5 mm
l =	250 mm
$\beta_w$ =	0.9 -
$\gamma_{M2}$ =	1.25 -



#### 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>

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

### Welds of foot plate

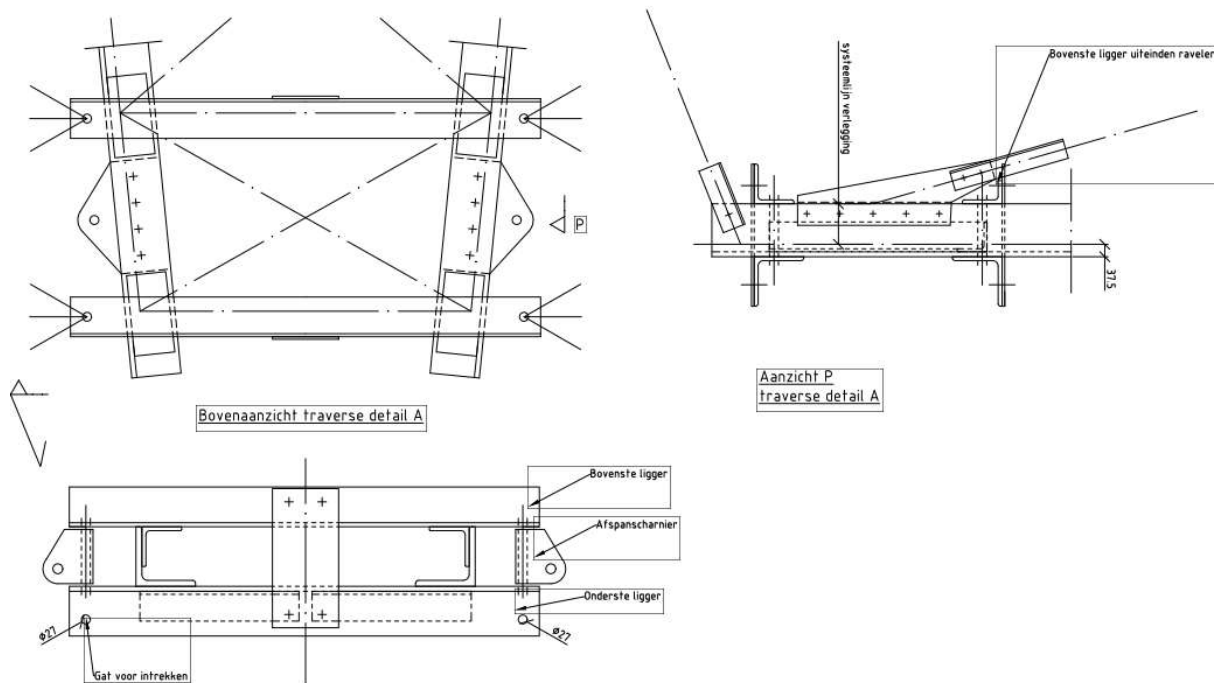
$f_u / \beta_w \gamma_{M2}$ =	436 N/mm <sup>2</sup>
Weld size a =	5 mm
Length l = 2b + 2b - t =	688 mm
Capacity $F_{Rd} = a \times l \times f_{w,d} / \sqrt{3}$ =	865 kN

## 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**

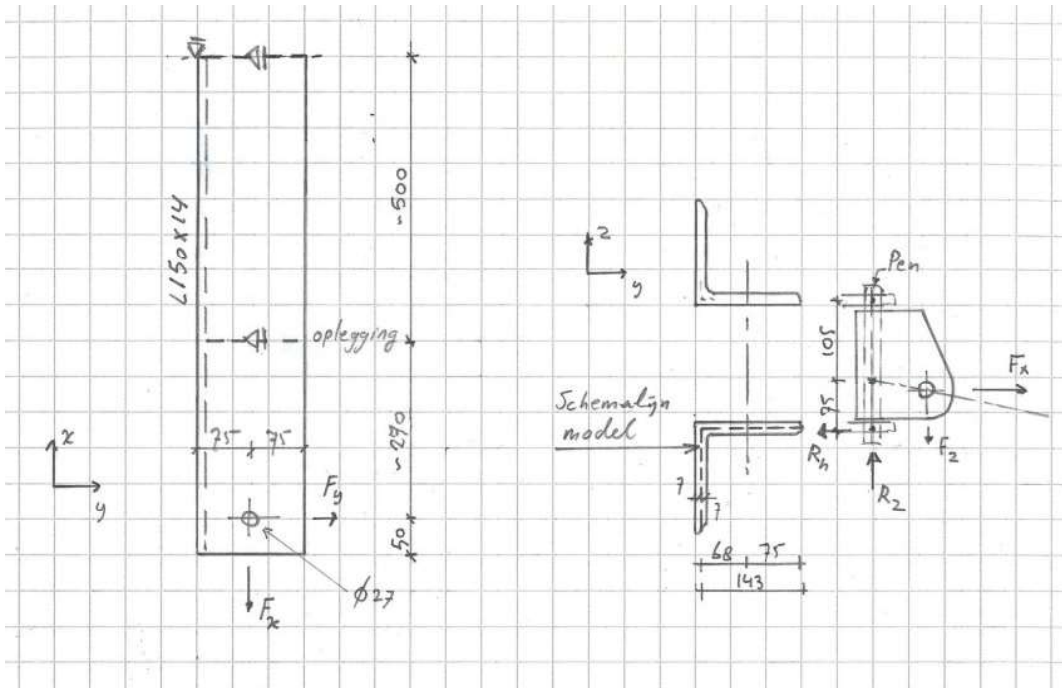
De profielen worden gecontroleerd op buiging met het programma AxisVM, de profielen worden geschematiseerd met plaalementen.

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			

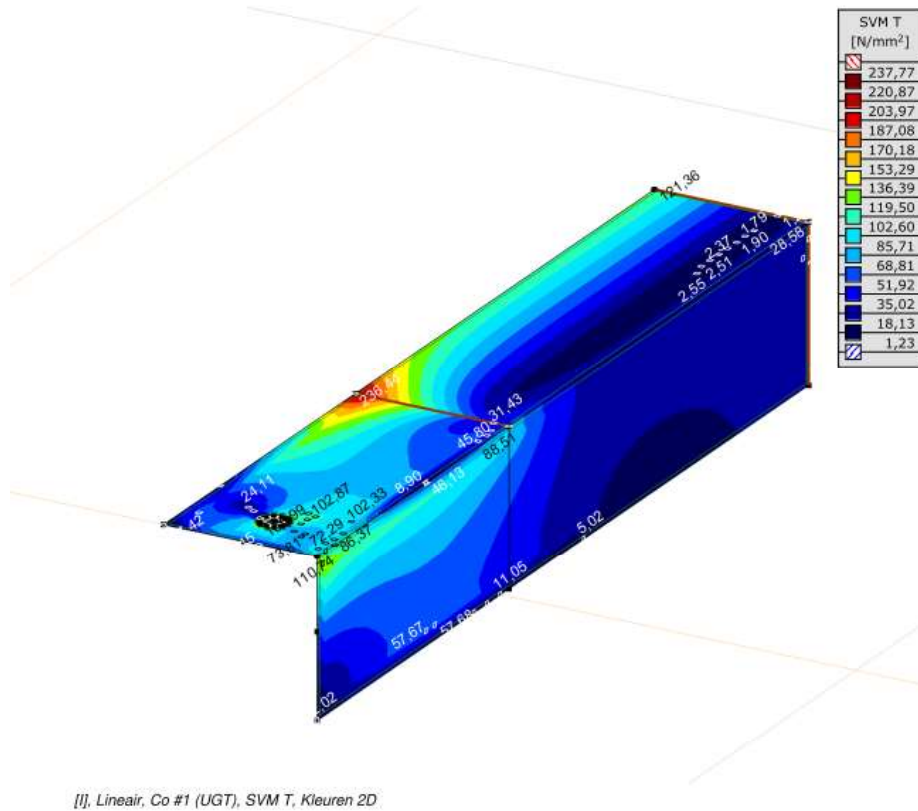
In Tabel 10 zijn de lijnlasten berekend met bovenstaande formule. Deze zijn in AxisVM ingevoerd

**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.



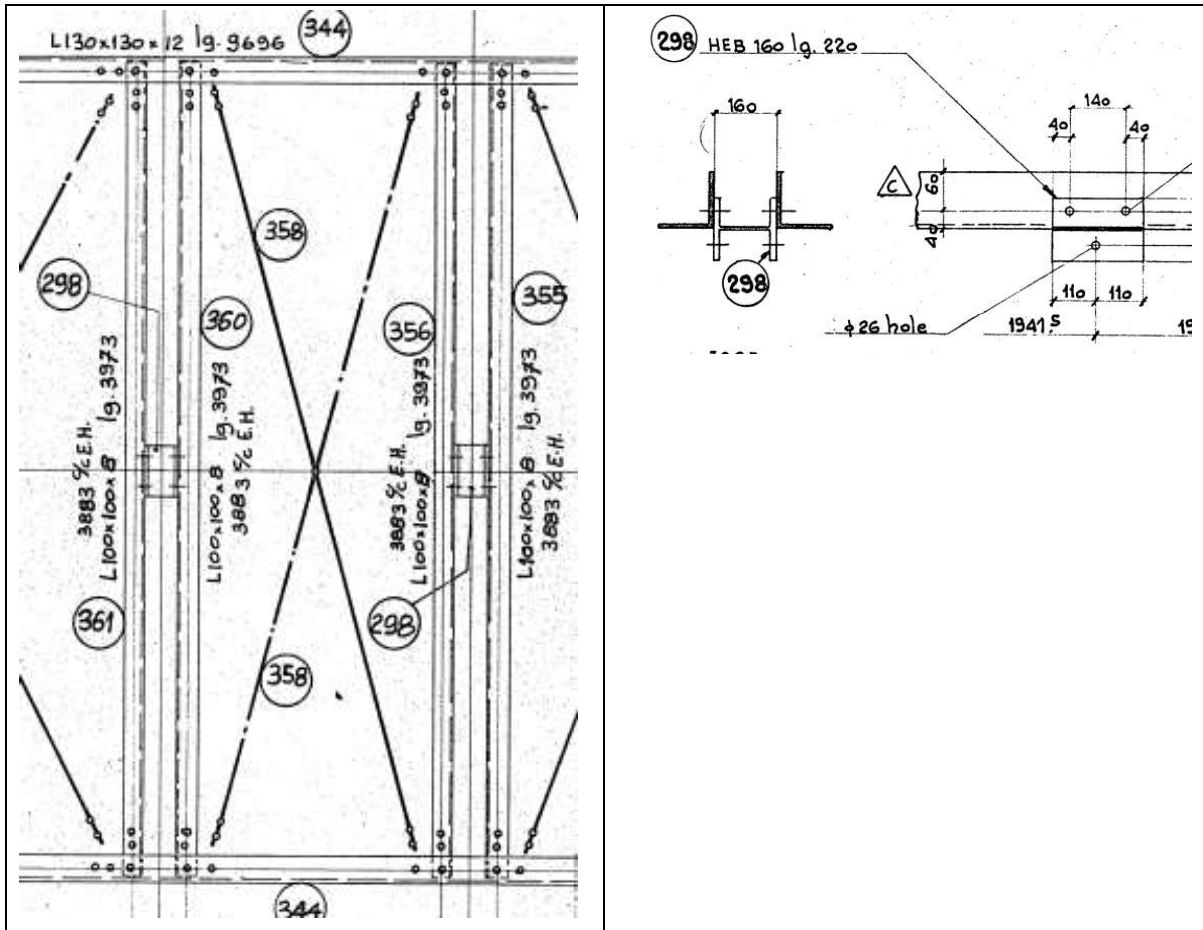
L150x14: U.C. :  $238 / 355 = 0,67 \leq 1,00$  OK

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:

$$F_w = 9 \times 1 \times 0,9 \times 3 \times 0,036 \times 1,14 = 1,0 \text{ kN}$$

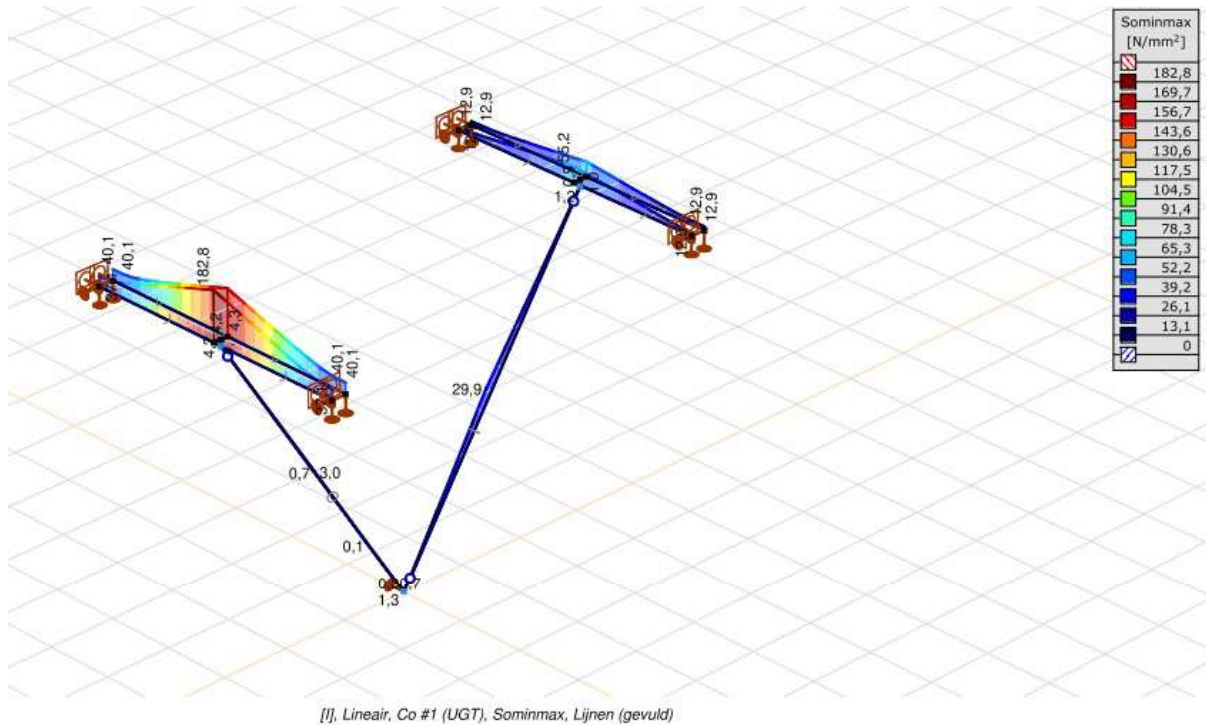
Verticaal gewicht van post-isolator:

$F_{\text{isolator}} = 2,5 \text{ kN}$  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:**

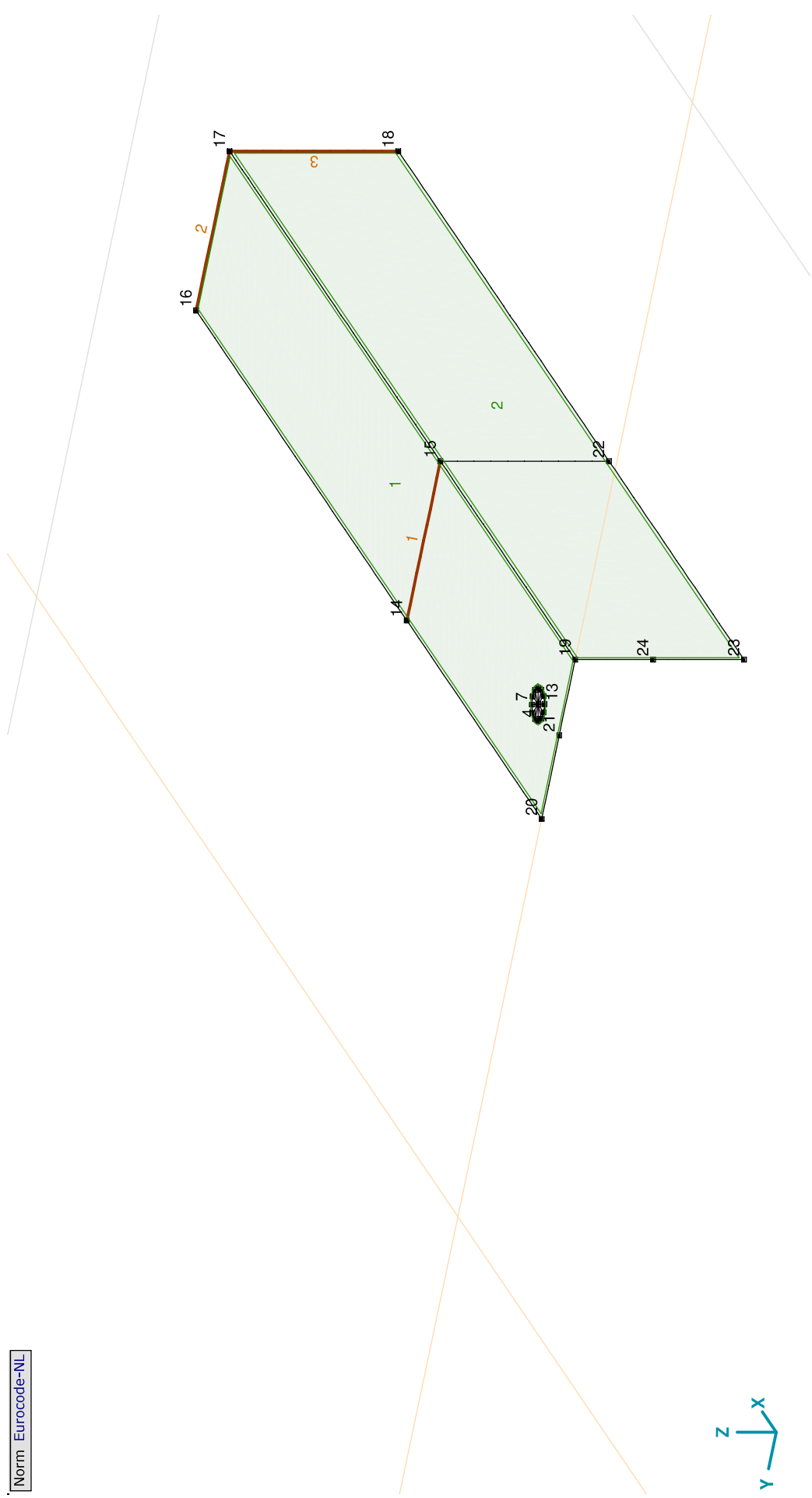
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

27-9-2021

Pag. 3

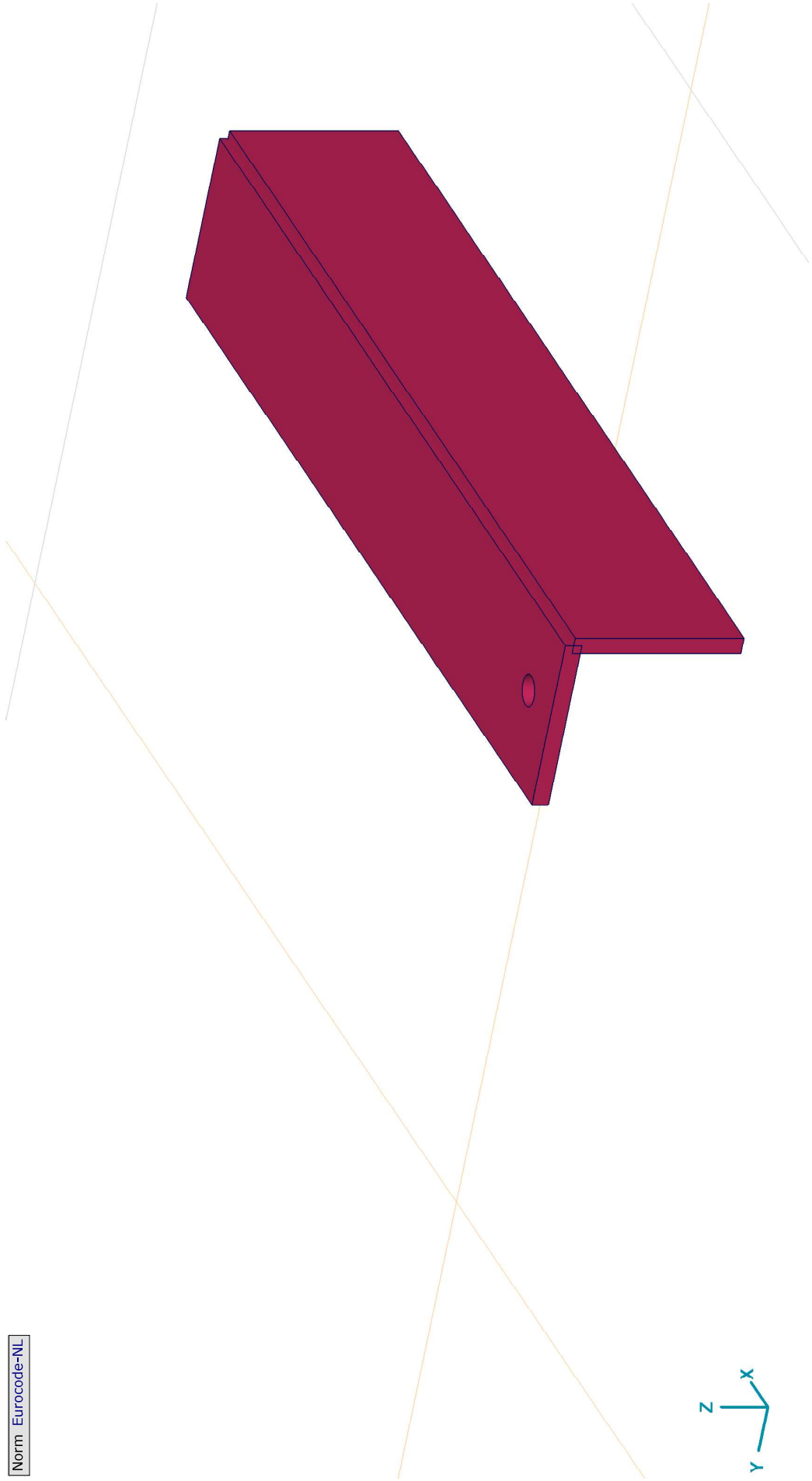
Norm Eurocode-NL



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				$f_{t0}$ [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:**

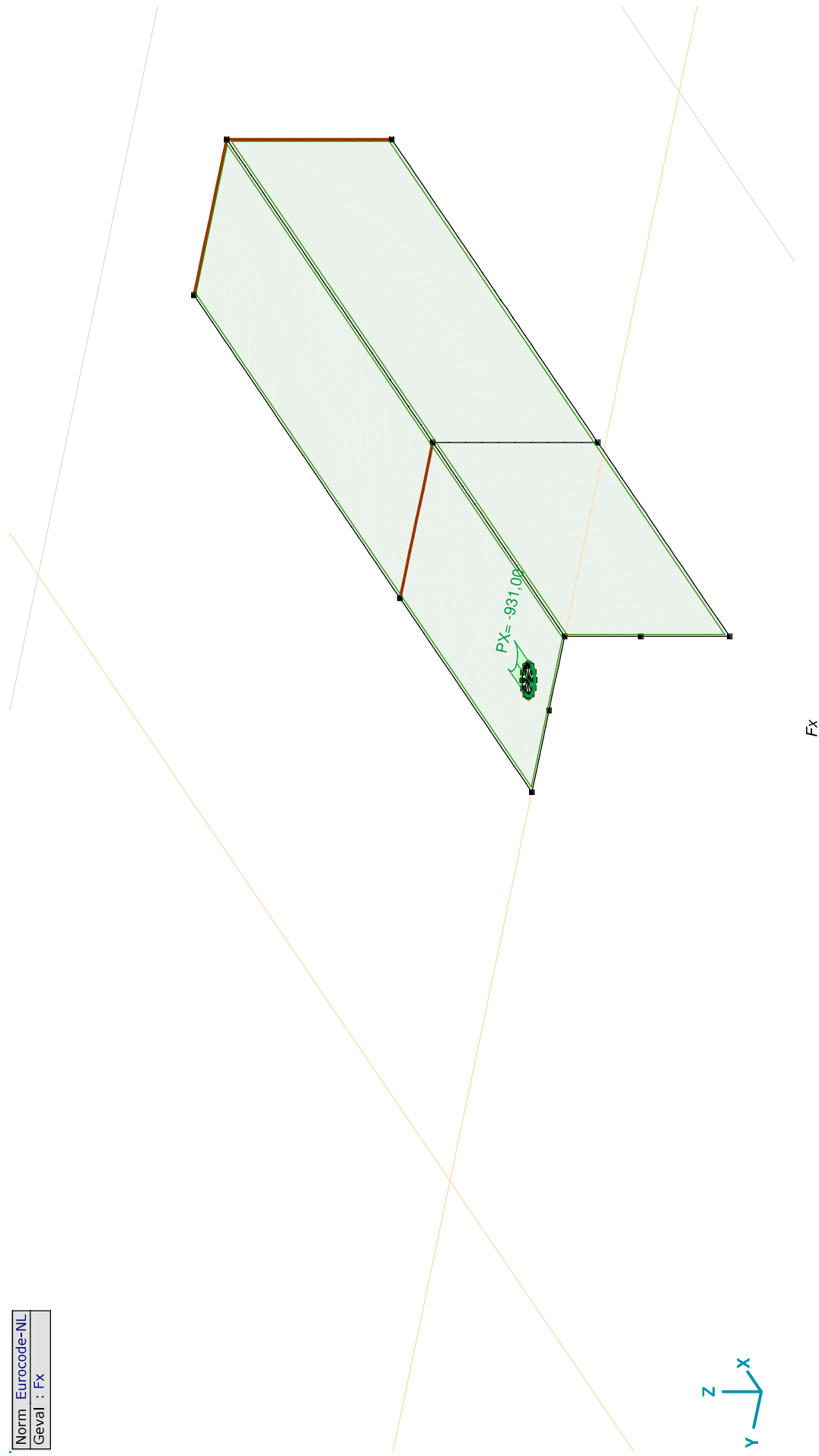
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

27-9-2021

Pag. 6

Norm Eurocode-NL
Geval : Fx



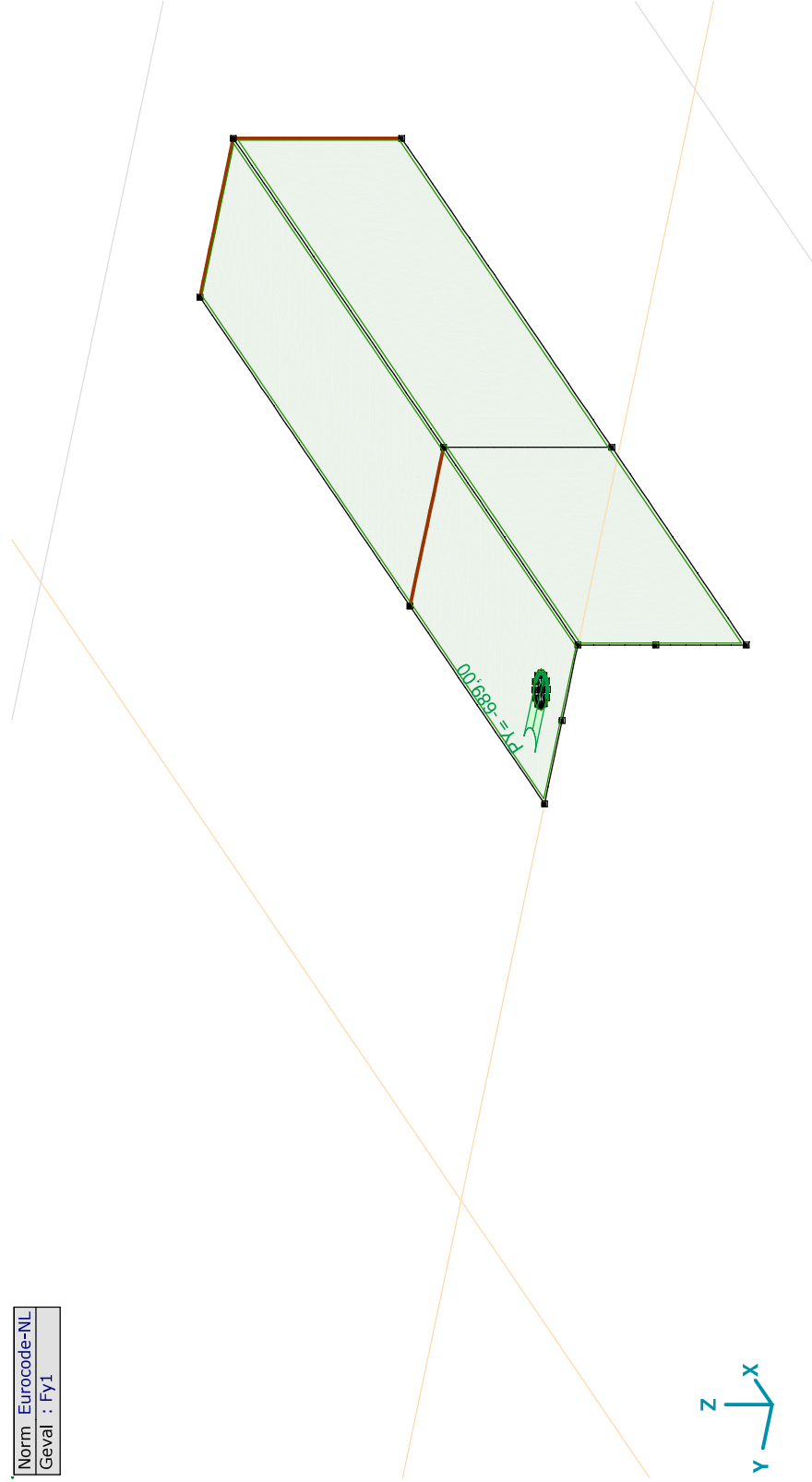


Fx: Oppervlak lijnlast

	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:**

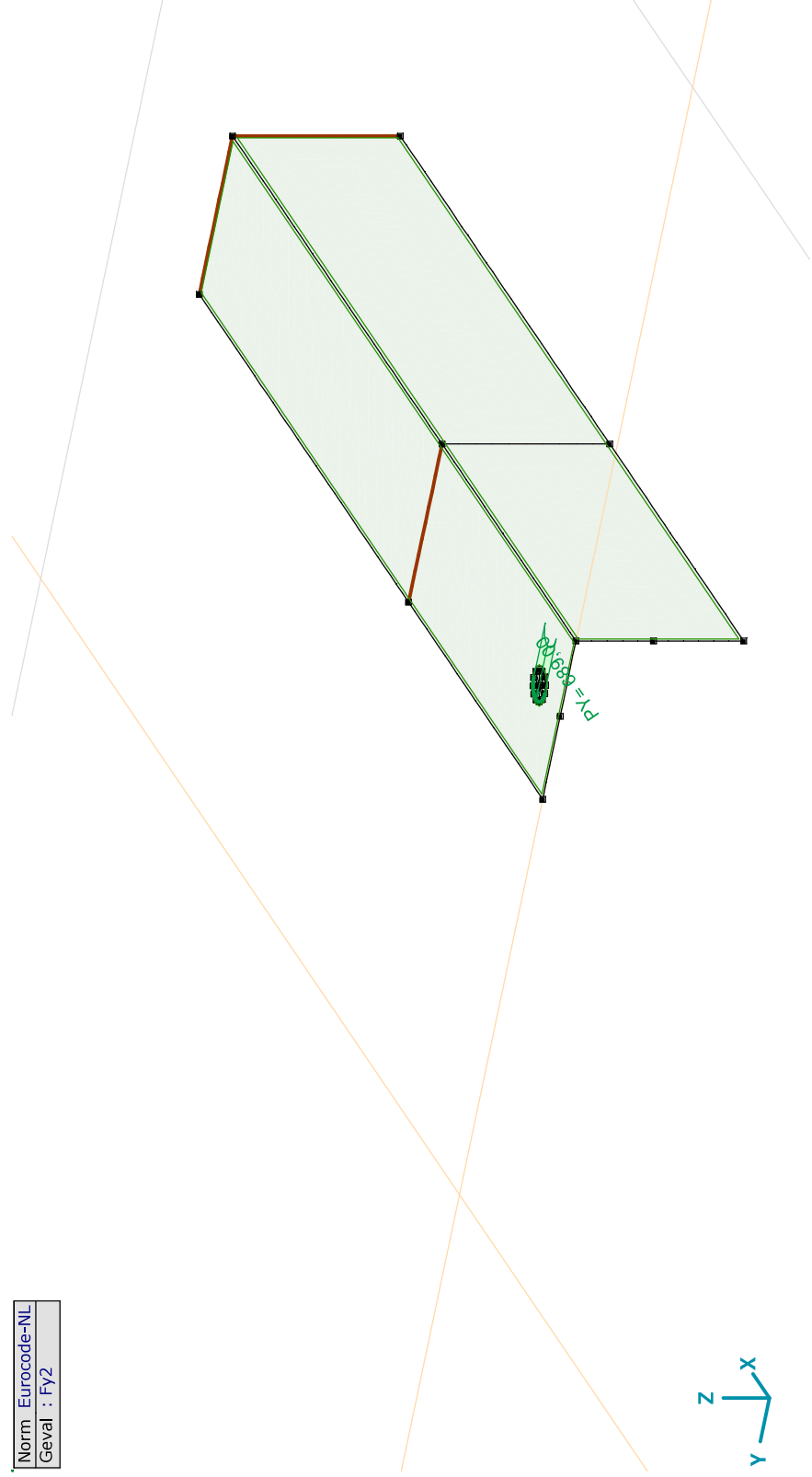
Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axes**

**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:**

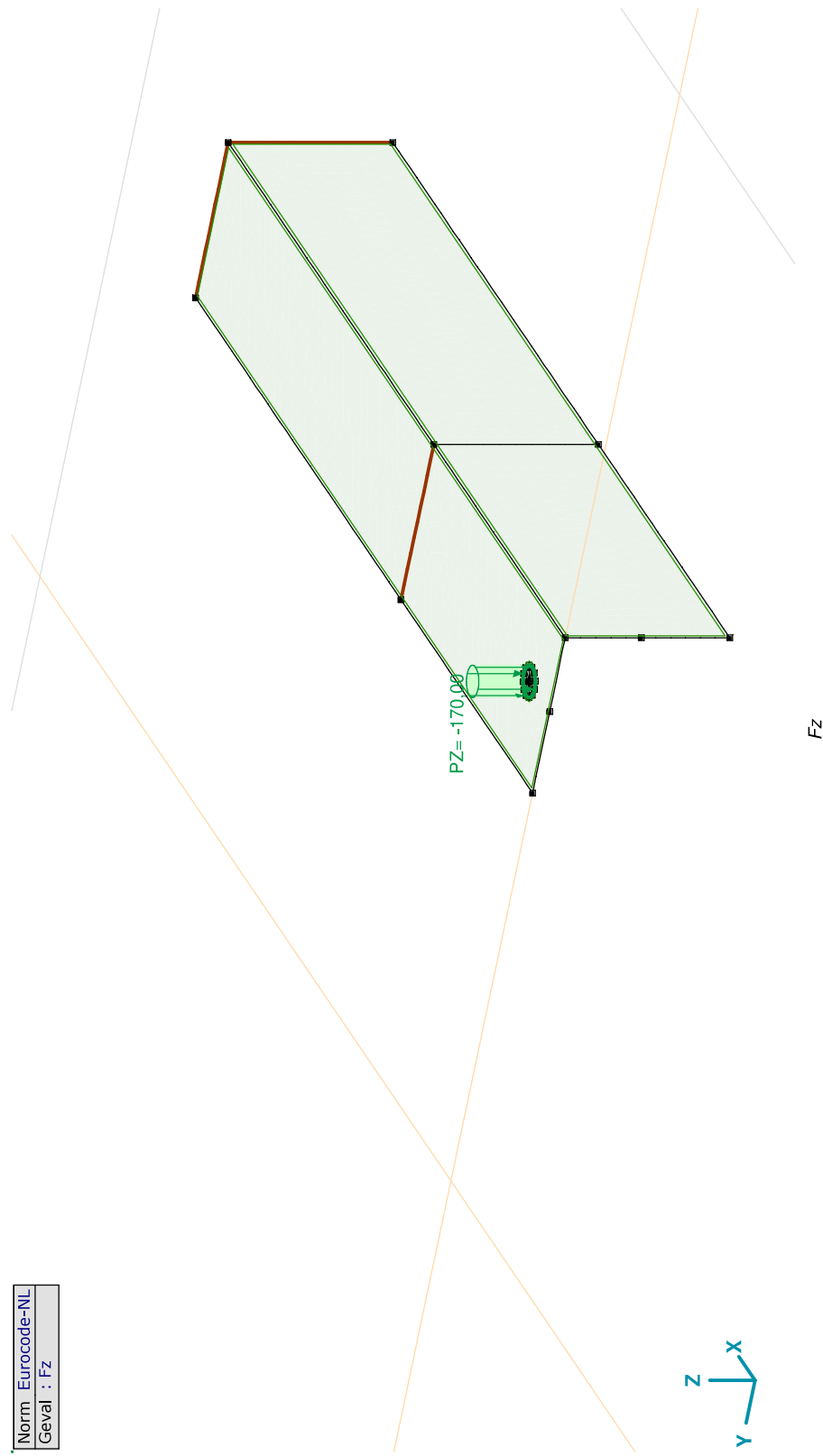
Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

**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**

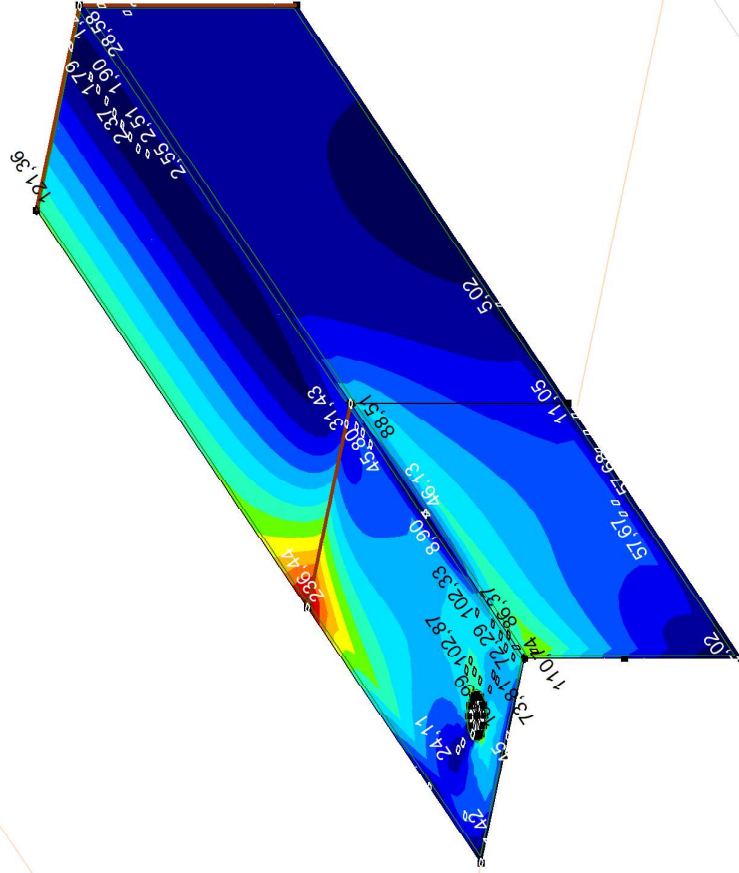
	Naam	Type	$F_x$	$F_{y1}$	$F_{y2}$	$F_z$	Commentaar
1	Co #1	UGT	1,00	1,00	0	1,00	
2	Co #2	UGT	1,00	0	1,00	1,00	

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	[Red]
220,87	[Dark Red]
203,97	[Red-Orange]
187,08	[Orange]
170,18	[Light Orange]
153,29	[Yellow-Orange]
136,39	[Yellow]
119,50	[Light Green]
102,60	[Green]
85,71	[Light Blue]
68,81	[Blue]
51,92	[Dark Blue]
35,02	[Very Dark Blue]
18,13	[Darkest Blue]
1,23	[White]

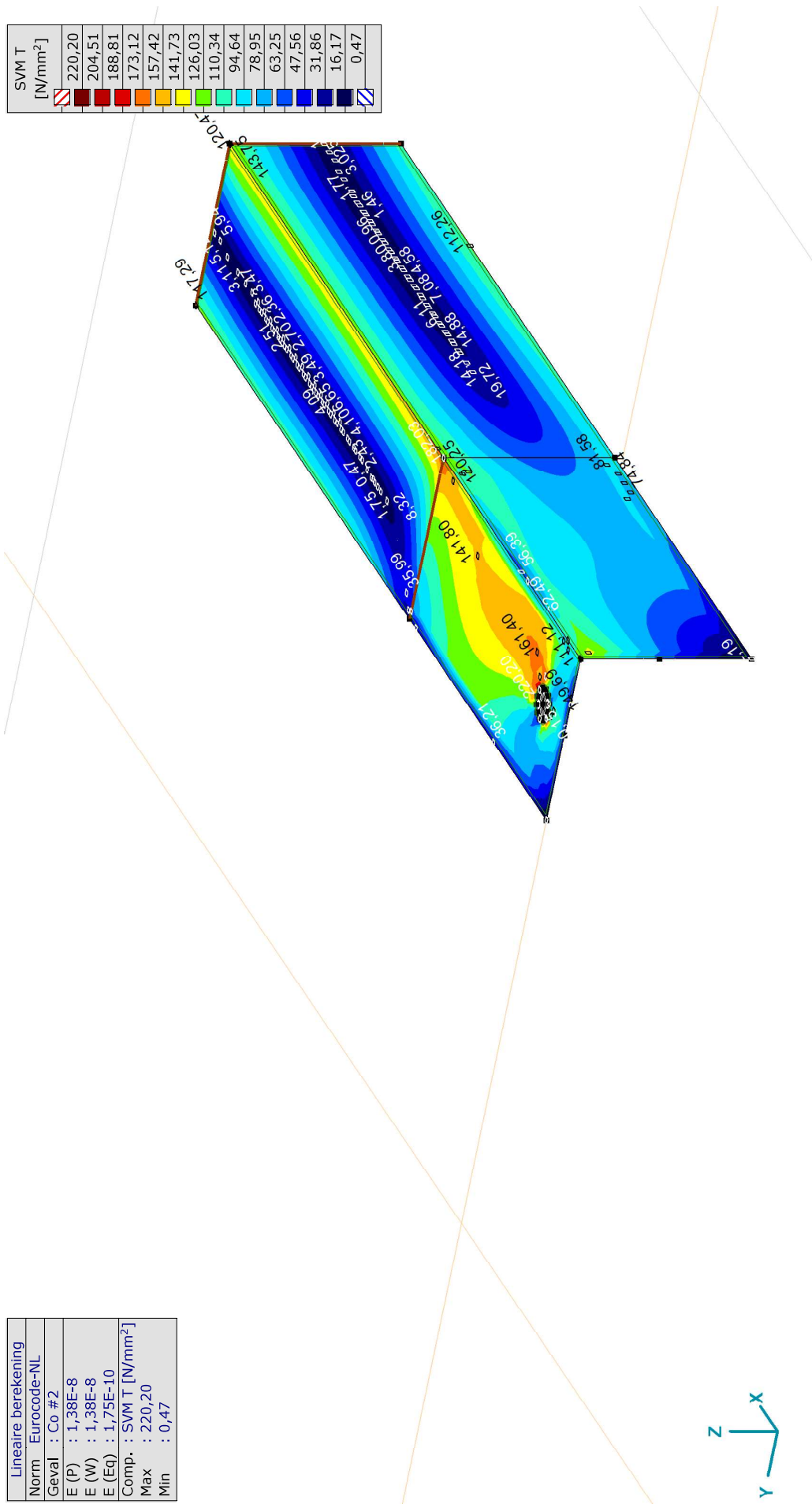


[I], Lineair, Co #1 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

**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

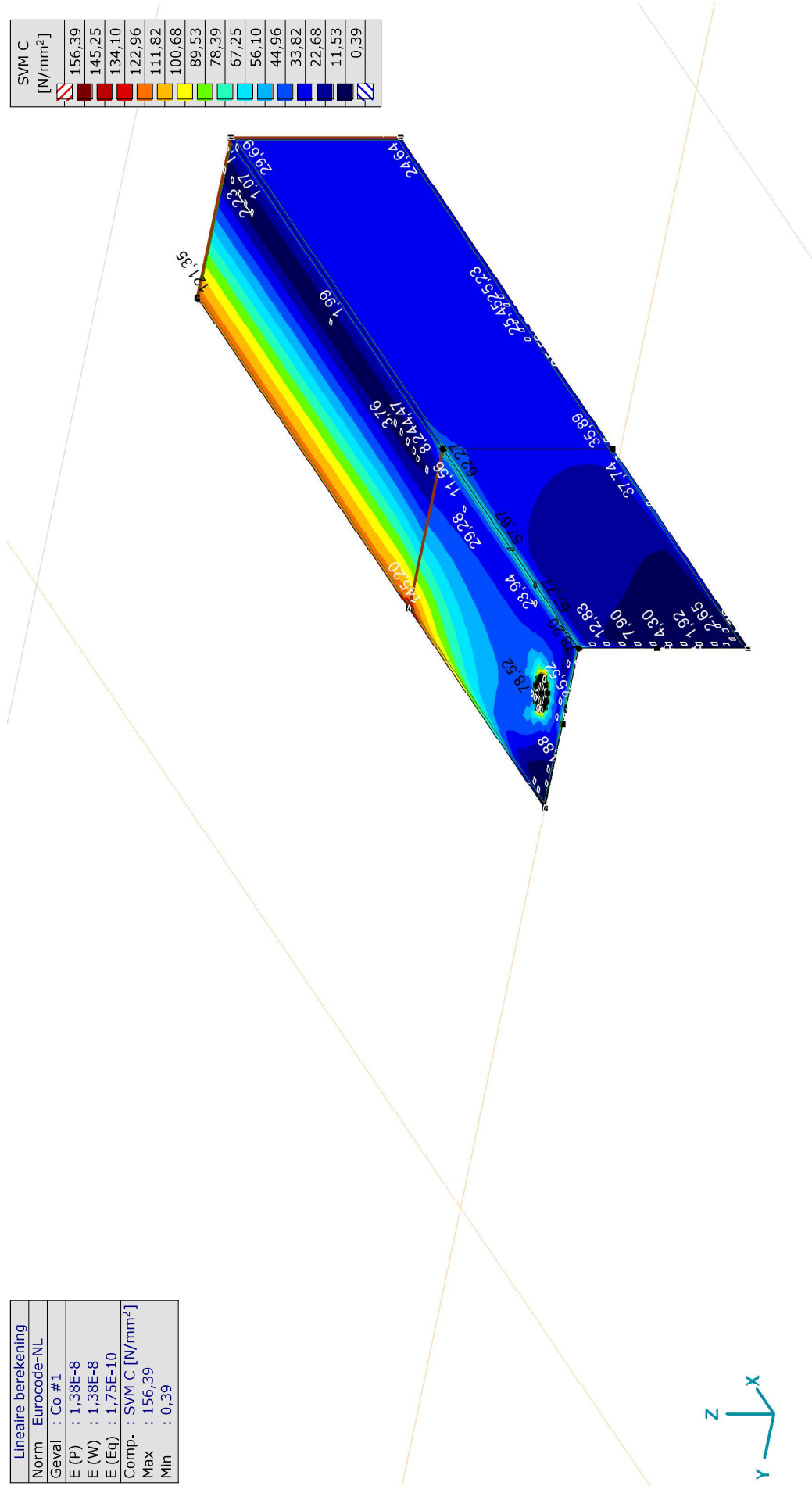


[I], Lineair, Co #2 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

**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	

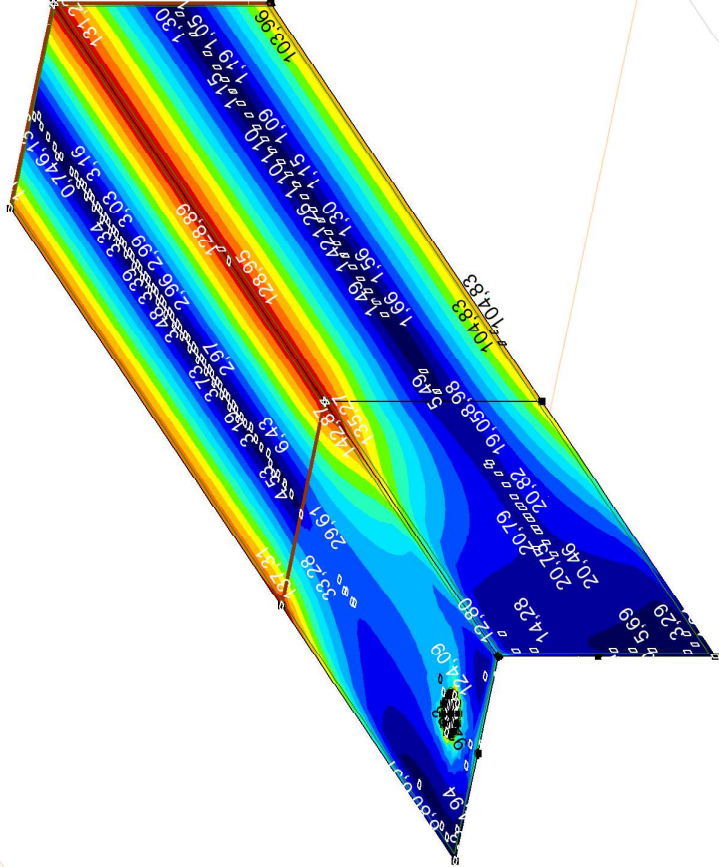


III, Lineair, Co #1 (JGT), SVM C, Kleuren 2D

**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:**

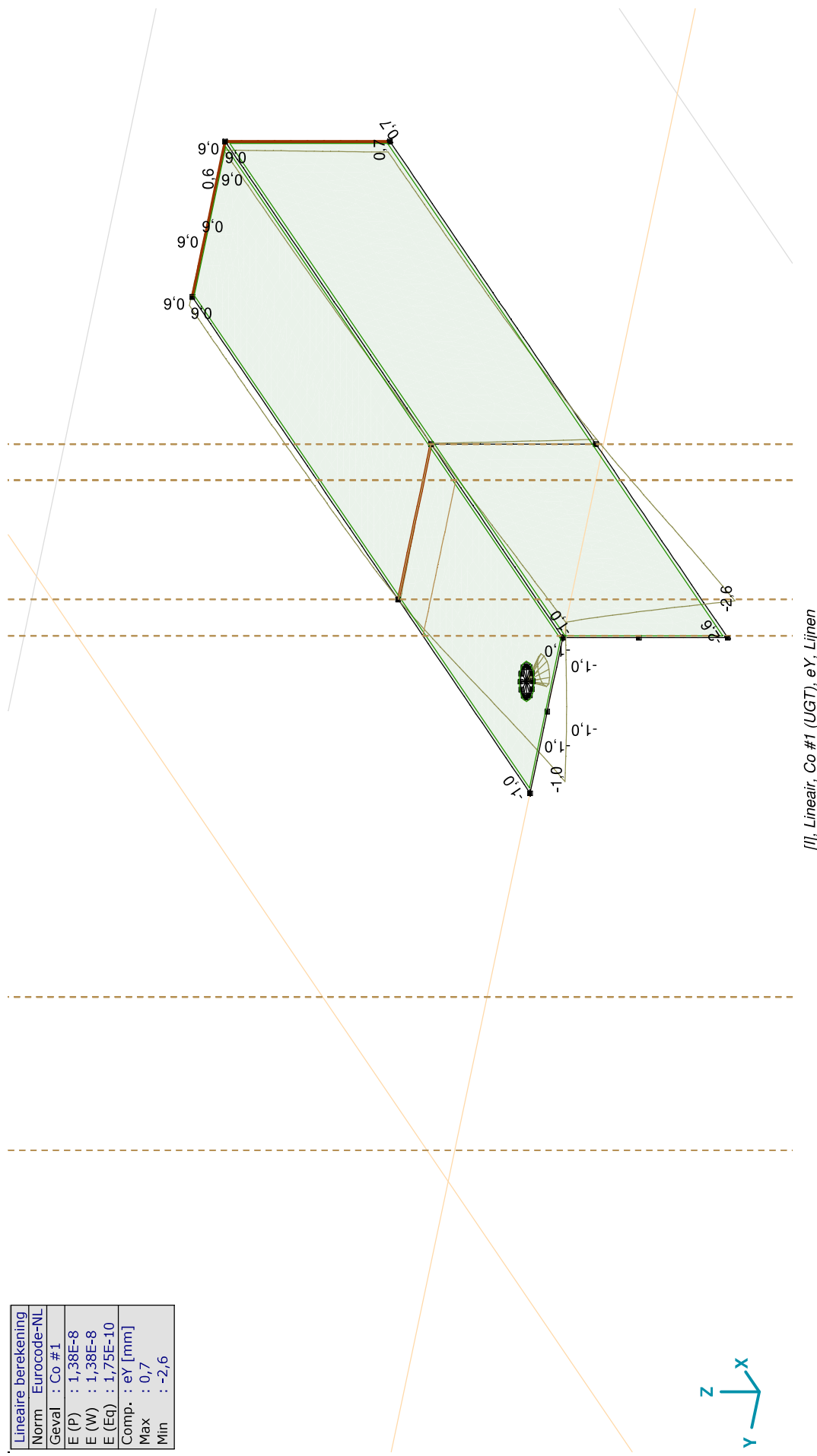
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

27-9-2021

Pag. 15

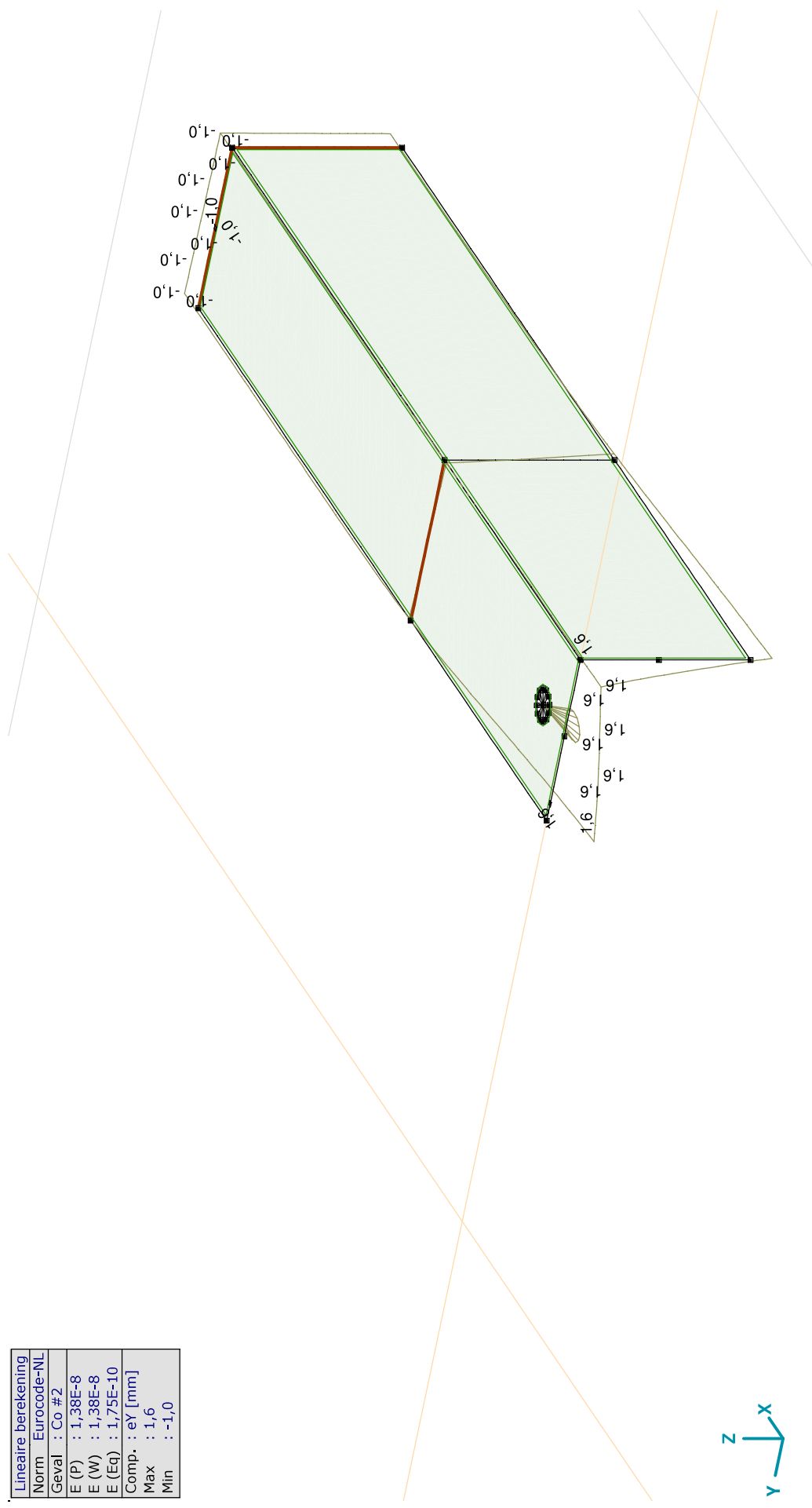
Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	Co #1
E (P)	: 1,38E-8
E (W)	: 1,38E-8
E (Eq)	: 1,75E-10
Comp.	: eY [mm]
Max	: 0,7
Min	: -2,6



[1], 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

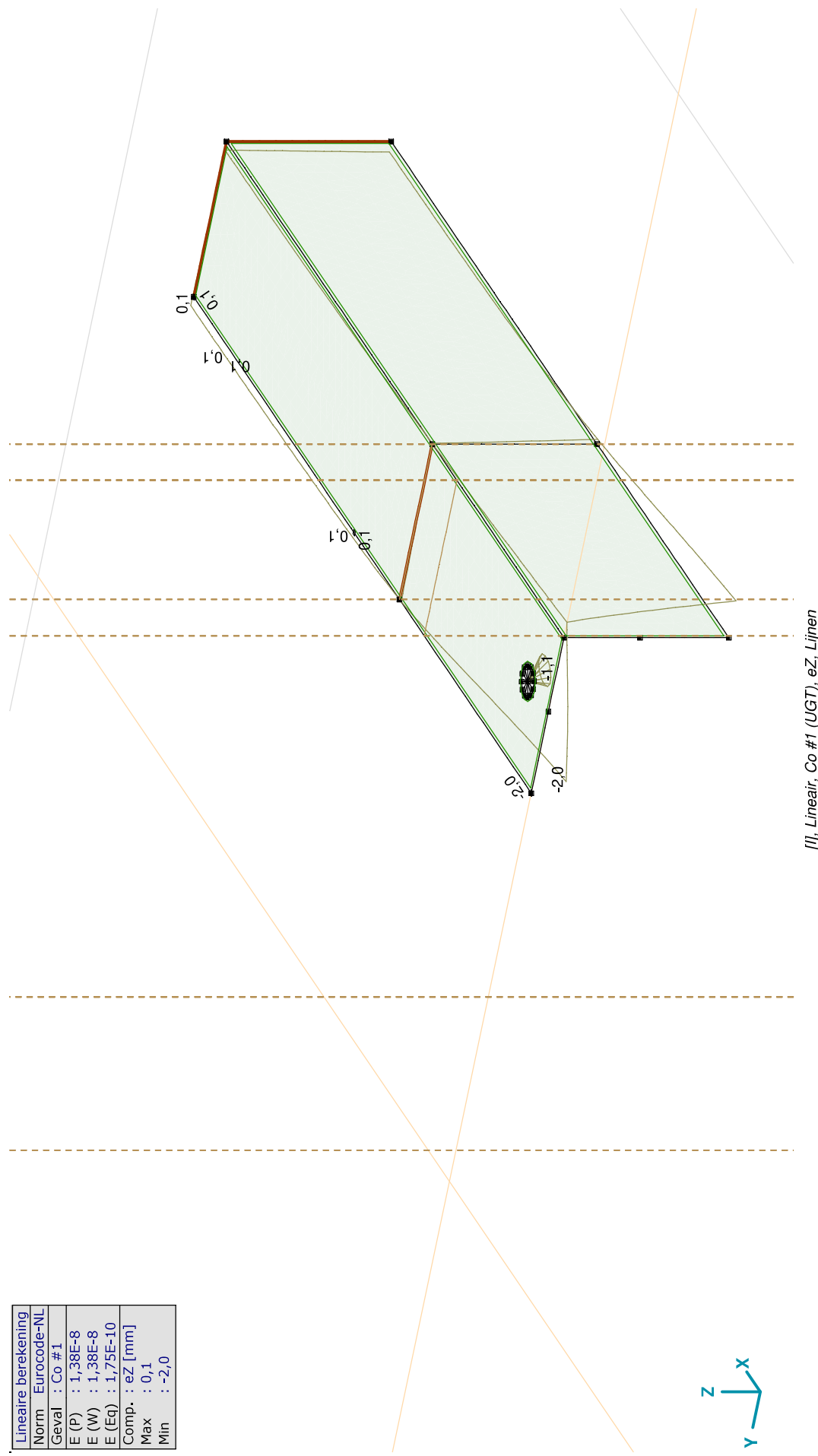
**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

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



Lijneair, Co #1 (UGT), eZ, Lijnen

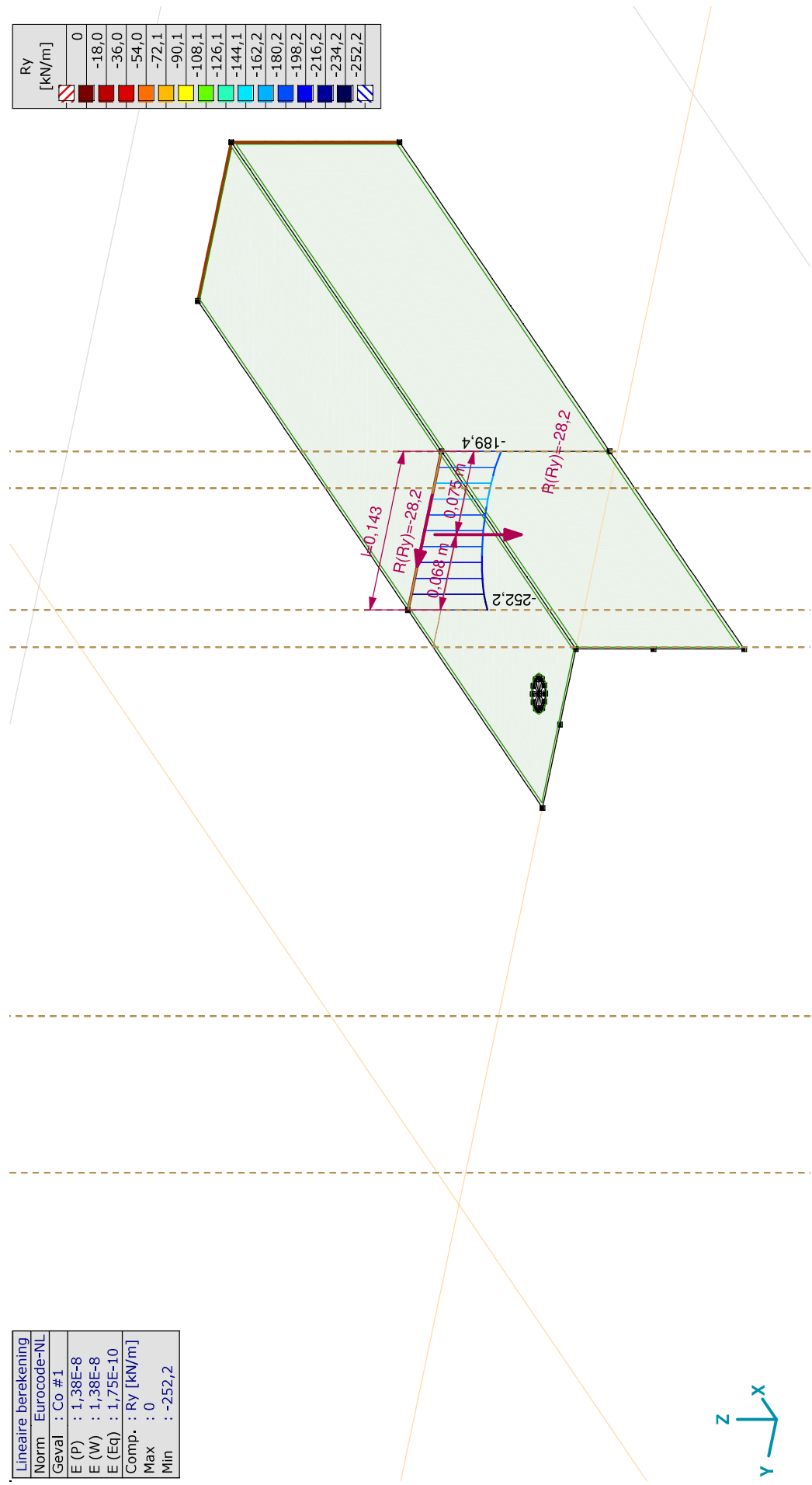
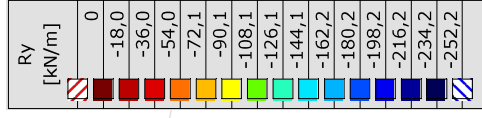


**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

27-9-2021

Pag. 19

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 (lijnoppl.), Doorsnedelijijn



**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

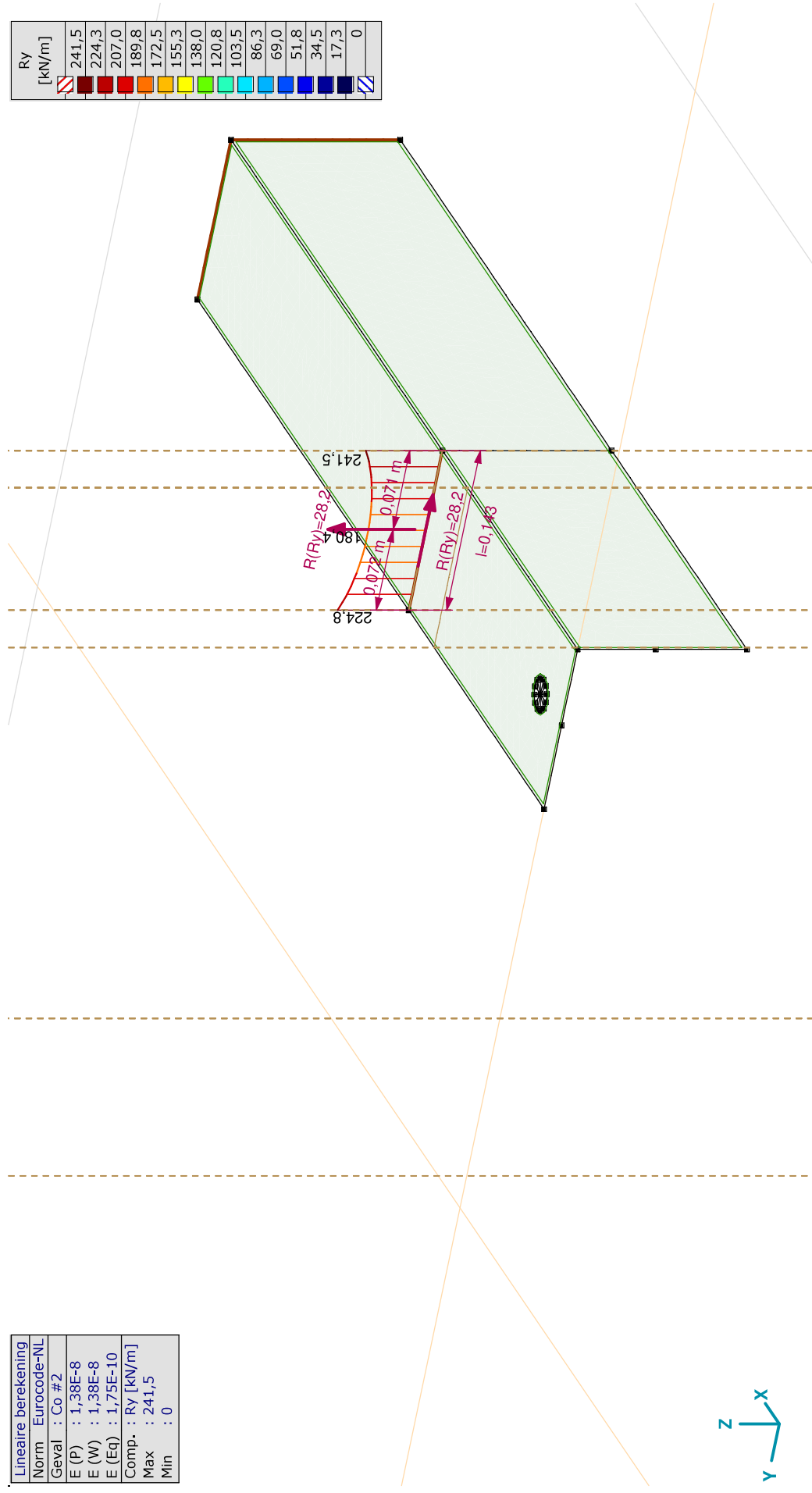
Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

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



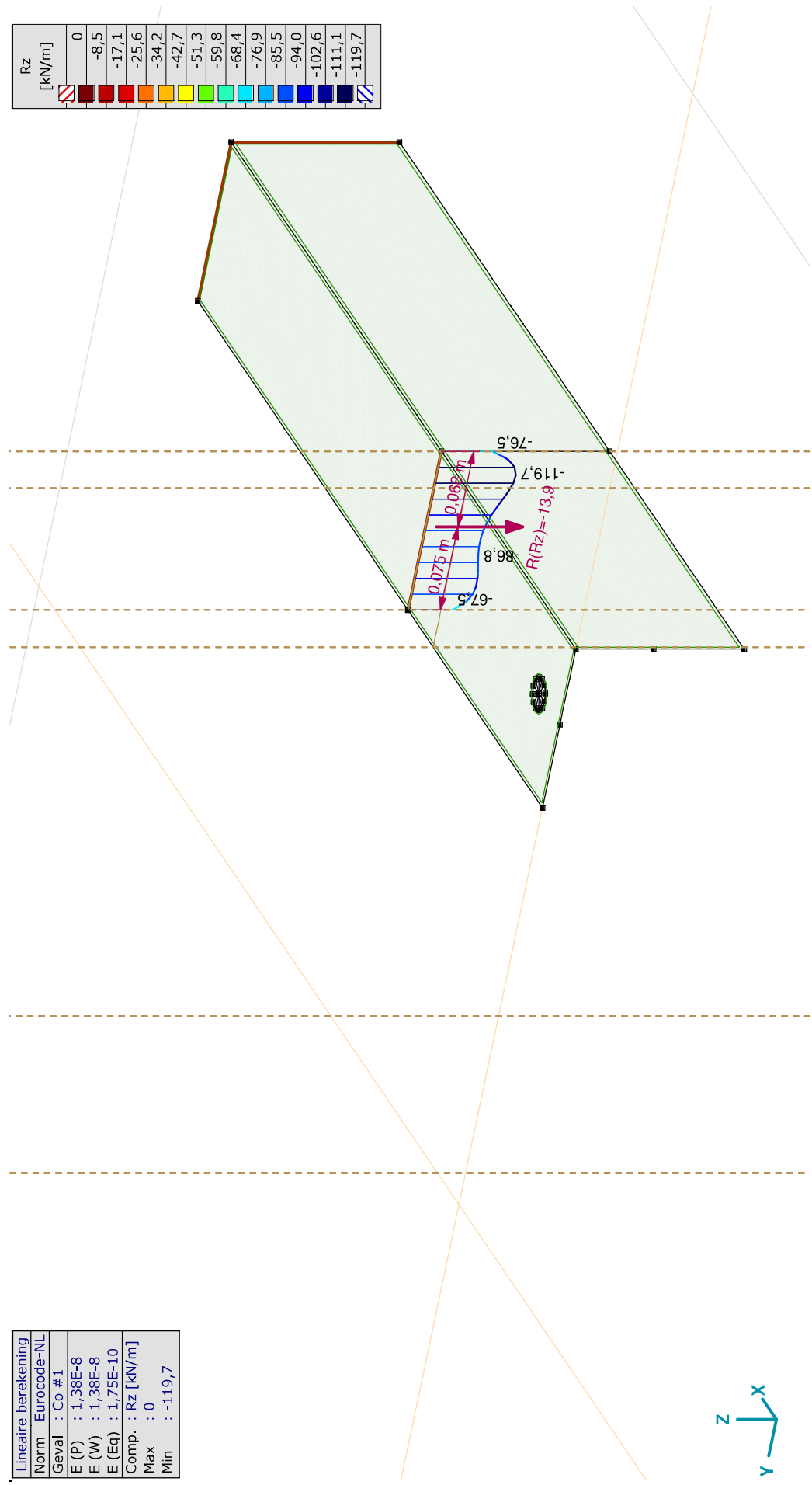
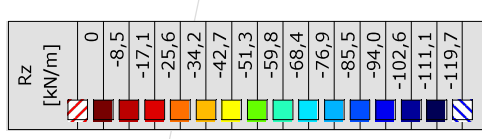
[I], Lineair, Co #2 (UGT), Ry (lijnopp.), Doorsnedelij

**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

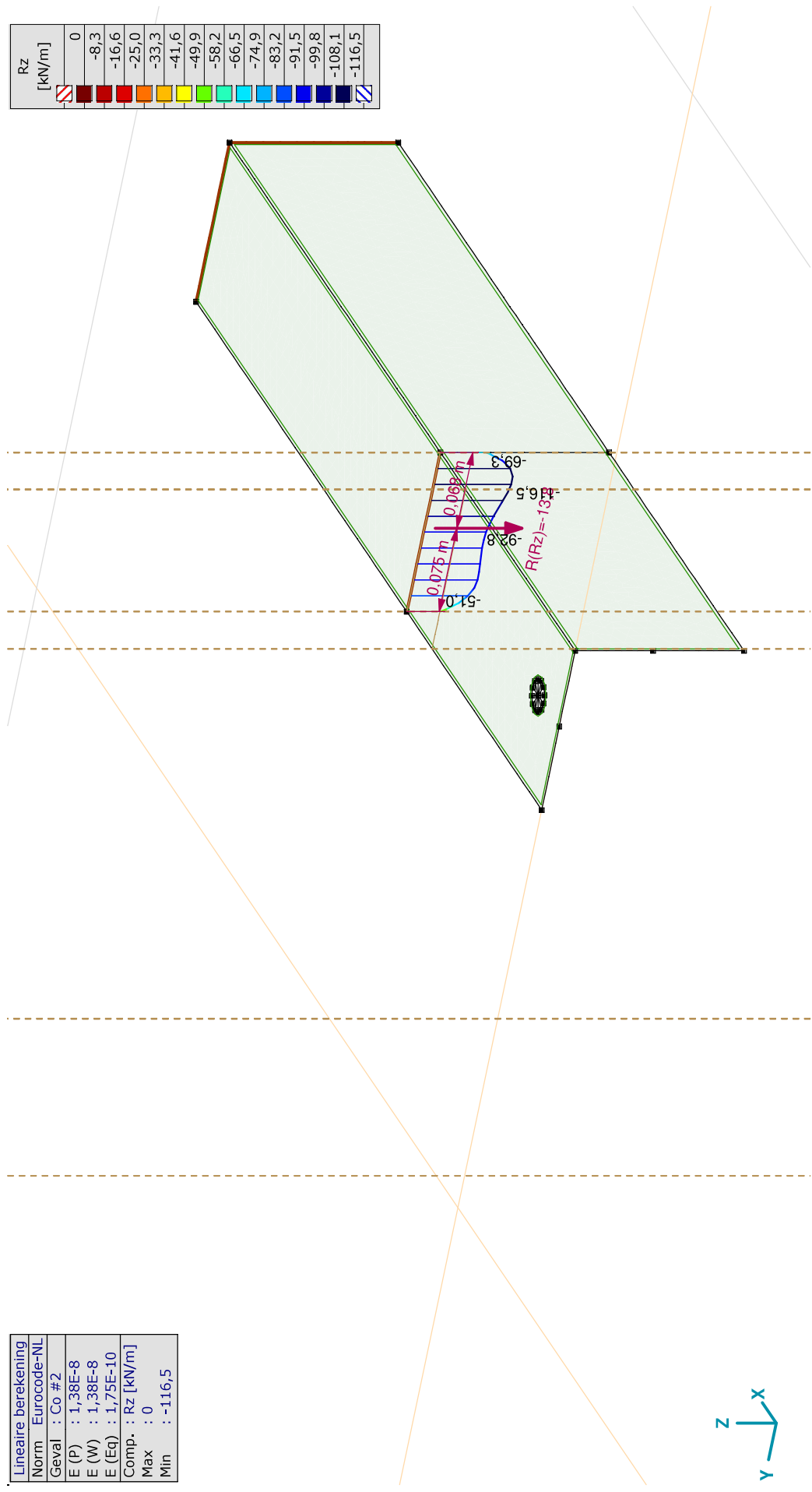
Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

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

Rz [kN/m]
0
-8,3
-16,6
-25,0
-33,3
-41,6
-49,9
-58,2
-66,5
-74,9
-83,2
-91,5
-99,8
-108,1
-116,5



|||, Lineair, Co #2 (UGT), Rz (lijnopp.), Doorsnedelijin



## **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>
Materialen		3	Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen		9
Profielen		4	[I], Linear, Co #1 (UGT), My, Lijnen (gevuld)		9
Knoppen		5	[I], Linear, Co #1 (UGT), Mz, Lijnen (gevuld)		10
Staven		5	[I], Linear, Co #1 (UGT), Nx, Lijnen (gevuld)		11
EG: Knoopbelastingen		5	[I], Linear, Co #1 (UGT), Vy, Lijnen (gevuld)		12
EG: Geconcentreerde belastingen op staven		6	[I], Linear, Co #1 (UGT), Vz, Lijnen (gevuld)		13
EG		6	Interne krachten knoopoplegging [Linear, Co #1 (UGT)]		13
Wind: Knoopbelastingen		7	Staaftkrachten [Linear, Co #1 (UGT)]		16
Wind: Geconcentreerde belastingen op staven		7	Interne krachten knoopoplegging [Linear, Co #1 (UGT)]		22
Wind		8	[I], Linear, Co #1 (UGT), Somminmax, Lijnen (gevuld)		23

**Project:**





Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Post-isolator.axs**

30-9-2021

Pag. 3

**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 235	Staal	Eurocode-NL 10025-2	Linear	210000	210000	0,30	1,2E-5	7850			Steel	$f_y$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 235,00			
2	S 355	Staal	Eurocode-NL 10025-2	Linear	210000	210000	0,30	1,2E-5	7850			Steel	$f_y$ [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 235	$f_u$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 360,00	$f_y^x$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 215,00	$f_y^y$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 360,00	$f_u^*$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 360,00											
2	S 355	$f_u$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 510,00	$f_y^x$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 335,00	$f_y^y$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 470,00	$f_u^*$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 470,00											

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


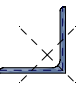

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Post-isolator.axs**

30-9-2021

Pag. 4

**Profielen**

Naam	Tekening	Productie	Vorm	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	r <sub>1</sub> [mm]	r <sub>2</sub> [mm]	r <sub>3</sub> [mm]	A <sub>x</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>y</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>z</sub> [mm <sup>2</sup> ]
1 O 150x10		Gewalst	Buis	150,0	150,0	10,0	10,0	0	0	0	4397,34	2217,37	2217,37
2 L 100X100X 8		Gewalst	L	100,0	100,0	8,0	8,0	12,0	6,0	0	1551,52	669,67	678,46
3 HE 160 B		Gewalst	I	160,0	160,0	8,0	13,0	15,0	0	0	5426,04	3754,44	1237,48

Naam	L <sub>x</sub> [mm <sup>4</sup> ]	I <sub>y</sub> [mm <sup>4</sup> ]	I <sub>z</sub> [mm <sup>4</sup> ]	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 [°]	Iω [mm <sup>6</sup> ]	W <sub>1,el,t</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>2,el,t</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>1,el,b</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>2,el,b</sub> [mm <sup>3</sup> ]
1 O 150x10	2,16E+07	1,08E+07	1,08E+07	0	1,08E+07	1,08E+07	0	0	144349,90	144349,90	144349,90	144349,90
2 L 100X100X 8	36218,92	1448264,00	1448264,00	-849655,40	2297919,00	598608,20	45,00	2,3E+07	32497,48	32497,48	32497,48	17014,92
3 HE 160 B	317826,30	2,49E+07	8892444,00	0	2,49E+07	8892443,00	0	4,7E+10	311542,70	311542,70	311542,70	111155,50

Naam	W <sub>1,pl</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>2,pl</sub> [mm <sup>3</sup> ]	i <sub>y</sub> [mm]	i <sub>z</sub> [mm]	H <sub>y</sub> [mm]	H <sub>z</sub> [mm]	γ <sub>G</sub> [mm]	z <sub>G</sub> [mm]	γ <sub>s</sub> [mm]	z <sub>s</sub> [mm]	β <sub>y</sub> [mm]	β <sub>z</sub> [mm]	β <sub>w</sub> [mm]	S.p.
1 O 150x10	196273,50	196274,80	49,6	49,6	150,0	150,0	75,0	75,0	0	0	0	0	0	5
2 L 100X100X 8	51224,30	26412,66	30,6	30,6	100,0	100,0	27,4	27,4	-22,6	-22,6	92,1	92,1	0	4
3 HE 160 B	354020,60	169972,20	67,8	40,5	160,0	160,0	80,0	80,0	0	0	0	0	0	9

**Naam:** Doorsnede naam; **Productie:** Productieproces; **Vorm:** Profiel; **h:** Doorsnede hoogte; **b:** Doorsnede breedte; **r<sub>1</sub>, r<sub>2</sub>, r<sub>3</sub>:** Afrondingswaarde; **A<sub>x</sub>:** Doorsnede-oppervlak; **A<sub>y</sub>, A<sub>z</sub>:** Afschuivingsoppervlak; **I<sub>x</sub>:** Torsieaangheidsmoment; **I<sub>y</sub>, I<sub>z</sub>:** Buijgraagheidsmoment; **I<sub>yz</sub>:** Centrifugaal traagheidsmoment; **I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>:** Hoofdgraagheidsmoment; **α:** Hoofdrichtingen; **Iω:** Krommingsconstante; **W<sub>1,el</sub>, W<sub>2,el</sub>, W<sub>1,el,b</sub>, W<sub>2,el,b</sub>:** Elastisch weerstandsmoment; **W<sub>1,pl</sub>, W<sub>2,pl</sub>:** Platisch weerstandsmoment; **i<sub>y</sub>, i<sub>z</sub>:** Traagheidsstraal; **H<sub>y</sub>, H<sub>z</sub>:** Afmeting in lokale Y-richting; **H<sub>w</sub>:** Afmeting in lokale Z-richting; **γ<sub>G</sub>:** Z-coördinaat van het zwaartepunt; **γ<sub>s</sub>:** Y-coördinaat van het zwaartepunt; **z<sub>G</sub>:** Z-coördinaat van het afschuivingsmiddelpunt (torsie); **z<sub>s</sub>:** Z-coördinaat van het afschuivingsmiddelpunt (torsie); **β<sub>y</sub>, β<sub>z</sub>, β<sub>w</sub>:** Wagner's coëfficiënt; **S.p.:** Spanningspunten;

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: Post-isolator.axs

30-9-2021

Pag. 5

**Knoppen**

	X [m]	Y [m]	Z [m]	e <sub>x</sub>	e <sub>y</sub>	e <sub>z</sub>	θ <sub>x</sub>	θ <sub>y</sub>	θ <sub>z</sub>
1	0	0	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vast	Vrij
2	0	-3,000	4,500	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vast	Vrij
3	0	3,000	4,500	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vast	Vrij
4	0	-3,000	4,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
5	0	-2,890	4,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
6	0	-3,110	4,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
7	-2,000	-3,110	4,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
8	-2,000	-2,890	4,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
9	2,000	-3,110	4,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij

e<sub>x</sub>: Knoopvrijheidsgraden (Verplaatsingsbeperking X); e<sub>y</sub>: Knoopvrijheidsgraden (Verplaatsingsbeperking Y); e<sub>z</sub>: Knoopvrijheidsgraden (Verplaatsingsbeperking Z); θ<sub>x</sub>: Knoopvrijheidsgraden (Rotatiebeperking rond X-as); θ<sub>y</sub>: Knoopvrijheidsgraden (Rotatiebeperking rond Y-as); θ<sub>z</sub>: Knoopvrijheidsgraden (Rotatiebeperking rond Z-as);

**Staven**

	Start-punt	Eind-punt	Lengte	Lokaal X	Materiaal	Doorsnede	<- Aansluitingen	Aansluitingen ->
1	1	2	5,408	i-j	S 235	1	.	Schar-YZ
2	1	3	5,408	i-j	S 235	1	Schar-YZ	Schar-YZ
3	6	7	2,000	i-j	S 355	2	.	.
4	8	5	2,000	j-i	S 355	2	.	.
5	9	6	2,000	j-i	S 355	2	.	.
6	5	10	2,000	i-j	S 355	2	.	.
7	4	5	0,110	i-j	S 355	3	.	.
8	4	6	0,110	i-j	S 355	3	.	.
9	11	12	0,110	i-j	S 355	3	.	.
10	11	13	0,110	i-j	S 355	3	.	.
11	13	14	2,000	i-j	S 355	2	.	.
12	15	12	2,000	j-i	S 355	2	.	.
13	16	13	2,000	j-i	S 355	2	.	.
14	12	17	2,000	i-j	S 355	2	.	.

Lengte: Elementlengte; Lokaal X: Lokale X-richting; <- Aansluitingen: Staafendaansluitingen op startpunt; Aansluitingen ->: Staafendaansluitingen op eindpunt;

**EG: Knoopbelastingen**

Richting	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
1 Global	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;

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

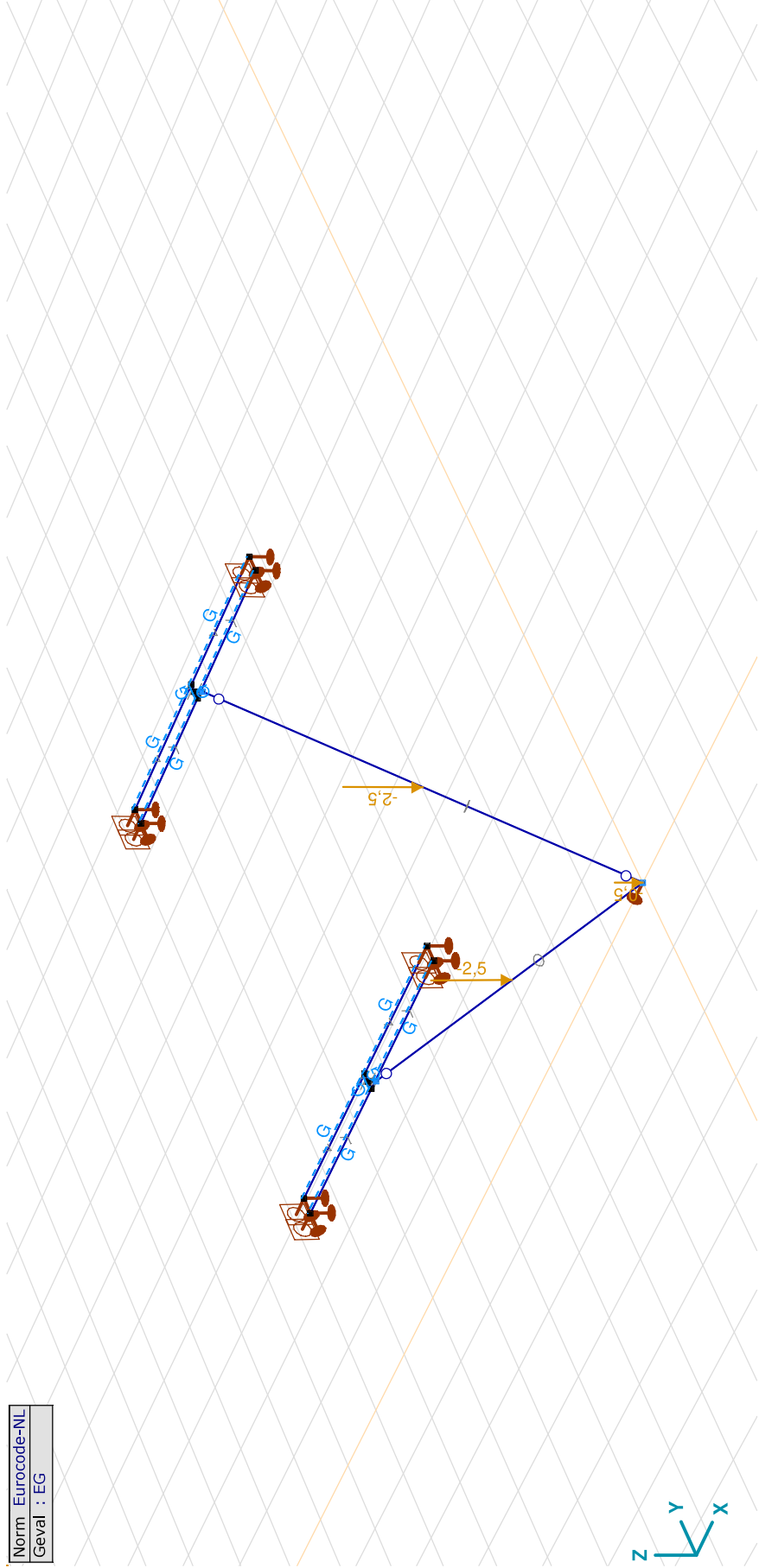
Model: **Post-isolator.axs**

**EG: Geconcentreerde belastingen op staven**

Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	Excentriciteit	e <sub>y</sub> [mm]	e <sub>z</sub> [mm]
1	Staaf G	a	0,500	0	0	-2,5	0	0	0	Geen excentriciteit		
2	Staaf G	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;

Norm	Eurocode-NL
Geval	: EG



**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Post-isolator.axs**

30-9-2021

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: 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<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:**

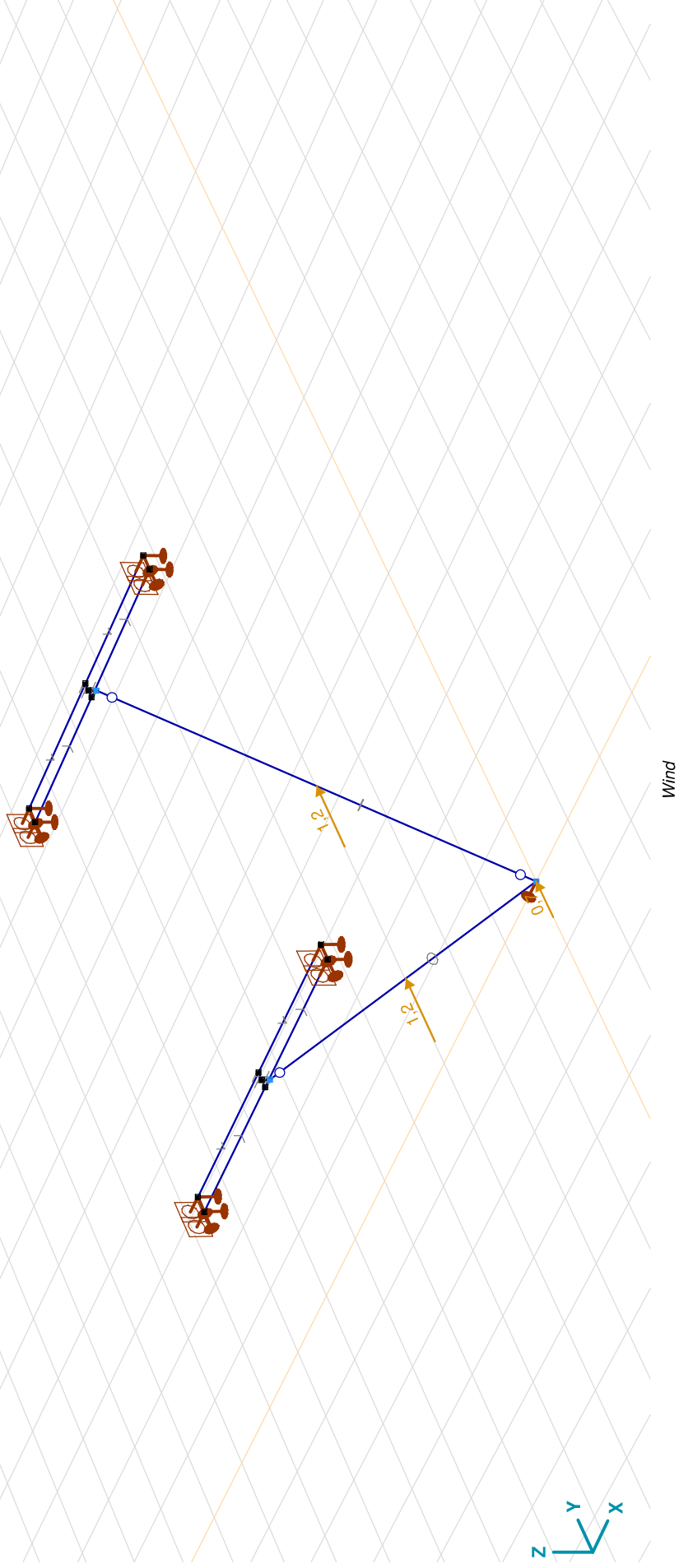
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Post-isolator.axs**

30-9-2021

Pag. 8

Norm Eurocode-NL  
Geval : Wind





**Project:**

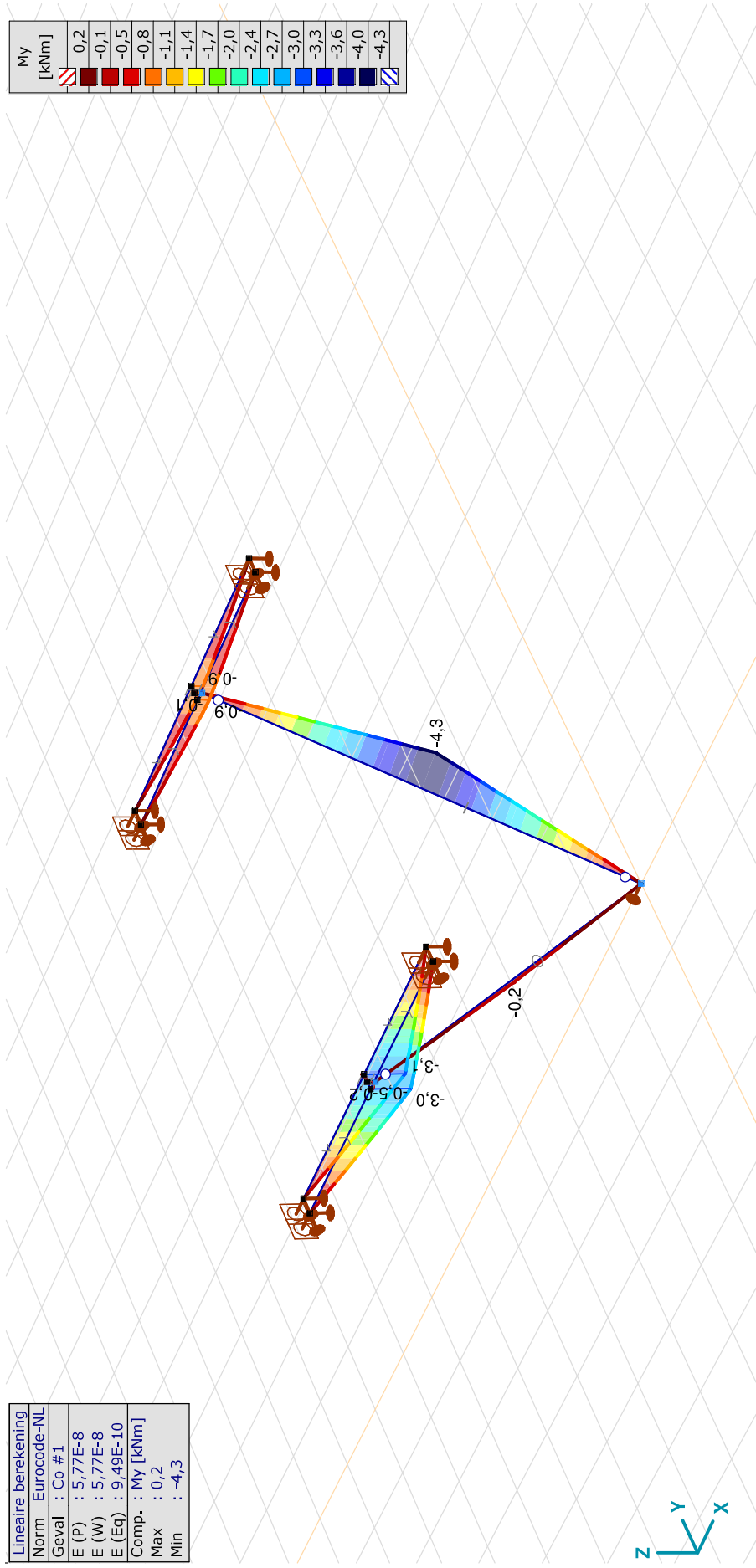
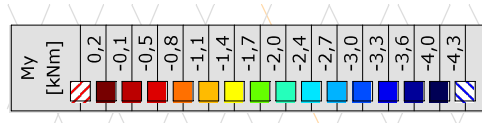
Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Post-isolator.axs**

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:

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #1
E (P)	: 5,77E-8
E (W)	: 5,77E-8
E (Eq)	: 9,49E-10
Comp.	: My [kNm]
Max	: 0,2
Min	: -4,3



[I], Lineair, Co #1 (UGT), My, Lijnen (gevuld)

**Project:**

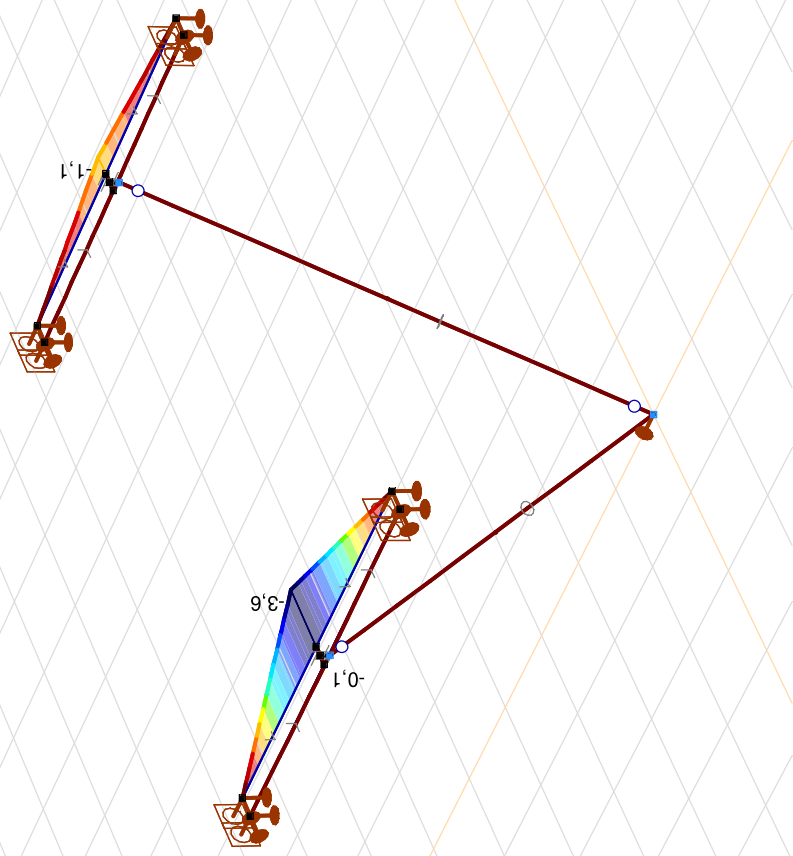
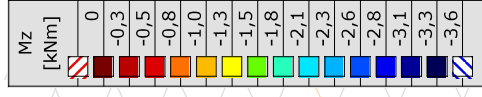
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Post-isolator.axs**

30-9-2021

Pag. 10

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #1
E (P)	: 5,77E-8
E (W)	: 5,77E-8
E (Eq)	: 9,49E-10
Comp.	: Mz [kNm]
Max	: 0
Min	: -3,6



[I], Lineair, Co #1 (UGT), Mz, Lijnen (gevuld)

**Project:**

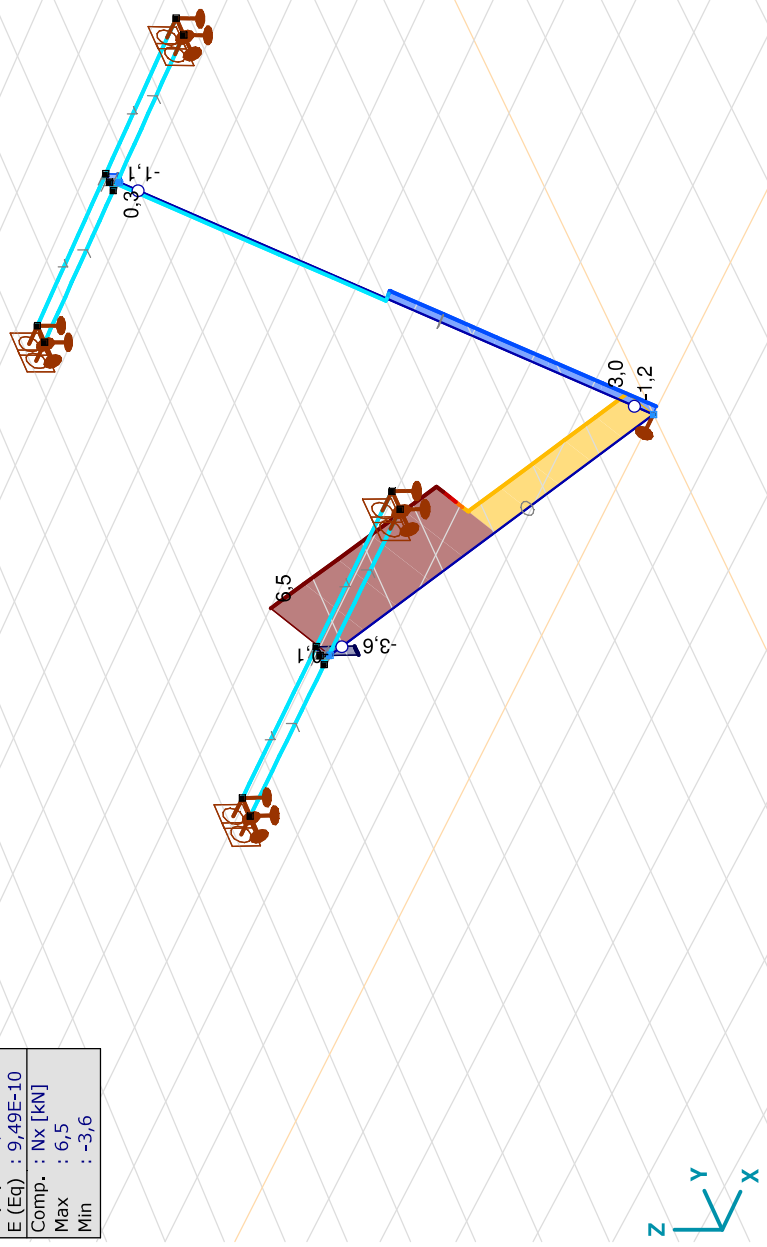
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Post-isolator.axs**

30-9-2021

Pag. 11

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #1
E (P)	: 5,77E-8
E (W)	: 5,77E-8
E (Eq)	: 9,49E-10
Comp.	: Nx [kN]
Max	: 6,5
Min	: -3,6



[I], Lineair, Co #1 (UGT), Nx, Lijnen (gevuld)

**Project:**

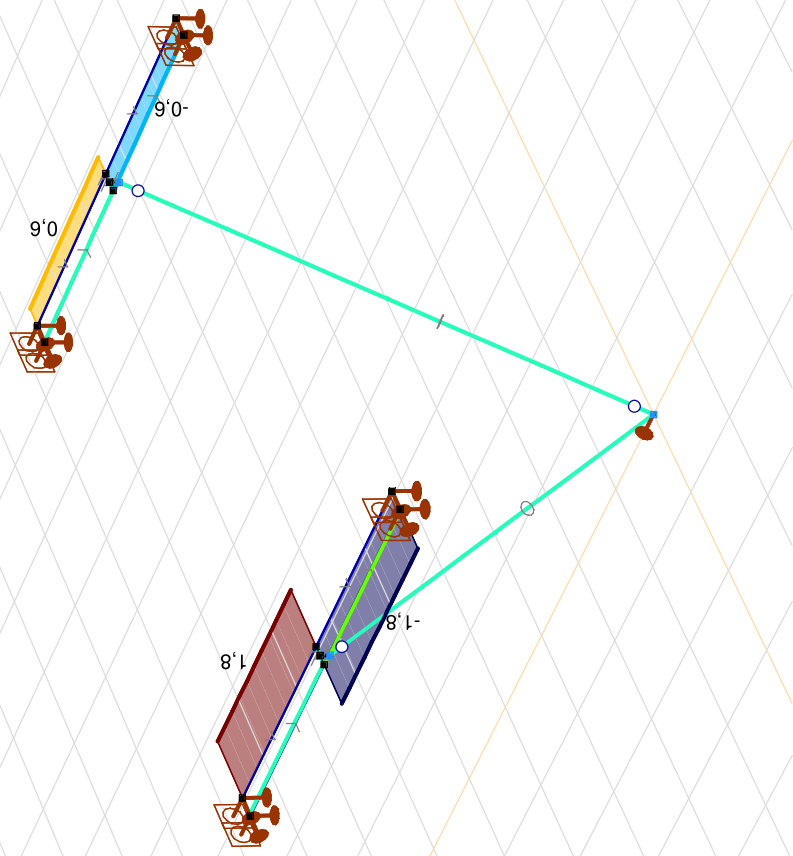
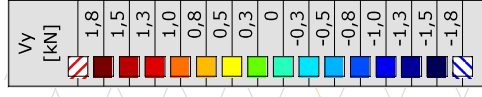
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Post-isolator.axs**

30-9-2021

Pag. 12

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #1
E (P)	: 5,77E-8
E (W)	: 5,77E-8
E (Eq)	: 9,49E-10
Comp.	: Vy [kN]
Max	: 1,8
Min	: -1,8

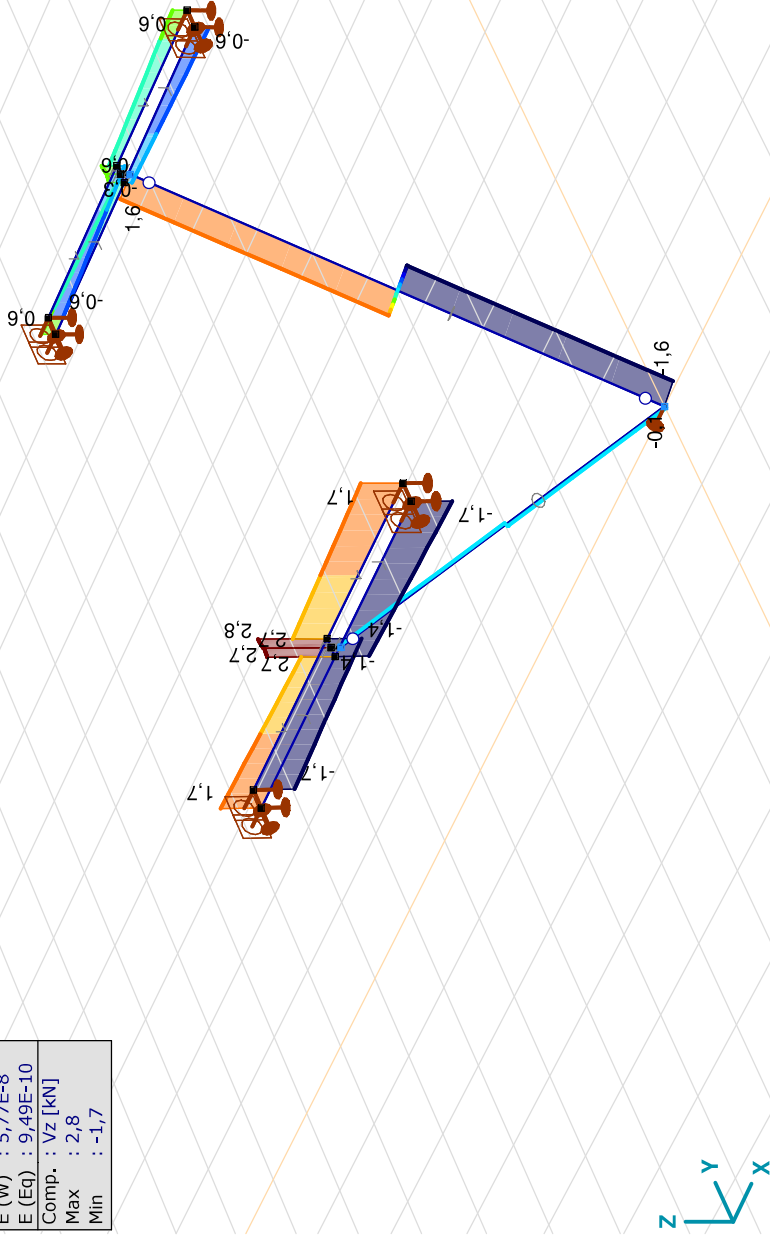
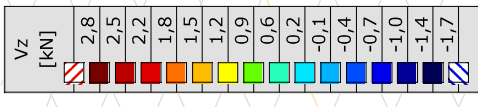


[1], Lineair, Co #1 (UGT), Vy, Lijnen (gevuld)

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Post-isolator.axs**

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #1
E (P)	: 5,77E-8
E (W)	: 5,77E-8
E (Eq)	: 9,49E-10
Comp.	: Vz [kN]
Max	: 2,8
Min	: -1,7



[1], Lineair, Co #1 (UGT), Vz, Lijnen (gevuld)

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

	Knoop	X [m]	Y [m]	Z [m]	Type	C	min. max.		Geval	Co #1	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Rr [kN]	αR
							min	max							
1	7	-2,000	-3,110	4,600	Glob.	Rx	0	0	0	0	-1,7	1,7	-0,023		

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Post-isolator.axs**

30-9-2021

Pag. 14

## Interne krachten knooppogging [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
2	8	-2,000	-2,890	4,600	Glob.	min	Co #1	0	0	-1,7	1,7	-0,023
						max	Co #1	0	0	-1,7	1,7	-0,023
						min	Co #1	0	0	-1,7	1,7	-0,023
						max	Co #1	0	0	-1,7	1,7	-0,023
						min	Co #1	0	0	-1,7	1,7	-0,023
						max	Co #1	0	0	-1,7	1,7	-0,023
3	9	2,000	-3,110	4,600	Glob.	min	Co #1	0	0	-1,7	1,7	-0,023
						max	Co #1	0	0	-1,7	1,7	-0,023
						min	Co #1	0	0	-1,7	1,7	-0,023
						max	Co #1	0	0	-1,7	1,7	-0,023
						min	Co #1	0	0	-1,7	1,7	-0,023
						max	Co #1	0	0	-1,7	1,7	-0,023
4	10	2,000	-2,890	4,600	Glob.	min	Co #1	0	1,8	-1,7	2,5	-1,067
						max	Co #1	0	1,8	-1,7	2,5	-1,067
						min	Co #1	0	1,8	-1,7	2,5	-1,067
						max	Co #1	0	1,8	-1,7	2,5	-1,067
						min	Co #1	0	1,8	-1,7	2,5	-1,067
						max	Co #1	0	1,8	-1,7	2,5	-1,067
5	14	-2,000	2,890	4,600	Glob.	min	Co #1	0	0	-0,6	0,6	-0,018
						max	Co #1	0	0	-0,6	0,6	-0,018
						min	Co #1	0	0	-0,6	0,6	-0,018
						max	Co #1	0	0	-0,6	0,6	-0,018
						min	Co #1	0	0	-0,6	0,6	-0,018
						max	Co #1	0	0	-0,6	0,6	-0,018

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: Post-isolator.axs

30-9-2021

Pag. 15

## Interne krachten knooppogging [Linear, Omhullende (Alle UGT )]

	Knoop	X [m]	Y [m]	Z [m]	Type	C	min. max.	Geval	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Rr [kN]	$\alpha R$
						$\alpha R$	max min max	Co #1 Co #1 Co #1	0 0 0	0 0 0	-0,6 -0,6 -0,6	0,6 0,6 0,6	-0,018 -0,018 -0,018
6	15	-2,000	3,110	4,600	Glob.	Rx	min max	Co #1 Co #1	0 0	0,6 0,6	-0,6 -0,6	0,8 0,8	-0,941 -0,941
						Ry	min max	Co #1 Co #1	0 0	0,6 0,6	-0,6 -0,6	0,8 0,8	-0,941 -0,941
						Rz	min max	Co #1 Co #1	0 0	0,6 0,6	-0,6 -0,6	0,8 0,8	-0,941 -0,941
						$\alpha R$	min max	Co #1 Co #1	0 0	0,6 0,6	-0,6 -0,6	0,8 0,8	-0,941 -0,941
7	16	2,000	2,890	4,600	Glob.	Rx	min max	Co #1 Co #1	0 0	0 0	-0,6 -0,6	0,6 0,6	-0,018 -0,018
						Ry	min max	Co #1 Co #1	0 0	0 0	-0,6 -0,6	0,6 0,6	-0,018 -0,018
						Rz	min max	Co #1 Co #1	0 0	0 0	-0,6 -0,6	0,6 0,6	-0,018 -0,018
						$\alpha R$	min max	Co #1 Co #1	0 0	0 0	-0,6 -0,6	0,6 0,6	-0,018 -0,018
8	17	2,000	3,110	4,600	Glob.	Rx	min max	Co #1 Co #1	0 0	0,6 0,6	-0,6 -0,6	0,8 0,8	-0,941 -0,941
						Ry	min max	Co #1 Co #1	0 0	0,6 0,6	-0,6 -0,6	0,8 0,8	-0,941 -0,941
						Rz	min max	Co #1 Co #1	0 0	0,6 0,6	-0,6 -0,6	0,8 0,8	-0,941 -0,941
						$\alpha R$	min max	Co #1 Co #1	0 0	0,6 0,6	-0,6 -0,6	0,8 0,8	-0,941 -0,941
9	1	0	0	0	Glob.	Rx	min max	Co #1 Co #1	0 0			0 0	
Ext.													
1	7	-2,000	-3,110	4,600	Glob.	Rx	min max	Co #1 Co #1	0 0	0 0	-1,7 -1,7	1,7 1,7	-0,023 -0,023
1	7	-2,000	-3,110	4,600	Glob.	Ry	min max	Co #1 Co #1	0 0	0 0	-1,7 -1,7	1,7 1,7	-0,023 -0,023
3	9	2,000	-3,110	4,600	Glob.		min	Co #1	0	0	-1,7	1,7	-0,023
2	8	-2,000	-2,890	4,600	Glob.		max	Co #1	0	1,8	-1,7	2,5	-1,067
4	10	2,000	-2,890	4,600	Glob.		max	Co #1	0	1,8	-1,7	2,5	-1,067

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Post-isolator.axs**

30-9-2021

Pag. 16

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

	Knoop	X [m]	Y [m]	Z [m]	Type	C	min. max.	Geval	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Rr [kN]	$\alpha R$
2	8	-2,000	-2,890	4,600	Glob.	Rz	min	Co #1	0	1,8	-1,7	2,5	-1,067
4	10	2,000	-2,890	4,600	Glob.		min	Co #1	0	1,8	-1,7	2,5	-1,067
5	14	-2,000	2,890	4,600	Glob.		max	Co #1	0	0	-0,6	0,6	-0,018
7	16	2,000	2,890	4,600	Glob.		max	Co #1	0	0	-0,6	0,6	-0,018
2	8	-2,000	-2,890	4,600	Glob.	$\alpha R$	min	Co #1	0	1,8	-1,7	2,5	-1,067
4	10	2,000	-2,890	4,600	Glob.		min	Co #1	0	1,8	-1,7	2,5	-1,067
5	14	-2,000	2,890	4,600	Glob.		max	Co #1	0	0	-0,6	0,6	-0,018
7	16	2,000	2,890	4,600	Glob.		max	Co #1	0	0	-0,6	0,6	-0,018

**Knoop:** Ondersteunde knoop; **Type:** Opleggingstype; **C:** Extreem component; **min, max:** Extreem type; **Geval:** Belastinggeval van de extreme; **Rx:** X-component opleggingreactiekracht; **Ry:** Y-component opleggingreactiekracht; **Rz:** Z-component opleggingreactiekracht;  
**Rr:** Resultierende opleggingreactiekracht;  **$\alpha R$ :** Verhouding verticale opleggingkracht / horizontale opleggingkracht;

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

	Prof.	Doorsnede naam	Pos. [m]	Knoop	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	B [kNm <sup>2</sup> ]
1	1	O 150x10	L=5,408								
			0	(1)	3,0	0	-0,1	0	0	0	0
			0,541		3,0	0	-0,1	0	0	0	0
			1,082		3,0	0	-0,1	0	-0,1	0	0
			1,622		3,0	0	-0,1	0	-0,1	0	0
			2,163		3,0	0	-0,1	0	-0,2	0	0
			2,704		3,0	0	-0,1	0	-0,2	0	0
			2,704		3,0	0	-0,1	0	-0,2	0	0
			2,704		6,5	0	0,1	0	-0,2	0	0
			3,245		6,5	0	0,1	0	-0,2	0	0
			3,786		6,5	0	0,1	0	-0,1	0	0
			4,327		6,5	0	0,1	0	-0,1	0	0
			4,867		6,5	0	0,1	0	0	0	0
			5,408	(2)	6,5	0	0,1	0	0	0	0
2	1	O 150x10	L=5,408								
			0	(1)	-1,2	0	-1,6	0	0	0	0
			0,541		-1,2	0	-1,6	0	-0,9	0	0
			1,082		-1,2	0	-1,6	0	-1,7	0	0
			1,622		-1,2	0	-1,6	0	-2,6	0	0
			2,163		-1,2	0	-1,6	0	-3,4	0	0
			2,704		-1,2	0	-1,6	0	-4,3	0	0
			2,704		-1,2	0	-1,6	0	-4,3	0	0



**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Post-isolator.axs**

30-9-2021

Pag. 17

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

Prof.	Doorsnede naam	Pos. [m]	Knoop	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	B [kNm <sup>2</sup> ]
3	L 100X100X 8	2,704	(3)	0,3	0	1,6	0	-4,3	0	0
		3,245		0,3	0	1,6	0	-3,4	0	0
		3,786		0,3	0	1,6	0	-2,6	0	0
		4,327		0,3	0	1,6	0	-1,7	0	0
		4,867		0,3	0	1,6	0	-0,9	0	0
		5,408		0,3	0	1,6	0	0	0	0
4	L 100X100X 8	L=2,000	(6)	0	0	1,4	0,1	-3,0	-0,1	0
		0,200		0	0	1,4	0,1	-2,8	-0,1	0
		0,400		0	0	1,4	0,1	-2,5	-0,1	0
		0,600		0	0	1,5	0,1	-2,2	-0,1	0
		0,800		0	0	1,5	0,1	-1,9	0	0
		1,000		0	0	1,5	0,1	-1,6	0	0
		1,200		0	0	1,5	0,1	-1,3	0	0
		1,400		0	0	1,6	0,1	-1,0	0	0
		1,600		0	0	1,6	0,1	-0,7	0	0
		1,800		0	0	1,6	0,1	-0,3	0	0
		2,000		0	0	1,7	0,1	0	0	0
		5		L 100X100X 8	L=2,000	(7)	0	0	1,7	0,1
0,200	0		1,8		-1,7		0,1	0	0	
0,400	0		1,8		-1,7		0,1	-0,3	-0,4	
0,600	0		1,8		-1,6		0,1	-0,7	-0,7	
0,800	0		1,8		-1,6		0,1	-1,0	-1,1	
1,000	0		1,8		-1,6		0,1	-1,3	-1,4	
1,200	0		1,8		-1,5		0,1	-1,6	-1,8	
1,400	0		1,8		-1,5		0,1	-1,9	-2,2	
1,600	0		1,8		-1,5		0,1	-2,2	-2,5	
1,800	0		1,8		-1,5		0,1	-2,5	-2,9	
2,000	0		1,8		-1,4		0,1	-2,8	-3,2	
5	L 100X100X 8		L=2,000		(8)		0	0	1,8	0,1
		0,200	0	0		-1,7	0,1	0	0	
		0,400	0	0		-1,6	0,1	0	0	
		0,600	0	0		-1,6	0,1	0	0	
		0,800	0	0		-1,6	0,1	0	0	
		1,000	0	0		-1,5	0,1	0	0	
5	L 100X100X 8	L=2,000	(9)	0	0	1,7	-0,1	0	0	0
		0,200		0	0	-1,6	-0,1	-0,3	0	
		0,400		0	0	-1,6	-0,1	-0,7	0	
		0,600		0	0	-1,6	-0,1	-1,0	0	
		0,800		0	0	-1,5	-0,1	-1,3	0	
		1,000		0	0	-1,5	-0,1	-1,6	0	

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: Post-isolator.axs

30-9-2021

Pag. 18

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

Prof.	Doorsnede naam	Pos. [m]	Knoop	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	B [kNm <sup>2</sup> ]
6	2 L 100X100X 8	L=2,000	(5)	0	-1,8	1,4	-0,1	-3,1	-3,6	0
		0		0	-1,8	1,4	-0,1	-2,8	-3,2	0
		0,200		0	-1,8	1,5	-0,1	-2,5	-2,9	0
		0,400		0	-1,8	1,5	-0,1	-2,2	-2,5	0
		0,600		0	-1,8	1,5	-0,1	-1,9	-2,2	0
		0,800		0	-1,8	1,5	-0,1	-1,6	-1,8	0
7	3 HE 160 B	L=0,110	(4)	0	-1,8	1,6	-0,1	-1,3	-1,4	0
		0		0	-1,8	1,6	-0,1	-1,0	-1,1	0
		0,011		0	-1,8	1,6	-0,1	-0,7	-0,7	0
		0,022		0	-1,8	1,7	-0,1	-0,3	-0,4	0
		0,033		0	-1,8	1,7	-0,1	0	0	0
		0,044		0	-1,8	1,7	-0,1	0	0	0
8	3 HE 160 B	L=0,110	(5)	0	-1,8	1,7	-0,1	0	0	0
		0		0	-1,8	1,7	-0,1	0	0	0
		0,011		0	-1,8	1,7	-0,1	0	0	0
		0,022		0	-1,8	1,7	-0,1	0	0	0
		0,033		0	-1,8	1,7	-0,1	0	0	0
		0,044		0	-1,8	1,7	-0,1	0	0	0

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: Post-isolator.axs

30-9-2021

Pag. 19

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

Prof.	Doorsnede naam	Pos. [m]	Knoop	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	B [kNm <sup>2</sup> ]
9	3 HE 160 B	L=0,110								
		0	(11)	-1,1	0	0,6	0	0	0	0
		0,011		-1,1	0	0,6	0	0	0	0
		0,022		-1,1	0	0,6	0	0	0	0
		0,033		-1,1	0	0,6	0	0	0	0
0,044		-1,1	0	0,6	0	0	0	0	0	
0,055		-1,1	0	0,6	0	0	0	0	0	
0,066		-1,1	0	0,6	0	0	0	0	0	
0,077		-1,1	0	0,6	0	0	0	0	0	
0,088		-1,1	0	0,6	0	0	0	0	0	
0,099		-1,1	0	0,6	0	0	0	0,1	0	
0,110		-1,1	(12)	0	0	0,6	0	0,1	0	0
10	3 HE 160 B	L=0,110								
		0	(11)	0	0	0,6	0	-0,1	0	0
		0,011		0	0	0,6	0	-0,1	0	0
		0,022		0	0	0,6	0	-0,1	0	0
		0,033		0	0	0,6	0	-0,1	0	0
		0,044		0	0	0,6	0	-0,1	0	0
		0,055		0	0	0,6	0	-0,1	0	0
		0,066		0	0	0,6	0	-0,1	0	0
		0,077		0	0	0,6	0	-0,1	0	0
		0,088		0	0	0,6	0	-0,1	0	0
0,099		0	0	0,6	0	-0,1	0	0		
0,110		0	(13)	0	0	0,6	0	-0,1	0	
11	2 L 100X100X 8	L=2,000								
		0	(13)	0	0	0,3	0	-0,9	0	0
		0,200		0	0	0,3	0	-0,8	0	0
		0,400		0	0	0,4	0	-0,8	0	0
		0,600		0	0	0,4	0	-0,7	0	0
		0,800		0	0	0,4	0	-0,6	0	0
1,000		0	0	0,5	0	-0,5	0	0		
1,200		0	0	0,5	0	-0,4	0	0		
1,400		0	0	0,5	0	-0,3	0	0		

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: Post-isolator.axs

30-9-2021

Pag. 20

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

Prof.	Doorsnede naam	Pos. [m]	Knoop	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	B [kNm <sup>2</sup> ]
12	L 100X100X 8	L=2,000	(15)	0	0,6	-0,6	0	0	0	0
		0,200		0	0,6	-0,6	0	-0,1	-0,1	0
		0,400		0	0,6	-0,6	0	-0,2	-0,2	0
		0,600		0	0,6	-0,5	0	-0,3	-0,3	0
		0,800		0	0,6	-0,5	0	-0,4	-0,5	0
		1,000		0	0,6	-0,5	0	-0,5	-0,6	0
		1,200		0	0,6	-0,4	0	-0,6	-0,7	0
		1,400		0	0,6	-0,4	0	-0,7	-0,8	0
		1,600		0	0,6	-0,4	0	-0,8	-0,9	0
		1,800		0	0,6	-0,4	0	-0,9	-1,0	0
		2,000		0	0,6	-0,3	0	-0,9	-1,1	0
		13		L 100X100X 8	L=2,000	(16)	0	0	-0,6	0
0,200	0		0		-0,6		0	-0,1	0	0
0,400	0		0		-0,5		0	-0,2	0	0
0,600	0		0		-0,5		0	-0,3	0	0
0,800	0		0		-0,5		0	-0,4	0	0
1,000	0		0		-0,5		0	-0,5	0	0
1,200	0		0		-0,4		0	-0,6	0	0
1,400	0		0		-0,4		0	-0,7	0	0
1,600	0		0		-0,4		0	-0,8	0	0
1,800	0		0		-0,3		0	-0,8	0	0
2,000	0		0		-0,3		0	-0,9	0	0
14	L 100X100X 8		L=2,000		(12)		0	-0,6	0,3	0
		0,200	0	-0,6		0,4	0	-0,9	-1,0	0
		0,400	0	-0,6		0,4	0	-0,8	-0,9	0
		0,600	0	-0,6		0,4	0	-0,7	-0,8	0
		0,800	0	-0,6		0,4	0	-0,6	-0,7	0
		1,000	0	-0,6		0,5	0	-0,5	-0,6	0
		1,200	0	-0,6		0,5	0	-0,4	-0,5	0
		1,400	0	-0,6		0,5	0	-0,3	-0,3	0
		1,600	0	-0,6		0,6	0	-0,2	-0,2	0

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Post-isolator.axs**

30-9-2021

Pag. 21

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

	Prof.	Doorsnede naam	Pos. [m]	Knoop	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	B [kNm <sup>2</sup> ]
			1,800		0	-0,6	0,6	0	-0,1	-0,1	0
			2,000	(17)	0	-0,6	0,6	0	0	0	0
ExL											
7	3	HE 160 B	0	*	-3,6	*	*	*	*	*	*
1	1	O 150x10	2,704	*	6,5	*	*	*	*	*	*
6	2	L 100X100X 8	0	*	*	-1,8	*	*	*	*	*
4	2	L 100X100X 8	0	*	*	1,8	*	*	*	*	*
4	2	L 100X100X 8	0	(8)	0	1,8	-1,7	0,1	0	0	0
7	3	HE 160 B	0,110	(5)	-3,6	0	2,8	0	0,2	0	0
5	2	L 100X100X 8	0	*	*	*	*	-0,1	*	*	*
6	2	L 100X100X 8	0	*	*	*	*	-0,1	*	*	*
3	2	L 100X100X 8	0	*	*	*	*	0,1	*	*	*
4	2	L 100X100X 8	0	*	*	*	*	0,1	*	*	*
2	1	O 150x10	2,704	*	*	*	*	*	-4,3	*	*
7	3	HE 160 B	0,110	(5)	-3,6	0	2,8	0	0,2	0	0
4	2	L 100X100X 8	2,000	(5)	0	1,8	-1,4	0,1	-3,1	-3,6	0
6	2	L 100X100X 8	0	(5)	0	-1,8	1,4	-0,1	-3,1	-3,6	0
1	1	O 150x10	0	*	*	*	*	*	*	0	*
1	1	O 150x10	0	*	*	*	*	*	*	*	0
1	1	O 150x10	0	*	*	*	*	*	*	*	0

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

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: Post-isolator.axs

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

Knoop	X [m]	Y [m]	Z [m]	Type	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Rr [kN]	Rxx [kNm]	aR	
1	7	-2,000	-3,110	4,600	Glob.	0	0	-1,7	1,7	0,1	-0,023
2	8	-2,000	-2,890	4,600	Glob.	0	1,8	-1,7	2,5	0,1	-1,067
3	9	2,000	-3,110	4,600	Glob.	0	0	-1,7	1,7	0,1	-0,023
4	10	2,000	-2,890	4,600	Glob.	0	1,8	-1,7	2,5	0,1	-1,067
5	14	-2,000	2,890	4,600	Glob.	0	0	-0,6	0,6	0	-0,018
6	15	-2,000	3,110	4,600	Glob.	0	0,6	-0,6	0,8	0	-0,941
7	16	2,000	2,890	4,600	Glob.	0	0	-0,6	0,6	0	-0,018
8	17	2,000	3,110	4,600	Glob.	0	0,6	-0,6	0,8	0	-0,941
9	1	0	0	0	Glob.	0	0		0		
Ext.											
1	7	-2,000	*	*	*	0	*	*	*	*	*
1	7	-2,000	*	*	*	0	*	*	*	*	*
1	7	-2,000	-3,110	4,600	Glob.	0	0	-1,7	1,7	0,1	-0,023
3	9	2,000	-3,110	4,600	Glob.	0	0	-1,7	1,7	0,1	-0,023
2	8	-2,000	-2,890	4,600	Glob.	0	1,8	-1,7	2,5	0,1	-1,067
4	10	2,000	-2,890	4,600	Glob.	0	1,8	-1,7	2,5	0,1	-1,067
2	8	-2,000	-2,890	4,600	Glob.	0	1,8	-1,7	2,5	0,1	-1,067
4	10	2,000	-2,890	4,600	Glob.	0	1,8	-1,7	2,5	0,1	-1,067
5	14	-2,000	2,890	4,600	Glob.	0	0	-0,6	0,6	0	-0,018
7	16	2,000	2,890	4,600	Glob.	0	0	-0,6	0,6	0	-0,018
9	1	0	0	0	Glob.	0	0		0		
2	8	-2,000	-2,890	4,600	Glob.	0	1,8	-1,7	2,5	0,1	-1,067
4	10	2,000	-2,890	4,600	Glob.	0	1,8	-1,7	2,5	0,1	-1,067
5	14	-2,000	2,890	4,600	Glob.	0	0	-0,6	0,6	0	-0,018
6	15	-2,000	3,110	4,600	Glob.	0	0,6	-0,6	0,8	0	-0,941
7	16	2,000	2,890	4,600	Glob.	0	0	-0,6	0,6	0	-0,018
8	17	2,000	3,110	4,600	Glob.	0	0,6	-0,6	0,8	0	-0,941
1	7	-2,000	-3,110	4,600	Glob.	0	0	-1,7	1,7	0,1	-0,023
2	8	-2,000	-2,890	4,600	Glob.	0	1,8	-1,7	2,5	0,1	-1,067
3	9	2,000	-3,110	4,600	Glob.	0	0	-1,7	1,7	0,1	-0,023
4	10	2,000	-2,890	4,600	Glob.	0	1,8	-1,7	2,5	0,1	-1,067
2	8	-2,000	-2,890	4,600	Glob.	0	1,8	-1,7	2,5	0,1	-1,067
4	10	2,000	-2,890	4,600	Glob.	0	1,8	-1,7	2,5	0,1	-1,067
5	14	-2,000	2,890	4,600	Glob.	0	0	-0,6	0,6	0	-0,018
7	16	2,000	2,890	4,600	Glob.	0	0	-0,6	0,6	0	-0,018

Knoop: Ondersteunde knoop; Type: Opleggingsstype; Rx: X-component opleggingsreactiekracht; Ry: Y-component opleggingsreactiekracht; Rz: Z-component opleggingsreactiekracht; Rr: Resulterende opleggingsreactiekracht; Rxx: X-component opleggingsreactiemoment; aR: Verhouding verticale oplegkracht / horizontale oplegkracht;

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

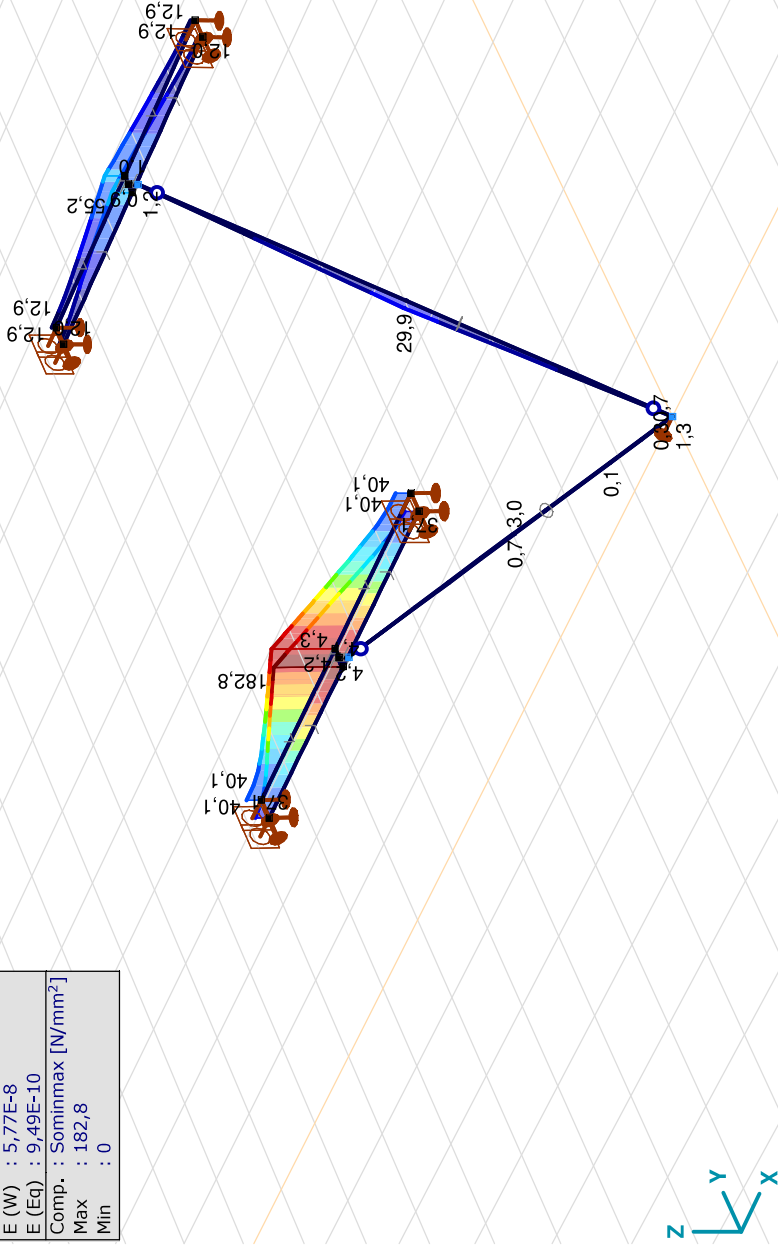
Model: **Post-isolator.axs**

30-9-2021

Pag. 23

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #1
E (P)	: 5,77E-8
E (W)	: 5,77E-8
E (Eq)	: 9,49E-10
Comp.	: Sominmax [N/mm <sup>2</sup> ]
Max	: 182,8
Min	: 0

Sominmax [N/mm <sup>2</sup> ]	
182,8	
169,7	
156,7	
143,6	
130,6	
117,5	
104,5	
91,4	
78,3	
65,3	
52,2	
39,2	
26,1	
13,1	
0	



[I], Lineair, Co #1 (UGT), Sominmax, Lijnen (gevuld)

## APPENDIX F

### Galloping

#### Uitgangspunten

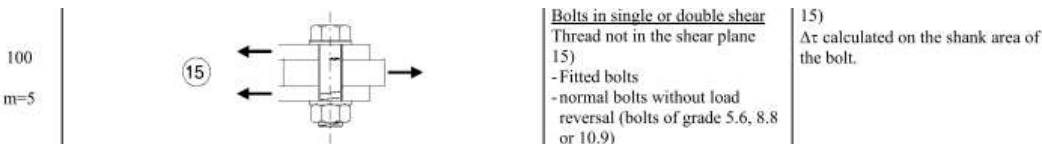
In het uitgangspuntendocument is beschreven dat wordt uitgegaan van een materiaalfactor voor vermoeiing  $\gamma_{mf} = 1,15$ . Dit komt overeen met de “Safe-life methode” met “Low consequence” van tabel 3.1 van NEN-EN 1993-1-9 of met “Damage tolerant” en “High consequence”.

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

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

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

## Resultaten

In de tabellen zijn de resultaten van mast HA+5 gegeven. Vanwege de exponentiële invloed van het spanningsniveau heeft de verdeling van de U.C.'s een grote variatie. Het meest zwaar belast zijn de diagonalen in het ondervlak van de traverse in de nabijheid van de afspanpunten en de randen van de traverse. De conclusie is dat de staven en bouten voldoen.



**Check galloping**

Datum: 2-7-2021  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.0

GT-TLB  
 HA+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]	Δσ;i;b [Mpa]	DC;b [Mpa]	Δσ;c;b [Mpa]	UC bout			
100A	BVNSTK - Main member under 1	120x120x10	5	M24	40.5	2320	2060	19.7	50	43	0.45	56.8	452	25.2	100	87	0.29			
100B	BVNSTK - Main member under 1	120x120x10	6	M24	31.0	2320	2060	15.0	50	43	0.35	43.4	452	16.0	100	87	0.18			
100C	BVNSTK - Main member under 1	120x120x10	0		39.6	2320	2320	17.1	50	43	0.39	55.6	0	0.0	100	87	0.00			
101A	BVNSTK - Main member under 2	100x100x8	0		27.8	1550	1342	20.7	50	43	0.48	39.0	452	14.4	100	87	0.17			
101B	BVNSTK - Main member under 2	100x100x8	2	M24	7.7	1550	1342	5.7	50	43	0.13	11.7	452	12.9	100	87	0.15			
101C	BVNSTK - Main member under 2	100x100x8	0		24.3	1550	1550	15.7	50	43	0.36	34.1	0	0.0	100	87	0.00			
102A	BVNSTK - Main member top 1	90x90x8	3	M20	20.9	1390	1214	17.2	50	43	0.40	29.6	314	31.4	100	87	0.36			
102B	BVNSTK - Main member top 1	90x90x8	4	M20	16.5	1390	1214	13.6	50	43	0.31	23.3	314	18.5	100	87	0.21			
102C	BVNSTK - Main member top 1	90x90x8	0		20.0	1390	1390	14.4	50	43	0.33	27.8	0	0.0	100	87	0.00			
103A	BVNSTK - Main member top 2	80x80x8	4	M20	13.9	1230	1054	13.2	50	43	0.30	19.1	314	15.2	100	87	0.17			
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		13.9	1230	1230	11.3	50	43	0.26	19.1	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	38.5	2750	2438	15.8	50	43	0.36	54.1	452	15.0	100	87	0.17			
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	49.9	3480	3168	15.8	50	43	0.36	68.2	452	18.9	100	87	0.22			
105C	Vijfde TSNSTK - Main member	150x150x12	0		63.0	3480	3480	18.1	50	43	0.42	88.7	0	0.0	100	87	0.00			
106	Zesde TSNSTK - 3rd CA lower hor	140x140x13	6	M24	82.9	3521	3183	26.0	50	43	0.60	125.3	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	6	M24	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	11.7	1550	1342	8.7	50	43	0.20	17.9	452	13.2	100	87	0.15			
108B	Derde DWSRM - Main member toj	100x100x8	4	M24	2.5	1550	1342	1.9	50	43	0.04	3.8	452	2.1	100	87	0.02			
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	33.5	1920	1660	20.2	50	43	0.46	50.4	452	18.6	100	87	0.21			
109C	Derde Balk - Main member under	100x100x10	0		58.7	1920	1920	30.6	50	43	0.70	79.8	0	0.0	100	87	0.00			
110A	Derde Balk - Main member top	120x120x10	3	M24	21.8	2320	2060	10.6	50	43	0.24	30.2	452	22.3	100	87	0.26			
110C	Derde Balk - Main member top	120x120x10	0		26.5	2320	2320	11.4	50	43	0.26	37.4	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			



**Check galloping**

Datum: 2-7-2021  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.0

GT-TLB  
 HA+0\_n

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede									
					$\Delta F_o$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta \sigma_o$ [Mpa]	DC;o [Mpa]	$\Delta \sigma_{c;o}$ [Mpa]	UC opp.	$\Delta F_b$ [kN]	Bout [mm2]	$\Delta \sigma_{i;b}$ [Mpa]	DC;b [Mpa]	$\Delta \sigma_{c;b}$ [Mpa]	UC bout							
113	Tweede DWSRM - Main member	110x110x10	6	M24	12.3	2112	1852	6.7	50	43	0.15	18.8	452	6.9	100	87	0.08							
114A	Tweede DWSRM - Main member	100x100x8	6	M20	10.2	1550	1374	7.4	50	43	0.17	15.5	314	8.2	100	87	0.09							
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	120x120x12	6	M24	34.3	2750	2438	14.0	50	43	0.32	50.3	452	18.5	100	87	0.21							
115C	Tweede Balk - Main member	120x120x12	0		37.0	2750	2750	13.5	50	43	0.31	54.7	0	0.0	100	87	0.00							
116A	Tweede Balk - Main member	120x120x10	5	M24	27.1	2320	2060	13.2	50	43	0.30	40.7	452	18.0	100	87	0.21							
116C	Tweede Balk - Main member	120x120x10	0		28.6	2320	2320	12.3	50	43	0.28	39.8	0	0.0	100	87	0.00							
117A	Vierde TSNSTK - Main member	150x150x14	8	M24	96.9	4014	3650	26.5	50	43	0.61	132.2	452	36.5	100	87	0.42							
117B	Vierde TSNSTK - Main member	150x150x14	0		89.5	4014	4014	22.3	50	43	0.51	123.3	0	0.0	100	87	0.00							
117C	Vierde TSNSTK - Main member	150x150x14	8	M24	55.7	4014	3650	15.3	50	43	0.35	75.1	452	20.8	100	87	0.24							
118A	Derde TSNSTK - Main member	180x180x16	8	M24	94.2	5540	5124	18.4	50	43	0.42	126.1	452	34.9	100	87	0.40							
118B	Derde TSNSTK - Main member	180x180x16	8	M24	110.8	5540	5124	21.6	50	43	0.50	146.0	452	40.4	100	87	0.46							
118C	Derde TSNSTK - Main member	180x180x16	0		99.0	5540	5540	17.9	50	43	0.41	132.0	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	17.8	1920	1660	10.7	50	43	0.25	23.6	452	10.5	100	87	0.12							
120C	Eerste Balk - Main member	100x100x10	0		18.7	1920	1920	9.8	50	43	0.22	24.8	0	0.0	100	87	0.00							
121A	Eerste Balk - Main member	110x110x10	4	M24	16.6	2112	1852	9.0	50	43	0.21	22.2	452	12.3	100	87	0.14							
121C	Eerste Balk - Main member	110x110x10	0		13.8	2112	2112	6.5	50	43	0.15	19.5	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		57.2	1920	1920	29.8	50	43	0.69	87.3	0	0.0	100	87	0.00							
123A	Eerste DWSRM - Main member	90x90x8	3	M24	7.1	1390	1182	6.0	50	43	0.14	10.8	452	8.0	100	87	0.09							
123B	Eerste DWSRM - Main member	90x90x8	4	M24	9.5	1390	1182	8.0	50	43	0.18	14.5	452	8.0	100	87	0.09							
123C	Eerste DWSRM - Main member	90x90x8	0		7.7	1390	1390	5.6	50	43	0.13	11.7	0	0.0	100	87	0.00							
124A	Tweede TSNSTK - Main member	180x180x16	8	M24	114.1	5540	5124	22.3	50	43	0.51	150.3	452	41.6	100	87	0.48							
124B	Tweede TSNSTK - Main member	180x180x16	8	M24	100.6	5540	5124	19.6	50	43	0.43	131.4	452	36.3	100	87	0.42							
124C	Tweede TSNSTK - Main member	180x180x16	0		100.6	5540	5540	18.2	50	43	0.42	131.4	0	0.0	100	87	0.00							
125A	Eerste TSNSTK - Main member	180x180x16	8	M24	95.9	5540	5124	18.7	50	43	0.43	123.5	452	34.2	100	87	0.39							
125B	Eerste TSNSTK - Main member	180x180x16	8	M24	86.9	5540	5124	17.0	50	43	0.39	110.6	452	30.6	100	87	0.35							
125C	Eerste TSNSTK - Main member	180x180x16	0		95.8	5540	5540	17.3	50	43	0.40	123.4	0	0.0	100	87	0.00							
126A	Broekstuk - Main member	180x180x16	8	M24	86.8	5540	5124	16.9	50	43	0.39	110.5	452	30.6	100	87	0.35							
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							



**Check galloping**

Datum: 2-7-2021  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.0

GT-TLB  
 HA+0\_n

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					ΔF;o [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	Δσ;i;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			
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	1.7	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	0.8	480	390	2.1	50	43	0.05	1.2	201	6.1	100	87	0.07			
211	BVNSTK - Front bracing 12	50x50x5	1	M16	0.2	480	390	0.5	50	43	0.01	0.3	201	1.5	100	87	0.02			
212	BVNSTK - Top bracing 1	55x55x6	1	M16	0.7	600	492	1.4	50	43	0.03	1.0	201	4.8	100	87	0.06			
213	BVNSTK - Top bracing 2	70x70x6	1	M20	1.9	810	678	2.8	50	43	0.06	2.7	314	8.6	100	87	0.10			
214	BVNSTK - Top bracing 3	50x50x5	1	M16	0.1	480	390	0.3	50	43	0.01	0.2	201	1.0	100	87	0.01			
215	BVNSTK - Top bracing 4	70x70x6	1	M16	1.9	810	702	2.8	50	43	0.06	2.7	201	13.3	100	87	0.15			
216	BVNSTK - Top bracing 5	50x50x5	1	M16	0.0	480	390	0.1	50	43	0.00	0.1	201	0.3	100	87	0.00			
217	BVNSTK - Top bracing 6	70x70x6	1	M16	2.3	810	702	3.2	50	43	0.07	3.2	201	16.1	100	87	0.19			
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			
219	BVNSTK - Top bracing 8	60x60x6	1	M16	2.3	690	582	3.9	50	43	0.09	3.2	201	15.7	100	87	0.18			
220	BVNSTK - Top bracing 9	50x50x5	1	M16	0.0	480	390	0.1	50	43	0.00	0.1	201	0.2	100	87	0.00			
221	BVNSTK - Top bracing 10	60x60x6	1	M16	2.6	690	582	4.5	50	43	0.10	3.8	201	18.7	100	87	0.22			
222	BVNSTK - Top bracing 11	50x50x5	1	M16	0.0	480	390	0.1	50	43	0.00	0.1	201	0.3	100	87	0.00			
223	BVNSTK - Top bracing 12	50x50x5	1	M16	2.4	480	390	6.2	50	43	0.14	3.3	201	16.6	100	87	0.19			
224	BVNSTK - Top bracing 13	50x50x5	1	M16	0.0	480	390	0.1	50	43	0.00	0.1	201	0.3	100	87	0.00			
225	BVNSTK - Top bracing 14	60x60x6	1	M16	3.7	690	582	6.3	50	43	0.15	5.2	201	26.0	100	87	0.30			
226	BVNSTK - Top bracing 15	50x50x5	1	M16	0.0	480	390	0.1	50	43	0.00	0.1	201	0.4	100	87	0.00			
227	BVNSTK - Top bracing 16	60x60x6	1	M16	4.4	690	582	7.6	50	43	0.17	6.1	201	30.3	100	87	0.35			
228	BVNSTK - Top bracing 17	50x50x5	1	M16	0.1	480	390	0.2	50	43	0.01	0.1	201	0.6	100	87	0.01			
229	BVNSTK - Top bracing 18	60x60x6	1	M16	5.2	690	582	8.9	50	43	0.21	7.5	201	37.3	100	87	0.43			
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	22.6	100	87	0.26			



**Check galloping**

Datum: 2-7-2021  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.0

GT-TLB  
 HA+0\_n

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
				$\Delta F;0$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	DC;0 [Mpa]	$\Delta\sigma;c;0$ [Mpa]	UC opp.	$\Delta F;b$ [kN]	Bout [mm2]	$\Delta\sigma;i;b$ [Mpa]	DC;b [Mpa]	$\Delta\sigma;c;b$ [Mpa]	UC bout			
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 M20	5.7	940	808	7.1	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	6.2	810	678	9.2	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	6.5	810	678	9.6	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	1.2	480	390	3.2	50	43	0.07	1.7	201	8.7	100	87	0.10			
307	Eerste Balk - Diag 1 front	90x90x8	2 M24	8.6	1390	1182	7.3	50	43	0.17	11.9	452	13.2	100	87	0.15			
308	Eerste Balk - Diag 2 front	100x100x8	2 M24	8.7	1550	1342	6.5	50	43	0.15	12.0	452	13.3	100	87	0.15			
309	Eerste Balk - Vert 1 front	60x60x6	1 M16	0.8	690	582	1.3	50	43	0.03	1.0	201	5.2	100	87	0.06			
310	Eerste Balk - Diag 3 front	110x110x10	3 M24	11.4	2112	1852	6.2	50	43	0.14	15.8	452	11.6	100	87	0.13			
311	Eerste Balk - Vert 2 front	80x80x6	2 M20	4.7	940	808	5.8	50	43	0.13	7.2	314	11.5	100	87	0.13			
313	Eerste Balk - Diag 1 top	70x70x6	1 M20	4.7	810	678	6.9	50	43	0.16	7.0	314	22.2	100	87	0.26			
315	Eerste Balk - Diag 2 top	70x70x6	1 M20	4.7	810	678	6.9	50	43	0.16	6.9	314	22.1	100	87	0.25			
316	Eerste Balk - Horiz 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 2 onder	70x70x6	1 M20	10.1	810	678	14.9	50	43	0.34	15.4	314	49.0	100	87	0.56			
320	Eerste DWSRM - CD 3 onder	70x70x6	1 M20	11.9	810	678	17.6	50	43	0.40	18.2	314	57.9	100	87	0.67			
322	Eerste DWSRM - Horiz 3&4 onder	150x150x15(16,0.5)	3 M24	8.7	8600	8210	1.1	50	43	0.02	13.3	452	9.8	100	87	0.11			
323	Eerste DWSRM - CD 5 onder	60x60x6	1 M16	8.1	690	582	13.9	50	43	0.32	12.4	201	61.6	100	87	0.71			
324	Eerste DWSRM - CD 6 onder	50x50x5	1 M16	1.5	480	390	3.8	50	43	0.09	2.3	201	11.2	100	87	0.13			
325	Eerste DWSRM - CD 7 onder	50x50x5	1 M16	0.9	480	390	2.4	50	43	0.06	1.4	201	7.2	100	87	0.08			
326	Eerste DWSRM - Horiz 5 onder	100x100x10	2 M24	1.0	1920	1660	0.6	50	43	0.01	1.5	452	1.7	100	87	0.02			
327	Eerste DWSRM - Horiz 6 onder	100x100x10	2 M24	0.1	1920	1660	0.1	50	43	0.00	0.1	452	0.1	100	87	0.00			
328	Eerste DWSRM - Diag 1 front	50x50x5	2 M16	2.1	480	390	5.3	50	43	0.12	3.2	201	7.8	100	87	0.09			
329	Eerste DWSRM - Diag 2 front	70x70x6	1 M16	3.6	810	702	5.2	50	43	0.11	5.6	201	27.6	100	87	0.32			
330	Eerste DWSRM - Vert 1 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 3 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 4 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 5 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-Ct	70x70x6	1 M20	0.4	810	678	0.5	50	43	0.01	0.5	314	1.7	100	87	0.02			



**Check galloping**

Datum: 2-7-2021  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.0

GT-TLB  
 HA+0\_n

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					$\Delta F;0$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta \sigma;0$ [Mpa]	DC;0	$\Delta \sigma;0$ [Mpa]	UC opp.	$\Delta F;b$ [kN]	Bout [mm2]	$\Delta \sigma;b$ [Mpa]	DC;b	$\Delta \sigma;b$ [Mpa]	UC bout			
336	Eerste DWSRM - CD 1 onder	70x70x6	1	M20	8.1	810	678	12.0	50	43	0.27	12.4	314	39.4	100	87	0.45			
337	Eerste DWSRM - CD 4 onder	70x70x7	1	M20	16.5	940	786	21.0	50	43	0.48	25.2	314	80.3	100	87	0.92			
338	Eerste DWSRM	70x70x6	1	M20	5.2	810	678	7.7	50	43	0.18	7.9	314	25.1	100	87	0.29			
339	Bottom Girder Internal Box X-Dia	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	4.5	600	492	9.2	50	43	0.21	6.9	201	34.5	100	87	0.40			
402	Tweede DWSRM - CD 1 onder	50x50x5	1	M16	6.3	480	390	16.3	50	43	0.37	9.7	201	48.2	100	87	0.55			
403	Tweede DWSRM - CD 2 onder	55x55x6	1	M16	8.3	600	492	16.9	50	43	0.39	12.7	201	63.1	100	87	0.73			
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	9.4	480	390	24.0	50	43	0.55	14.3	201	71.1	100	87	0.82			
406	Tweede DWSRM - CD 4 onder	60x60x6	1	M16	10.4	690	582	17.9	50	43	0.41	15.9	201	79.3	100	87	0.91			
407	Tweede DWSRM - CD 5 onder	70x70x6	1	M20	13.0	810	678	19.2	50	43	0.44	19.9	314	63.3	100	87	0.73			
408	Tweede DWSRM - CD 6 onder	70x70x6	2	M16	15.1	810	702	21.6	50	43	0.50	23.1	201	57.5	100	87	0.66			
409	Tweede DWSRM - CD 7 onder	70x70x6	2	M16	19.3	810	702	27.5	50	43	0.63	29.5	201	73.3	100	87	0.84			
410	Tweede DWSRM - CD 8 onder	50x50x5	2	M16	7.9	480	390	20.3	50	43	0.47	12.1	201	30.1	100	87	0.35			
411	Tweede DWSRM - Horiz 3&4 undt	150x150x15(16,0.5)	3	M24	12.4	8600	8210	1.5	50	43	0.03	18.9	452	13.9	100	87	0.16			
412	Tweede DWSRM - Horiz 5 onder	100x100x8	1	M20	3.9	1550	1342	2.9	50	43	0.07	5.9	452	13.1	100	87	0.15			
413	Tweede DWSRM - Diag 1 front (si	70x70x6	1	M16	1.1	810	678	1.7	50	43	0.04	1.7	314	5.5	100	87	0.06			
414	Tweede DWSRM - Vert 1 front (si	50x50x5	1	M16	0.9	480	390	2.4	50	43	0.05	1.4	201	7.0	100	87	0.08			
415	Tweede DWSRM - Diag 2 front (li	70x70x6	2	M16	1.7	810	702	2.5	50	43	0.06	2.7	201	6.6	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	1.2	480	390	3.1	50	43	0.07	1.8	201	9.2	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	0.13	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	0.11	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	9.8	690	582	16.9	50	43	0.39	14.4	201	35.8	100	87	0.41			
426	Tweede Balk - Horiz 1&2 onder	100x100x10	3	M24	0.1	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	11.4	810	702	16.3	50	43	0.37	16.8	201	41.7	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			



**Check galloping**

Datum: 2-7-2021  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.0

GT-TLB  
 HA+0\_n

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede									
					$\Delta F_o$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta \sigma_o$ [Mpa]	DC;o [Mpa]	$\Delta \sigma_c;o$ [Mpa]	UC opp.	$\Delta F_b$ [kN]	Bout [mm2]	$\Delta \sigma_b$ [Mpa]	DC;b [Mpa]	$\Delta \sigma_c;b$ [Mpa]	UC bout							
429	Tweede Balk - CD 2 onder	70x70x6	2	M16	11.2	810	702	16.0	50	43	0.37	16.6	201	41.2	100	87	0.47							
430	Tweede Balk - Horiz 5 onder	150x150x15(16,0,0.5)	3	M24	15.7	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	2.5	480	390	6.5	50	43	0.15	3.6	201	9.1	100	87	0.10							
432	Tweede Balk - Front diag 1	110x110x10	3	M24	13.9	2112	1852	7.5	50	43	0.17	20.6	452	15.2	100	87	0.17							
433	Tweede Balk - Front diag 2	110x110x10	3	M24	13.5	2112	1852	7.3	50	43	0.17	19.9	452	14.6	100	87	0.17							
434	Tweede Balk - Front diag 3	120x120x12	4	M24	17.7	2750	2438	7.2	50	43	0.17	26.1	452	14.4	100	87	0.17							
435	Tweede Balk - Front vert 2	80x80x6	1	M20	0.1	940	808	0.1	50	43	0.00	0.1	314	0.3	100	87	0.00							
436	Tweede Balk - Front vert 1	60x60x6	2	M16	1.4	690	582	2.3	50	43	0.05	2.0	201	5.0	100	87	0.06							
438	Tweede Balk - Top CD 1	55x55x6	2	M20	5.6	600	468	12.0	50	43	0.28	8.4	314	13.4	100	87	0.15							
439	Tweede Balk - Top CD 2	55x55x6	2	M16	5.5	600	492	11.3	50	43	0.26	8.3	201	20.6	100	87	0.24							
440	Tweede Balk - Top CD 3	55x55x6	2	M16	5.6	600	492	11.3	50	43	0.26	8.3	201	20.6	100	87	0.24							
443	Tweede DWSRM - Doorsnede C-C	55x55x6	1	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	8.8	690	582	15.1	50	43	0.35	13.0	201	32.3	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	9.1	690	582	15.6	50	43	0.36	13.9	201	68.9	100	87	0.79							
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	11.8	810	678	17.4	50	43	0.40	18.0	314	57.2	100	87	0.66							
503	Derde DWSRM - CD 2 onder	70x70x7	1	M20	11.9	810	678	17.5	50	43	0.40	18.1	314	57.6	100	87	0.66							
504	Derde DWSRM - CD 3 onder	70x70x7	1	M20	14.2	940	786	18.0	50	43	0.41	21.6	314	68.9	100	87	0.79							
505	Derde DWSRM - CD 4 onder	70x70x7	2	M16	16.6	940	814	20.3	50	43	0.47	25.3	201	62.9	100	87	0.72							
506	Derde DWSRM - CD 5 onder	70x70x7	2	M16	20.9	940	814	25.7	50	43	0.59	31.9	201	79.3	100	87	0.91							
507	Derde DWSRM - CD 6 onder	55x55x6	1	M16	8.1	600	492	16.4	50	43	0.38	12.3	201	61.2	100	87	0.70							
508	Derde DWSRM - Horiz 3&4 onder	150x150x15(16,0,0.5)	3	M24	13.1	8600	8210	1.6	50	43	0.04	20.0	452	14.7	100	87	0.17							
509	Derde DWSRM - Horiz 5 onder	100x100x8	1	M24	4.9	1550	1342	3.6	50	43	0.08	7.5	452	16.5	100	87	0.19							
510	Derde DWSRM - Diag 1 front	50x50x5	1	M16	0.8	480	390	2.1	50	43	0.06	1.6	201	6.2	100	87	0.07							
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	1.9	50	43	0.04	1.2	201	5.7	100	87	0.07							
513	Derde DWSRM - Diag 3 front	50x50x5	1	M16	0.8	480	390	2.0	50	43	0.05	1.2	201	6.0	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	2.7	201	13.6	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							



**Check galloping**

Datum: 2-7-2021  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.0

GT-TLB  
 HA+0\_n

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	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;i;b [Mpa]	DC;b [Mpa]	Δσ;c;b [Mpa]	UC bout			
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	11.0	600	492	22.3	50	43	0.51	15.1	201	37.6	100	87	0.43			
524	Derde Balk - CD 1 onder	55x55x6	2 M16	12.7	600	492	25.9	50	43	0.60	17.7	201	44.1	100	87	0.51			
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	14.8	600	492	30.1	50	43	0.69	20.6	201	51.3	100	87	0.59			
527	Derde Balk - Horiz 3&4 onder	100x100x8	3 M20	0.3	1550	1374	0.2	50	43	0.00	0.4	314	0.4	100	87	0.01			
528	Derde Balk - CD 3 onder	55x55x6	2 M16	13.9	600	492	28.2	50	43	0.65	19.3	201	48.0	100	87	0.55			
529	Derde Balk - CD 4 onder	55x55x6	1 M16	11.5	600	492	23.3	50	43	0.54	15.9	201	79.2	100	87	0.91			
530	Derde Balk - Horiz 5 onder	150x150x15(16,0.5)	3 M24	13.4	8600	8210	1.6	50	43	0.04	18.8	452	13.9	100	87	0.16			
531	Derde Balk - CD 5&6 onder	50x50x5	2 M16	3.8	480	390	9.8	50	43	0.23	5.1	201	12.7	100	87	0.15			
532	Derde Balk - Diag 1 front	90x90x8	2 M24	9.0	1390	1182	7.6	50	43	0.18	12.1	452	13.4	100	87	0.15			
533	Derde Balk - Diag 2 front	90x90x8	2 M24	8.3	1390	1182	7.0	50	43	0.16	11.2	452	12.4	100	87	0.14			
534	Derde Balk - Diag 3 front	100x100x8	2 M24	10.2	1550	1342	7.6	50	43	0.17	13.7	452	15.1	100	87	0.17			
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	0.4	690	582	0.7	50	43	0.02	0.6	201	2.7	100	87	0.03			
537	Derde Balk - Diag 1 top	50x50x5	1 M16	3.9	480	390	9.9	50	43	0.23	5.5	201	27.2	100	87	0.31			
538	Derde Balk - Diag 2 top	50x50x5	1 M16	3.9	480	390	9.9	50	43	0.23	5.5	201	27.3	100	87	0.31			
541	Derde Balk - Diag 3 top	50x50x5	1 M16	3.8	480	390	9.8	50	43	0.23	5.4	201	27.0	100	87	0.31			
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	Leuningstijl 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	80x80x6	3 M24	5.5	940	784	7.0	50	43	0.16	7.1	452	5.3	100	87	0.06			
600T	Zesde TSNSTK - 3rd CA upper hoi	80x80x6	2 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	20.8	1920	1660	12.5	50	43	0.29	31.6	452	23.3	100	87	0.27			
601T	Zesde TSNSTK - CD 1 side	80x80x6	2 M24	3.8	940	784	4.8	50	43	0.11	5.4	452	6.0	100	87	0.07			
602	Zesde TSNSTK - Diaphragm diag	80x80x6	2 M20	18.6	940	808	23.0	50	43	0.53	27.0	314	43.0	100	87	0.49			
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	18.2	940	808	22.6	50	43	0.52	27.5	314	21.9	100	87	0.25			
605L	Zesde TSNSTK - CD 2 front	90x90x8	2 M24	33.7	1390	1182	28.6	50	43	0.66	50.7	452	56.1	100	87	0.65			
605T	Zesde TSNSTK - CD 2 side	90x90x8	2 M24	36.8	1390	1182	31.1	50	43	0.72	55.5	452	61.4	100	87	0.71			
606L	Zesde TSNSTK - CD 3 front	90x90x9	2 M24	30.5	1539	1305	23.4	50	43	0.54	45.9	452	50.8	100	87	0.58			
606T	Zesde TSNSTK - CD 3 side	90x90x8	2 M24	33.1	1390	1182	28.0	50	43	0.64	50.0	452	55.3	100	87	0.64			
607L	Zesde TSNSTK - CD 4 front	90x90x8	2 M24	27.6	1390	1182	23.3	50	43	0.54	41.5	452	45.9	100	87	0.53			
607T	Zesde TSNSTK - CD 4 side	90x90x8	2 M24	29.9	1390	1182	25.3	50	43	0.58	45.1	452	49.9	100	87	0.57			





**Check galloping**

Datum: 2-7-2021  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.0

GT-TLB  
 HA+0\_0\_n

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					ΔF;o [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	Δf;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			
608L	Vijfde TSNSTK - CD 1 front	90x90x8	2	M24	25.5	1390	1182	21.5	50	43	0.50	38.3	452	42.3	100	87	0.49			
608T	Vijfde TSNSTK - CD 1 side	80x80x8	2	M20	27.2	1230	1054	25.8	50	43	0.59	41.1	314	65.4	100	87	0.75			
609L	Vijfde TSNSTK - CD 2 front	90x90x8	2	M24	23.5	1390	1182	19.9	50	43	0.46	35.4	452	39.2	100	87	0.45			
609T	Vijfde TSNSTK - CD 2 side	80x80x8	2	M20	25.1	1230	1054	23.8	50	43	0.55	37.9	314	60.3	100	87	0.69			
610L	Vijfde TSNSTK - CD 3 front	130x130x12	3	M24	35.6	3000	2688	13.2	50	43	0.30	54.0	452	39.8	100	87	0.46			
610T	Vijfde TSNSTK - CD 3 side	80x80x8	2	M20	23.4	1230	1054	22.2	50	43	0.51	35.3	314	56.3	100	87	0.65			
611L	Vijfde TSNSTK - CD 4 front	100x100x10	2	M24	29.6	1920	1660	17.8	50	43	0.41	42.2	452	46.7	100	87	0.54			
611T	Vijfde TSNSTK - CD 4 side	100x100x8	4	M24	32.0	1550	1342	23.9	50	43	0.55	45.2	452	25.0	100	87	0.29			
612	Vijfde TSNSTK - Diaphragm diag	80x80x6	2	M20	11.9	940	808	14.8	50	43	0.34	18.1	314	28.8	100	87	0.33			
614L	Vijfde TSNSTK - Mid CA upper hoi	120x120x10	4	M24	11.4	2320	2060	5.5	50	43	0.13	15.3	452	8.5	100	87	0.10			
614T	Vijfde TSNSTK - Mid CA upper hoi	90x90x8	3	M20	0.9	1390	1214	0.7	50	43	0.02	1.3	314	1.4	100	87	0.02			
615T	Vijfde TSNSTK - Mid CA lower hoi	90x90x8	5	M24	12.9	1390	1182	10.9	50	43	0.25	19.7	452	8.7	100	87	0.10			
616L	Vierde TSNSTK - CD 1 front	100x100x10	2	M24	27.5	1920	1660	16.6	50	43	0.38	39.1	452	43.2	100	87	0.50			
616T	Vierde TSNSTK - CD 1 side	100x100x8	3	M24	30.1	1550	1342	22.5	50	43	0.52	42.6	452	31.4	100	87	0.36			
617L	Vierde TSNSTK - CD 2 front	100x100x10	2	M24	25.5	1920	1660	15.4	50	43	0.35	36.1	452	39.9	100	87	0.46			
617T	Vierde TSNSTK - CD 2 side	100x100x8	3	M24	28.3	1550	1342	21.1	50	43	0.48	39.9	452	29.4	100	87	0.34			
618L	Vierde TSNSTK - CD 3 front	100x100x8	2	M24	24.0	1550	1342	17.9	50	43	0.41	33.9	452	37.5	100	87	0.43			
618T	Vierde TSNSTK - CD 3 side	100x100x8	3	M24	26.7	1550	1342	19.9	50	43	0.46	37.6	452	27.8	100	87	0.32			
619L	Vierde TSNSTK - CD 4 front	100x100x10	3	M24	23.1	1920	1660	13.9	50	43	0.32	32.5	452	35.9	100	87	0.41			
619T	Vierde TSNSTK - CD 4 side	100x100x8	3	M24	25.3	1550	1342	18.8	50	43	0.43	35.6	452	26.3	100	87	0.30			
620L	Derde TSNSTK - CD 1 front	100x100x8	2	M20	16.0	1550	1374	11.6	50	43	0.27	23.9	314	38.0	100	87	0.44			
620T	Derde TSNSTK - CD 1 side	100x100x8	3	M24	23.6	1550	1342	17.6	50	43	0.41	33.4	452	24.6	100	87	0.28			
621L	Derde TSNSTK - CD 2 front	110x110x10	3	M24	24.5	2112	1852	13.2	50	43	0.30	32.4	452	23.9	100	87	0.27			
621T	Derde TSNSTK - CD 2 side	110x110x10	3	M24	28.3	2112	1852	15.3	50	43	0.35	37.6	452	27.7	100	87	0.32			
622L	Derde TSNSTK - Diag 1 front	110x110x10	2	M24	21.6	2112	1852	11.6	50	43	0.27	28.8	452	31.8	100	87	0.37			
622T	Derde TSNSTK - Diag 1 side	110x110x10	2	M24	25.8	2112	1852	13.9	50	43	0.32	34.4	452	38.1	100	87	0.44			
623T	Derde TSNSTK - Low CA low hori:	100x100x8	5	M24	3.9	1550	1342	2.9	50	43	0.07	5.8	452	2.5	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	4.6	940	808	5.7	50	43	0.13	6.4	314	20.2	100	87	0.23			
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			
627L	Derde TSNSTK - Low CA upper hc	110x110x10	4	M24	5.8	2112	1852	3.2	50	43	0.07	7.9	452	4.4	100	87	0.05			
628L	Tweede TSNSTK - Diaphragm hor	90x90x9	3	M24	15.0	1539	1305	11.5	50	43	0.26	19.8	452	14.6	100	87	0.17			
628T	Tweede TSNSTK - Diaphragm hor	100x100x10	3	M24	13.3	1920	1660	8.0	50	43	0.18	17.5	452	12.9	100	87	0.15			
629	Tweede TSNSTK - Diaphragm dia	60x60x6	1	M16	1.8	690	582	3.2	50	43	0.07	2.8	201	13.8	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			



**Check galloping**

Datum: 2-7-2021  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.0

GT-TLB  
 HA+0\_n

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					$\Delta F;0$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	DC;0 [Mpa]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	UC opp.	UC	$\Delta F;b$ [kN]	Bout [mm2]	$\Delta\sigma;b$ [Mpa]	DC;b [Mpa]	$\Delta\sigma;b$ [Mpa]	UC bout		
631L	Tweede TSNSTK - Diag 1 front	100x100x10	2	M24	22.2	1920	1660	13.4	50	43	0.31	29.5	452	32.6	100	87	0.37			
631T	Tweede TSNSTK - Diag 1 side	100x100x10	3	M24	25.0	1920	1660	15.1	50	43	0.35	35.0	452	25.8	100	87	0.30			
635L	Eerste TSNSTK - Diag 1 front	120x120x10	2	M24	11.6	2320	2060	5.6	50	43	0.13	15.2	452	16.8	100	87	0.19			
635T	Eerste TSNSTK - Diag 1 side	120x120x10	2	M24	13.9	2320	2060	6.8	50	43	0.16	19.5	452	21.5	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	1.3	100	87	0.01			
636T	Eerste TSNSTK - Horiz 1 side	80x80x6	1	M20	0.2	940	808	0.2	50	43	0.01	0.3	314	0.8	100	87	0.01			
637L	Eerste TSNSTK - Diag 2 front	120x120x10	3	M24	11.7	2320	2060	5.7	50	43	0.13	15.4	452	11.4	100	87	0.13			
637T	Eerste TSNSTK - Diag 2 side	120x120x10	3	M24	13.6	2320	2060	6.6	50	43	0.15	19.1	452	14.1	100	87	0.16			
638L	Eerste TSNSTK - Diag 3 front	120x120x12	3	M24	10.1	2750	2438	4.2	50	43	0.10	13.3	452	9.8	100	87	0.11			
638T	Eerste TSNSTK - Diag 3 side	120x120x12	3	M24	11.8	2750	2438	4.8	50	43	0.11	16.5	452	12.1	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	0.7	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 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	0.1	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	10.6	2112	1852	5.7	50	43	0.13	13.9	452	10.2	100	87	0.12			
643T	Broekstuk - Main diagonal side	110x110x10	3	M24	11.7	2112	1852	6.3	50	43	0.14	16.3	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.8 Mastrapportage hoekmasten reconstructie

ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN

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

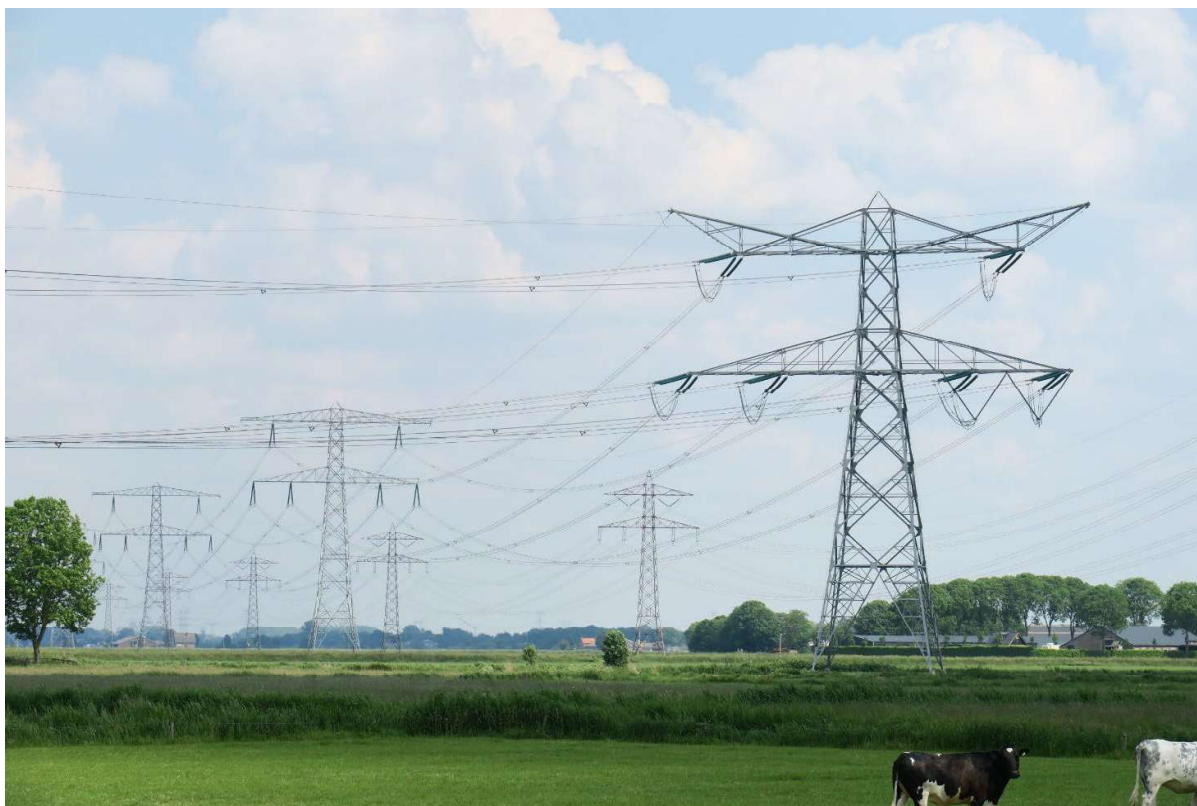
TenneT TSO B.V.

Meridian doc.nr.: 002.678.00 0934580

Rapport nr.: 21-0895, Rev. 4

Datum: 2022-04-22

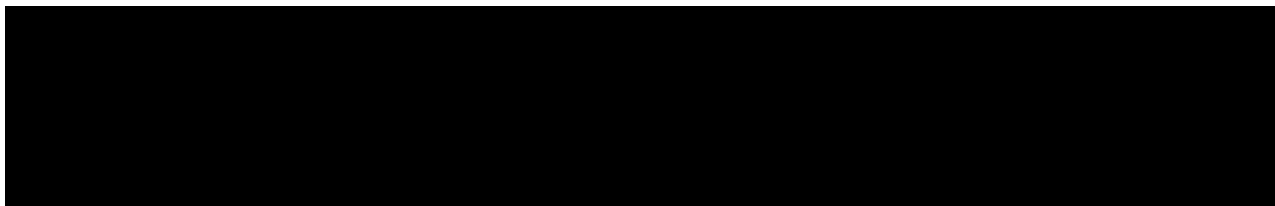
DATUM:	28-04-2022
STATUS TENNET:	DEFINITIEF
REVISIE TENNET:	1.0





Projectnaam: Zuid-West 380 kV Oost Verbindingen  
Rapport titel: Mastrapportage GT-TLB 3-ct. EA+0/n  
Klant: TenneT TSO B.V.,  
Contactpersoon klant: XXXXXXXXXX  
Datum uitgave: 2022-04-22  
Project nr.: 10124719  
Organisatie unit: TDT  
Meridian doc.nr.: 002.678.00 0934580  
Rapport nr.: 21-0895, Rev. 4

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: --

Rev.	Datum	Reden van uitgave	Auteur	Beoordelaar	Goedkeuder
0	15-07-2021	Eerste uitgave			
1	03-08-2021	RFA opmerkingen opgelost			
2	10-08-2021	RFA opmerkingen opgelost			
3	06-10-2021	Aangepast n.a.v. RFA HB+0_n			
4	22-04-2022	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	7
3.3	Mastenlijst	7
3.4	Geleiderbelastingen	7
3.5	Reacties op de fundering	9
3.6	Modellering	9
3.7	Modellering stompe traverse	10
3.8	Overige controles	10
3.9	Mastgewicht	10
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.

Het ontwerp van masttype EA+0/n is gebaseerd op het ontwerp van masttype HA+0/n, gepresenteerd in rapport 21-0891 (meridian nummer 002.678.00 0934576). De meerderheid van de profielafmetingen en de diagonaalindelingen zijn identiek tussen beide masttypes. Een aantal profielen is in afmeting vergroot bij masttype EA+0/n, dit is het gevolg van de gewijzigde geleiderpositie op de middelste traverse en het effect van de kortsluitbelasting.

In deze rapportage is de toetsing van de hoekmast EA+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 isolator kettingen.

Buiten de scope van dit DO-rapport valt de controle van de schetsplaten en overige verbinding details in de constructie. Dit moet in de UO-fase worden uitgewerkt. Ook de voorzieningen voor de 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	16.85
Mastberekeningen	PLS-TOWER	16.85
Constructieve analyse	AxisVM	X5 R4h

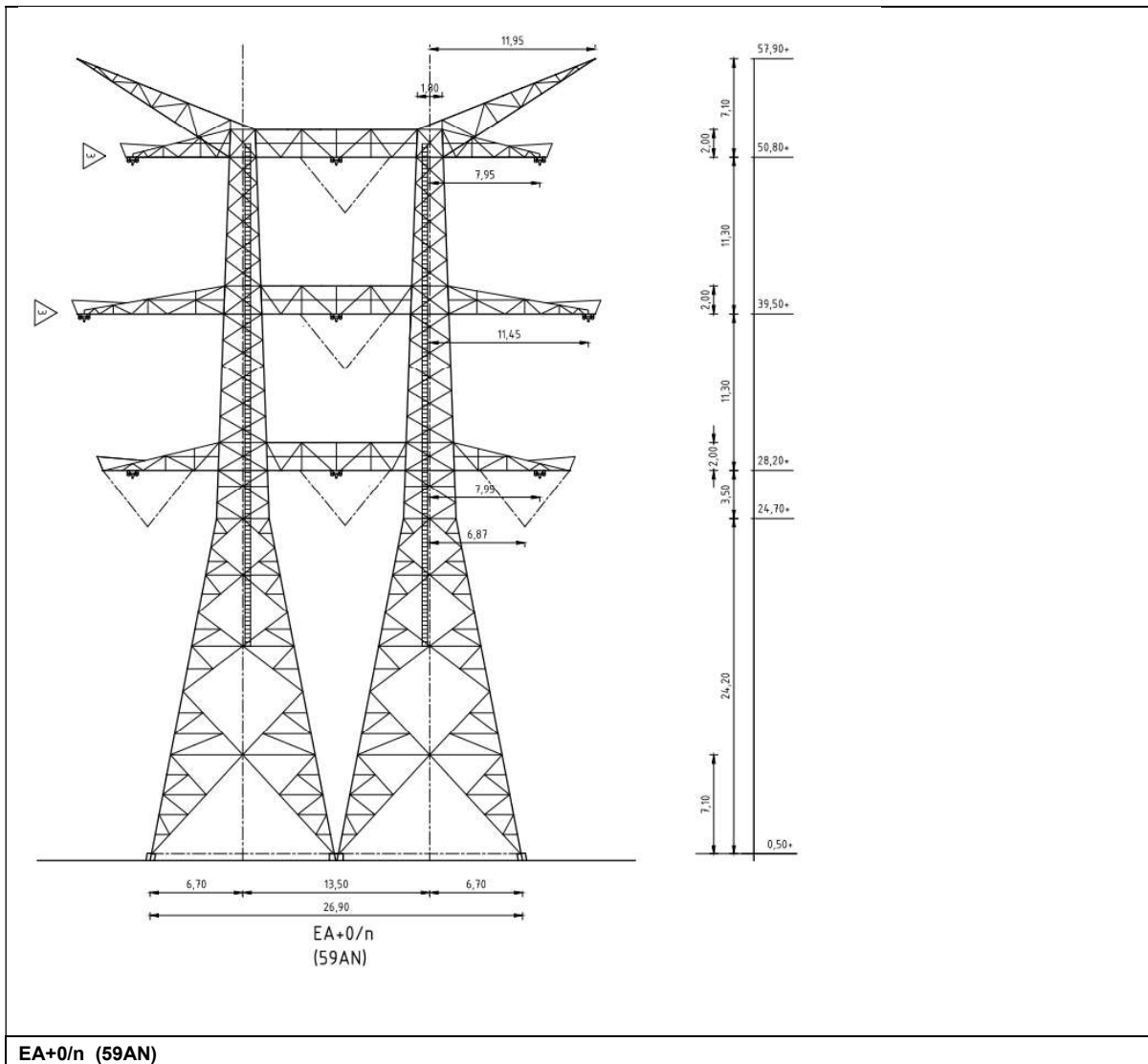
### 3 MASTONTWERP

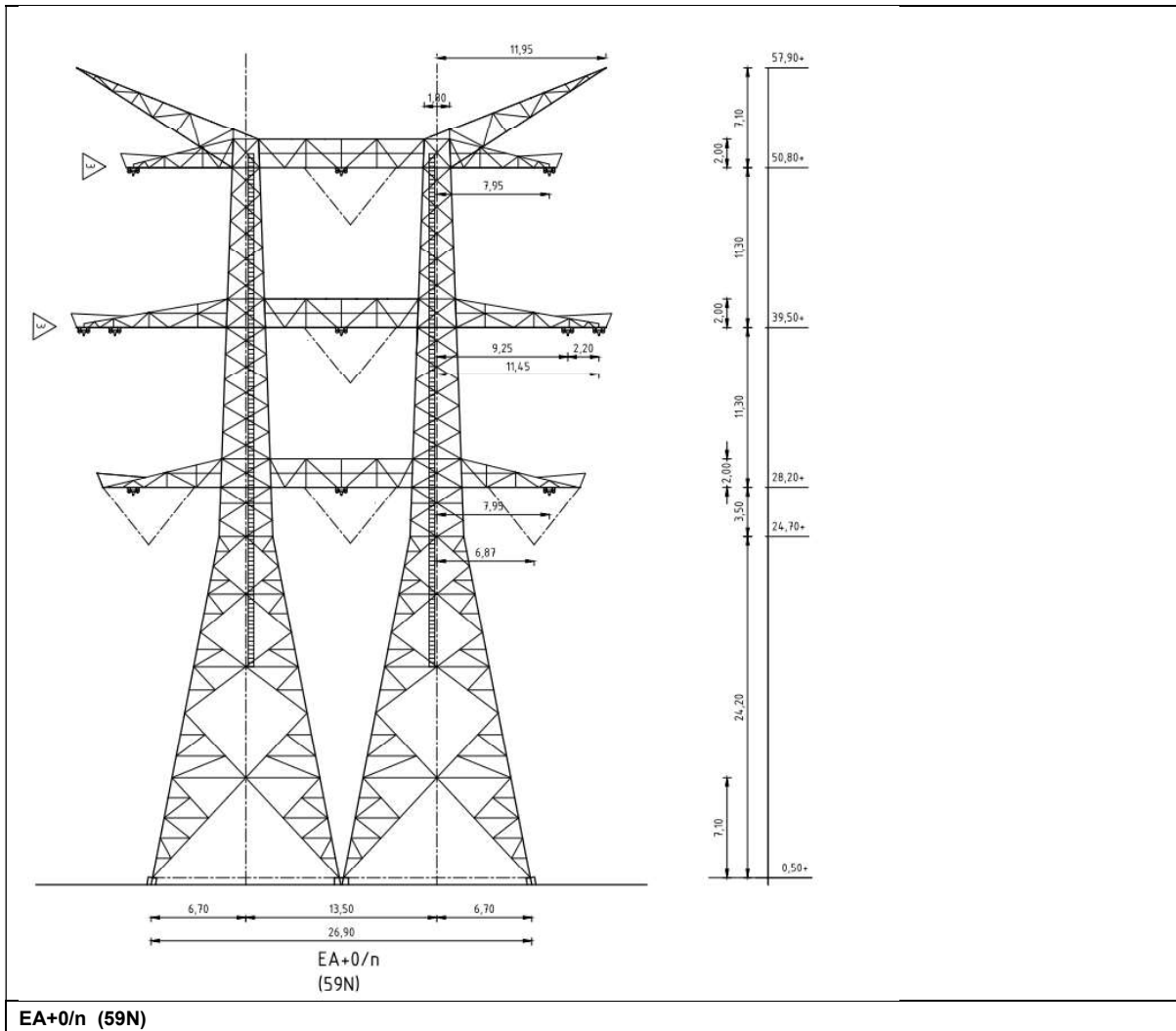
#### 3.1 Mastbeelden

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 EA+0/n, Meridiannummer 002.678.00 0934599
- Principedetails GT-TLB, Meridiannummer 002.678.00 0935109.

Masttype reconstructie EA+0/n is een hoekmast voor drie circuits 380 kV. Figuur 1 toont de mastbeeld voor mast 59AN en 59N. Het verschil tussen beide mastlocaties zit in de geleiderposities op de middelste traverse. Bij mast 59N is de middelste buitenste geleider voor het veld naar het portaal naar binnen verschoven met 2,2 m, om aan de interne afstandseisen te voldoen. In de richting van het station zijn er twee bliksemgeleiders per bliksempiek.





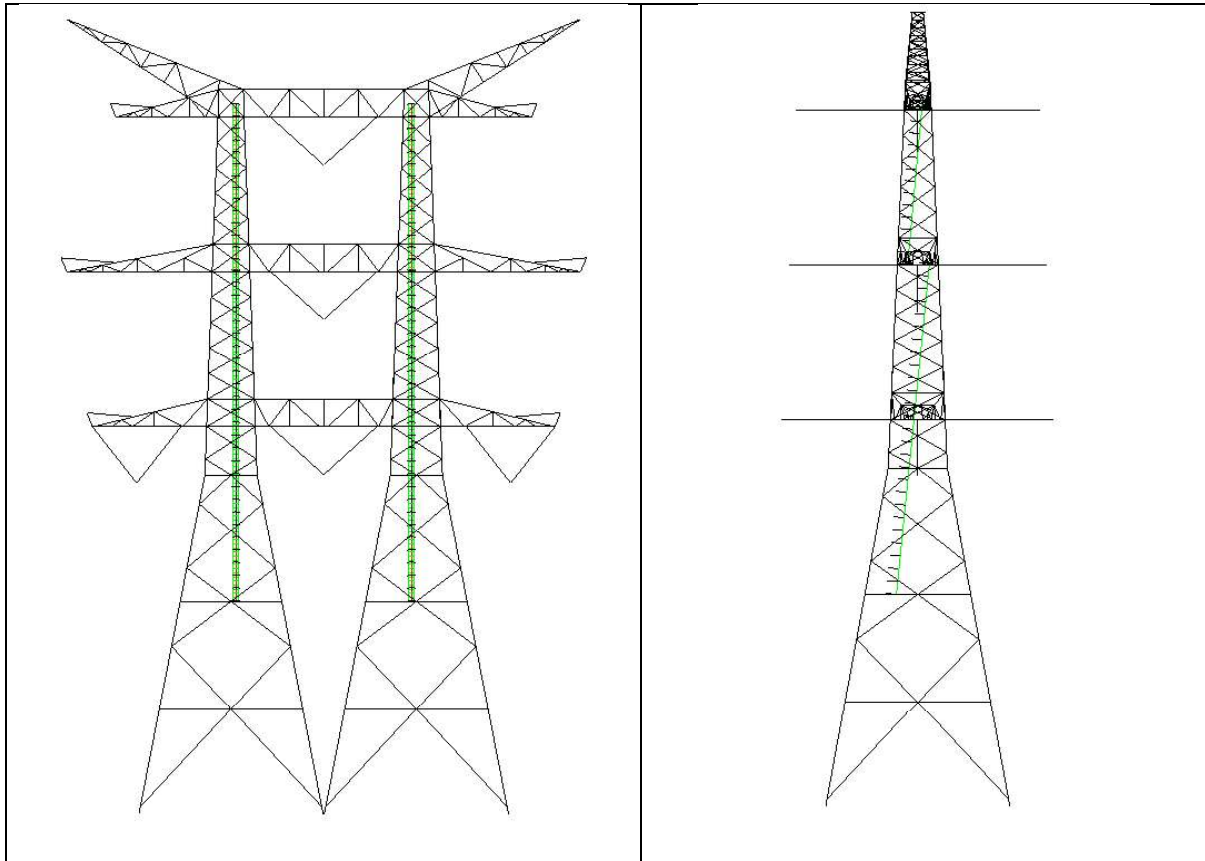
**Figuur 1 Mastbeeld masttype EA+0/n 3-ct**

Masten 59AN en 59N zijn identiek met betrekking tot de staafafmetingen, boutverbindingen en stabiliteitsverbanden (inclusief de verbanden aan de voor- en achterkant van de middentraverse). Het enige verschil tussen de twee masten is de positie van de geleider aan de stationszijde op de middentraverse en de daarvoor benodigde afspanliggers.

Over het onderste deel van de mast worden klimbouten aangebracht. Vervolgens bestaat de klimweg uit een ladder. De ladder op de constructie is zo geplaatst dat deze geen belemmering vormt voor constructiedelen in het torenlichaam. Er moeten per toren twee ladders worden geïnstalleerd en vier 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 bordessen dienen voor toegang tot de ladder en de traverse. Deze bevinden zich op het tweede horizontale verband, ondertraverse, middentraverse en boventraverse.

Stapbouten moeten vanaf ongeveer 2,5 m boven het maaiveld worden geïnstalleerd en worden op beide buitenste poten van de toren geplaatst. De stapbouten worden geïnstalleerd op een hoogte boven het eerste platform die nog steeds toegankelijk is tijdens het manoeuvreren van de stapbouten naar het platform.



Figuur 2 Mastbeeld masttype EA+0/n 3-ct met ladder (groen)

### 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 EA+0/n opgenomen. Locatie-specifieke belastingen zijn ontwikkeld voor EA+0/n op locatie 59N en 59AN.

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

Mast-nummer	Masttype	Lijnhoek (°)	Wind span (m)	Weight span (m)	Hoogteverschil ba+ah (m)	Hoogteverschil back (m)	Hoogteverschil ahead (m)
59N	EA+0	174.15	170.3	475.4	33.50	0.40	33.10
59AN	EA+0	180.00	144.0	391.0	34.26	-1.66	35.92

### 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.

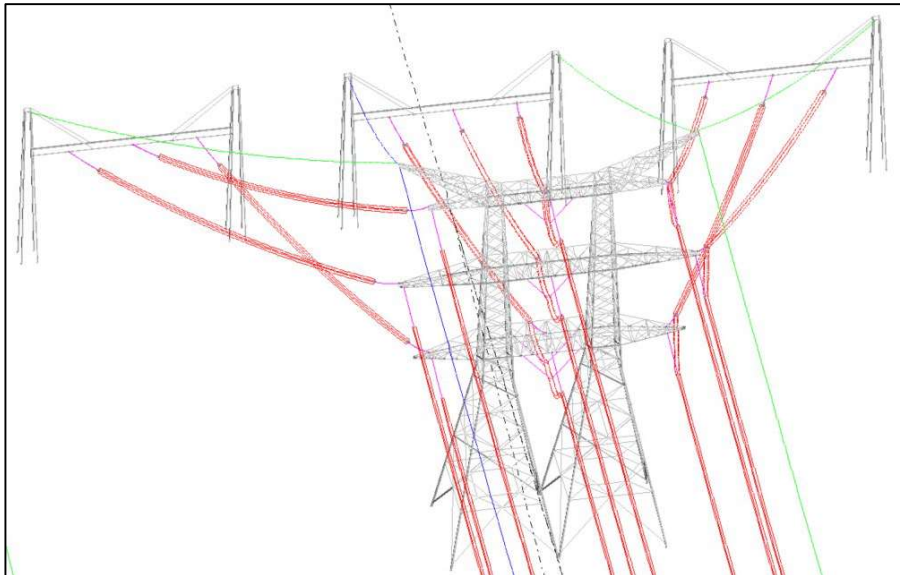
De belastingen voor locatie 59AN zijn berekend door het beschouwen van twee situaties: de tijdelijke situatie van de inlusing en de finale situatie. De tijdelijke situatie houdt in dat twee circuits aanwezig zijn en drie bliksemgeleiders. De finale situatie houdt aanwezigheid in van alle drie de circuits en vier bliksemgeleiders. Figuur 3 laat de tijdelijke situatie zien voor mast 59AN en Figuur 5 laat de situatie zien voor mast 59N. De permanente situatie voor mast 59AN is identiek aan mast 59N (Figuur 4), behoudens de veldlengte tot het portaal.

Opmerking 1: De trekparameter tussen het uitgangspuntenrapport en Appendix A verschilt, zie het uitgangspuntenrapportage voor nadere toelichting.

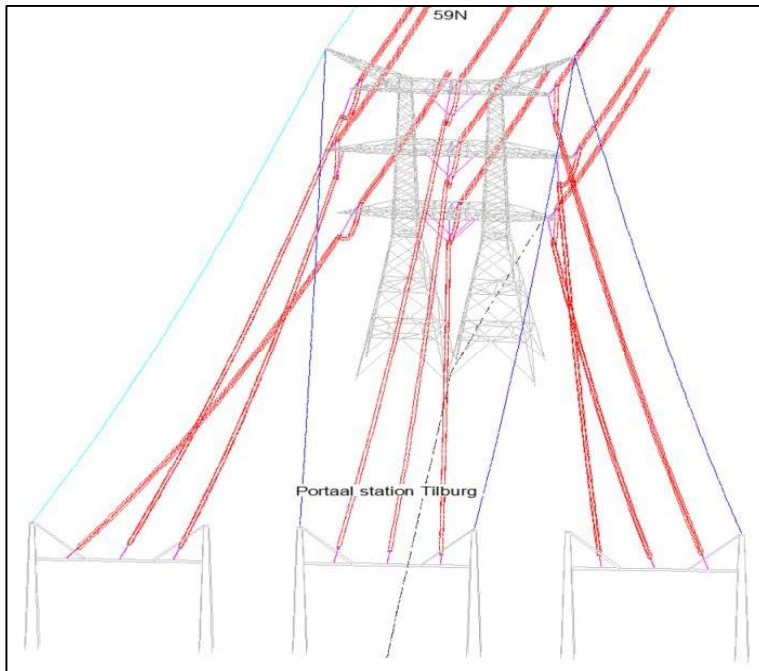
Opmerking 2: in de berekening is in tegenstelling tot wat is vermeld in het uitgangspuntenrapport als conservatieve aanname rekening gehouden met de belasting door een antenne-opstelling.



**Figuur 3 Tijdelijke situatie voor mast 59AN**



**Figuur 4 Permanente situatie voor mast 59AN**



**Figuur 5 Situatie voor mast 59N**

Kortsluitbelastingen zijn berekend voor het veld tussen portaal en mast 59AN. Hierbij is uitgegaan van de buitenste positie op de middentraverse. De keuze om de geleider aan de buitenzijde van mast 59AN te plaatsen is gebaseerd op de gestelde eisen met betrekking tot interne spanningsafstanden voor de overspanning tussen mast 59AN en het portaal. Indien de geleider naar de binnen positie zou worden verplaatst, worden de eisen aan de interne spanningsafstanden overschreden. Om deze reden is het niet nodig om kortsluitbelastingen te beschouwen voor geleiders op de binnen positie. Als er in een latere fase blijkt dat de geleiders toch naar binnen worden verplaatst, dan moet het effect van de kortsluitbelastingen op de mastconstructie nader worden beschouwd.

Gebaseerd op het PLS-CADD-model, zijn 2 V-fixaties noodzakelijk op de middenfase van de ondertraverse. In de constructieberekeningen zijn de V-fixaties conservatief aangenomen ter plaatse van iedere fase.

### 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 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.

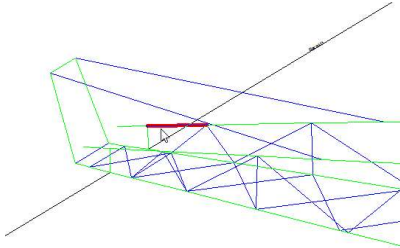
De geleiderbelastingen vanuit het geleiderbelastingenprogramma zijn als invoer voor de belastingen gebruikt.

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 Modelling stompe traverse

Opmerking bij revisie 4: de midden en boventraverse zullen 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 6 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 6, 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. Knikverkorteprofielen 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. Appendix F omvat de toetsing op galloping. Vanwege galloping zijn de onderranden van de midden- en boventraverse verzwaard en zijn enkele diagonalen in de traverse verzwaard.

### 3.9 Mastgewicht

Het totale mastgewicht van masttype EA+0/n 3-ct (59N) is met de uitgangspunten van paragraaf 3.6 bepaald op 81,2 ton.

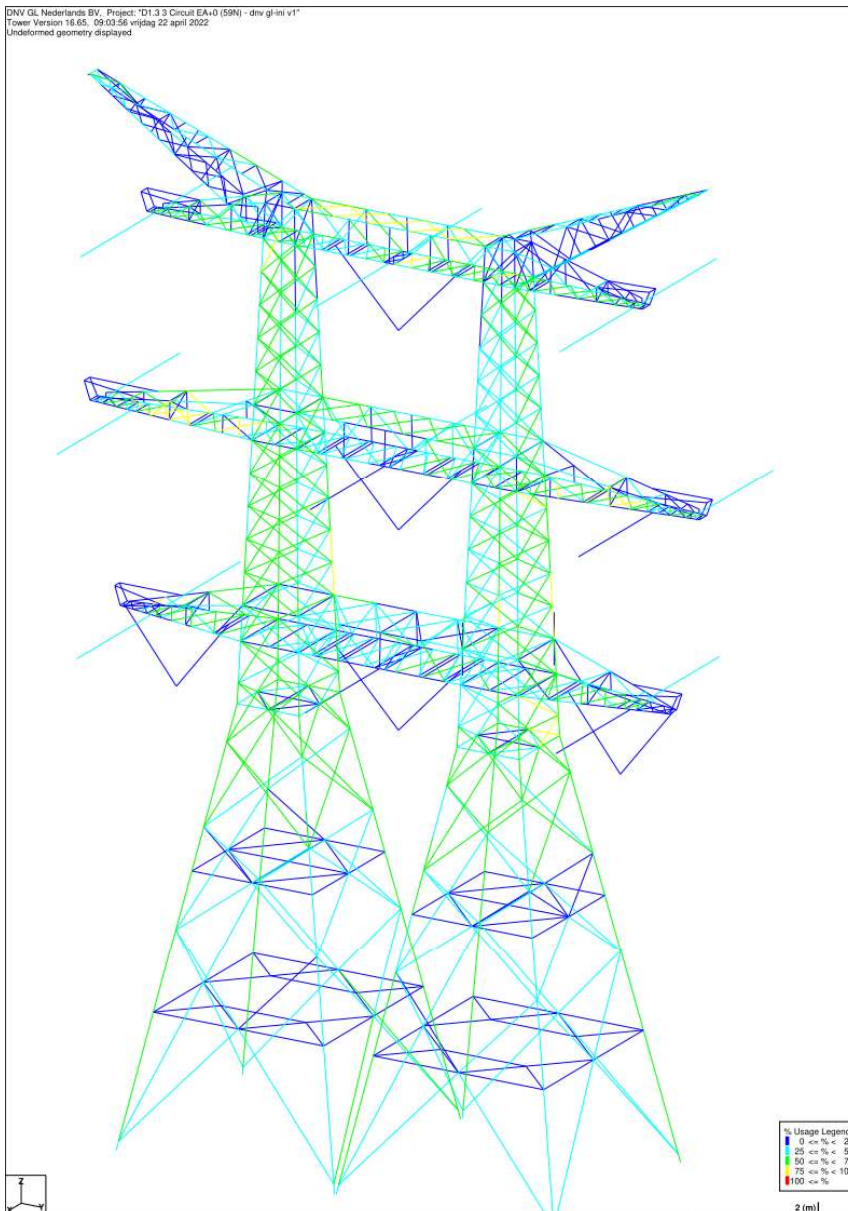
## 4 TOETSING

### 4.1 Resultaat PLS-TOWER

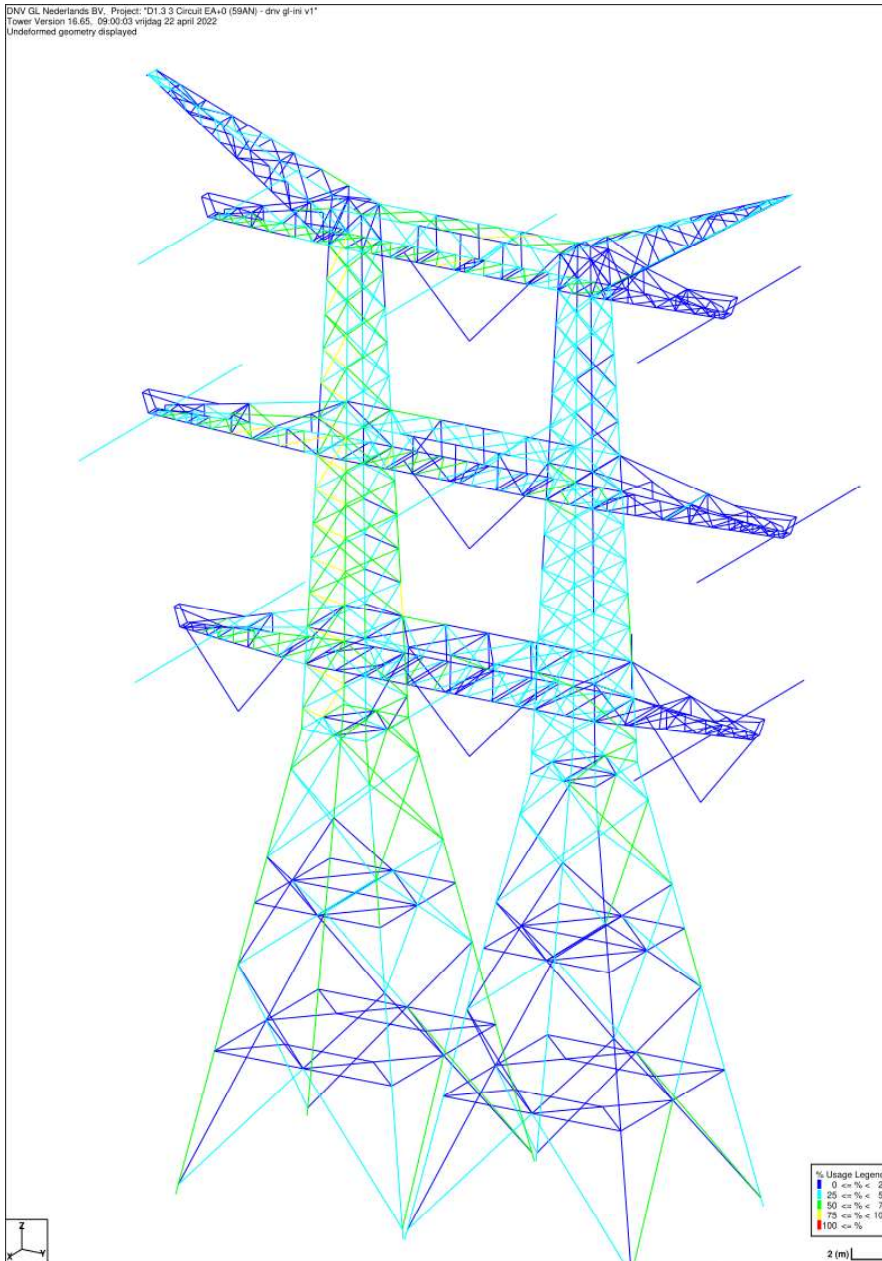
Drie berekeningen zijn uitgevoerd voor type EA+0/n:

- 1) Locatie 59N met drie circuits en vier bliksemgeleiders (Figuur 9);
- 2) Locatie 59AN met twee circuits en drie bliksemgeleiders (Figuur 10);
- 3) Locatie 59AN met drie circuits en vier bliksemgeleiders (Figuur 11).

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

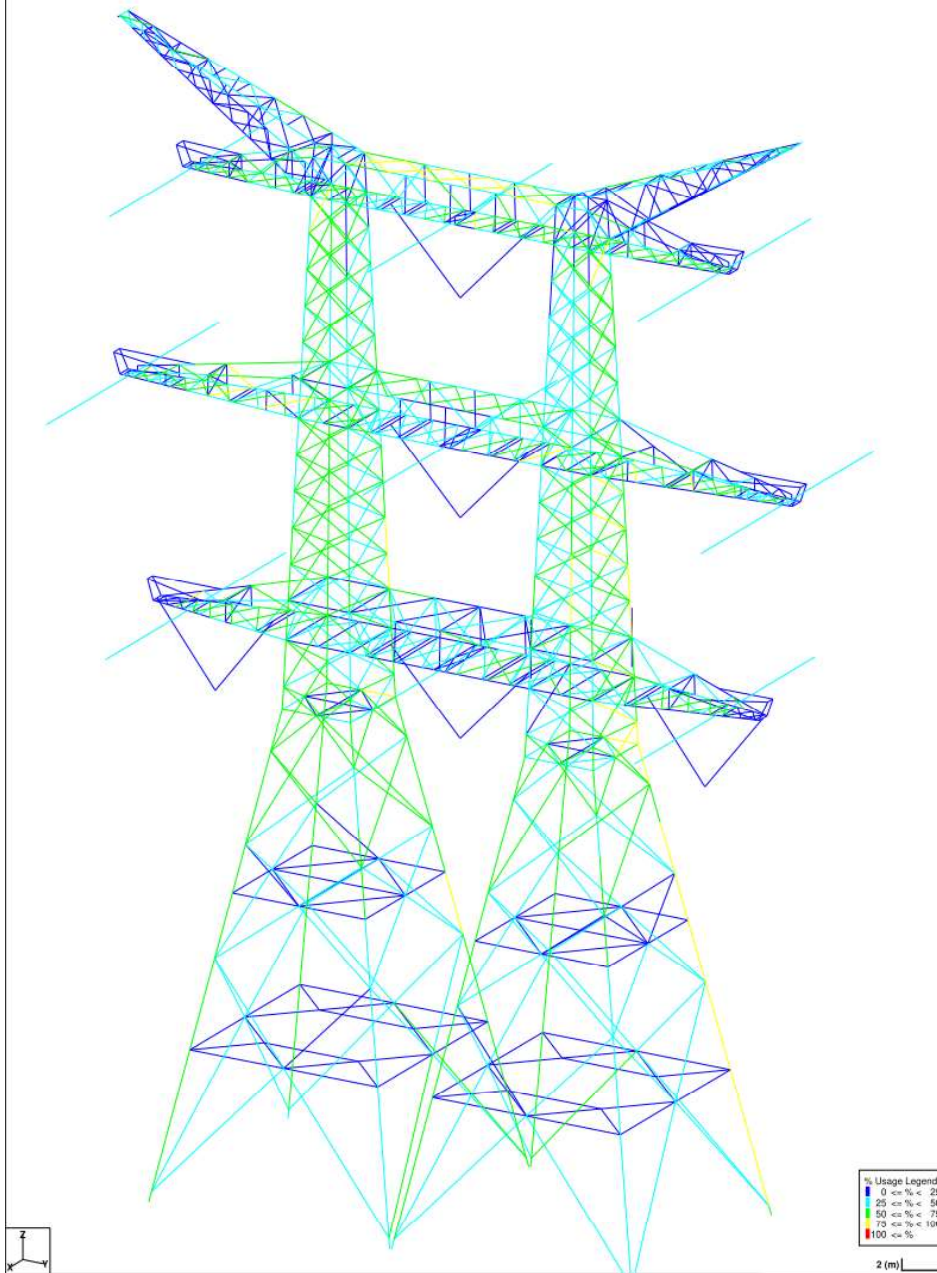


**Figuur 7 Resultaat PLS-TOWER voor EA+0/n (59N) 3-ct**



**Figuur 8 Resultaat PLS-TOWER voor EA+0/n (59AN) 2-ct**

DNV GL Nederlands BV - Project: "D1.3.3 Circuit EA+0 (59AN) - drv gl-iri v1"  
 Tower Version 16.65, 08:54:19 vrijdag 22 april 2022  
 Undeformed geometry displayed



**Figuur 9 Resultaat PLS-TOWER voor EA+0/n (59AN) 3-ct**

## 4.2 Toetsing overige onderdelen

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

**Tabel 7 Samenvatting uitgevoerde controles**

Controle van	Beoordeling	Referentie
Profielen	Voldoen	Figuur 9 Figuur 10 Figuur 11 Appendix B
Knikverkorters	Voldoen	Appendix C
Blokdeuvels randstijl	Voldoen	Appendix D
Liggers	Voldoen	Appendix E
Galloping	Voldoet	Appendix F

## APPENDIX A

### Geleiderbelastingen

---

Kortsluitbelastingen opgenomen:

- Masttype EA+0/n 59AN.

Geleiderbelastingen opgenomen:

- Masttype EA+0/n 59AN
- Masttype EA+0/n 59N.

Fundatiebelastingen opgenomen:

- Reacties EA+0/n 59AN tijdelijk
- Reacties EA+0/n 59AN
- Reacties EA+0/n 59N.

Number of loops **9**

	20	21	22	10	11	12	30	31	32
<b>Name of the Span / Location / Scenario</b>									
CT_min	(N)	24928	21816	24760	22896	21768	24612	22896	21812
CT_max	(N)	24928	21816	24760	22896	21768	24612	22896	21812
Calculate as Dropper?	(YES/NO)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>SHORT CIRCUIT CURRENT PARAMETERS</b>									
Ik	(A)	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000
tk1	(s)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>SYSTEM PARAMETERS</b>									
Factor for calculation of the first current flow		1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81
System Frequency	(Hz)	50	50	50	50	50	50	50	50
Factor for calculation of peak short-circuit current		1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81
Time Constant of the network		0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044
<b>CONDUCTOR PARAMETERS</b>									
Con_Def	(C)	AMS620	AMS620	AMS620	AMS620	AMS620	AMS620	AMS620	AMS620
Con_Mat	(AL)	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL
Con_Std	(m^2/(A^2*s))	2,70E-19	2,70E-19	2,70E-19	2,70E-19	2,70E-19	2,70E-19	2,70E-19	2,70E-19
d	(mm)	0,0324	0,0324	0,0324	0,0324	0,0324	0,0324	0,0324	0,0324
ms	(kg/m)	1,787	1,787	1,787	1,787	1,787	1,787	1,787	1,787
as	(mm^2)	6,17E-04	6,17E-04	6,17E-04	6,17E-04	6,17E-04	6,17E-04	6,17E-04	6,17E-04
E	(N/m2)	5,50E+10	5,50E+10	5,50E+10	5,50E+10	5,50E+10	5,50E+10	5,50E+10	5,50E+10
z_min	(N/m2)	5,00E+07	5,00E+07	5,00E+07	5,00E+07	5,00E+07	5,00E+07	5,00E+07	5,00E+07
<b>SPAN AND BUNDLE GEOMETRY</b>									
n		4	4	4	4	4	4	4	4
a	(m)	5,85	5,85	5,9	6,55	6,55	5,88	5,88	6,64
as	(mm)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
ls	(m)	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
lc	(m)	51,2	51,2	51,2	56,2	53,2	56,2	57,2	53,2
ls	(m)	17,07	17,07	17,07	18,7	17,7	18,7	19,1	17,7
nsc	(C)	2	2	2	2	2	2	2	2
mcs	(kg)	5	5	5	5	5	5	5	5
m'sc	(kg)	1,836	1,836	1,836	1,831	1,834	1,831	1,831	1,834
S	(N/m)	6,22E+05	6,22E+05	6,22E+05	6,22E+05	6,22E+05	6,22E+05	6,22E+05	6,22E+05
Dropper?	(YES/NO)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
<b>CALCULATION RESULTS</b>									
Force F Short	(N)	35922	33729	31894	34245	30231	36073	33857	30079
Force F Short	(N)	0	0	0	0	0	0	0	0
Force F Short	(N)	90561	88070	86245	88336	85349	88132	85384	85411
Force F Short	(N)	90561	88070	86245	88336	85349	88132	85384	85411
Force F Short	(m)	1,09	1,16	1,20	1,15	1,17	1,27	1,38	1,16
Force F Short	(m)	3,66	3,54	3,50	4,25	4,21	3,34	3,12	4,33
Force F Short	(N)	90561,22	88069,64	86245,25	88335,99	85349,33	88132,19	85383,80	85411,03
Force F Short	(m)	1,09	1,16	1,20	1,15	1,17	1,27	1,38	1,16
Force F Short	(m)	3,66	3,54	3,50	4,25	4,21	3,34	3,12	4,33
Force F Short	(m)	34,23	34,23	34,01	31,89	31,54	34,73	34,84	31,19





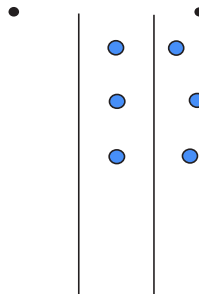
Project: GT-TLB380  
Tower: EA+0  
Number: 59AN

Auteur: TBR  
Versie: v11.9

## Geleiderbelastingen

### Algemeen

Benaming EA+0  
Masttype Hoekmast  
Aantal circuits 2  
Configuratie 2-circuit-verticaal  
Aantal bliksemgeleiders 3



### Uitgangspunten

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

### Geleiders Back

Omschrijving	Spanning	Geleider Back	Bundel Ba	IJsgebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden $P_{back}$
Circuit 1	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	1600
Circuit 2	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
Bliksemdraad 3		Niet aanwezig	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	AMS620	4	B	2 %	2 %	300
Circuit 2	380 kV	AMS620	4	B	2 %	2 %	300
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	2 %	2 %	300
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	2 %	2 %	300
Bliksemdraad 3		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	2 %	2 %	300

### 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
Bliksemdraad 1	Vast (Bliksemdraad)	0,10	0,20	0,10
Bliksemdraad 2	Vast (Bliksemdraad)	0,10	0,20	0,10
Bliksemdraad 3	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
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
Bliksemdraad 3	5	bl3	57,7 m	57,9 m	-18,7 m

Project: GT-TLB380  
 Tower: EA+0  
 Number: 59AN

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

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

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

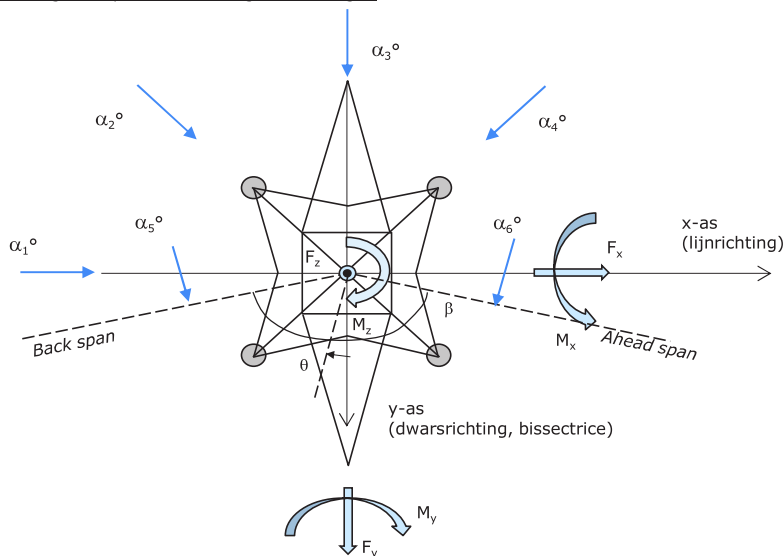
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h$ back	$\Delta h$ ahead	$\Delta y$ back	$\Delta y$ ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	-28,7 m	0,0	-14,3 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	-19,3 m	0,0	-24,6 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	-9,7 m	0,0	-20,6 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	-28,6 m	0,0	-6,6 m
Circuit 2	21	380ct2f2	0,0	-18,9 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	0,0	-9,5 m	0,0	6,4 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0	-35,8 m	0,0	-34,1 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	0,0	-35,8 m	0,0	-5,7 m
Bliksemdraad 3	5	bl3	0,0	-35,8 m	0,0	5,7 m

**Lijn- en mastgegevens**

	Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3/\Sigma L)}$	287,6	66,7 m
Lijnhoek	180 °	
Rotatie mast t.o.v. bissectrice	$\beta$	0 °
Vaklengte	288	67 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 °
	$\alpha_5$	75 °
	$\alpha_6$	105 °

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

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



Beschouwd aantal windrichtingen	
1a	6
3	6
4	1
6	1
Overig	1

Project: GT-TLB380  
 Tower: EA+0  
 Number: 59AN

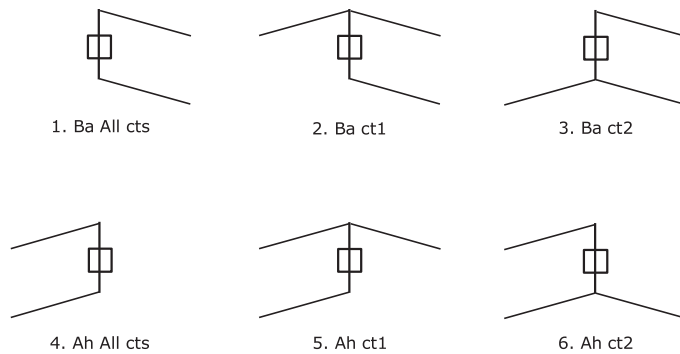
### Geleiderafval

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	380ct1f1	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f2	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f3	1	0	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f1	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f2	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f3	0	1	1	0	1	0
Bliksemdraad 1	b1	1	0	1	0	1	0
Bliksemdraad 2	b2	0	1	1	0	1	0
Bliksemdraad 3	b3	0	1	1	0	1	0

### Belastingsituaties SPLS

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

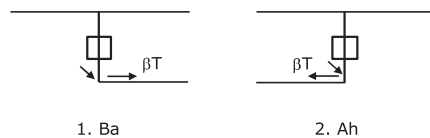
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: GT-TLB380  
 Tower: EA+0  
 Number: 59AN

### Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

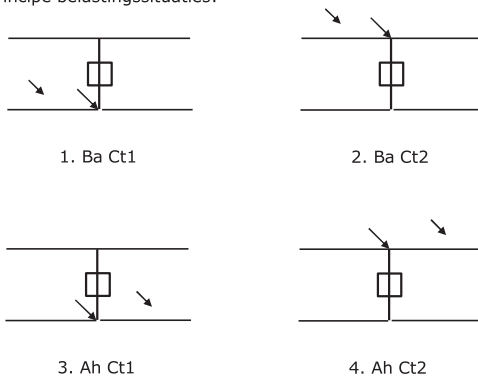
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden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



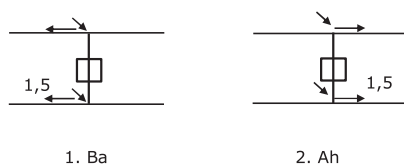
### Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

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: EA+0  
 Number: 59AN

## Mastconstructie

### Eigenschappen

Masttype	Hoekmast	
Mastbenaming	EA+0	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	57,9 m	
Gewicht mast	793,0 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	26,80	26,90 m
Helling van de randstijl	0,241	0,388 -
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	21,00	7,60	0,388	182,02	28,38	0,16	3,13
Tussenstuk1	24,70	21,00	7,60	17,10	0,392	244,53	44,00	0,18	3,02
Tussenstuk2	30,20	7,60	7,22	5,50	0,035	40,76	8,93	0,22	2,85
Bovenstuk1	41,50	7,22	5,20	11,30	0,089	70,17	15,44	0,22	2,84
Bovenstuk2	52,80	5,20		11,30		29,38	7,05	0,24	2,76
Topstuk									
Ondertraverse	28,20	13,32	5,00	2,00		46,62	3,66	0,08	3,52
Middentraverse	39,50	15,95	3,00	2,00		39,88	4,17	0,10	3,38
Boventraverse	50,80	13,25	2,00	2,00		26,50	3,36	0,13	3,27
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	26,80	21,21	11,60	0,388	182,02	37,28	0,20	2,91
Tussenstuk1	24,10	21,21	8,40	12,50	0,392	244,53	30,19	0,12	3,29
Tussenstuk2	27,60	8,40	7,64	3,50	0,035	40,76	5,83	0,14	3,19
Bovenstuk1	38,90	7,64	5,60	11,30	0,089	70,17	13,47	0,19	2,97
Bovenstuk2	50,20	5,60		11,30		29,38	6,33	0,22	2,86
Topstuk									
Ondertraverse	28,20	13,32	5,00	2,00		46,62	3,66	0,08	3,52
Middentraverse	39,50	15,95	3,00	2,00		39,88	4,17	0,10	3,38
Boventraverse	50,80	13,25	2,00	2,00		26,50	3,36	0,13	3,27
Bliksempiek	52,80	13,10		2,73		17,88	3,58	0,20	2,93

NB: oppervlakte traverse dwarsrichting wordt in berekening gereduceerd.

Project: GT-TLB380  
 Tower: EA+0  
 Number: 59AN

#### 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>f</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	62,3	58,7	0,0	-58,7	5,8	361,3	340,4	0,0	-340,4
Tussenstuk1	0,85	112,6	83,5	0,0	-83,5	17,9	2010,4	1490,0	0,0	-1490,0
Tussenstuk2	0,95	24,1	17,7	0,0	-17,7	25,9	623,0	457,7	0,0	-457,7
Bovenstuk1	1,02	44,9	36,3	0,0	-36,3	33,3	1491,9	1208,6	0,0	-1208,6
Bovenstuk2	1,10	21,5	17,6	0,0	-17,6	44,6	956,0	783,0	0,0	-783,0
Topstuk	0,70					0,0				
Ondertraverse	0,98	25,2	15,0	0,0	-15,0	28,9	727,5	432,1	0,0	-432,1
Middentraverse	1,07	30,2	17,9	0,0	-17,9	40,2	1213,7	720,9	0,0	-720,9
Boventraverse	1,14	25,1	14,9	0,0	-14,9	51,5	1292,6	767,8	0,0	-767,8
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>370,1</b>	<b>276,0</b>	<b>0,0</b>	<b>-276,0</b>		<b>9978,8</b>	<b>6974,0</b>	<b>0,0</b>	<b>-6974,0</b>

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>y1</sub> [kN]	F <sub>y2</sub> [kN]	F <sub>y3</sub> [kN]	F <sub>y4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>x1</sub> [kNm]	M <sub>x2</sub> [kNm]	M <sub>x3</sub> [kNm]	M <sub>x4</sub> [kNm]
Broekstuk1	0,70	0,0	58,7	76,0	58,7	5,8	0,0	340,4	441,1	340,4
Tussenstuk1	0,85	0,0	83,5	84,1	83,5	17,9	0,0	1490,0	1501,5	1490,0
Tussenstuk2	0,95	0,0	17,7	17,6	17,7	25,9	0,0	457,7	455,8	457,7
Bovenstuk1	1,02	0,0	36,3	40,8	36,3	33,3	0,0	1208,6	1356,7	1208,6
Bovenstuk2	1,10	0,0	17,6	20,0	17,6	44,6	0,0	783,0	889,5	783,0
Topstuk	0,70					0,0				
Ondertraverse	0,98	0,0	15,0	10,1	15,0	28,9	0,0	432,1	291,0	432,1
Middentraverse	1,07	0,0	17,9	12,1	17,9	40,2	0,0	720,9	485,5	720,9
Boventraverse	1,14	0,0	14,9	10,0	14,9	51,5	0,0	767,8	517,1	767,8
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>276,0</b>	<b>280,5</b>	<b>276,0</b>		<b>0,0</b>	<b>6974,0</b>	<b>6459,1</b>	<b>6974,0</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	793	0	0	0
Windrichting 0°	376	0	0	0	10195	0
Windrichting 45°	280	280	0	7127	7127	0
Windrichting 90°	0	287	0	6676	0	0
Windrichting 135°	-280	280	0	7127	-7127	0

Project: GT-TLB380  
 Tower: EA+0  
 Number: 59AN

### 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
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
Bliksemdraad 3	Niet aanwezig					

#### Geleiders ahead

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	AMS620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Circuit 2	AMS620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Bliksemdraad 1	AACSR 241-AL3-39-A20SA	21,8	281,0	9,38	70165	1,97E-05
Bliksemdraad 2	OPGW AFL-226/38	21,7	264,0	9,13	72000	1,98E-05
Bliksemdraad 3	AACSR 241-AL3-39-A20SA	21,8	281,0	9,38	70165	1,97E-05

#### Verticale belasting back

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	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
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
Bliksemdraad 3	1	2			A 15+0,4d		

#### Verticale belasting ahead

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsg gebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	2	72,3		B 4+0,2d	10,5	41,9
Circuit 2	4	2	72,3		B 4+0,2d	10,5	41,9
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
Bliksemdraad 3	1	2	9,6		A 15+0,4d	23,7	23,7

#### Isolatoren

Geleider	$G_{isolator}$ [kN]	Aantal	$F_{v,iso}$ [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <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
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
bl3	0,10	0,5	0,05	0,2	0,1	58,20	1,18	1,2	0,14

Project: GT-TLB380  
 Tower: EA+0  
 Number: 59AN

#### 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 [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]									
380ct1f1	49,5	1,13	0,69	0,71	1,06	28,25	70,2	72,4	46,9	132,0	136,1
380ct1f2	38,2	1,06	0,67	0,69	1,08	28,25	64,7	66,7	46,9	119,3	123,0
380ct1f3	26,9	0,96	0,64	0,66	1,11	28,25	57,4	59,2	46,9	103,2	106,6
380ct2f1	49,5	1,13	0,69	0,71	1,06	28,25	70,2	72,4	46,9	132,0	136,1
380ct2f2	38,2	1,06	0,67	0,69	1,08	28,25	64,7	66,7	46,9	119,3	123,0
380ct2f3	26,9	0,96	0,64	0,66	1,11	28,25	57,4	59,2	46,9	103,2	106,6
bl1	56,4	1,17	0,70	0,72	1,18	22,24	21,5	22,2	63,1	62,2	64,1
bl2	56,4	1,17	0,70	0,72	1,18	22,13	21,4	22,1	63,0	62,1	64,0
bl3	56,4	1,17	0,70	0,72							

#### 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 [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]									
380ct1f1	35,7	1,04	0,66	0,84	0,99	33,05	89,9	114,1	51,3	169,3	214,7
380ct1f2	29,1	0,98	0,64	0,82	1,01	33,05	84,2	107,8	51,3	155,7	199,2
380ct1f3	22,6	0,91	0,62	0,81	1,03	33,05	77,3	100,0	51,3	139,7	180,6
380ct2f1	35,8	1,04	0,66	0,84	0,99	33,05	90,0	114,1	51,3	169,4	214,9
380ct2f2	29,3	0,98	0,65	0,83	1,01	33,05	84,4	108,0	51,3	156,1	199,8
380ct2f3	22,7	0,91	0,62	0,81	1,03	33,05	77,4	100,1	51,3	139,9	181,0
bl1	39,1	1,06	0,67	0,85	1,20	22,24	19,0	24,0	63,1	54,0	68,2
bl2	39,1	1,06	0,67	0,85	1,20	22,13	18,9	23,9	63,0	53,9	68,1
bl3	39,1	1,06	0,67	0,85	1,20	22,24	19,0	24,0	63,1	54,0	68,2



Project: GT-TLB380  
 Masttype: EA+0  
 Mast: 59AN

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

**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)			$\gamma_G$		$\gamma_Q$				
SPLS	omschrijving	Temp °C	$G_k$		$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$	
SPLS 1a	Wind	10°	1,20	1,20	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	1,20	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9	10°	0,90	0,90	0,0	0,78	0,00	0,0	
SPLS 3	Wind+ijs	-5°	1,20	1,20	0,0	0,36	0,34	0,0	
SPLS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,20	0,0	0,36	0,34	0,0	
SPLS 4	Koude+wind	-20°	1,20	1,20	0,0	0,24	0,00	0,0	
SPLS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,20	0,0	0,24	0,00	0,0	
SPLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	1,2	0,24	0,0	0,0	
SPLS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	0,0	0,24	0,0	0,0	
<b>SLS</b> (controle van de vervormingen, vermoeiing, EDS)			$G_k$		$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$	
SLS	omschrijving	Temp °C							
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 74  
 Aantal belastingcombinaties SPLS 210  
 Aantal belastingcombinaties SLS 15  
 Aantal knooplasten 6578

Project: GT-TLB380  
 Masttype: EA+0  
 Mast: 59AN

### 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	-57,4	14,1	4,7	0,0	7,8	9,9
380ct1f1	-157,7	55,3	20,6	2,8	25,0	35,8
380ct1f2	-154,7	52,1	19,4	2,6	25,0	27,7
380ct1f3	-151,3	51,4	17,8	2,7	25,0	19,8
380ct2f1	-157,7	54,9	20,6	4,7	25,0	35,6
380ct2f2	-154,7	53,9	19,4	9,7	25,0	27,4
380ct2f3	-151,3	52,0	17,8	13,9	25,0	19,7
bl2	-56,6	15,4	4,7	0,2	7,8	9,9
V-fixatie 1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
V-fixatie 2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
V-fixatie 3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
V-fixatie 4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
bl3	0,0	15,4	0,1	2,2	1,6	10,0

#### Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	380,8	415,4	365,8
380ct1f1	334,5	375,0	334,2
380ct1f2	293,0	320,0	291,6
380ct1f3	248,9	265,9	248,6
380ct2f1	333,5	374,5	333,5
380ct2f2	289,8	318,7	289,8
380ct2f3	247,7	265,1	247,7
bl2	365,8	423,9	365,8
V-fixatie 1			
V-fixatie 2			
V-fixatie 3			
V-fixatie 4			
bl3	194,4	243,3	194,4

#### Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	704,7	373,6
380ct1f1	494,6	362,6
380ct1f2	395,5	308,1
380ct1f3	302,5	254,9
380ct2f1	493,8	361,9
380ct2f2	394,9	306,4
380ct2f3	302,1	254,1
bl2	731,5	375,1
V-fixatie 1		
V-fixatie 2		
V-fixatie 3		
V-fixatie 4		
bl3	517,7	210,8

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

Voor alle geleiders

	Wind / Weight span verhouding
Max. weight span	740,5 m
Min. weight span	165,3 m
	4,180 -
	0,933 -

Project: GT-TLB380  
 Masttype: EA+0  
 Mast: 59AN

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

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	43,9	6,0	9,9	-57,4	15,4
380ct1f1	126,5	19,4	35,8	-157,7	54,8
380ct1f2	126,2	15,8	27,7	-154,7	53,7
380ct1f3	125,9	13,5	25,0	-151,3	52,6
380ct2f1	126,5	25,4	35,6	-157,7	54,7
380ct2f2	126,2	29,1	27,4	-154,7	53,9
380ct2f3	125,9	31,8	25,0	-151,3	52,6
bl2	41,1	4,9	9,9	-56,6	15,4
V-fixatie 1	4,1	4,1	6,8	0,0	
V-fixatie 2	3,8	3,8	6,8	0,0	
V-fixatie 3	3,5	3,5	6,8	0,0	
V-fixatie 4	3,5	3,5	6,8	0,0	
bl3	15,4	2,2	10,0	0,0	15,6

**EDS-belastingen geleiders**

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	2,6	0,0	1,9	-15,3	2,9
380ct1f1	21,2	0,0	17,7	-73,3	21,7
380ct1f2	20,3	0,0	14,7	-73,3	21,7
380ct1f3	20,7	0,0	13,9	-73,3	21,7
380ct2f1	21,6	0,0	17,7	-73,3	21,7
380ct2f2	21,7	0,0	14,5	-73,3	21,7
380ct2f3	21,6	2,1	13,9	-73,3	21,7
bl2	2,8	0,0	1,9	-14,9	2,8
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	
bl3	2,9	0,2	1,9	0,0	2,9

**Controle uplift SLS-wind**

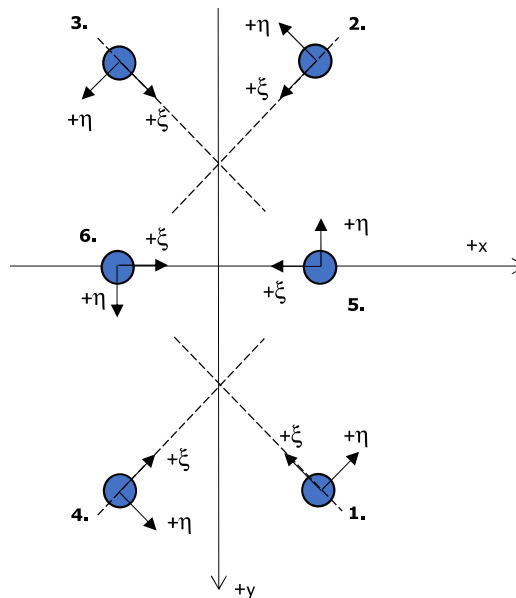
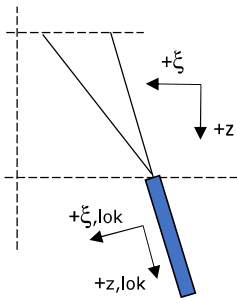
Combinatie: Geleider	Fz_ba	Fz_ah
	[kN]	[kN]
SLS 4		
bl1	0,0	0,0
380ct1f1	0,0	0,0
380ct1f2	0,0	0,0
380ct1f3	0,0	0,0
380ct2f1	0,0	0,0
380ct2f2	0,0	0,0
380ct2f3	0,0	0,0
bl2	0,0	0,0
V-fixatie 1	0,0	
V-fixatie 2	0,0	
V-fixatie 3	0,0	
V-fixatie 4	0,0	
bl3	0,0	0,0



Project: GT-TLB  
 Masttype: EA+0  
 Mast: 59AN (2ct)

**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 1a_45 Ba All Cts_59AN-2ct	-76	-106	<b>431</b>	-21	-128	-11	431
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts_59AN-2ct	-109	103	<b>529</b>	-5	-150	-6	529
3	SPLS 3_105 Ah All Cts_59AN-2ct	196	163	<b>955</b>	23	-254	5	955
4	ULS 1a_135_59AN-2ct	139	-204	<b>831</b>	46	-242	-17	831
5	SPLS 1a_45 Ba All Cts_59AN-2ct	-166	-98	<b>881</b>	-98	-166	3	881
6	ULS 1a_135_59AN-2ct	298	-213	<b>1621</b>	213	-298	13	1621

**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 Ct2_59AN-2ct	18	65	<b>-252</b>	33	59	-10	-252
2	ULS 1a_0_9_105_59AN-2ct	198	-196	<b>-962</b>	1	279	18	-962
3	SPLS 1a_0_9_45 Ba All Cts_59AN-	-69	-68	<b>-327</b>	0	97	8	-327
4	SPLS 1a_0_9_0 Ba All Cts_59AN-2	-26	40	<b>-172</b>	-10	47	0	-172
5	ULS 1a_0_9_135_59AN-2ct	187	9	<b>-1063</b>	9	187	-17	-1063
6	SPLS 1a_0_9_0 Ba All Cts_59AN-2	-65	33	<b>-358</b>	-33	65	-3	-358

**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 All Cts Ba Ct1_59A	-29	43	-88	<b>51</b>	10	-14	-88
2	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1_59AN-	75	-33	-275	<b>30</b>	76	2	-275
3	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1_59AN-	137	87	585	<b>35</b>	-159	0	585
4	ULS 1a_90_59AN-2ct	104	-188	719	<b>59</b>	-207	-12	719
5	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct1_59A	109	160	-779	<b>160</b>	109	-40	-779
6	ULS 1a_105_59AN-2ct	254	-273	1471	<b>273</b>	-254	28	1471

**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 1a_75 Ba All Cts_59AN-2ct	-62	-98	382	<b>-25</b>	-113	-10	382
2	SPLS 1a_0.9_75 Ba Ct1_59AN-2ct	-27	-11	55	<b>-27</b>	-11	4	55
3	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2_59AN-	30	58	235	<b>-20</b>	-62	1	235
4	SPLS 3_0.9_75 Ba All Cts_59AN-2	14	5	-8	<b>-14</b>	-6	-8	-8
5	SPLS 1a_0.9_75 Ba Ct1_59AN-2ct	-33	-135	153	<b>-135</b>	-33	-4	153
6	SPLS 3_0.9_0 Ba Ct1_59AN-2ct	51	57	276	<b>-57</b>	-51	2	276

**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 3_0.9_135_59AN-2ct	12	66	-247	<b>39</b>	55	-12	-247
2	ULS 1a_0.9_105_59AN-2ct	198	-196	-962	<b>1</b>	279	18	-962
3	SPLS 1a_0.9_45 Ba All Cts_59AN-	-69	-68	-327	<b>0</b>	97	8	-327
4	SPLS 1a_0.9_0 Ba Ct2_59AN-2ct	-49	20	-166	<b>21</b>	49	4	-166
5	SPLS 3_0.9_105 Ah All Cts_59AN-	152	131	-1010	<b>131</b>	152	-42	-1010
6	ULS 1a_105_59AN-2ct	254	-273	1471	<b>273</b>	-254	28	1471

**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_59AN-2ct	-7	23	<b>-65</b>	21	12	-6	-65
2	SLS 7_59AN-2ct	44	-32	<b>-204</b>	9	53	-2	-204
3	SLS 7_59AN-2ct	109	97	<b>531</b>	9	-146	-2	531
4	SLS 7_59AN-2ct	25	-60	<b>223</b>	24	-60	1	223
5	SLS 7_59AN-2ct	31	68	<b>-254</b>	68	31	-18	-254
6	SLS 7_59AN-2ct	133	-77	<b>766</b>	77	-133	14	766

**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_105 Ah All Cts_59AN-2ct	196	163	<b>955</b>	23	-254	5	955
Max. trek	ULS 1a_0.9_105_59AN-2ct	198	-196	<b>-962</b>	1	279	18	-962
Max. pos. torsie	ULS 1a_90_59AN-2ct	104	-188	719	<b>59</b>	-207	-12	719
Max. neg. torsie	SPLS 1a_0.9_75 Ba Ct1_59AN-2ct	-27	-11	55	<b>-27</b>	-11	4	55
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0.9_105_59AN-2ct	198	-196	<b>-962</b>	<b>1</b>	279	18	-962

**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_135_59AN-2ct	298	-213	<b>1621</b>	213	-298	13	1621
Max. trek	ULS 1a_0.9_135_59AN-2ct	187	9	<b>-1063</b>	9	187	-17	-1063
Max. pos. torsie	ULS 1a_105_59AN-2ct	254	-273	-1471	<b>273</b>	-254	28	1471
Max. neg. torsie	SPLS 1a_0.9_75 Ba Ct1_59AN-2ct	-33	-135	-153	<b>-135</b>	-33	-4	153
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0.9_105 Ah All Cts_59AN-	152	131	<b>-1010</b>	<b>131</b>	152	-42	-1010

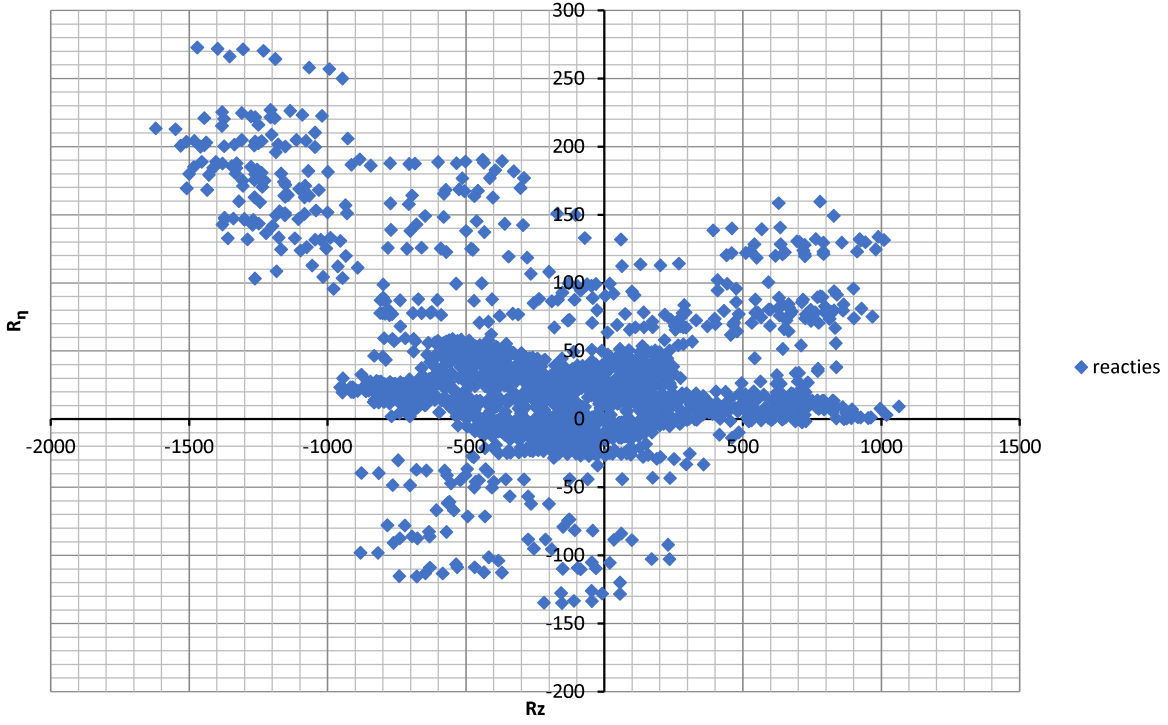
**Maximale drukbelasting SLS**

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 1a_45 Ba All Cts_59AN-2ct	-76	-106	<b>431</b>	-21	-128	-11	431
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts_59AN-2ct	-109	103	<b>529</b>	-5	-150	-6	529
3	SPLS 3_105 Ah All Cts_59AN-2ct	196	163	<b>955</b>	23	-254	5	955
4	ULS 1a_135_59AN-2ct	139	-204	<b>831</b>	46	-242	-17	831
5	SPLS 1a_45 Ba All Cts_59AN-2ct	-166	-98	<b>881</b>	-98	-166	3	881
6	ULS 1a_135_59AN-2ct	298	-213	<b>1621</b>	213	-298	13	1621

**Maximale trekbelasting SLS**

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_0.9_135 Ah Ct2_59AN-2ct	18	65	<b>-252</b>	33	59	-10	-252
2	ULS 1a_0.9_105_59AN-2ct	198	-196	<b>-962</b>	1	279	18	-962
3	SPLS 1a_0.9_45 Ba All Cts_59AN-	-69	-68	<b>-327</b>	0	97	8	-327
4	SPLS 1a_0.9_0 Ba All Cts_59AN-2	-26	40	<b>-172</b>	-10	47	0	-172
5	ULS 1a_0.9_135_59AN-2ct	187	9	<b>-1063</b>	9	187	-17	-1063
6	SPLS 1a_0.9_0 Ba All Cts_59AN-2	-65	33	<b>-358</b>	-33	65	-3	-358

Reacties  $R_z$  en  $R_\eta$





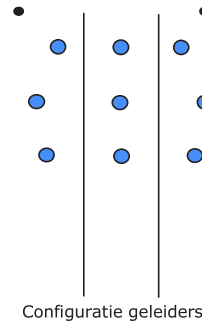
Project: GT-TLB380  
 Tower: EA+0  
 Number: 59AN

Auteur: TBR  
 Versie: v11.9

### Geleiderbelastingen

#### Algemeen

Benaming EA+0  
 Masttype Hoekmast  
 Aantal circuits 3  
 Configuratie 3-circuit-verticaal  
 Aantal bliksemgeleiders 3



#### Uitgangspunten

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

#### 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
Bliksemdraad 3		Niet aanwezig	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	AMS620	4	B	2 %	2 %	300
Circuit 2	380 kV	AMS620	4	B	2 %	2 %	300
Circuit 3	380 kV	AMS620	4	B	2 %	2 %	300
Bliksemdraad 1		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	2 %	2 %	300
Bliksemdraad 2		OPGW AFL-226/38	1	A	2 %	2 %	300
Bliksemdraad 3		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	2 %	2 %	300

#### 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
Bliksemdraad 3	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
Bliksemdraad 3	5	bl3	57,7 m	57,9 m	-18,7 m



Project: GT-TLB380  
 Tower: EA+0  
 Number: 59AN

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

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

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

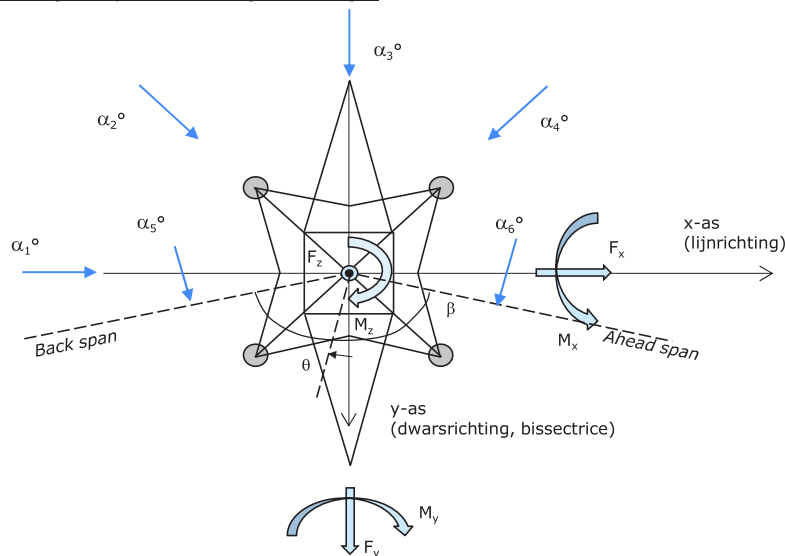
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h$ back	$\Delta h$ ahead	$\Delta y$ back	$\Delta y$ ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	-28,7 m	0,0	-14,3 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	-19,3 m	0,0	-24,6 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	-9,7 m	0,0	-20,6 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	-28,6 m	0,0	-6,6 m
Circuit 2	21	380ct2f2	0,0	-18,9 m	0,0	0,0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	0,0	-9,5 m	0,0	6,4 m
Circuit 3	30	380ct3f1	0,0	-35,3 m	0,0	25,3 m
Circuit 3	31	380ct3f2	0,0	-24,0 m	0,0	29,8 m
Circuit 3	32	380ct3f3	0,0	-12,7 m	0,0	17,3 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0	-35,8 m	0,0	-34,1 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	0,0	-35,8 m	0,0	-5,7 m
Bliksemdraad 3	5	bl3	0,0	-35,8 m	0,0	5,7 m

**Lijn- en mastgegevens**

	Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3/\Sigma L)}$	287,6	66,7 m
Lijnhoek	180 °	
Rotatie mast t.o.v. bissectrice	$\beta$	0 °
Vaklengte	288	67 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 °
	$\alpha_5$	75 °
	$\alpha_6$	105 °

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

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



Beschouwd aantal windrichtingen	
1a	6
3	6
4	1
6	1
Overig	1

Project: GT-TLB380  
 Tower: EA+0  
 Number: 59AN

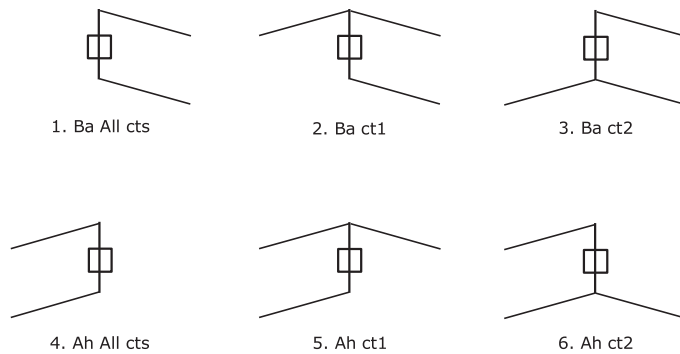
### Geleiderafval

		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
Bliksemdraad 3	bl3	0	1	1	0	1	0

### Belastingsituaties SPLS

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

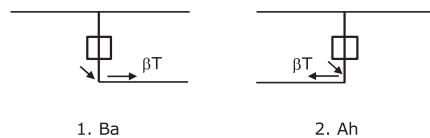
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: GT-TLB380  
 Tower: EA+0  
 Number: 59AN

**Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud**

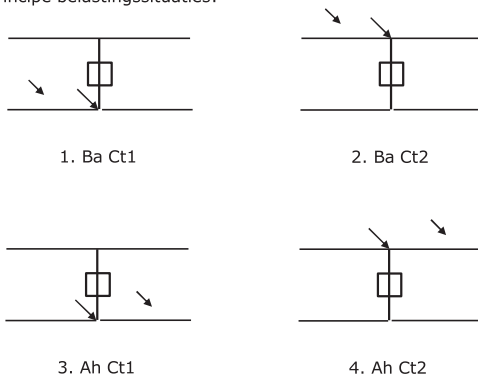
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden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



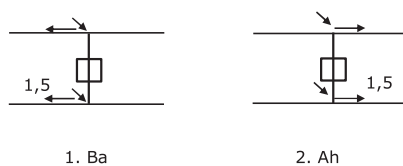
**Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting**

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: EA+0  
 Number: 59AN

## Mastconstructie

### Eigenschappen

Masttype	Hoekmast	
Mastbenaming	EA+0	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	57,9 m	
Gewicht mast	793,0 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	26,80	26,90 m
Helling van de randstijl	0,241	0,388 -
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	21,00	7,60	0,388	182,02	28,38	0,16	3,13
Tussenstuk1	24,70	21,00	7,60	17,10	0,392	244,53	44,00	0,18	3,02
Tussenstuk2	30,20	7,60	7,22	5,50	0,035	40,76	8,93	0,22	2,85
Bovenstuk1	41,50	7,22	5,20	11,30	0,089	70,17	15,44	0,22	2,84
Bovenstuk2	52,80	5,20		11,30		29,38	7,05	0,24	2,76
Topstuk									
Ondertraverse	28,20	13,32	5,00	2,00		46,62	3,66	0,08	3,52
Middentraverse	39,50	15,95	3,00	2,00		39,88	4,17	0,10	3,38
Boventraverse	50,80	13,25	2,00	2,00		26,50	3,36	0,13	3,27
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	26,80	21,21	11,60	0,388	182,02	37,28	0,20	2,91
Tussenstuk1	24,10	21,21	8,40	12,50	0,392	244,53	30,19	0,12	3,29
Tussenstuk2	27,60	8,40	7,64	3,50	0,035	40,76	5,83	0,14	3,19
Bovenstuk1	38,90	7,64	5,60	11,30	0,089	70,17	13,47	0,19	2,97
Bovenstuk2	50,20	5,60		11,30		29,38	6,33	0,22	2,86
Topstuk									
Ondertraverse	28,20	13,32	5,00	2,00		46,62	3,66	0,08	3,52
Middentraverse	39,50	15,95	3,00	2,00		39,88	4,17	0,10	3,38
Boventraverse	50,80	13,25	2,00	2,00		26,50	3,36	0,13	3,27
Bliksempiek	52,80	13,10		2,73		17,88	3,58	0,20	2,93

NB: oppervlakte traverse dwarsrichting wordt in berekening gereduceerd.

Project: GT-TLB380  
 Tower: EA+0  
 Number: 59AN

#### 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>f</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	62,3	58,7	0,0	-58,7	5,8	361,3	340,4	0,0	-340,4
Tussenstuk1	0,85	112,6	83,5	0,0	-83,5	17,9	2010,4	1490,0	0,0	-1490,0
Tussenstuk2	0,95	24,1	17,7	0,0	-17,7	25,9	623,0	457,7	0,0	-457,7
Bovenstuk1	1,02	44,9	36,3	0,0	-36,3	33,3	1491,9	1208,6	0,0	-1208,6
Bovenstuk2	1,10	21,5	17,6	0,0	-17,6	44,6	956,0	783,0	0,0	-783,0
Topstuk	0,70					0,0				
Ondertraverse	0,98	25,2	15,0	0,0	-15,0	28,9	727,5	432,1	0,0	-432,1
Middentraverse	1,07	30,2	17,9	0,0	-17,9	40,2	1213,7	720,9	0,0	-720,9
Boventraverse	1,14	25,1	14,9	0,0	-14,9	51,5	1292,6	767,8	0,0	-767,8
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>370,1</b>	<b>276,0</b>	<b>0,0</b>	<b>-276,0</b>		<b>9978,8</b>	<b>6974,0</b>	<b>0,0</b>	<b>-6974,0</b>

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>y1</sub> [kN]	F <sub>y2</sub> [kN]	F <sub>y3</sub> [kN]	F <sub>y4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>x1</sub> [kNm]	M <sub>x2</sub> [kNm]	M <sub>x3</sub> [kNm]	M <sub>x4</sub> [kNm]
Broekstuk1	0,70	0,0	58,7	76,0	58,7	5,8	0,0	340,4	441,1	340,4
Tussenstuk1	0,85	0,0	83,5	84,1	83,5	17,9	0,0	1490,0	1501,5	1490,0
Tussenstuk2	0,95	0,0	17,7	17,6	17,7	25,9	0,0	457,7	455,8	457,7
Bovenstuk1	1,02	0,0	36,3	40,8	36,3	33,3	0,0	1208,6	1356,7	1208,6
Bovenstuk2	1,10	0,0	17,6	20,0	17,6	44,6	0,0	783,0	889,5	783,0
Topstuk	0,70					0,0				
Ondertraverse	0,98	0,0	15,0	10,1	15,0	28,9	0,0	432,1	291,0	432,1
Middentraverse	1,07	0,0	17,9	12,1	17,9	40,2	0,0	720,9	485,5	720,9
Boventraverse	1,14	0,0	14,9	10,0	14,9	51,5	0,0	767,8	517,1	767,8
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>276,0</b>	<b>280,5</b>	<b>276,0</b>		<b>0,0</b>	<b>6974,0</b>	<b>6459,1</b>	<b>6974,0</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	793	0	0	0
Windrichting 0°	376	0	0	0	10195	0
Windrichting 45°	280	280	0	7127	7127	0
Windrichting 90°	0	287	0	6676	0	0
Windrichting 135°	-280	280	0	7127	-7127	0

Project: GT-TLB380  
 Tower: EA+0  
 Number: 59AN

### 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
Bliksemdraad 3	Niet aanwezig					

#### Geleiders ahead

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	AMS620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Circuit 2	AMS620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Circuit 3	AMS620	32,4	621,0	17,71	56000	2,30E-05
Bliksemdraad 1	AACSR 241-AL3-39-A20SA	21,8	281,0	9,38	70165	1,97E-05
Bliksemdraad 2	OPGW AFL-226/38	21,7	264,0	9,13	72000	1,98E-05
Bliksemdraad 3	AACSR 241-AL3-39-A20SA	21,8	281,0	9,38	70165	1,97E-05

#### Verticale belasting back

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	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
Bliksemdraad 3	1	2		A	15+0,4d		

#### Verticale belasting ahead

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	IJsg gebied	Formule	$W_{z,ijs}$ [N/m]	$W_{z,ijs,bundel}$ [N/m]
Circuit 1	4	2	72,3	B	4+0,2d	10,5	41,9
Circuit 2	4	2	72,3	B	4+0,2d	10,5	41,9
Circuit 3	4	2	72,3	B	4+0,2d	10,5	41,9
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
Bliksemdraad 3	1	2	9,6	A	15+0,4d	23,7	23,7

#### Isolatoren

Geleider	$G_{isolator}$ [kN]	Aantal	$F_{v,iso}$ [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <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
bl3	0,10	0,5	0,05	0,2	0,1	58,20	1,18	1,2	0,14

Project: GT-TLB380  
 Tower: EA+0  
 Number: 59AN

### 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 [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]									
380ct1f1	49,5	1,13	0,69	0,71	1,06	28,25	70,2	72,4	46,9	132,0	136,1
380ct1f2	38,2	1,06	0,67	0,69	1,08	28,25	64,7	66,7	46,9	119,3	123,0
380ct1f3	26,9	0,96	0,64	0,66	1,11	28,25	57,4	59,2	46,9	103,2	106,6
380ct2f1	49,5	1,13	0,69	0,71	1,06	28,25	70,2	72,4	46,9	132,0	136,1
380ct2f2	38,2	1,06	0,67	0,69	1,08	28,25	64,7	66,7	46,9	119,3	123,0
380ct2f3	26,9	0,96	0,64	0,66	1,11	28,25	57,4	59,2	46,9	103,2	106,6
380ct3f1	49,5	1,13	0,69	0,71	1,06	28,25	70,2	72,4	46,9	132,0	136,1
380ct3f2	38,2	1,06	0,67	0,69	1,08	28,25	64,7	66,7	46,9	119,3	123,0
380ct3f3	26,9	0,96	0,64	0,66	1,11	28,25	57,4	59,2	46,9	103,2	106,6
bl1	56,4	1,17	0,70	0,72	1,18	22,24	21,5	22,2	63,1	62,2	64,1
bl2	56,4	1,17	0,70	0,72	1,18	22,13	21,4	22,1	63,0	62,1	64,0
bl3	56,4	1,17	0,70	0,72							

### 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 [m]	Stuwdruk [kN/m <sup>2</sup> ]									
380ct1f1	35,7	1,04	0,66	0,84	0,99	33,05	89,9	114,1	51,3	169,3	214,7
380ct1f2	29,1	0,98	0,64	0,82	1,01	33,05	84,2	107,8	51,3	155,7	199,2
380ct1f3	22,6	0,91	0,62	0,81	1,03	33,05	77,3	100,0	51,3	139,7	180,6
380ct2f1	35,8	1,04	0,66	0,84	0,99	33,05	90,0	114,1	51,3	169,4	214,9
380ct2f2	29,3	0,98	0,65	0,83	1,01	33,05	84,4	108,0	51,3	156,1	199,8
380ct2f3	22,7	0,91	0,62	0,81	1,03	33,05	77,4	100,1	51,3	139,9	181,0
380ct3f1	32,4	1,01	0,65	0,83	1,00	33,05	87,2	111,1	51,3	162,7	207,3
380ct3f2	26,8	0,96	0,64	0,82	1,02	33,05	81,9	105,2	51,3	150,2	192,9
380ct3f3	21,1	0,89	0,62	0,80	1,04	33,05	75,5	97,9	51,3	135,5	175,7
bl1	39,1	1,06	0,67	0,85	1,20	22,24	19,0	24,0	63,1	54,0	68,2
bl2	39,1	1,06	0,67	0,85	1,20	22,13	18,9	23,9	63,0	53,9	68,1
bl3	39,1	1,06	0,67	0,85	1,20	22,24	19,0	24,0	63,1	54,0	68,2

Project: GT-TLB380  
 Masttype: EA+0  
 Mast: 59AN

Auteur: TBR  
 Versie: v11.9

### Geleiderbelastingen

#### Uitgangspunten

Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2  
 Referentieperiode 50 jaar

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

Aantal windrichtingen 6  
 Aantal belastingcombinaties ULS 87  
 Aantal belastingcombinaties SPLS 216  
 Aantal belastingcombinaties SLS 15  
 Aantal knooplasten 9222



Project: GT-TLB380  
 Masttype: EA+0  
 Mast: 59AN

### 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	-57,4	14,1	4,7	0,0	7,8	9,9
380ct1f1	-157,7	55,3	20,6	2,8	25,0	35,8
380ct1f2	-154,7	52,1	19,4	2,6	25,0	27,7
380ct1f3	-151,3	51,4	17,8	2,7	25,0	19,8
380ct2f1	-157,7	54,9	20,6	4,7	25,0	35,6
380ct2f2	-154,7	53,9	19,4	9,7	25,0	27,4
380ct2f3	-151,3	52,0	17,8	13,9	25,0	19,7
bl2	-56,6	15,4	4,7	0,2	7,8	9,9
V-fixatie 1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
V-fixatie 2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
V-fixatie 3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
V-fixatie 4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
bl3	0,0	15,4	0,1	2,2	1,6	10,0
380ct3f1	-157,7	49,3	20,6	27,9	25,0	40,9
380ct3f2	-154,7	47,0	19,4	29,1	25,0	31,3
380ct3f3	-151,3	49,8	17,8	21,2	25,0	22,2
V-fixatie 5	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	380,8	415,4	365,8
380ct1f1	334,5	375,0	334,2
380ct1f2	293,0	320,0	291,6
380ct1f3	248,9	265,9	248,6
380ct2f1	333,5	374,5	333,5
380ct2f2	289,8	318,7	289,8
380ct2f3	247,7	265,1	247,7
bl2	365,8	423,9	365,8
V-fixatie 1			
V-fixatie 2			
V-fixatie 3			
V-fixatie 4			
bl3	194,4	243,3	194,4
380ct3f1	366,7	410,7	363,8
380ct3f2	316,0	346,2	313,0
380ct3f3	262,4	282,9	262,2
V-fixatie 5			

#### Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	704,7	373,6
380ct1f1	494,6	362,6
380ct1f2	395,5	308,1
380ct1f3	302,5	254,9
380ct2f1	493,8	361,9
380ct2f2	394,9	306,4
380ct2f3	302,1	254,1
bl2	731,5	375,1
V-fixatie 1		
V-fixatie 2		
V-fixatie 3		
V-fixatie 4		
bl3	517,7	210,8
380ct3f1	548,5	396,7
380ct3f2	431,9	332,2
380ct3f3	326,9	270,5
V-fixatie 5		

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

Voor alle geleiders

	Wind / Weight span verhouding
Max. weight span	740,5 m 4,180 -
Min. weight span	165,3 m 0,933 -

Project: GT-TLB380  
 Masttype: EA+0  
 Mast: 59AN

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

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	43,9	6,0	9,9	-57,4	15,4
380ct1f1	126,5	19,4	35,8	-157,7	54,8
380ct1f2	126,2	15,8	27,7	-154,7	53,7
380ct1f3	125,9	13,5	25,0	-151,3	52,6
380ct2f1	126,5	25,4	35,6	-157,7	54,7
380ct2f2	126,2	29,1	27,4	-154,7	53,9
380ct2f3	125,9	31,8	25,0	-151,3	52,6
bl2	41,1	4,9	9,9	-56,6	15,4
V-fixatie 1	4,1	4,1	6,8	0,0	
V-fixatie 2	3,8	3,8	6,8	0,0	
V-fixatie 3	3,5	3,5	6,8	0,0	
V-fixatie 4	3,5	3,5	6,8	0,0	
bl3	15,4	2,2	10,0	0,0	15,6
380ct3f1	126,5	47,2	40,9	-157,7	54,2
380ct3f2	126,2	47,2	31,3	-154,7	53,1
380ct3f3	125,9	38,0	25,0	-151,3	52,4
V-fixatie 5	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	2,6	0,0	1,9	-15,3	2,9
380ct1f1	21,2	0,0	17,7	-73,3	21,7
380ct1f2	20,3	0,0	14,7	-73,3	21,7
380ct1f3	20,7	0,0	13,9	-73,3	21,7
380ct2f1	21,6	0,0	17,7	-73,3	21,7
380ct2f2	21,7	0,0	14,5	-73,3	21,7
380ct2f3	21,6	2,1	13,9	-73,3	21,7
bl2	2,8	0,0	1,9	-14,9	2,8
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	
bl3	2,9	0,2	1,9	0,0	2,9
380ct3f1	20,3	7,7	19,9	-73,3	21,7
380ct3f2	19,8	8,8	16,2	-73,3	21,7
380ct3f3	21,0	5,4	13,9	-73,3	21,7
V-fixatie 5	0,0	0,0	5,0	0,0	

**Controle uplift SLS-wind**

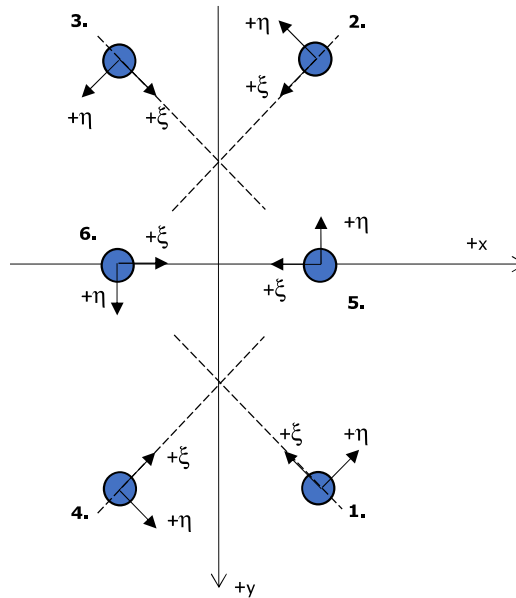
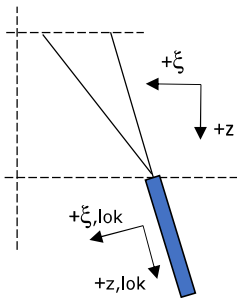
Combinatie: Geleider	Fz_ba	Fz_ah
	[kN]	[kN]
SLS 4		
bl1	0,0	0,0
380ct1f1	0,0	0,0
380ct1f2	0,0	0,0
380ct1f3	0,0	0,0
380ct2f1	0,0	0,0
380ct2f2	0,0	0,0
380ct2f3	0,0	0,0
bl2	0,0	0,0
V-fixatie 1	0,0	
V-fixatie 2	0,0	
V-fixatie 3	0,0	
V-fixatie 4	0,0	
bl3	0,0	0,0
380ct3f1	0,0	0,0
380ct3f2	0,0	0,0
380ct3f3	0,0	0,0
V-fixatie 5	0,0	



Project: GT-TLB  
 Masttype: EA+0  
 Mast: 59AN (3ct)

**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 1a_45 Ba All Cts_59AN-3ct	-115	-134	<b>607</b>	-13	-176	-11	607
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts_59AN-3ct	-96	102	<b>496</b>	4	-140	-5	496
3	SPLS 3_105 Ah All Cts_59AN-3ct	163	184	<b>936</b>	-15	-245	9	936
4	ULS 1a_105_59AN-3ct	253	-296	<b>1378</b>	31	-388	-14	1378
5	SPLS 1a_45 Ba All Cts_59AN-3ct	-189	-61	<b>1023</b>	-61	-189	7	1023
6	SPLS 3_105 Ah All Cts_59AN-3ct	341	-35	<b>2078</b>	35	-341	58	2078

**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_59AN-3ct	129	155	<b>-750</b>	18	201	-3	-750
2	ULS 1a_0_9_105_59AN-3ct	202	-243	<b>-1101</b>	-29	314	16	-1101
3	SPLS 1a_0_9_45 Ba All Cts_59AN-	-72	-82	<b>-374</b>	8	109	7	-374
4	SPLS 1a_0_9_0 Ba All Cts_59AN-3	-43	48	<b>-232</b>	-3	64	1	-232
5	SPLS 3_0_9_105 Ah All Cts_59AN-	228	-32	<b>-1513</b>	-32	228	-62	-1513
6	SPLS 1a_0_9_0 Ba All Cts_59AN-3	-79	0	<b>-452</b>	0	79	-8	-452

**Maximale torsiebelasting (positief)**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1_59AN-	-107	-52	379	<b>39</b>	-112	-10	379
2	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1_59AN-	91	-35	-317	<b>39</b>	89	3	-317
3	SPLS 3_0_9_105 Ba Ct2_59AN-3ct	102	39	364	<b>45</b>	-100	-1	364
4	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1_59AN-	-25	-39	31	<b>46</b>	-10	-2	31
5	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1_59AN-	-34	171	89	<b>171</b>	-34	-17	89
6	SPLS 1a_105 Ba Ct2_59AN-3ct	91	-236	480	<b>236</b>	-91	1	480

**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 1a_75 Ba Ct1_59AN-3ct	41	-11	-117	<b>-37</b>	21	-11	-117
2	SPLS 3_0_9_75 Ba Ct1_59AN-3ct	-50	-23	61	<b>-51</b>	-19	-3	61
3	SPLS 3_75 Ba Ct1_59AN-3ct	-32	34	25	<b>-47</b>	-1	5	25
4	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct3_59AN-	188	-144	842	<b>-32</b>	-235	-6	842
5	SPLS 1a_0_9_75 Ba Ct1_59AN-3ct	14	-247	-157	<b>-247</b>	14	-17	-157
6	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct3_59AN-	170	171	963	<b>-171</b>	-170	15	963

**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_59AN-3ct	129	155	-750	<b>18</b>	201	-3	-750
2	ULS 1a_0_9_105_59AN-3ct	202	-243	-1101	<b>-29</b>	314	16	-1101
3	SPLS 1a_0_9_45 Ba All Cts_59AN-	-72	-82	-374	<b>8</b>	109	7	-374
4	SPLS 1a_0_9_0 Ba Ct2_59AN-3ct	-66	27	-226	<b>28</b>	66	5	-226
5	ULS 1a_0_9_105_59AN-3ct	198	-140	-1277	<b>-140</b>	198	-47	-1277
6	SPLS 1a_105 Ba Ct2_59AN-3ct	91	-236	480	<b>236</b>	-91	1	480

**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_59AN-3ct	37	47	<b>-235</b>	7	60	-4	-235
2	SLS 7_59AN-3ct	39	-49	<b>-243</b>	-7	62	-4	-243
3	SLS 7_59AN-3ct	89	101	<b>497</b>	-8	-135	0	497
4	SLS 7_59AN-3ct	92	-103	<b>508</b>	8	-138	0	508
5	SLS 7_59AN-3ct	61	0	<b>-456</b>	0	61	-27	-456
6	SLS 7_59AN-3ct	174	1	<b>1024</b>	-1	-174	23	1024

**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_105_59AN-3ct	253	-296	<b>1378</b>	31	-388	-14	1378
Max. trek	ULS 1a_0_9_105_59AN-3ct	202	-243	<b>-1101</b>	-29	314	16	-1101
Max. pos. torsie	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1_59AN-	-25	-39	31	<b>46</b>	-10	-2	31
Max. neg. torsie	SPLS 3_0_9_75 Ba Ct1_59AN-3ct	-50	-23	61	<b>-51</b>	-19	-3	61
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0_9_105_59AN-3ct	202	-243	<b>-1101</b>	<b>-29</b>	314	16	-1101

**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_105 Ah All Cts_59AN-3ct	341	-35	<b>2078</b>	35	-341	58	2078
Max. trek	SPLS 3_0_9_105 Ah All Cts_59AN-	228	-32	<b>-1513</b>	-32	228	-62	-1513
Max. pos. torsie	SPLS 1a_105 Ba Ct2_59AN-3ct	91	-236	-480	<b>236</b>	-91	1	480
Max. neg. torsie	SPLS 1a_0_9_75 Ba Ct1_59AN-3ct	14	-247	157	<b>-247</b>	14	-17	-157
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0_9_105_59AN-3ct	198	-140	<b>-1277</b>	<b>-140</b>	198	-47	-1277

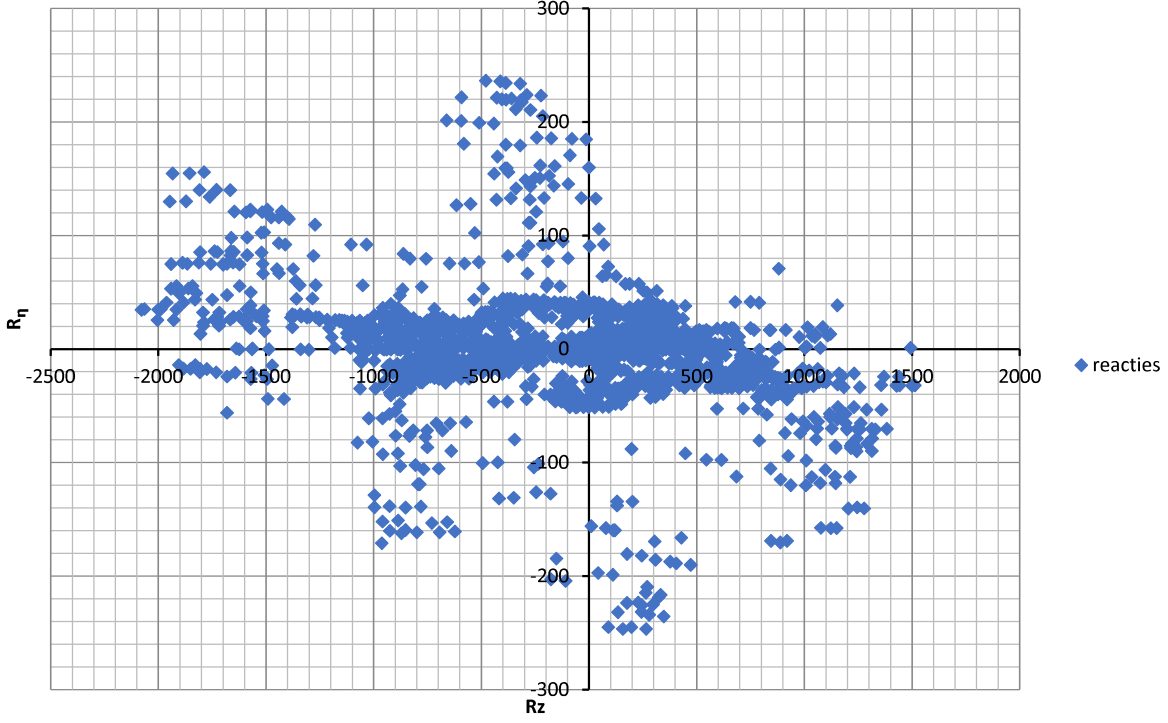
**Maximale drukbelasting SLS**

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 1a_45 Ba All Cts_59AN-3ct	-115	-134	<b>607</b>	-13	-176	-11	607
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts_59AN-3ct	-96	102	<b>496</b>	4	-140	-5	496
3	SPLS 3_105 Ah All Cts_59AN-3ct	163	184	<b>936</b>	-15	-245	9	936
4	ULS 1a_105_59AN-3ct	253	-296	<b>1378</b>	31	-388	-14	1378
5	SPLS 1a_45 Ba All Cts_59AN-3ct	-189	-61	<b>1023</b>	-61	-189	7	1023
6	SPLS 3_105 Ah All Cts_59AN-3ct	341	-35	<b>2078</b>	35	-341	58	2078

**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 8 Ba_59AN-3ct	129	155	<b>-750</b>	18	201	-3	-750
2	ULS 1a_0_9_105_59AN-3ct	202	-243	<b>-1101</b>	-29	314	16	-1101
3	SPLS 1a_0_9_45 Ba All Cts_59AN-	-72	-82	<b>-374</b>	8	109	7	-374
4	SPLS 1a_0_9_0 Ba All Cts_59AN-3	-43	48	<b>-232</b>	-3	64	1	-232
5	SPLS 3_0_9_105 Ah All Cts_59AN-	228	-32	<b>-1513</b>	-32	228	-62	-1513
6	SPLS 1a_0_9_0 Ba All Cts_59AN-3	-79	0	<b>-452</b>	0	79	-8	-452

Reacties  $R_z$  en  $R_\eta$





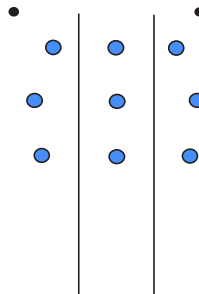
Project: GT-TLB380  
 Tower: EA+0  
 Number: 59N

Auteur: TBR  
 Versie: v11.9

## Geleiderbelastingen

### Algemeen

Benaming EA+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 n.v.t.  
 50 jaar  
 Windgebied III  
 Windsnelheid (m/s) 24,5 m/s  
 Terreincategorie II  
 Reductiefactor  $c_{dir}$  1,00  
 IJsg gebied fasegeleider B  
 IJsg gebied bliksemgeleider A

### Geleiders Back

Omschrijving	Spanning	Geleider Back	Bundel Ba	IJsg gebied	Toeslag gewicht	Toeslag diameter	Intrekwaarden $P_{back}$
Circuit 1	380 kV	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		OPGW AFL-226/38	1	A	2 %	2 %	1600
Bliksemdraad 2		AACSR 241-AL3-39-A20SA	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 %	700
Circuit 2	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	700
Circuit 3	380 kV	ACCC-Warsaw	3	B	2 %	2 %	700
Bliksemdraad 1		OPGW AFL-226/38	1	A	2 %	2 %	700
Bliksemdraad 2		AACSR 241-AL3-39-A20SA	1	A	2 %	2 %	700

### 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	-16,0 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	16,0 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: EA+0  
 Number: 59N

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

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

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

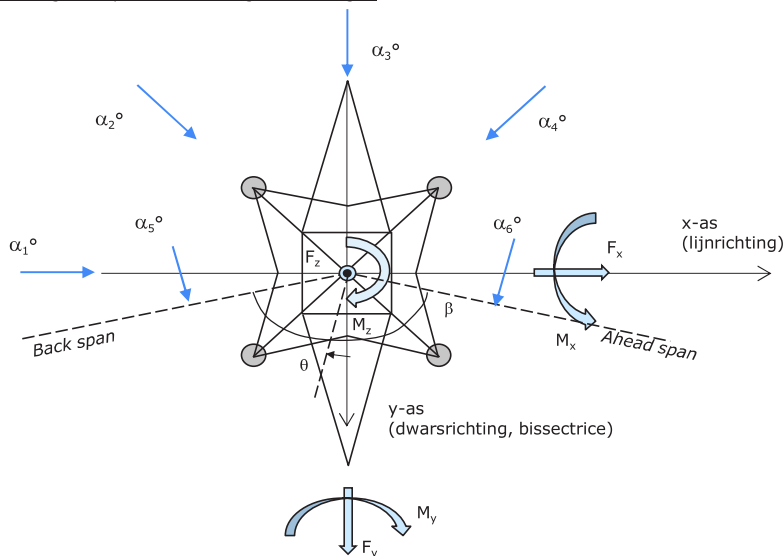
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h$ back	$\Delta h$ ahead	$\Delta y$ back	$\Delta y$ ahead
Circuit 1	10	380ct1f1	0,0	-30,9 m	0,0	-16,0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	0,0	-20,5 m	0,0	-7,5 m
Circuit 1	12	380ct1f3	0,0	-10,2 m	0,0	-23,3 m
Circuit 2	20	380ct2f1	0,0	-30,9 m	0,0	-0,2 m
Circuit 2	21	380ct2f2	0,0	-20,5 m	0,0	7,1 m
Circuit 2	22	380ct2f3	0,0	-10,2 m	0,0	14,3 m
Circuit 3	30	380ct3f1	0,0	-33,5 m	0,0	39,3 m
Circuit 3	31	380ct3f2	0,0	-20,5 m	0,0	21,6 m
Circuit 3	32	380ct3f3	0,0	-10,2 m	0,0	30,1 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	0,0	-34,6 m	0,0	-26,4 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	0,0	-34,6 m	0,0	41,9 m

**Lijn- en mastgegevens**

	Back	Ahead
	187,3	153,3 m
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3/\Sigma L)}$	187,3	153,3 m
Lijnhoek $\beta$	174,15 °	
Rotatie mast t.o.v. bissectrice $\theta$	0 °	
Vaklengte	187	153 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 °
	$\alpha_5$	87,075 °
	$\alpha_6$	92,925 °

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: EA+0  
 Number: 59N

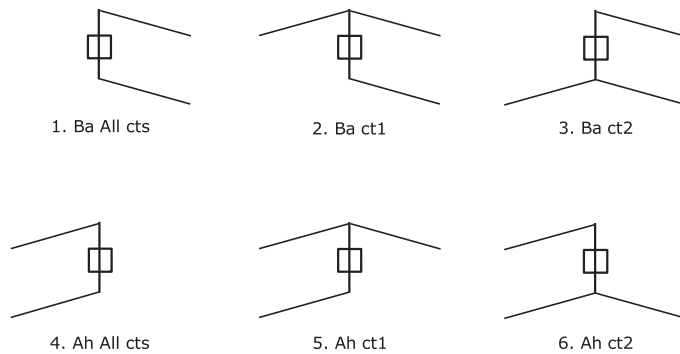
### Geleiderafval

		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	b1	1	0	1	0	1	0
Bliksemdraad 2	b2	0	1	1	0	1	0

### Belastingsituaties SPLS

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

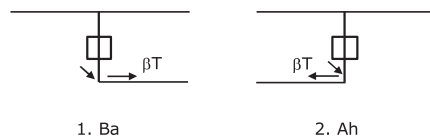
Principe belastingssituaties:



### Belastingsituaties 5a. Geleiderbreuk

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

Principe belastingssituaties:



Project: GT-TLB380  
 Tower: EA+0  
 Number: 59N

### Belastingsituaties 6. Bouw- en onderhoud

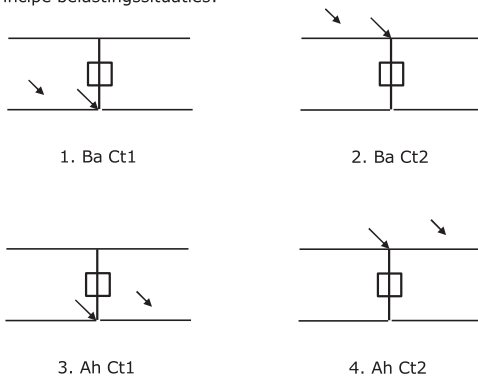
Onder 6a wordt de belasting door aanwezigheid lijnwagen of lijnfiets in combinatie met puntlast op traverse in rekening gebracht. Combinatie 6b bevat geen belastingen in geleider of op traverse. Deze combinatie is toegevoegd om te kunnen combineren met separate controle bordessen etc. De situaties worden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



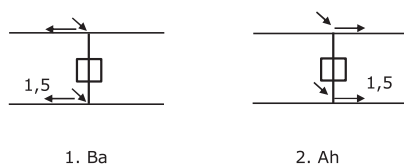
### Belastingsituaties 8. Lijndansen als statische belasting

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: EA+0  
 Number: 59N

## Mastconstructie

### Eigenschappen

Masttype	Hoekmast	
Mastbenaming	EA+0	
Voetplaat t.o.v. maaiveld	0,5 m	
Masthoogte t.o.v. voetplaat	57,9 m	
Gewicht mast	793,0 kN	
<i>Breedte en helling mast bij fundatie</i>	x-ri.	y-ri.
Pootsprei	26,80	26,90 m
Helling van de randstijl	0,241	0,388 -
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	21,00	7,60	0,388	182,02	28,38	0,16	3,13
Tussenstuk1	24,70	21,00	7,60	17,10	0,392	244,53	44,00	0,18	3,02
Tussenstuk2	30,20	7,60	7,22	5,50	0,035	40,76	8,93	0,22	2,85
Bovenstuk1	41,50	7,22	5,20	11,30	0,089	70,17	15,44	0,22	2,84
Bovenstuk2	52,80	5,20		11,30		29,38	7,05	0,24	2,76
Topstuk									
Ondertraverse	28,20	13,32	5,00	2,00		46,62	3,66	0,08	3,52
Middentraverse	39,50	15,95	3,00	2,00		39,88	4,17	0,10	3,38
Boventraverse	50,80	13,25	2,00	2,00		26,50	3,36	0,13	3,27
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	26,80	21,21	11,60	0,388	182,02	37,28	0,20	2,91
Tussenstuk1	24,10	21,21	8,40	12,50	0,392	244,53	30,19	0,12	3,29
Tussenstuk2	27,60	8,40	7,64	3,50	0,035	40,76	5,83	0,14	3,19
Bovenstuk1	38,90	7,64	5,60	11,30	0,089	70,17	13,47	0,19	2,97
Bovenstuk2	50,20	5,60		11,30		29,38	6,33	0,22	2,86
Topstuk									
Ondertraverse	28,20	13,32	5,00	2,00		46,62	3,66	0,08	3,52
Middentraverse	39,50	15,95	3,00	2,00		39,88	4,17	0,10	3,38
Boventraverse	50,80	13,25	2,00	2,00		26,50	3,36	0,13	3,27
Bliksempiek	52,80	13,10		2,73		17,88	3,58	0,20	2,93

NB: oppervlakte traverse dwarsrichting wordt in berekening gereduceerd.

Project: GT-TLB380  
 Tower: EA+0  
 Number: 59N

#### 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>f</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	62,3	58,7	0,0	-58,7	5,8	361,3	340,4	0,0	-340,4
Tussenstuk1	0,85	112,6	83,5	0,0	-83,5	17,9	2010,4	1490,0	0,0	-1490,0
Tussenstuk2	0,95	24,1	17,7	0,0	-17,7	25,9	623,0	457,7	0,0	-457,7
Bovenstuk1	1,02	44,9	36,3	0,0	-36,3	33,3	1491,9	1208,6	0,0	-1208,6
Bovenstuk2	1,10	21,5	17,6	0,0	-17,6	44,6	956,0	783,0	0,0	-783,0
Topstuk	0,70					0,0				
Ondertraverse	0,98	25,2	15,0	0,0	-15,0	28,9	727,5	432,1	0,0	-432,1
Middentraverse	1,07	30,2	17,9	0,0	-17,9	40,2	1213,7	720,9	0,0	-720,9
Boventraverse	1,14	25,1	14,9	0,0	-14,9	51,5	1292,6	767,8	0,0	-767,8
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>370,1</b>	<b>276,0</b>	<b>0,0</b>	<b>-276,0</b>		<b>9978,8</b>	<b>6974,0</b>	<b>0,0</b>	<b>-6974,0</b>

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

Omschrijving	P <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>y1</sub> [kN]	F <sub>y2</sub> [kN]	F <sub>y3</sub> [kN]	F <sub>y4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>x1</sub> [kNm]	M <sub>x2</sub> [kNm]	M <sub>x3</sub> [kNm]	M <sub>x4</sub> [kNm]
Broekstuk1	0,70	0,0	58,7	76,0	58,7	5,8	0,0	340,4	441,1	340,4
Tussenstuk1	0,85	0,0	83,5	84,1	83,5	17,9	0,0	1490,0	1501,5	1490,0
Tussenstuk2	0,95	0,0	17,7	17,6	17,7	25,9	0,0	457,7	455,8	457,7
Bovenstuk1	1,02	0,0	36,3	40,8	36,3	33,3	0,0	1208,6	1356,7	1208,6
Bovenstuk2	1,10	0,0	17,6	20,0	17,6	44,6	0,0	783,0	889,5	783,0
Topstuk	0,70					0,0				
Ondertraverse	0,98	0,0	15,0	10,1	15,0	28,9	0,0	432,1	291,0	432,1
Middentraverse	1,07	0,0	17,9	12,1	17,9	40,2	0,0	720,9	485,5	720,9
Boventraverse	1,14	0,0	14,9	10,0	14,9	51,5	0,0	767,8	517,1	767,8
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>276,0</b>	<b>280,5</b>	<b>276,0</b>		<b>0,0</b>	<b>6974,0</b>	<b>6459,1</b>	<b>6974,0</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	793	0	0	0
Windrichting 0°	376	0	0	0	10195	0
Windrichting 45°	280	280	0	7127	7127	0
Windrichting 90°	0	287	0	6676	0	0
Windrichting 135°	-280	280	0	7127	-7127	0

Project: GT-TLB380  
 Tower: EA+0  
 Number: 59N

### 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	OPGW AFL-226/38	21,7	264,0	9,13	72000	1,98E-05
Bliksemdraad 2	AACSR 241-AL3-39-A20SA	21,8	281,0	9,38	70165	1,97E-05

#### Geleiders ahead

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\alpha T$ [-]
Circuit 1	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	OPGW AFL-226/38	21,7	264,0	9,13	72000	1,98E-05
Bliksemdraad 2	AACSR 241-AL3-39-A20SA	21,8	281,0	9,38	70165	1,97E-05

#### Verticale belasting back

Circuit	Bundel [-]	Toeslag [%]	$W_{z,G}$ [N/m]	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	9,3	A	15+0,4d	23,7	23,7
Bliksemdraad 2	1	2	9,6	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	9,3	A	15+0,4d	23,7	23,7
Bliksemdraad 2	1	2	9,6	A	15+0,4d	23,7	23,7

#### Isolatoren

Geleider	$G_{isolator}$ [kN]	Aantal	$F_{v,iso}$ [kN]	Lengte [m]	Windopp. [m <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: EA+0  
 Number: 59N

### 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	52,0	1,15	0,70	0,76	1,06	28,25	71,7	78,1	46,9	135,2	147,4
380ct1f2	40,7	1,08	0,68	0,74	1,08	28,25	66,4	72,5	46,9	123,0	134,4
380ct1f3	29,4	0,98	0,65	0,71	1,10	28,25	59,5	65,3	46,9	107,8	118,2
380ct2f1	52,0	1,15	0,70	0,76	1,06	28,25	71,7	78,1	46,9	135,2	147,4
380ct2f2	40,7	1,08	0,68	0,74	1,08	28,25	66,4	72,5	46,9	123,0	134,4
380ct2f3	29,4	0,98	0,65	0,71	1,10	28,25	59,5	65,3	46,9	107,8	118,2
380ct3f1	52,0	1,15	0,70	0,76	1,06	28,25	71,7	78,1	46,9	135,2	147,4
380ct3f2	40,7	1,08	0,68	0,74	1,08	28,25	66,4	72,5	46,9	123,0	134,4
380ct3f3	29,4	0,98	0,65	0,71	1,10	28,25	59,5	65,3	46,9	107,8	118,2
bl1	58,9	1,18	0,71	0,77	1,18	22,13	21,9	23,8	63,0	63,5	69,1
bl2	58,9	1,18	0,71	0,77	1,18	22,24	21,9	23,9	63,1	63,6	69,2

### 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	33,0	1,02	0,66	0,74	1,09	28,25	62,0	69,9	46,9	113,1	127,7
380ct1f2	26,9	0,96	0,64	0,73	1,11	28,25	57,7	65,4	46,9	103,9	117,6
380ct1f3	20,8	0,89	0,62	0,70	1,13	28,25	52,6	59,7	46,9	92,9	105,5
380ct2f1	33,1	1,02	0,66	0,74	1,09	28,25	62,0	70,0	46,9	113,2	127,7
380ct2f2	27,0	0,96	0,64	0,73	1,11	28,25	57,8	65,4	46,9	103,9	117,6
380ct2f3	20,8	0,89	0,62	0,70	1,13	28,25	52,6	59,7	46,9	92,9	105,5
380ct3f1	31,8	1,00	0,66	0,74	1,09	28,25	61,1	69,0	46,9	111,3	125,7
380ct3f2	27,0	0,96	0,64	0,73	1,11	28,25	57,8	65,4	46,9	103,9	117,6
380ct3f3	20,8	0,89	0,62	0,70	1,13	28,25	52,6	59,7	46,9	92,9	105,5
bl1	38,1	1,06	0,67	0,76	1,20	22,13	18,8	21,2	63,0	53,7	60,5
bl2	38,1	1,06	0,67	0,76	1,20	22,24	18,9	21,3	63,1	53,7	60,5

Project: GT-TLB380  
 Masttype: EA+0  
 Mast: 59N

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

**Uitgangspunten**  
 Betrouwbaarheidsniveau Nieuwbouw CC2  
 Referentieperiode 50 jaar

<b>ULS</b> (bezwijksterkte)		<b>NEN-EN50341-2-15:2019</b>						
Belastingsgeval	omschrijving	Temp °C	$\gamma_G$		$\gamma_Q$			$\gamma_a$
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$
ULS 1a	Wind	10°	1,20	1,20	0,00	1,50	0,00	0,0
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk alleen mast	10°	0,90	1,20	0,00	1,50	0,00	0,0
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk ook geleider	10°	0,90	0,90	0,00	1,50	0,00	0,0
ULS 3	Wind+ijs	-5°	1,20	1,20	0,00	0,45	1,50	0,0
ULS 3_0,9	Wind+ijs 0,9	-5°	0,90	1,20	0,00	0,45	1,50	0,0
ULS 4	Koude+wind	-20°	1,20	1,20	0,00	0,30	0,00	0,0
ULS 4_0,9	Koude+wind 0,9	-20°	0,90	1,20	0,00	0,30	0,00	0,0
ULS 5a	Torsiebelastingen	10°	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,0
ULS 5b	Longitudinale belastingen	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0
ULS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	1,50	0,30	0,00	0,0
ULS 6_0,9	Bouw en onderhoud	5°	1,20	1,20	0,00	0,30	0,00	0,0
ULS 7	Permanent	10°	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00	0,0
ULS 8	Special	10°	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,0
<b>SPLS</b> (Bezwijksterkte, enkel voor hoekmasten: afwezigheid geleiders)			$\gamma_G$		$\gamma_Q$			
SPLS	omschrijving	Temp °C	$G_k$		$Q_k$			$A_k$
					$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	
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)			$G_k$		$Q_k$			
SLS	omschrijving	Temp °C	$G_k$		$Q_k$			$A_k$
					$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	
SLS 1a	Wind	10°	1,00	1,00	0,0	1,00	0,0	0,0
SLS 3	Wind+ijs	-5°	1,00	1,00	0,0	0,30	1,00	0,0
SLS 4	Wind	-20°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0
SLS 6	Bouw en onderhoud	5°	1,00	1,00	0,0	0,20	0,0	0,0
SLS 7	PB (EDS, geen wind)	10°	1,00	1,00	0,0	0,00	0,0	0,0

Aantal windrichtingen 6  
 Aantal belastingcombinaties ULS 83  
 Aantal belastingcombinaties SPLS 216  
 Aantal belastingcombinaties SLS 15  
 Aantal knooplasten 8478

Project: GT-TLB380  
 Masttype: EA+0  
 Mast: 59N

### 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	-47,7	30,9	5,1	0,1	6,7	10,6
380ct1f1	-145,2	77,1	22,8	8,7	23,6	30,2
380ct1f2	-142,9	75,6	21,8	12,3	23,6	24,8
380ct1f3	-140,2	74,3	20,4	5,0	23,6	19,6
380ct2f1	-145,2	76,6	22,8	16,3	23,6	30,2
380ct2f2	-142,9	74,7	21,8	19,0	23,6	24,8
380ct2f3	-140,2	72,6	20,4	21,0	23,6	19,6
bl2	-48,4	28,8	5,2	11,3	6,7	10,6
V-fixatie 1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
V-fixatie 2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
V-fixatie 3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
V-fixatie 4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
380ct3f1	-145,2	70,7	22,8	32,5	23,6	31,2
380ct3f2	-142,9	73,0	21,8	25,2	23,6	24,8
380ct3f3	-140,2	70,4	20,4	26,9	23,6	19,6
V-fixatie 5	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	371,1	432,9	371,0
380ct1f1	354,2	402,3	354,2
380ct1f2	306,7	344,3	306,7
380ct1f3	259,6	287,1	259,6
380ct2f1	354,1	402,2	354,1
380ct2f2	306,6	344,1	306,6
380ct2f3	259,6	287,0	259,6
bl2	374,4	429,7	371,0
V-fixatie 1			
V-fixatie 2			
V-fixatie 3			
V-fixatie 4			
380ct3f1	367,2	415,3	366,0
380ct3f2	306,7	343,9	306,6
380ct3f3	259,7	286,9	259,6
V-fixatie 5			

#### Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	662,1	347,1
380ct1f1	516,6	368,4
380ct1f2	412,4	312,7
380ct1f3	315,5	259,0
380ct2f1	516,0	368,3
380ct2f2	411,7	312,6
380ct2f3	314,8	258,9
bl2	634,9	346,0
V-fixatie 1		
V-fixatie 2		
V-fixatie 3		
V-fixatie 4		
380ct3f1	524,2	378,8
380ct3f2	409,7	312,2
380ct3f3	313,3	258,7
V-fixatie 5		

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

Voor alle geleiders

	Wind / Weight span verhouding
Max. weight span	662,1 m 3,888 -
Min. weight span	163,1 m 0,958 -



Project: GT-TLB380  
 Masttype: EA+0  
 Mast: 59N

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

Geleider	Fx	Fy	Fz	Ft_ba	Ft_ah
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
bl1	35,8	4,8	10,6	-47,9	30,9
380ct1f1	129,8	31,4	30,2	-145,7	76,9
380ct1f2	129,6	34,0	24,8	-143,4	75,6
380ct1f3	129,4	25,2	23,6	-140,7	74,1
380ct2f1	129,8	39,0	30,2	-145,7	76,9
380ct2f2	129,6	40,6	24,8	-143,4	75,6
380ct2f3	129,4	41,3	23,6	-140,7	74,1
bl2	36,4	16,5	10,6	-48,6	30,9
V-fixatie 1	4,1	4,1	6,8	0,0	
V-fixatie 2	3,8	3,8	6,8	0,0	
V-fixatie 3	3,5	3,5	6,8	0,0	
V-fixatie 4	3,5	3,5	6,8	0,0	
380ct3f1	129,8	55,1	31,2	-145,7	75,7
380ct3f2	129,6	46,8	24,8	-143,4	75,3
380ct3f3	129,4	47,1	23,6	-140,7	73,7
V-fixatie 5	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	6,5	0,8	2,2	-14,9	6,5
380ct1f1	32,0	3,7	16,0	-73,3	32,1
380ct1f2	32,1	3,7	13,8	-73,3	32,1
380ct1f3	31,9	3,7	12,3	-73,3	32,1
380ct2f1	32,0	3,7	16,0	-73,3	32,1
380ct2f2	31,9	3,7	13,8	-73,3	32,1
380ct2f3	31,8	4,6	12,3	-73,3	32,1
bl2	6,4	2,1	2,3	-15,3	6,7
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	
380ct3f1	30,6	9,5	16,5	-73,3	32,1
380ct3f2	31,5	6,1	13,8	-73,3	32,1
380ct3f3	31,1	7,8	12,3	-73,3	32,1
V-fixatie 5	0,0	0,0	5,0	0,0	

**Controle uplift SLS-wind**

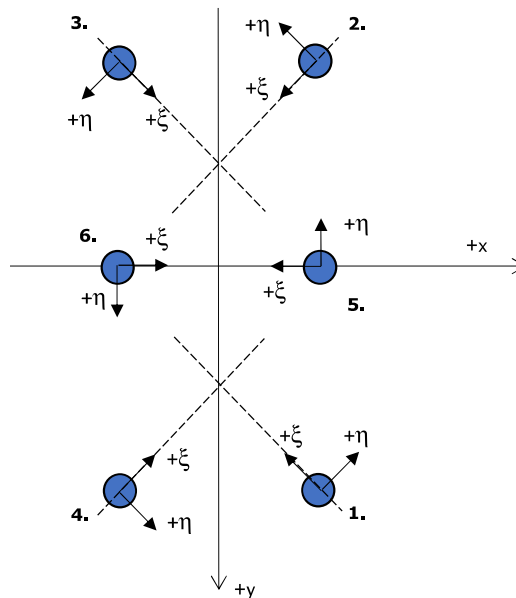
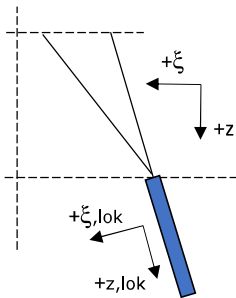
Combinatie: Geleider	Fz_ba	Fz_ah
	[kN]	[kN]
SLS 4		
bl1	0,0	0,0
380ct1f1	0,0	0,0
380ct1f2	0,0	0,0
380ct1f3	0,0	0,0
380ct2f1	0,0	0,0
380ct2f2	0,0	0,0
380ct2f3	0,0	0,0
bl2	0,0	0,0
V-fixatie 1	0,0	
V-fixatie 2	0,0	
V-fixatie 3	0,0	
V-fixatie 4	0,0	
380ct3f1	0,0	0,0
380ct3f2	0,0	0,0
380ct3f3	0,0	0,0
V-fixatie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



Project: GT-TLB  
 Masttype: EA+0  
 Mast: 59N

**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 1a_87,075 Ba Ct2_59N 3ct	-164	-140	<b>748</b>	17	-215	-12	748
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts_59N 3ct	-109	118	<b>576</b>	7	-160	-4	576
3	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct1_59N	171	167	<b>906</b>	3	-239	7	906
4	ULS 1a_92,925_59N 3ct	218	-248	<b>1145</b>	21	-329	-19	1145
5	SPLS 1a_0 Ba All Cts_59N 3ct	-223	-7	<b>1224</b>	-7	-223	12	1224
6	SPLS 3_92,925 Ah All Cts_59N 3ct	330	-44	<b>2017</b>	44	-330	57	2017

**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_59N 3ct	122	148	<b>-714</b>	18	190	-3	-714
2	SPLS 3_0,9_92,925 Ah All Cts_59N	151	-185	<b>-879</b>	-24	238	-1	-879
3	SPLS 1a_0,9_87,075 Ba All Cts_59N	-89	-110	<b>-503</b>	15	141	4	-503
4	SPLS 1a_0,9_0 Ba All Cts_59N 3ct	-55	64	<b>-310</b>	-6	84	0	-310
5	ULS 8 Ba_59N 3ct	236	-9	<b>-1501</b>	-9	236	-52	-1501
6	ULS 8 Ah_59N 3ct	-101	-5	<b>-662</b>	5	101	-26	-662

**Maximale torsiebelasting (positief)**

Stijl	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_\eta$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
1	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1_59N 3ct	-133	-82	528	<b>36</b>	-152	-9	528
2	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1_59N 3ct	86	-24	-271	<b>43</b>	78	4	-271
3	SPLS 3_92,925 Ba Ct2_59N 3ct	64	-3	149	<b>48</b>	-43	-3	149
4	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1_59N 3ct	-35	-27	-33	<b>43</b>	6	-3	-33
5	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1_59N 3ct	-63	164	284	<b>164</b>	-63	-9	284
6	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1_59N 3ct	71	-237	388	<b>237</b>	-71	4	388

**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_87,075 Ba Ct1_59N 3ct	42	-17	-79	<b>-41</b>	17	-4	-79
2	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct3_59N 3ct	-59	-8	120	<b>-47</b>	-36	-3	120
3	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct3_59N 3ct	-48	15	-69	<b>-45</b>	23	4	-69
4	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct3_59N 3ct	183	-133	793	<b>-35</b>	-224	-9	793
5	SPLS 1a_0,9_87,075 Ba Ct1_59N	-15	-255	65	<b>-255</b>	-15	-2	65
6	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct3_59N 3ct	137	163	748	<b>-163</b>	-137	7	748

**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_59N 3ct	122	148	-714	<b>18</b>	190	-3	-714
2	SPLS 3_0,9_92,925 Ah All Cts_59I	151	-185	-879	<b>-24</b>	238	-1	-879
3	SPLS 1a_0,9_87,075 Ba All Cts_59I	-89	-110	-503	<b>15</b>	141	4	-503
4	SPLS 1a_0,9_0 Ba Ct2_59N 3ct	-75	42	-294	<b>23</b>	83	3	-294
5	SPLS 3_0,9_92,925 Ah All Cts_59I	221	-41	-1468	<b>-41</b>	221	-61	-1468
6	SPLS 1a_0,9_45 Ba All Cts_59N 3ct	-105	-48	-647	<b>48</b>	105	-19	-647

**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_59N 3ct	14	20	<b>-104</b>	4	24	-4	-104
2	SLS 7_59N 3ct	33	-41	<b>-201</b>	-5	52	-2	-201
3	SLS 7_59N 3ct	65	73	<b>357</b>	-6	-97	0	357
4	SLS 7_59N 3ct	86	-94	<b>463</b>	6	-127	-2	463
5	SLS 7_59N 3ct	35	-13	<b>-284</b>	-13	35	-20	-284
6	SLS 7_59N 3ct	145	-10	<b>839</b>	10	-145	16	839

**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_92,925_59N 3ct	218	-248	<b>1145</b>	21	-329	-19	1145
Max. trek	SPLS 3_0,9_92,925 Ah All Cts_59I	151	-185	<b>-879</b>	-24	238	-1	-879
Max. pos. torsie	SPLS 3_92,925 Ba Ct2_59N 3ct	64	-3	149	<b>48</b>	-43	-3	149
Max. neg. torsie	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct3_59N 3ct	-59	-8	120	<b>-47</b>	-36	-3	120
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0,9_92,925 Ah All Cts_59I	151	-185	<b>-879</b>	<b>-24</b>	238	-1	-879

**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_92,925 Ah All Cts_59N 3ct	330	-44	<b>2017</b>	44	-330	57	2017
Max. trek	ULS 8 Ba_59N 3ct	236	-9	<b>-1501</b>	-9	236	-52	-1501
Max. pos. torsie	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1_59N 3ct	71	-237	-388	<b>237</b>	-71	4	388
Max. neg. torsie	SPLS 1a_0,9_87,075 Ba Ct1_59N	-15	-255	-65	<b>-255</b>	-15	-2	65
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0,9_92,925 Ah All Cts_59I	221	-41	<b>-1468</b>	<b>-41</b>	221	-61	-1468

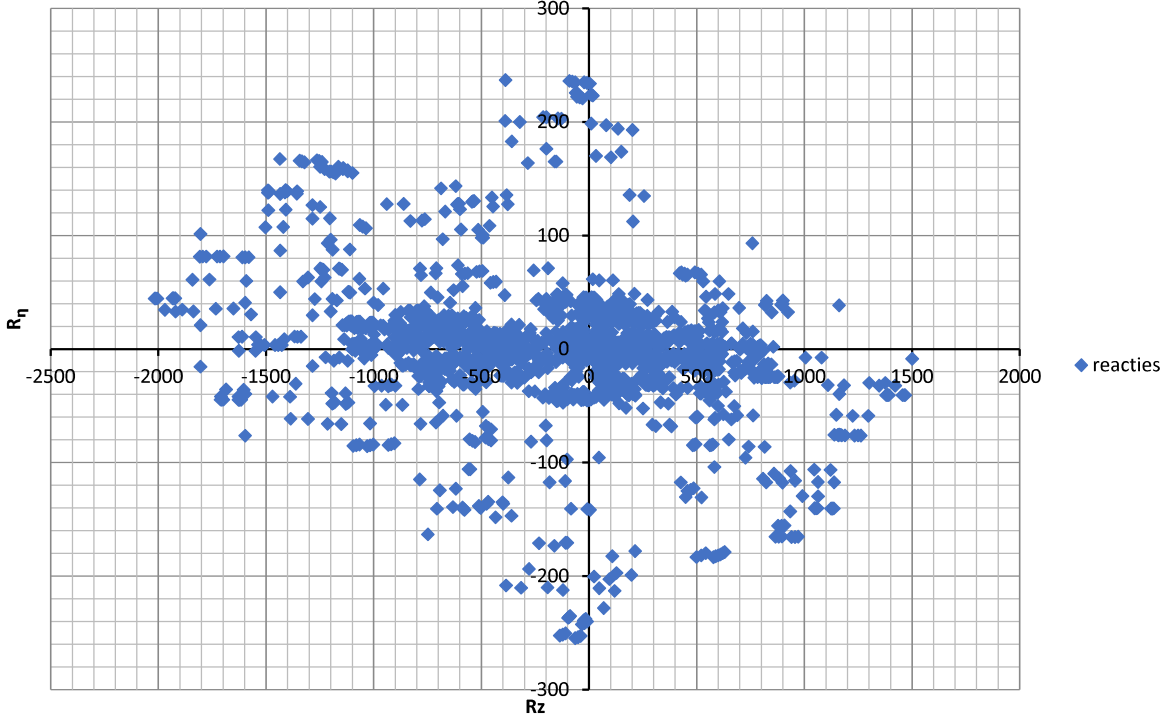
**Maximale drukbelasting SLS**

Stijl	Combinatie	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 1a_87,075 Ba Ct2_59N 3ct	-164	-140	<b>748</b>	17	-215	-12	748
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts_59N 3ct	-109	118	<b>576</b>	7	-160	-4	576
3	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct1_59N	171	167	<b>906</b>	3	-239	7	906
4	ULS 1a_92,925_59N 3ct	218	-248	<b>1145</b>	21	-329	-19	1145
5	SPLS 1a_0 Ba All Cts_59N 3ct	-223	-7	<b>1224</b>	-7	-223	12	1224
6	SPLS 3_92,925 Ah All Cts_59N 3ct	330	-44	<b>2017</b>	44	-330	57	2017

**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 8 Ba_59N 3ct	122	148	<b>-714</b>	18	190	-3	-714
2	SPLS 3_0,9_92,925 Ah All Cts_59I	151	-185	<b>-879</b>	-24	238	-1	-879
3	SPLS 1a_0,9_87,075 Ba All Cts_59I	-89	-110	<b>-503</b>	15	141	4	-503
4	SPLS 1a_0,9_0 Ba All Cts_59N 3ct	-55	64	<b>-310</b>	-6	84	0	-310
5	ULS 8 Ba_59N 3ct	236	-9	<b>-1501</b>	-9	236	-52	-1501
6	ULS 8 Ah_59N 3ct	-101	-5	<b>-662</b>	5	101	-26	-662

Reacties  $R_z$  en  $R_\eta$



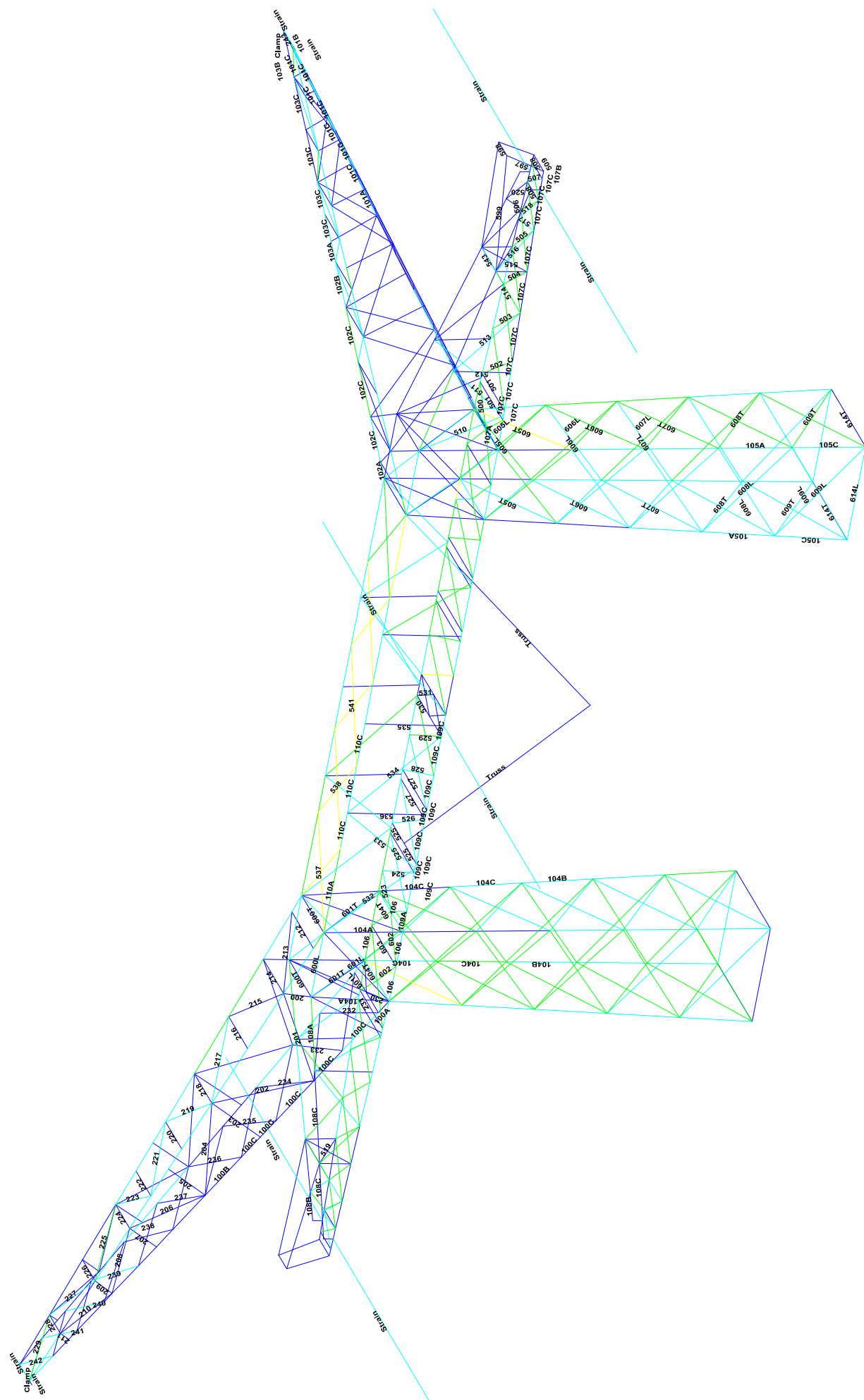


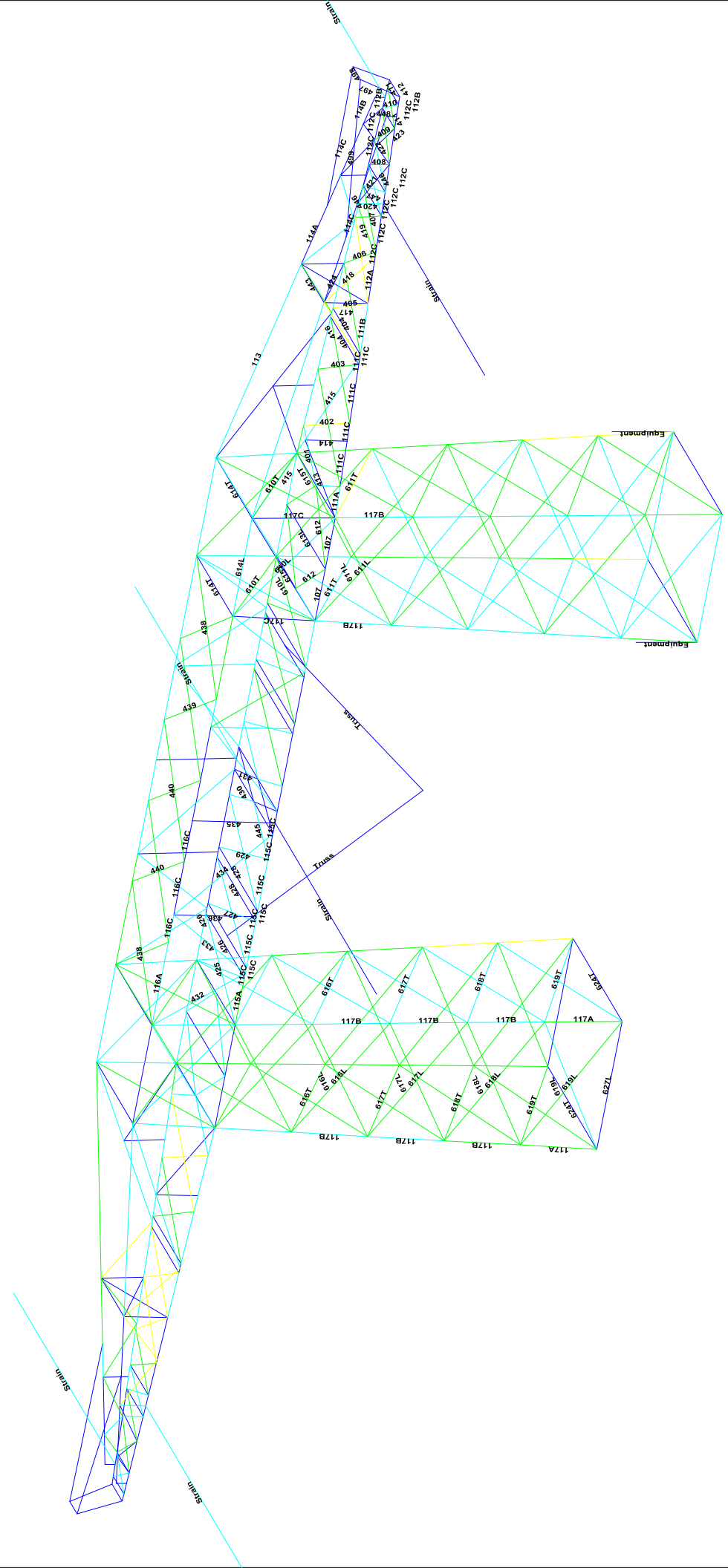
## **APPENDIX B**

### **Resultaten PLS tower**

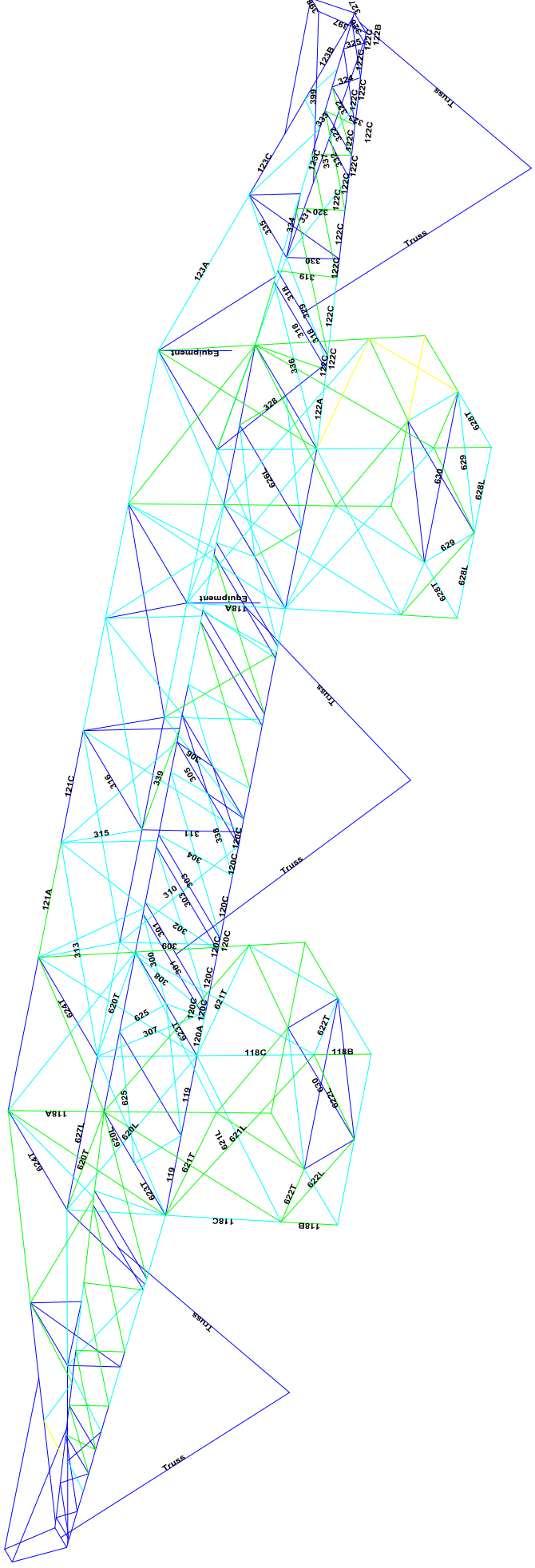
---

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

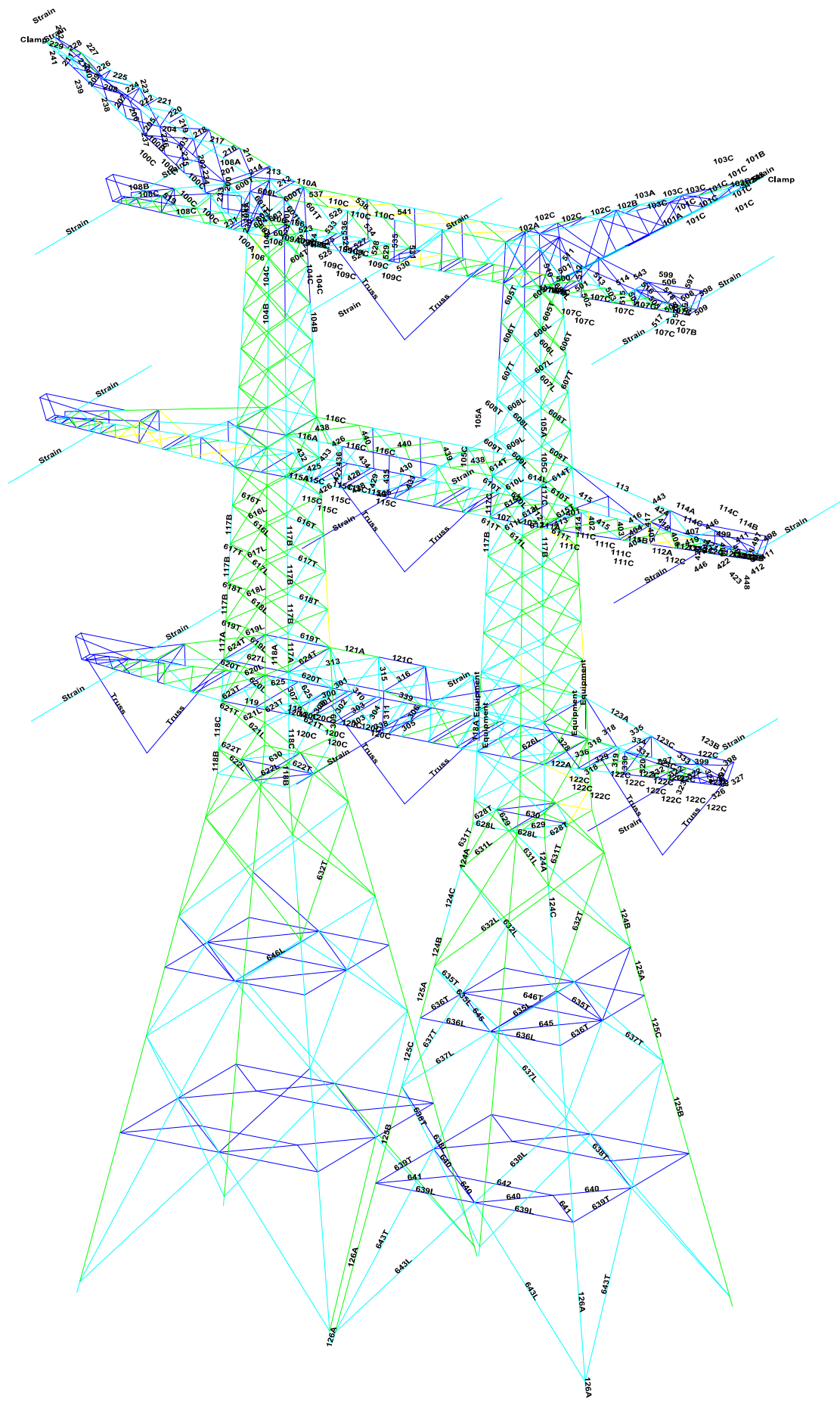




1/100













Date  
15-4-2022  
Author  
Version  
1.0

Assessment of angle groups

GT-TLB  
EA+0-J  
Maat 59N

Group Label	Beam/Quail Info	Profile	Type	# Joints	z1	z2	z3	z4	z5	z6	z7	z8	z9	z10	z11	z12	z13	z14	z15	z16	z17	z18	z19	z20	z21	z22	z23	z24	z25	z26	z27	z28	z29	z30	z31	z32	z33	z34	z35	z36	z37	z38	z39	z40	z41	z42	z43	z44	z45	z46	z47	z48	z49	z50	z51	z52	z53	z54	z55	z56	z57	z58	z59	z60	z61	z62	z63	z64	z65	z66	z67	z68	z69	z70	z71	z72	z73	z74	z75	z76	z77	z78	z79	z80	z81	z82	z83	z84	z85	z86	z87	z88	z89	z90	z91	z92	z93	z94	z95	z96	z97	z98	z99	z100	z101	z102	z103	z104	z105	z106	z107	z108	z109	z110	z111	z112	z113	z114	z115	z116	z117	z118	z119	z120	z121	z122	z123	z124	z125	z126	z127	z128	z129	z130	z131	z132	z133	z134	z135	z136	z137	z138	z139	z140	z141	z142	z143	z144	z145	z146	z147	z148	z149	z150	z151	z152	z153	z154	z155	z156	z157	z158	z159	z160	z161	z162	z163	z164	z165	z166	z167	z168	z169	z170	z171	z172	z173	z174	z175	z176	z177	z178	z179	z180	z181	z182	z183	z184	z185	z186	z187	z188	z189	z190	z191	z192	z193	z194	z195	z196	z197	z198	z199	z200	z201	z202	z203	z204	z205	z206	z207	z208	z209	z210	z211	z212	z213	z214	z215	z216	z217	z218	z219	z220	z221	z222	z223	z224	z225	z226	z227	z228	z229	z230	z231	z232	z233	z234	z235	z236	z237	z238	z239	z240	z241	z242	z243	z244	z245	z246	z247	z248	z249	z250	z251	z252	z253	z254	z255	z256	z257	z258	z259	z260	z261	z262	z263	z264	z265	z266	z267	z268	z269	z270	z271	z272	z273	z274	z275	z276	z277	z278	z279	z280	z281	z282	z283	z284	z285	z286	z287	z288	z289	z290	z291	z292	z293	z294	z295	z296	z297	z298	z299	z300	z301	z302	z303	z304	z305	z306	z307	z308	z309	z310	z311	z312	z313	z314	z315	z316	z317	z318	z319	z320	z321	z322	z323	z324	z325	z326	z327	z328	z329	z330	z331	z332	z333	z334	z335	z336	z337	z338	z339	z340	z341	z342	z343	z344	z345	z346	z347	z348	z349	z350	z351	z352	z353	z354	z355	z356	z357	z358	z359	z360	z361	z362	z363	z364	z365	z366	z367	z368	z369	z370	z371	z372	z373	z374	z375	z376	z377	z378	z379	z380	z381	z382	z383	z384	z385	z386	z387	z388	z389	z390	z391	z392	z393	z394	z395	z396	z397	z398	z399	z400	z401	z402	z403	z404	z405	z406	z407	z408	z409	z410	z411	z412	z413	z414	z415	z416	z417	z418	z419	z420	z421	z422	z423	z424	z425	z426	z427	z428	z429	z430	z431	z432	z433	z434	z435	z436	z437	z438	z439	z440	z441	z442	z443	z444	z445	z446	z447	z448	z449	z450	z451	z452	z453	z454	z455	z456	z457	z458	z459	z460	z461	z462	z463	z464	z465	z466	z467	z468	z469	z470	z471	z472	z473	z474	z475	z476	z477	z478	z479	z480	z481	z482	z483	z484	z485	z486	z487	z488	z489	z490	z491	z492	z493	z494	z495	z496	z497	z498	z499	z500	z501	z502	z503	z504	z505	z506	z507	z508	z509	z510	z511	z512	z513	z514	z515	z516	z517	z518	z519	z520	z521	z522	z523	z524	z525	z526	z527	z528	z529	z530	z531	z532	z533	z534	z535	z536	z537	z538	z539	z540	z541	z542	z543	z544	z545	z546	z547	z548	z549	z550	z551	z552	z553	z554	z555	z556	z557	z558	z559	z560	z561	z562	z563	z564	z565	z566	z567	z568	z569	z570	z571	z572	z573	z574	z575	z576	z577	z578	z579	z580	z581	z582	z583	z584	z585	z586	z587	z588	z589	z590	z591	z592	z593	z594	z595	z596	z597	z598	z599	z600	z601	z602	z603	z604	z605	z606	z607	z608	z609	z610	z611	z612	z613	z614	z615	z616	z617	z618	z619	z620	z621	z622	z623	z624	z625	z626	z627	z628	z629	z630	z631	z632	z633	z634	z635	z636	z637	z638	z639	z640	z641	z642	z643	z644	z645	z646	z647	z648	z649	z650	z651	z652	z653	z654	z655	z656	z657	z658	z659	z660	z661	z662	z663	z664	z665	z666	z667	z668	z669	z670	z671	z672	z673	z674	z675	z676	z677	z678	z679	z680	z681	z682	z683	z684	z685	z686	z687	z688	z689	z690	z691	z692	z693	z694	z695	z696	z697	z698	z699	z700	z701	z702	z703	z704	z705	z706	z707	z708	z709	z710	z711	z712	z713	z714	z715	z716	z717	z718	z719	z720	z721	z722	z723	z724	z725	z726	z727	z728	z729	z730	z731	z732	z733	z734	z735	z736	z737	z738	z739	z740	z741	z742	z743	z744	z745	z746	z747	z748	z749	z750	z751	z752	z753	z754	z755	z756	z757	z758	z759	z760	z761	z762	z763	z764	z765	z766	z767	z768	z769	z770	z771	z772	z773	z774	z775	z776	z777	z778	z779	z780	z781	z782	z783	z784	z785	z786	z787	z788	z789	z790	z791	z792	z793	z794	z795	z796	z797	z798	z799	z800	z801	z802	z803	z804	z805	z806	z807	z808	z809	z810	z811	z812	z813	z814	z815	z816	z817	z818	z819	z820	z821	z822	z823	z824	z825	z826	z827	z828	z829	z830	z831	z832	z833	z834	z835	z836	z837	z838	z839	z840	z841	z842	z843	z844	z845	z846	z847	z848	z849	z850	z851	z852	z853	z854	z855	z856	z857	z858	z859	z860	z861	z862	z863	z864	z865	z866	z867	z868	z869	z870	z871	z872	z873	z874	z875	z876	z877	z878	z879	z880	z881	z882	z883	z884	z885	z886	z887	z888	z889	z890	z891	z892	z893	z894	z895	z896	z897	z898	z899	z900	z901	z902	z903	z904	z905	z906	z907	z908	z909	z910	z911	z912	z913	z914	z915	z916	z917	z918	z919	z920	z921	z922	z923	z924	z925	z926	z927	z928	z929	z930	z931	z932	z933	z934	z935	z936	z937	z938	z939	z940	z941	z942	z943	z944	z945	z946	z947	z948	z949	z950	z951	z952	z953	z954	z955	z956	z957	z958	z959	z960	z961	z962	z963	z964	z965	z966	z967	z968	z969	z970	z971	z972	z973	z974	z975	z976	z977	z978	z979	z980	z981	z982	z983	z984	z985	z986	z987	z988	z989	z990	z991	z992	z993	z994	z995	z996	z997	z998	z999	z1000	z1001	z1002	z1003	z1004	z1005	z1006	z1007	z1008	z1009	z1010	z1011	z1012	z1013	z1014	z1015	z1016	z1017	z1018	z1019	z1020	z1021	z1022	z1023	z1024	z1025	z1026	z1027	z1028	z1029	z1030	z1031	z1032	z1033	z1034	z1035	z1036	z1037	z1038	z1039	z1040	z1041	z1042	z1043	z1044	z1045	z1046	z1047	z1048	z1049	z1050	z1051	z1052	z1053	z1054	z1055	z1056	z1057	z1058	z1059	z1060	z1061	z1062	z1063	z1064	z1065	z1066	z1067	z1068	z1069	z1070	z1071	z1072	z1073	z1074	z1075	z1076	z1077	z1078	z1079	z1080	z1081	z1082	z1083	z1084	z1085	z1086	z1087	z1088	z1089	z1090	z1091	z1092	z1093	z1094	z1095	z1096	z1097	z1098	z1099	z1100	z1101	z1102	z1103	z1104	z1105	z1106	z1107	z1108	z1109	z1110	z1111	z1112	z1113	z1114	z1115	z1116	z1117	z1118	z1119	z1120	z1121	z1122	z1123	z1124	z1125	z1126	z1127	z1128	z1129	z1130	z1131	z1132	z1133	z1134	z1135	z1136	z1137	z1138	z1139	z1140	z1141	z1142	z1143	z1144	z1145	z1146	z1147	z1148	z1149	z1150	z1151	z1152	z1153	z1154	z1155	z1156	z1157	z1158	z1159	z1160	z1161	z1162	z1163	z1164	z1165	z1166	z1167	z1168	z1169	z1170	z1171	z1172	z1173	z1174	z1175	z1176	z1177	z1178	z1179	z1180	z1181	z1182	z1183	z1184	z1185	z1186	z1187	z1188	z1189	z1190	z1191	z1192	z1193	z1194	z1195	z1196	z1197	z1198	z1199	z1200	z1201	z1202	z1203	z1204	z1205	z1206	z1207	z1208	z1209	z1210	z1211	z1212	z1213	z1214	z1215	z1216	z1217	z1218	z1219	z1220	z1221	z1222	z1223	z1224	z1225	z1226	z1227	z1228	z1229	z1230	z1231	z1232	z1233	z1234	z1235	z1236	z1237	z1238	z1239	z1240	z1241	z1242	z1243	z1244	z1245	z1246	z1247	z1248	z1249	z1250	z1251	z1252	z1253	z1254	z1255	z1256	z1257	z1258	z1259	z1260	z1261	z1262	z1263	z1264	z1265	z1266	z1267	z1268	z1269	z1270	z1271	z1272	z1273	z1274	z1275	z1276	z1277	z1278	z1279	z1280	z1281	z1282	z1283	z1284	z1285	z1286	z1287	z1288	z1289	z1290	z1291	z1292	z1293	z1294	z1295	z1296	z1297	z1298	z1299	z1300	z1301	z1302	z1303	z1304	z1305	z1306	z1307	z1308	z1309	z1310	z1311	z1312	z1313	z1314	z1315	z1316	z1317	z1318	z1319	z1320	z1321	z1322	z1323	z1324
-------------	-----------------	---------	------	----------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

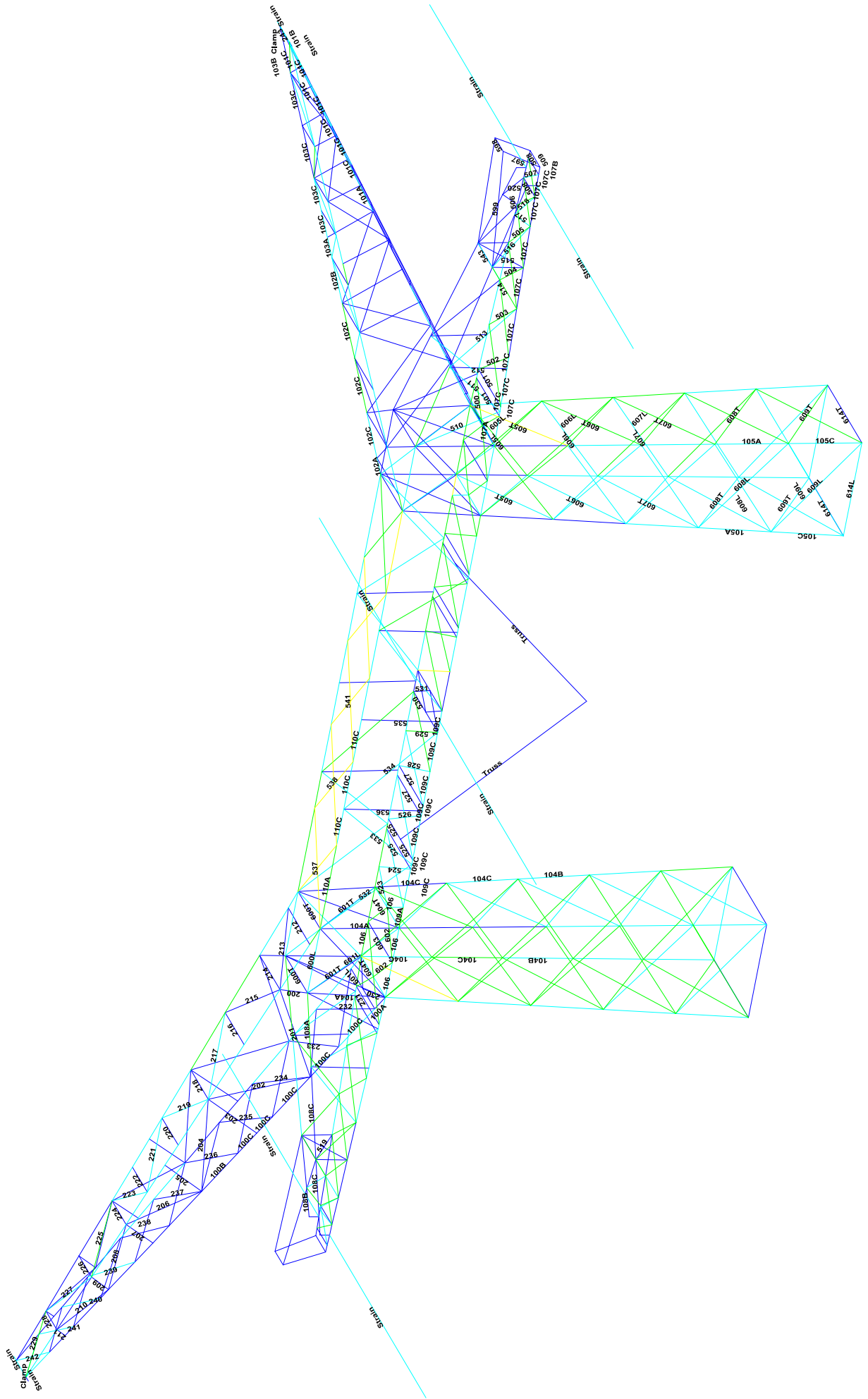


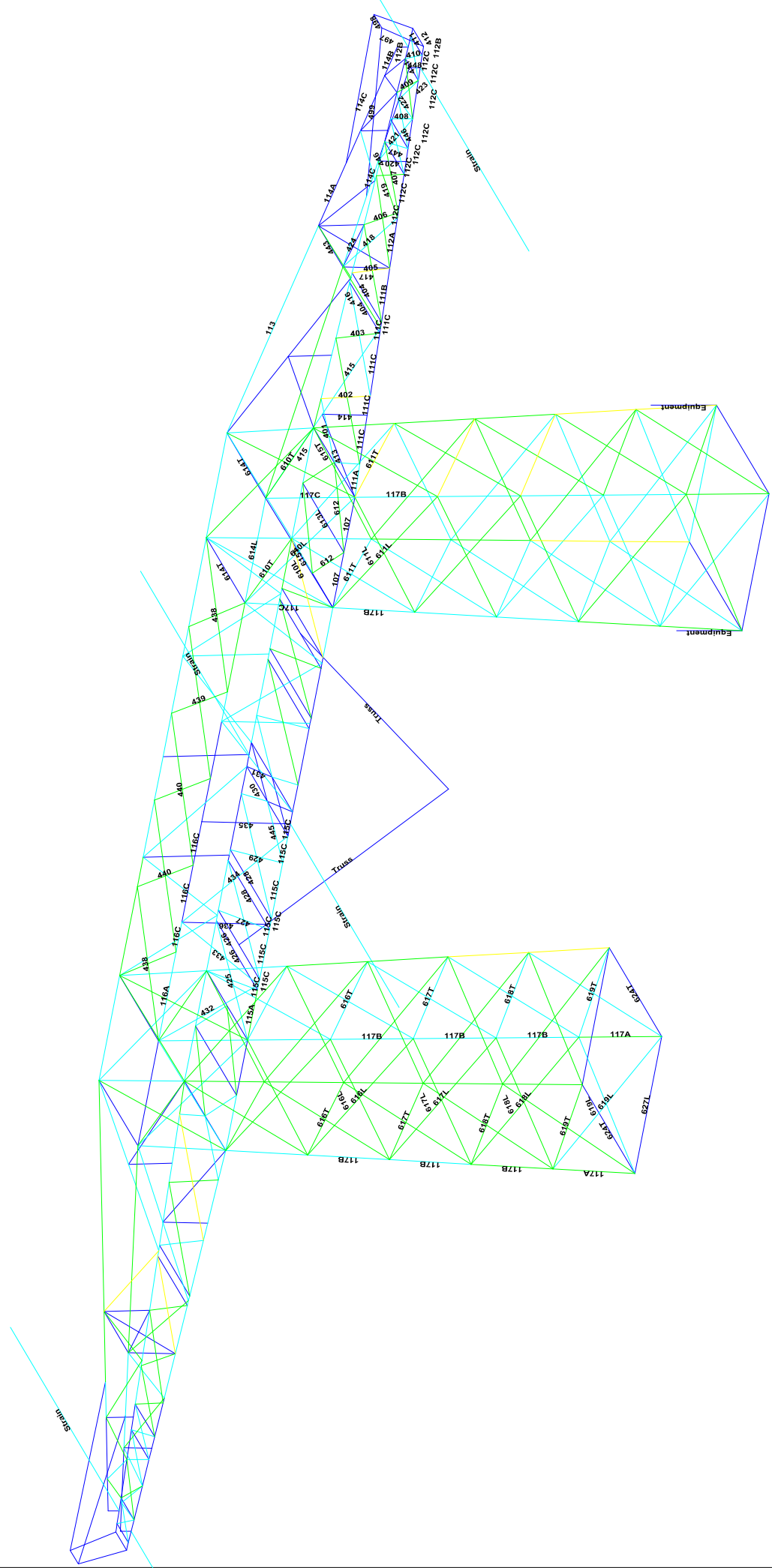
Assessment of angle groups

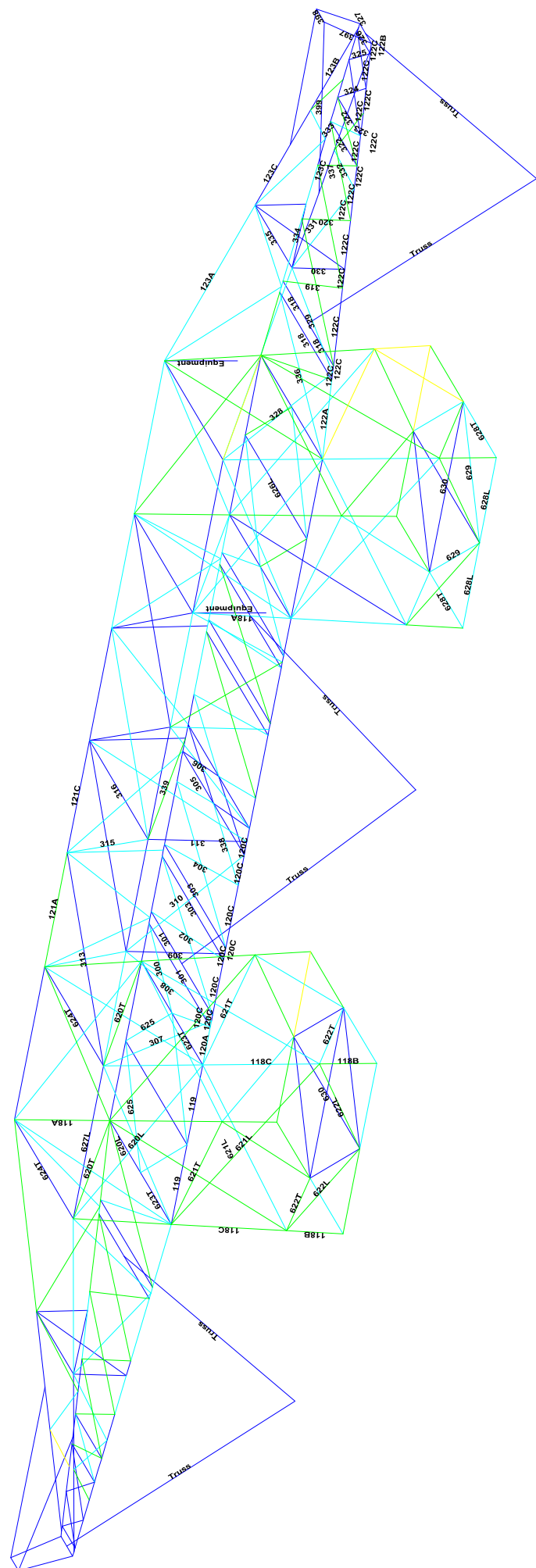
Date: 15-4-2022  
 Author: [redacted]  
 Version: 1.0

GT-TLB  
 EA+0\_0\_n  
 Mast 59N

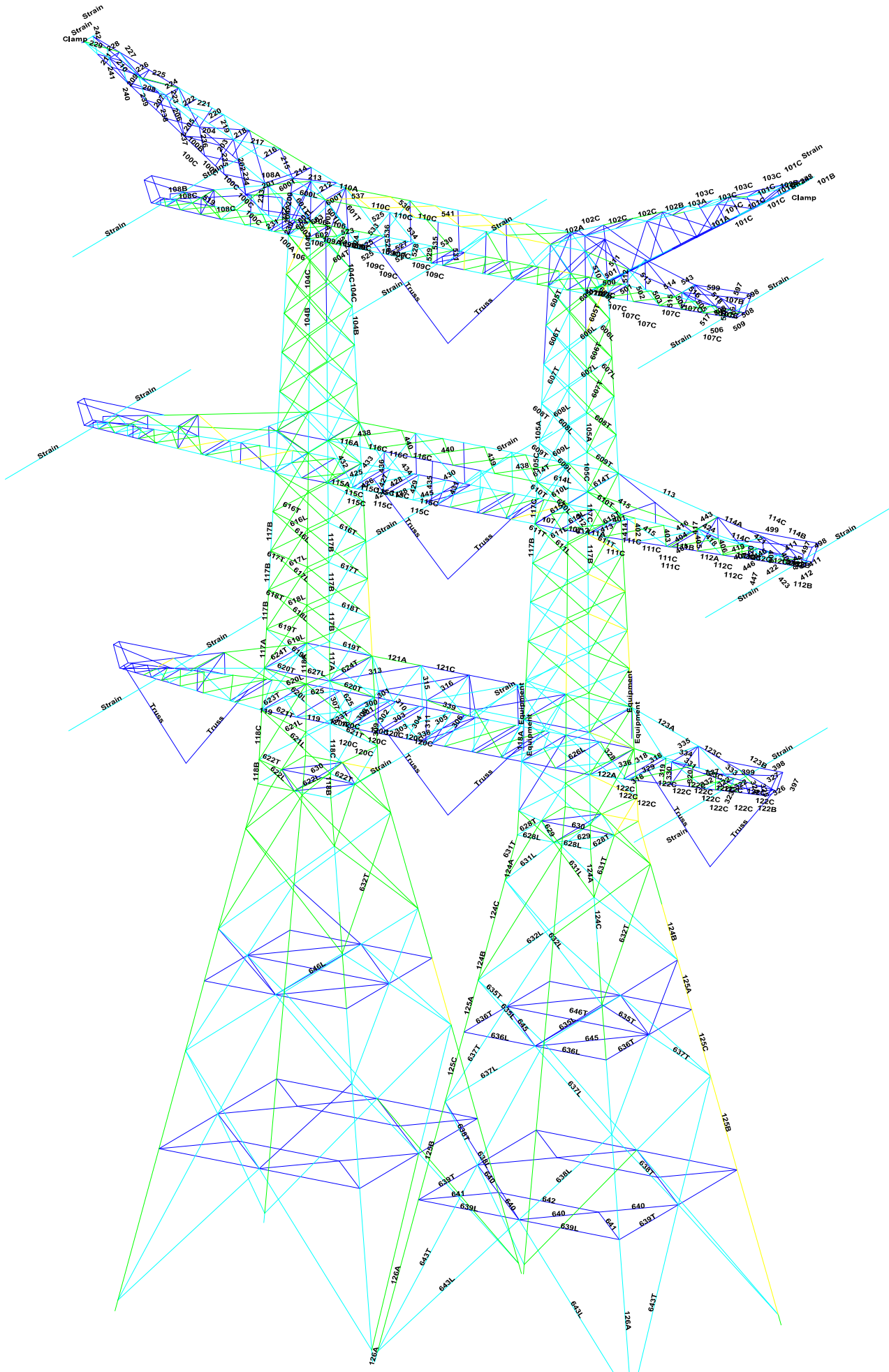
Group Label	Beam Label	Point	Type	z2	p1	RLX	RLX	RLX	RLZ	RLZ	RLZ	RLZ	RLZ	Compressive	Shear	Shear	Exceedance (Con U.C.) (Comp)	Exceedance (Con Tension)	Exceedance (Con U.C.) (Tension)	Ret Shear	Shear (Tension)	Shear (Tension)	Exceedance
639K	Broadstak - 2nd Diaphragm horiz	110x110x10	EA	55	60	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	177	242	242	-17,9	154,6	176,4	466,7	138,6	138,6	0,17
639L	Broadstak - 2nd Diaphragm horiz front	110x110x10	EA	55	60	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	177	242	242	-17,9	154,6	176,4	466,7	138,6	138,6	0,17
639T	Broadstak - 2nd Diaphragm horiz side	110x110x10	EA	55	60	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	177	242	242	-17,9	154,6	176,4	466,7	138,6	138,6	0,17
641	Broadstak - 2nd Diaphragm diag corner	89x89x6	EA	45	35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	234	234	234	-15,6	151,4	184,2	94,1	112,9	94,1	0,20
642	Broadstak - 2nd Diaphragm horiz	79x79x6	EA	45	35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	195	195	195	-10,5	141,3	184,2	94,1	112,9	94,1	0,20
643T	Broadstak - 2nd Diaphragm diag	110x110x10	EA	55	60	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	172	172	172	-8,1	151,4	184,2	466,7	138,6	138,6	0,17
645	Broadstak - 2nd Diaphragm diag	89x89x6	EA	45	40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	210	210	210	-9,1	151,4	184,2	94,1	112,9	94,1	0,20
645T	Broadstak - 2nd Diaphragm horiz	89x89x6	EA	45	40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	232	232	232	-9,3	151,4	184,2	94,1	112,9	94,1	0,20















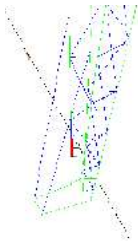




**Beam member forces end member to gusset plate**

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.



EA-0(93N)	Row #	Group Label	Group Desc.	Angle Type	Angle Size	Steel Strength (MPa)	Max Usage %	Usage Control	Max Use In Tens. %	Tension 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)
	24	108B	Derde DWSRM - Main member top	EA	100x100x10	355	355	16.73 Tens	16.73	8578P	59.5	UIS.6t_90_(afspannen)_10	355.393	542.208	705.6	663.385	0.809	4	M24-S.8t-NER2012	1	2.6
	38	114B	Tweede DWSRM - Main member top 2	EA	100x100x8	355	355	17.13 Tens	17.13	8538X	49.2	UIS.6t_90_(afspannen)_11	287.312	677.78	705.6	549.078	0.754	5	M24-S.8t-NER2012	1	2.6

EA-0(93N)	Row #	Group Label	Group Desc.	Angle Type	Angle Size	Steel Strength (MPa)	Max Usage %	Usage Control	Max Use In Tens. %	Tension 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)
	24	108B	Derde DWSRM - Main member top	EA	100x100x10	355	355	16.49 Tens	16.49	8578P	58.6	UIS.6t_90_(afspannen)_10	355.4	542.2	705.6	663.4	0.81	4	M24-S.8t-NEN2012	1	2.6
	38	114B	Tweede DWSRM - Main member top 2	EA	100x100x8	355	355	14.99 Tens	14.99	8538X	48.1	UIS.6t_90_(afspannen)_11	287.3	677.8	705.6	549.1	0.76	5	M24-S.8t-NEN2012	1	2.6

## APPENDIX C

### Knikverkorters

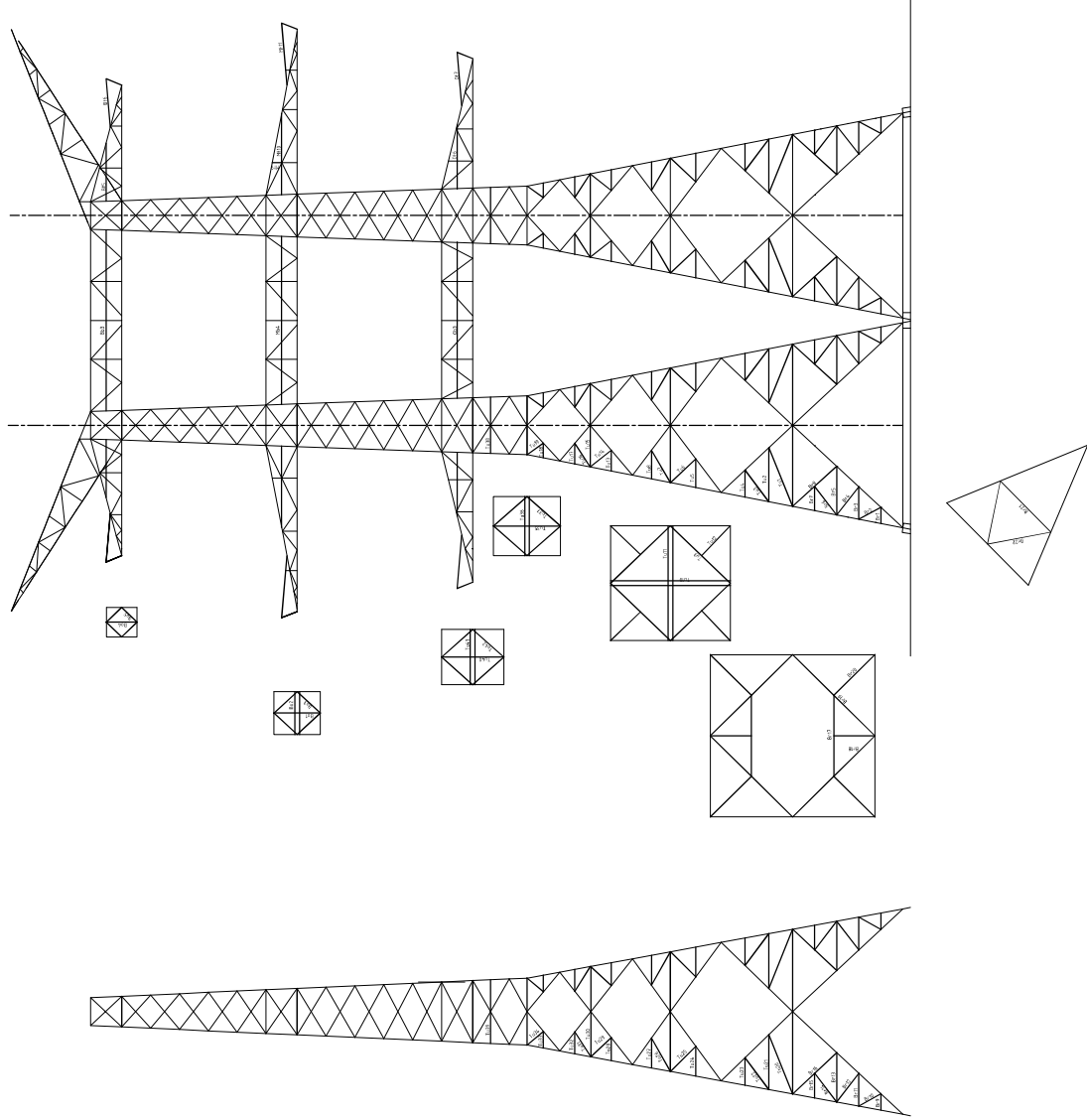
---

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:

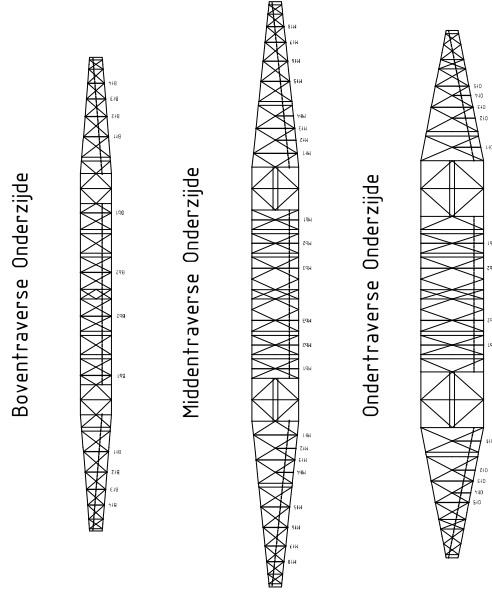
- voldoende trek- of druksterkte als steunegend profiel voor randstijl, 1% van de knikcapaciteit van de randstijl;
- slankheid;
- klimbelasting

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







## Knikverkorters initial construction (nieuwbouw)

Date: 2021-07-09

Author: BJT

Version: 1.8

ZWO  
EA+0\_n 3ct  
Masts 59N and 59AN

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.
Br1	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.040	0	13.0	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	13.0	0.00	32.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.40
Br3	Broekstuk1	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.090	0	13.0	0.78	33.3	60.3	51.5	75.3	1.15	0.70
Br4	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.300	38	13.0	0.00	18.8	60.3	41.3	43.1	0.81	0.69
Br5	Broekstuk1	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M20	8.8	3.130	0	13.0	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	13.0	0.00	18.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.70
Br7	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.570	0	13.0	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	13.0	0.00	21.6	60.3	51.5	75.3	1.56	0.60
Br9	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.060	0	13.0	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	13.0	0.00	31.7	60.3	41.3	43.1	0.81	0.41
Br11	Broekstuk1	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.120	0	13.0	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	13.0	0.00	18.3	60.3	41.3	43.1	0.81	0.71
Br13	Broekstuk1	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M20	8.8	3.180	0	13.0	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	13.0	0.00	18.4	60.3	41.3	43.1	0.81	0.70
Br15	Broekstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.590	0	13.0	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	13.0	0.00	21.2	60.3	51.5	75.3	1.56	0.61
Br17	Broekstuk1	Kniksteun op 0,5L	L70x6	S355J0	M20	8.8	5.220	0	13.0	0.00	25.7	94.1	71.3	112.9	2.58	0.76
Br18	Broekstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.650	0	0.00	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	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	0.00	1.40	36.6	94.1	71.3	136.4	2.68	0.55
Br21	Broekstuk1	Enkele staaf	L100x8	S355J0	M24	8.8	4.630	0	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	0.00	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	12.9	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	12.9	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	12.9	0.00	24.3	60.3	51.5	75.3	1.15	0.53
Tu4	Tussenstuk1	Enkele staaf	L90x5	S355J0	M16	8.8	1.740	0	12.9	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	13.4	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	13.4	0.00	19.6	60.3	41.3	43.1	0.81	0.68
Tu7	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.410	30	13.4	0.00	17.5	60.3	41.3	43.1	0.81	0.76
Tu8	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.850	0	13.4	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	0.00	2.00	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	0.00	1.45	34.6	94.1	71.3	136.4	3.40	0.43

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.
Tu11	Tussenstuk1	Kruisende staaf halverwege	L80x6	S355J0	M20	8.8	7.390	0	235	0.0	1.39	94.1	71.3	136.4	3.40	0.41
Tu12	Tussenstuk1	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.670	0	249	0.0	1.00	22.7	60.3	51.5	75.3	1.15
Tu13	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.340	0	138	13.2	0.50	41.5	60.3	41.3	43.1	0.81
Tu14	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.740	52	179	13.2	0.00	28.9	60.3	41.3	43.1	0.81
Tu15	Tussenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.680	0	229	13.2	1.01	28.4	60.3	52.3	98.8	1.40
Tu16	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.820	33	187	12.4	0.00	27.0	60.3	41.3	43.1	0.81
Tu17	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.340	0	138	12.4	0.50	41.5	60.3	41.3	43.1	0.81
Tu18	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	0.950	0	98	14.5	0.36	62.0	60.3	41.3	43.1	0.81
Tu19	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.290	55	133	14.5	0.00	43.6	60.3	41.3	43.1	0.81
Tu20	Tussenstuk2	Enkele staaf	L90x8	S355J0	M24	8.8	4.110	22	233	12.9	1.43	55.6	135.6	200.7	43.4	0.34
Tu21	Tussenstuk1	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M20	8.8	3.530	0	224	12.9	1.32	39.8	94.1	71.3	136.4	2.68
Tu22	Tussenstuk1	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.560	37	239	12.9	0.00	24.3	60.3	51.5	75.3	1.15
Tu23	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.770	0	182	12.9	0.66	28.2	60.3	41.3	43.1	0.81
Tu24	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.930	0	198	13.4	0.72	24.7	60.3	41.3	43.1	0.81
Tu25	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.310	45	237	13.4	0.00	18.7	60.3	41.3	43.1	0.81
Tu26	Tussenstuk1	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.470	30	231	13.4	0.81	25.7	60.3	51.5	75.3	1.15
Tu27	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.930	0	198	13.4	0.72	24.7	60.3	41.3	43.1	0.81
Tu28	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.480	0	152	13.2	0.56	36.3	60.3	41.3	43.1	0.81
Tu29	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.810	47	186	13.2	0.00	27.2	60.3	41.3	43.1	0.81
Tu30	Tussenstuk1	Enkele staaf	L60x6	S355J0	M16	8.8	2.910	0	249	13.2	1.09	24.9	60.3	52.3	98.8	1.40
Tu31	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.890	33	194	12.4	0.00	25.5	60.3	41.3	43.1	0.81
Tu32	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.420	0	146	12.4	0.53	38.4	60.3	41.3	43.1	0.81
Tu33	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.080	0	111	14.5	0.41	54.0	60.3	41.3	43.1	0.81
Tu34	Tussenstuk1	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.370	50	141	14.5	0.00	40.3	60.3	41.3	43.1	0.81
Tu35	Tussenstuk2	Kruisende staaf halverwege	L70x6	S355J0	M20	8.8	4.310	0	157	0.0	0.81	58.8	94.1	71.3	112.9	2.58
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
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
Tu38	Tussenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.820	0	187	10.5	0.68	27.0	60.3	41.3	43.1	0.81
Tu39	Tussenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.050	0	211	10.5	0.77	22.6	60.3	41.3	43.1	0.81
Tu40	Tussenstuk2	Kruisende staaf halverwege	L70x6	S355J0	M20	8.8	4.310	0	157	0.0	0.81	58.8	94.1	71.3	112.9	2.58
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
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
Bo1	Bovenstuk1	Kruisende staaf halverwege	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.990	0	154	0.0	0.56	35.8	60.3	41.3	43.1	1.08
Bo2	Bovenstuk1	Kruisende staaf halverwege	L50x5	S355J0	M16	8.8	2.750	0	141	0.0	0.52	40.1	60.3	41.3	43.1	1.08
Bo3	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
Bo4	Bovenstuk2	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
Bo5	Bovenstuk2	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.370	0	141	0.0	0.51	40.3	60.3	41.3	43.1	0.81
Ot1	Ondertraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.830	0	188	0.0	0.69	26.8	60.3	41.3	43.1	0.81
Ot2	Ondertraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.470	0	151	0.0	0.55	36.7	60.3	41.3	43.1	0.81
Ot3	Ondertraverse	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.670	0	249	0.0	1.00	22.7	60.3	51.5	75.3	1.15
Ot3	Ondertraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.190	0	122	0.0	0.45	48.2	60.3	41.3	43.1	0.81
Ot5	Ondertraverse	Enkele staaf	L55x6	S355J0	M16	8.8	2.140	0	200	0.0	0.80	32.1	60.3	51.5	75.3	1.15
Ot6	Ondertraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.940	0	199	0.0	0.73	24.5	60.3	41.3	43.1	0.81
Ot7	Ondertraverse	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M20	8.8	3.430	5	218	0.0	1.28	41.6	94.1	71.3	136.4	2.68
Ob1	Tussenschot OT	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
Ob2	Tussenschot OT	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
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
Mt1	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
Mt2	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.310	0	135	0.0	0.49	42.7	60.3	41.3	43.1	0.81
Mt3	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
Mt4	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.150	0	118	0.0	0.43	50.2	60.3	41.3	43.1	0.81

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.
Mt5	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.840	0	189	0.0	0.69	26.6	60.3	41.3	43.1	0.81
Mt6	Middentraverse	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
Mt7	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.310	0	135	0.0	0.49	42.7	60.3	41.3	43.1	0.81
Mt8	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.110	0	114	0.0	0.42	52.3	60.3	41.3	43.1	0.81
Mt9	Middentraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	0.610	90	63	0.0	0.00	85.8	60.3	41.3	43.1	0.81
Mt10	Middentraverse	Enkele staaf	L70x6	S355J0	M20	8.8	3.180	0	232	0.0	1.19	32.9	94.1	71.3	112.9	1.99
Mt11	Middentraverse	Enkele staaf	L80x6	S355J0	M20	8.8	3.051	5	194	0.0	1.14	49.8	94.1	71.3	136.4	2.68
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
Mb2	Tussenschot MT	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
Mb3	Tussenschot MT	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
Mb4	Tussenschot MT	Enkele staaf	L60x5	S355J0	M16	8.8	1.470	0	125	0.0	0.55	56.8	60.3	43.6	82.3	1.23
Bt1	Boventraverse	Enkele staaf	L50x5	S355J0	M16	8.8	1.600	0	164	0.0	0.60	32.6	60.3	41.3	43.1	0.81
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
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
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
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
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
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
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
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

## 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.

**Tabel 8 Fundatiebelastingen (59N 3ct)**  
Omhullenden ongeacht stijl - buitenpoten

Belasting	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_n$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
Max. druk	ULS 1a_92,925_59N 3ct	218	-248	<b>1145</b>	21	-329	-19	1145
Max. trek	SPLS 3_0,9_92,925 Ah All Cts_59N 3ct	151	-185	<b>-879</b>	-24	238	-1	-879
Max. pos. torsie	SPLS 3_92,925 Ba Ct2_59N 3ct	64	-3	149	<b>48</b>	-43	-3	149
Max. neg. torsie	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct3_59N 3ct	-59	-8	120	<b>-47</b>	-36	-3	120
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0,9_92,925 Ah All Cts_59N 3ct	151	-185	<b>-879</b>	<b>-24</b>	238	-1	-879

**Omhullenden ongeacht stijl - middenpoten**

Belasting	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_n$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
Max. druk	SPLS 3_92,925 Ah All Cts_59N 3ct	330	-44	<b>2017</b>	44	-330	57	2017
Max. trek	ULS 8 Ba_59N 3ct	236	-9	<b>-1501</b>	-9	236	-52	-1501
Max. pos. torsie	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1_59N 3ct	71	-237	-388	<b>237</b>	-71	4	388
Max. neg. torsie	SPLS 1a_0,9_87,075 Ba Ct1_59N 3ct	-15	-255	-65	<b>-255</b>	-15	-2	65
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0,9_92,925 Ah All Cts_59N 3ct	221	-41	<b>-1468</b>	<b>-41</b>	221	-61	-1468

**Tabel 9 Fundatiebelastingen (59AN 3ct)**  
Omhullenden ongeacht stijl - buitenpoten

Belasting	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_n$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
Max. druk	ULS 1a_105_59AN-3ct	253	-296	<b>1378</b>	31	-388	-14	1378
Max. trek	ULS 1a_0,9_105_59AN-3ct	202	-243	<b>-1101</b>	-29	314	16	-1101
Max. pos. torsie	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1_59AN-3ct	-25	-39	31	<b>46</b>	-10	-2	31
Max. neg. torsie	SPLS 3_0,9_75 Ba Ct1_59AN-3ct	-50	-23	61	<b>-51</b>	-19	-3	61
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0,9_105_59AN-3ct	202	-243	<b>-1101</b>	<b>-29</b>	314	16	-1101

**Omhullenden ongeacht stijl - middenpoten**

Belasting	Combinatie	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$R_n$ [kN]	$R_\xi$ [kN]	$R_{\xi,lok}$ [kN]	$R_{z,lok}$ [kN]
Max. druk	SPLS 3_105 Ah All Cts_59AN-3ct	341	-35	<b>2078</b>	35	-341	58	2078
Max. trek	SPLS 3_0,9_105 Ah All Cts_59AN-3ct	228	-32	<b>-1513</b>	-32	228	-62	-1513
Max. pos. torsie	SPLS 1a_105 Ba Ct2_59AN-3ct	91	-236	-480	<b>236</b>	-91	1	480
Max. neg. torsie	SPLS 1a_0,9_75 Ba Ct1_59AN-3ct	14	-247	157	<b>-247</b>	14	-17	-157
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0,9_105_59AN-3ct	198	-140	<b>-1277</b>	<b>-140</b>	198	-47	-1277

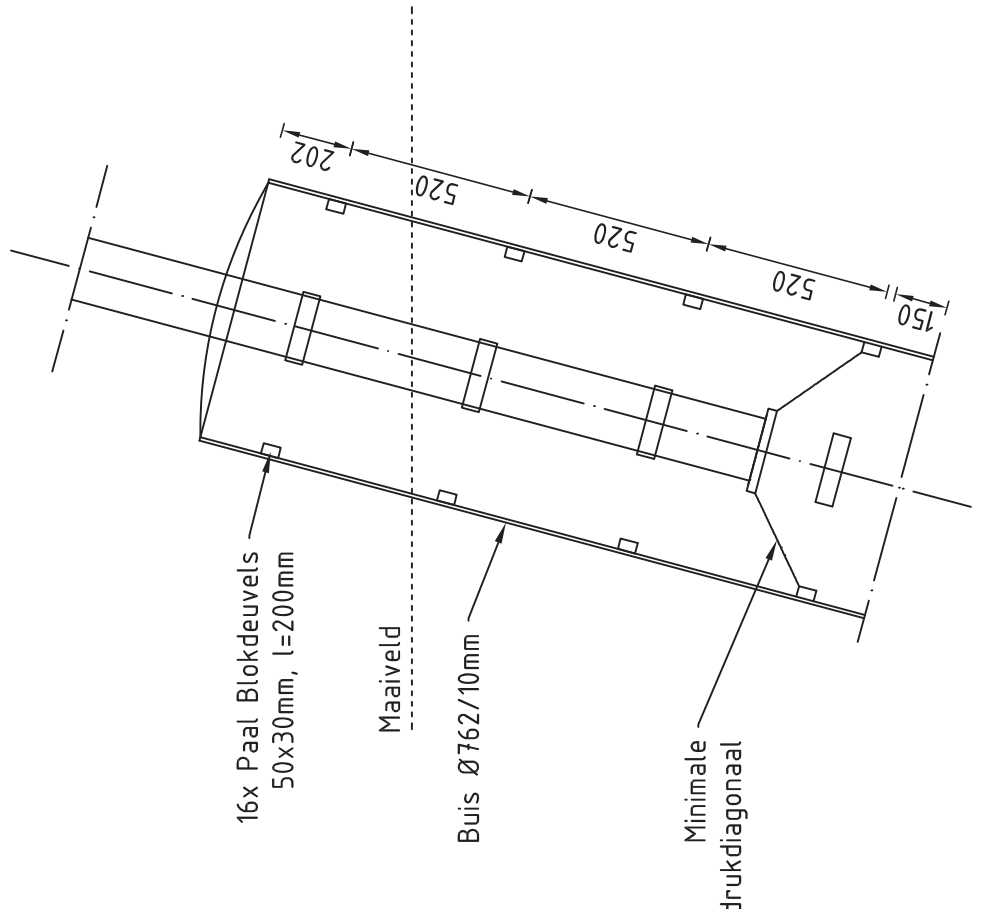
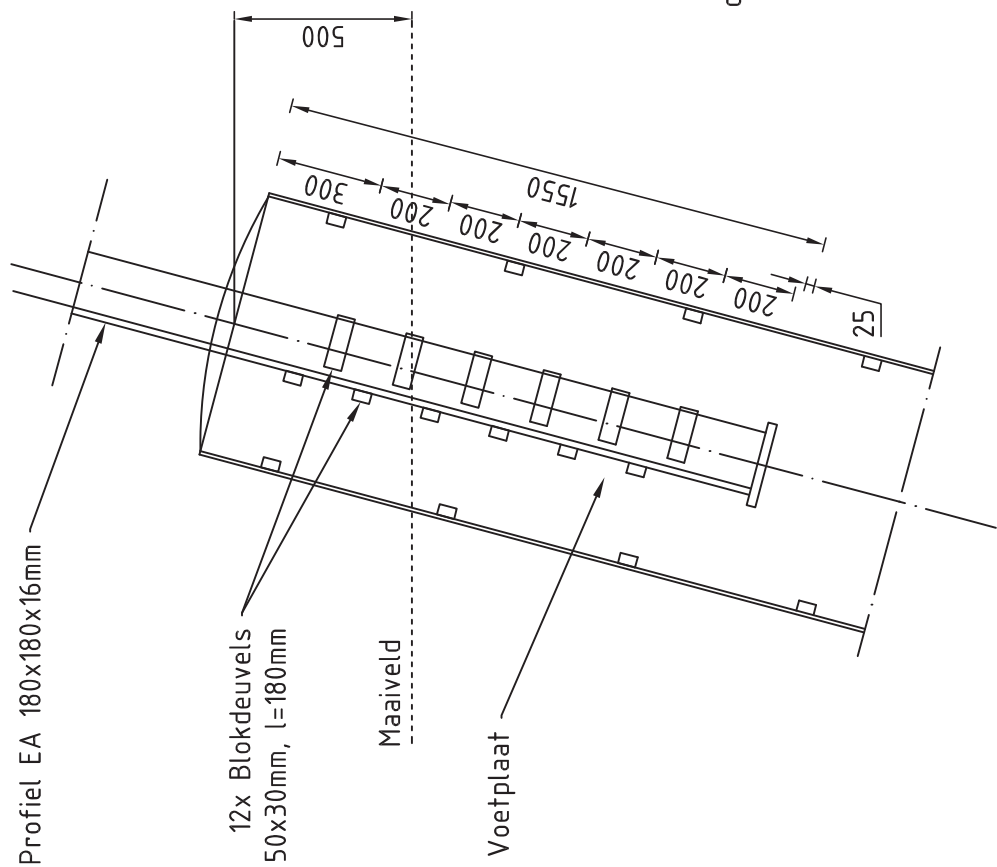
**Tabel 10 Fundatiebelastingen (59AN 2ct)**  
**Omhullenden ongeacht stijl - buitenpoten**

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_105 Ah All Cts_59AN-2ct	196	163	<b>955</b>	23	-254	5	955
Max. trek	ULS 1a_0.9_105_59AN-2ct	198	-196	<b>-962</b>	1	279	18	-962
Max. pos. torsie	ULS 1a_90_59AN-2ct	104	-188	719	<b>59</b>	-207	-12	719
Max. neg. torsie	SPLS 1a_0.9_75 Ba Ct1_59AN-2ct	-27	-11	55	<b>-27</b>	-11	4	55
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0.9_105_59AN-2ct	198	-196	<b>-962</b>	<b>1</b>	279	18	-962

**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_135_59AN-2ct	298	-213	<b>1621</b>	213	-298	13	1621
Max. trek	ULS 1a_0.9_135_59AN-2ct	187	9	<b>-1063</b>	9	187	-17	-1063
Max. pos. torsie	ULS 1a_105_59AN-2ct	254	-273	-1471	<b>273</b>	-254	28	1471
Max. neg. torsie	SPLS 1a_0.9_75 Ba Ct1_59AN-2ct	-33	-135	-153	<b>-135</b>	-33	-4	153
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0.9_105 Ah All Cts_59AN-2ct	152	131	<b>-1010</b>	<b>131</b>	152	-42	-1010

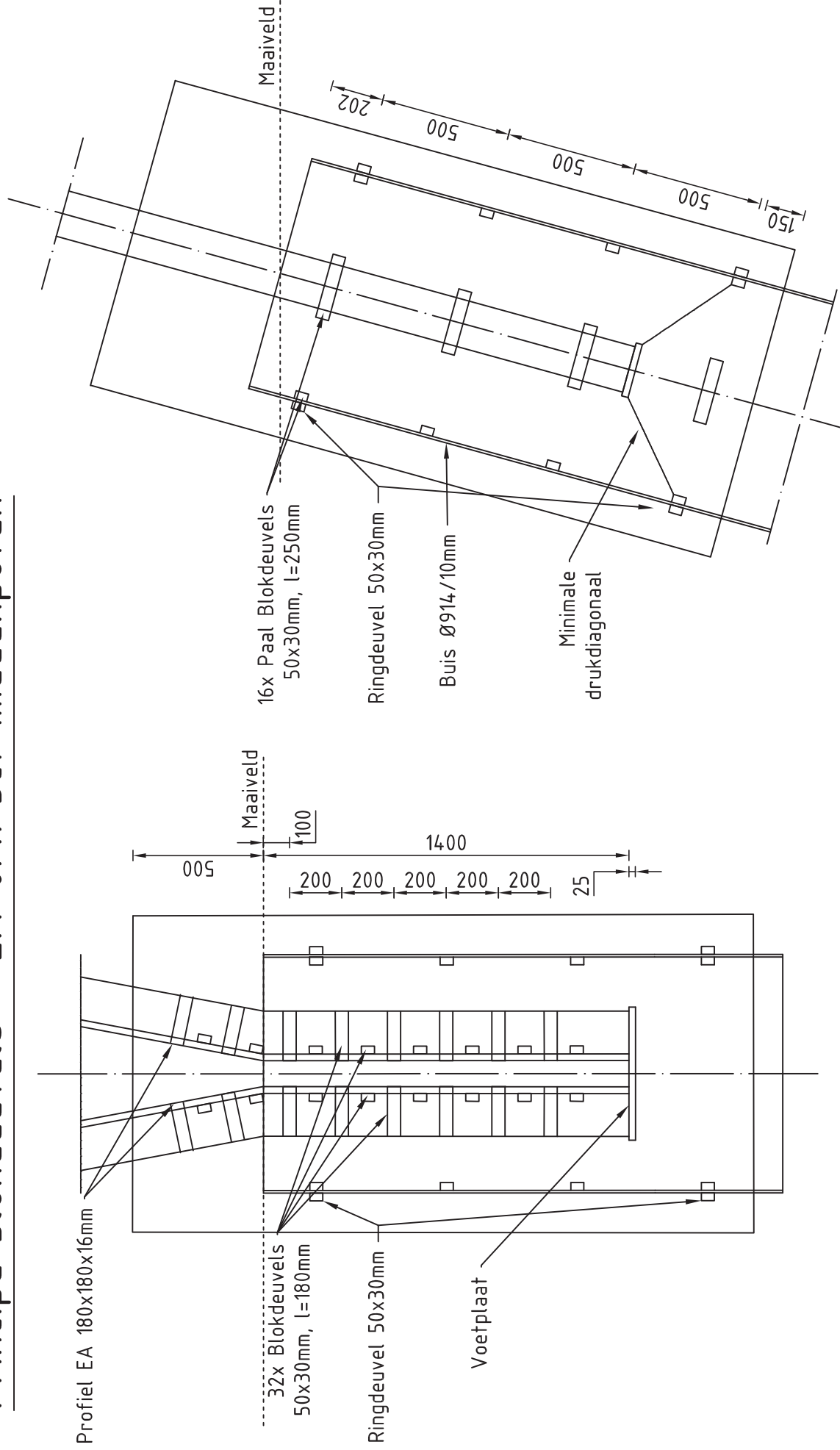
# Principe blokdeuvels - EA+0/n 3ct buitenpoten



## Algemene opmerkingen

- Aarding niet aangegeven
- Spiraalwapening niet aangegeven

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



## Algemene opmerkingen

- Aarding niet aangegeven
- Spiraalwapening niet aangegeven



Project: GT-TLB380  
 Mast: EA+0\_n (59N) - Buitenpoten

**Shear blocks**

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

Datum: 2021-08-03

Auteur: TBR

Versie: 1.4

Load			Results		
Compression	$F_{Ed,c}$	1145 kN	Compression	U.C.	0.57 < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	879 kN	Tension	U.C.	0.47 < 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>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd}$		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
$m^* = \min(c, m)$		10 mm

Diagonally cut

Type foot plate

Compr. and tension

Effective for		12732 mm <sup>2</sup>
$A_{p,c}$		353 kN
$F_{Rd,c} = A_{p,c} \times f_{jd}$		7192 mm <sup>2</sup>
$A_{p,t}$		199 kN
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd}$		

**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
$F_{rd,blocks,c}$		1693 kN
$F_{rd,c} = F_{rd,block} + F_{rd,footplate}$		<b>2046 kN</b>
U.C. compression		0,56 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)		865 kN
$F_{rd,t} = \min. (welds / foot plate)$		199 kN
$F_{rd,blocks,t}$		1693 kN
$F_{rd,t} = F_{rd,block} + F_{rd,footplate}$		<b>1892 kN</b>
U.C. tension		0,46 < 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		0,57 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$		<b>1995 kN</b>
U.C. tension		0,44 < 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		373 kN/m
Yield strength wall	$f_{yd} =$	355 N/mm <sup>2</sup>
Capacity tubular pile		7100 kN/m
U.C.		0,05 < 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>

#### Member forces

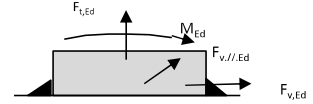
Factor	1.2
$F_{t,Ed}$ =	0 kN
$F_{v,Ed} = F_{rd,c} / n$ =	169 kN
$F_{v//,Ed}$ =	0 kN
$M_{Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed}$ =	2.54 kNm

#### Check

$\sigma_{wv,Ed}$ =	206 N/mm <sup>2</sup>	≤
$\sigma_1$ =	103 N/mm <sup>2</sup>	≤

#### 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 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>
$\sigma_{wv,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)}$ =	206 N/mm <sup>2</sup>

$f_u / \beta_w \gamma_{M2}$ =	436 N/mm <sup>2</sup>	U.C. =	0.47 OK
$0,9f_u / \gamma_{M2}$ =	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>

#### Member forces

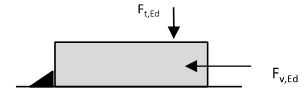
Factor	1.2
$F_{t,Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed}$ =	60 kN
$F_{v,Ed}$ =	200 kN
$F_{v//,Ed}$ =	0 kN
$M_{Ed}$ =	0.00 kNm

#### Check

$\sigma_{wv,Ed}$ =	183 N/mm <sup>2</sup>	≤
$\sigma_1$ =	92 N/mm <sup>2</sup>	≤

#### 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 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>
$\sigma_{wv,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)}$ =	183 N/mm <sup>2</sup>

$f_u / \beta_w \gamma_{M2}$ =	436 N/mm <sup>2</sup>	U.C. =	0.42 OK
$0,9f_u / \gamma_{M2}$ =	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



Project: GT-TLB380  
Mast: EA+0\_n (59N) - Middenpoten

**Shear blocks**

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

Datum: 2021-08-03

Auteur: TBR

Versie: 1.4

Load			Results		
Compression	$F_{Ed,c}$	2017 kN	Compression	U.C.	0.85 < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	1501 kN	Tension	U.C.	0.67 < 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>
$F_{Rd,c} = A_{p,c} \times f_{jd}$	=	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 kN</b>
U.C. compression		0.85 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)		865 kN
$F_{Rd,t} = \min. (welds / foot plate)$	=	536 kN
$F_{Rd,blocks,t}$	=	1693 kN
$F_{Rd,t} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate}$	=	<b>2229 kN</b>
U.C. tension		0.67 < 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 kN</b>
U.C. compression		0.61 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	<b>3326 kN</b>
U.C. tension		0.45 < 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		953 mm
Splitting force		788 kN/m
Yield strength wall	$f_{yd} =$	355 N/mm <sup>2</sup>
Capacity tubular pile		7100 kN/m
U.C.		0,11 < 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>

**Member forces**

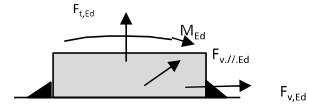
Factor	1.2
$F_{t,Ed}$ =	0 kN
$F_{v,Ed} = F_{rd,c} / n$ =	169 kN
$F_{v//,Ed}$ =	0 kN
$M_{Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed}$ =	2.54 kNm

**Check**

$\sigma_{w,Ed}$ =	206 N/mm <sup>2</sup>	≤
$\sigma_1$ =	103 N/mm <sup>2</sup>	≤

**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 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>

$f_u / \beta_w \gamma_{M2}$ =	436 N/mm <sup>2</sup>	U.C. =	0.47 OK
$0,9f_u / \gamma_{M2}$ =	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>

**Member forces**

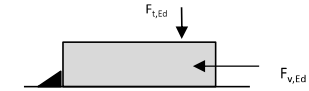
Factor	1.2
$F_{t,Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed}$ =	75 kN
$F_{v,Ed}$ =	249 kN
$F_{v//,Ed}$ =	0 kN
$M_{Ed}$ =	0.00 kNm

**Check**

$\sigma_{w,Ed}$ =	183 N/mm <sup>2</sup>	≤
$\sigma_1$ =	92 N/mm <sup>2</sup>	≤

**Welds**

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



**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>

$f_u / \beta_w \gamma_{M2}$ =	436 N/mm <sup>2</sup>	U.C. =	0.42 OK
$0,9f_u / \gamma_{M2}$ =	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



Project: GT-TLB380  
 Mast: EA+0\_n (59AN) 2-ct - Buitenpoten

**Shear blocks**

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

Datum: 2021-08-03

Auteur: TBR

Versie: 1.4

Load			Results		
Compression	$F_{Ed,c}$	955 kN	Compression	U.C.	0.48 < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	962 kN	Tension	U.C.	0.51 < 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>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	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
$m^* = \min(c, m)$	=	10 mm
Type foot plate		Diagonally cut
Effective for		Compr. and tension
$A_{p,c}$	=	12732 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = A_{p,c} \times f_{jd}$	=	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
$F_{Rd,blocks,c}$	=	1693 kN
$F_{Rd,c} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate}$	=	<b>2046 kN</b>
U.C. compression		0,47 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)		865 kN
$F_{Rd,t} = \min. (welds / foot plate)$	=	199 kN
$F_{Rd,blocks,t}$	=	1693 kN
$F_{Rd,t} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate}$	=	<b>1892 kN</b>
U.C. tension		0,51 < 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		0,48 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	<b>1995 kN</b>
U.C. tension		0,48 < 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		408 kN/m
Yield strength wall	$f_{yd} =$	355 N/mm <sup>2</sup>
Capacity tubular pile		7100 kN/m
U.C.		0,06 < 1,00 OK

**Welds of shear blocks of main leg**

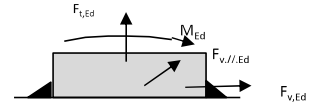
Out-of-plane loading

**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>
$\sigma_{vw,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} =$	206 N/mm <sup>2</sup>

**Check**

$\sigma_{vw,Ed} =$	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**

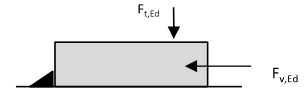
Out-of-plane loading

**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>
$\sigma_{vw,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} =$	183 N/mm <sup>2</sup>

**Check**

$\sigma_{vw,Ed} =$	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



Project: GT-TLB380  
Mast: EA+0\_n (59AN) 2-ct - Middenpoten

**Shear blocks**

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

Datum: 2021-08-03

Auteur: TBR

Versie: 1.4

Load			Results		
Compression	$F_{Ed,c}$	<b>1621</b> kN	Compression	U.C.	<b>0.68</b> < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	<b>1063</b> kN	Tension	U.C.	<b>0.48</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>1400</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>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	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>
$F_{Rd,c} = A_{p,c} \times f_{jd}$	=	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		<b>S355</b>
Capacity		10082 kN
Concrete strength		<b>C30/37</b>

**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		0,68 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)		865 kN
$F_{rd,t} = \min. (\text{welds} / \text{foot plate})$	=	536 kN
$F_{rd,blocks,t}$	=	1693 kN
$F_{rd,t} = F_{rd,block} + F_{rd,footplate}$	=	<b>2229</b> kN
U.C. tension		0,48 < 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		0,49 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	<b>3326</b> kN
U.C. tension		0,32 < 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		953 mm
Splitting force		558 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**

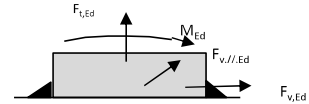
Out-of-plane loading

**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>
<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>
$\sigma_{vw,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)}$ =	206 N/mm <sup>2</sup>

**Check**

$\sigma_{vw,Ed}$ =	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**

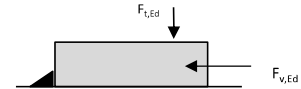
Out-of-plane loading

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

**Check**

$\sigma_{vw,Ed}$ =	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



Project: GT-TLB380  
 Mast: EA+0\_n (59AN) 3-ct - Buitenpoten

**Shear blocks**

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

Datum: 2021-08-03

Auteur: TBR

Versie: 1.4

Load			Results		
Compression	$F_{Ed,c}$	<b>1378</b> kN	Compression	U.C.	<b>0.69</b> < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	<b>1101</b> kN	Tension	U.C.	<b>0.58</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>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	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
$m^* = \min(c, m)$	=	10 mm

Diagonally cut

Type foot plate

Compr. and tension

Effective for		12732 mm <sup>2</sup>
$A_{p,c}$	=	353 kN
$F_{Rd,c} = A_{p,c} \times f_{jd}$	=	7192 mm <sup>2</sup>
$A_{p,t}$	=	199 kN
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd}$	=	

**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
$F_{rd,blocks,c}$	=	1693 kN
$F_{rd,c} = F_{rd,block} + F_{rd,footplate}$	=	<b>2046</b> kN
U.C. compression		0,67 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)		865 kN
$F_{rd,t} = \min. (welds / footplate)$	=	199 kN
$F_{rd,blocks,t}$	=	1693 kN
$F_{rd,t} = F_{rd,block} + F_{rd,footplate}$	=	<b>1892</b> kN
U.C. tension		0,58 < 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		0,55 < 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		467 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>

#### Member forces

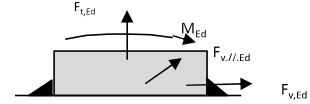
Factor	1.2
$F_{t,Ed}$ =	0 kN
$F_{v,Ed} = F_{rd,c} / n$ =	169 kN
$F_{v//,Ed}$ =	0 kN
$M_{Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed}$ =	2.54 kNm

#### Check

$\sigma_{wv,Ed}$ =	206 N/mm <sup>2</sup>	≤
$\sigma_1$ =	103 N/mm <sup>2</sup>	≤

#### 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 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>
$\sigma_{wv,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)}$ =	206 N/mm <sup>2</sup>

$f_u / \beta_w \gamma_{M2}$ =	436 N/mm <sup>2</sup>	U.C. =	0.47 OK
$0,9f_u / \gamma_{M2}$ =	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>

#### Member forces

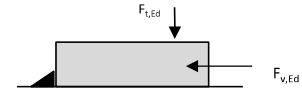
Factor	1.2
$F_{t,Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed}$ =	60 kN
$F_{v,Ed}$ =	200 kN
$F_{v//,Ed}$ =	0 kN
$M_{Ed}$ =	0.00 kNm

#### Check

$\sigma_{wv,Ed}$ =	183 N/mm <sup>2</sup>	≤
$\sigma_1$ =	92 N/mm <sup>2</sup>	≤

#### 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 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>
$\sigma_{wv,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)}$ =	183 N/mm <sup>2</sup>

$f_u / \beta_w \gamma_{M2}$ =	436 N/mm <sup>2</sup>	U.C. =	0.42 OK
$0,9f_u / \gamma_{M2}$ =	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



Project: GT-TLB380  
 Mast: EA+0\_n (59AN) 3-ct - Middenpoten

<b>Shear blocks</b>	NEN-EN 1993-1-1 en NEN-EN 1994-1-1	Datum: 2021-08-03
		Auteur: TBR
		Versie: 1.4

Load			Results		
Compression	$F_{Ed,c}$	<b>2078</b> kN	Compression	U.C.	<b>0.87</b> < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	<b>1513</b> kN	Tension	U.C.	<b>0.68</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>1400</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>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} =$	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>
$F_{Rd,c} = A_{p,c} \times f_{jd} =$	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	<b>S355</b>
Capacity	10082 kN
Concrete strength	<b>C30/37</b>

**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	0,87 < 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	0,68 < 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	0,62 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} =$	<b>3326</b> kN
U.C. tension	0,45 < 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		794 kN/m
Yield strength wall		355 N/mm <sup>2</sup>
Capacity tubular pile		7100 kN/m
U.C.		0,11 < 1,00 OK

**Welds of shear blocks of main leg**

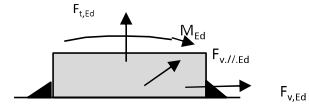
Out-of-plane loading

**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>
$\sigma_{vw,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)}$ =	206 N/mm <sup>2</sup>

**Check**

$\sigma_{vw,Ed}$ =	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**

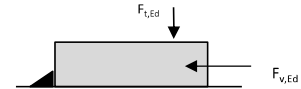
Out-of-plane loading

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

**Check**

$\sigma_{vw,Ed}$ =	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**

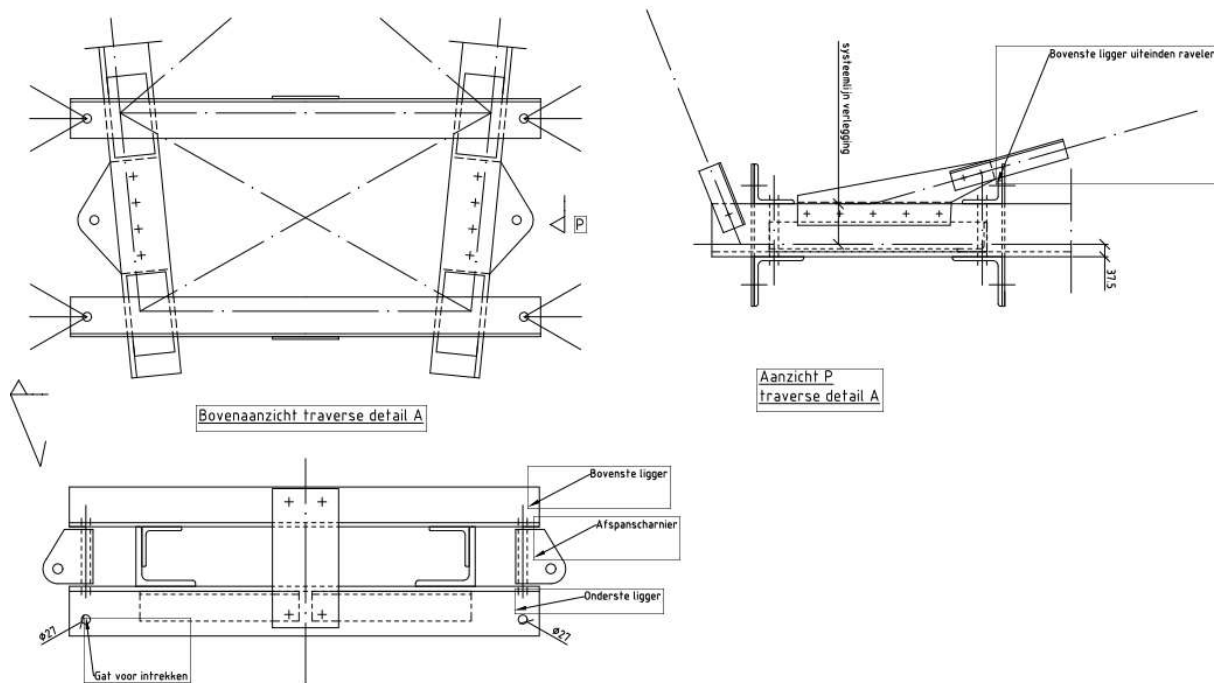
$f_u / \beta_w \gamma_{M2}$ =	436 N/mm <sup>2</sup>
Weld size a =	5 mm
Length l = 2b + 2b - t =	688 mm
Capacity $F_{Rd} = a \times l \times f_{w,d} / \sqrt{3}$ =	865 kN

## 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 10 Principe van afspanligger**

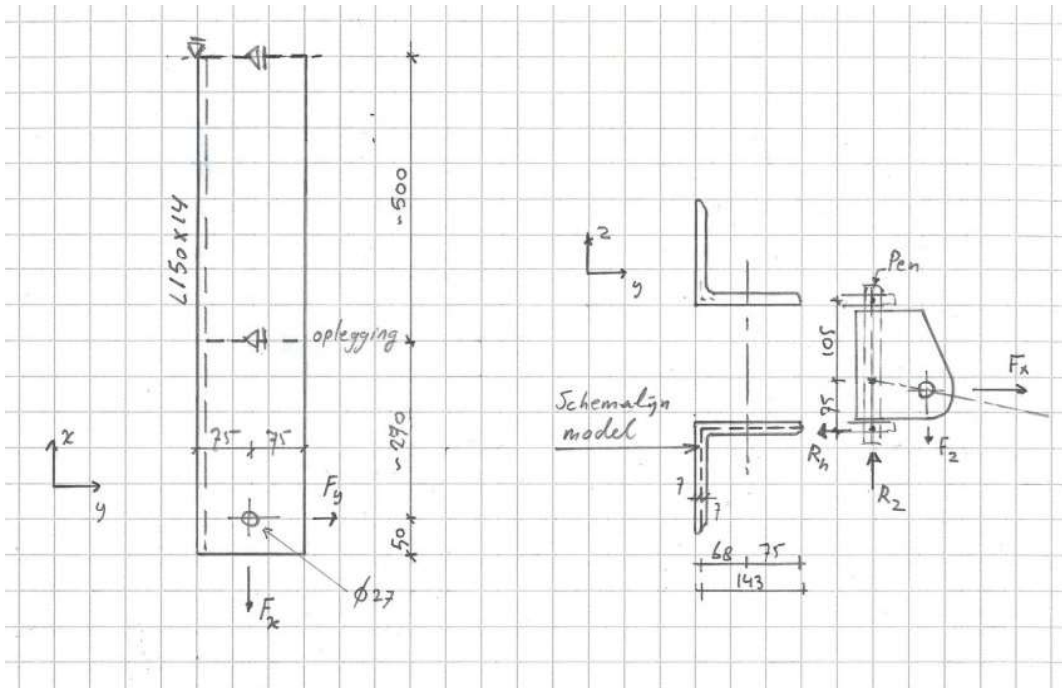
De profielen worden gecontroleerd op buiging met het programma AxisVM, de profielen worden geschematiseerd met plaalementen.

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 zwaartelijn 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 11** 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 11** 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 12** 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			

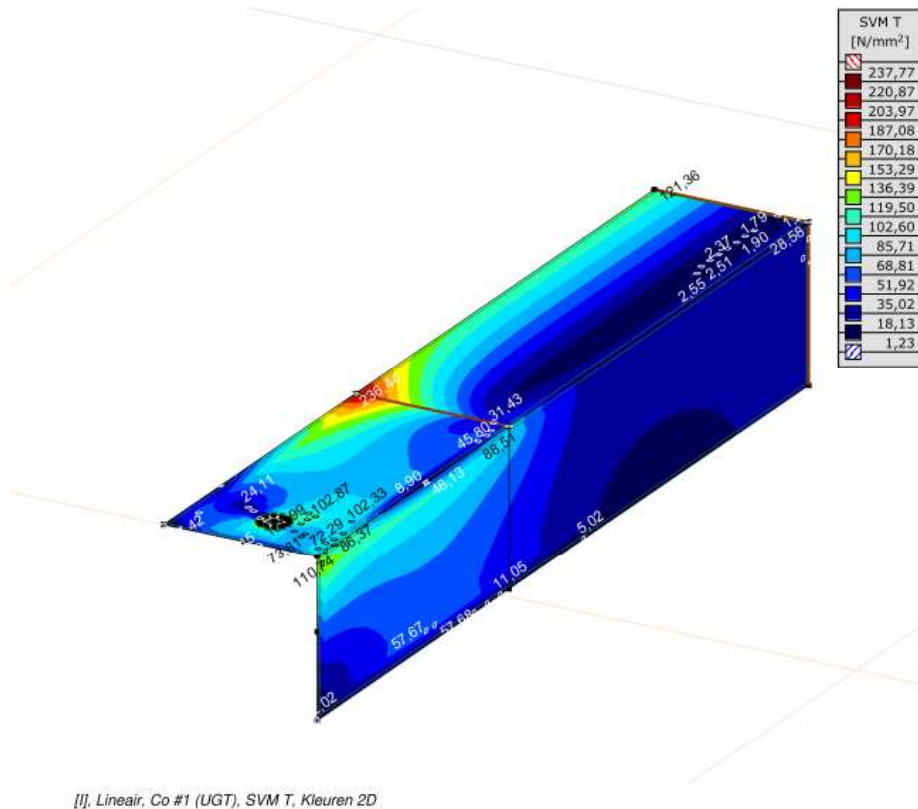
In Tabel 10 zijn de lijnlasten berekend met bovenstaande formule. Deze zijn in AxisVM ingevoerd

**Tabel 13** 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.

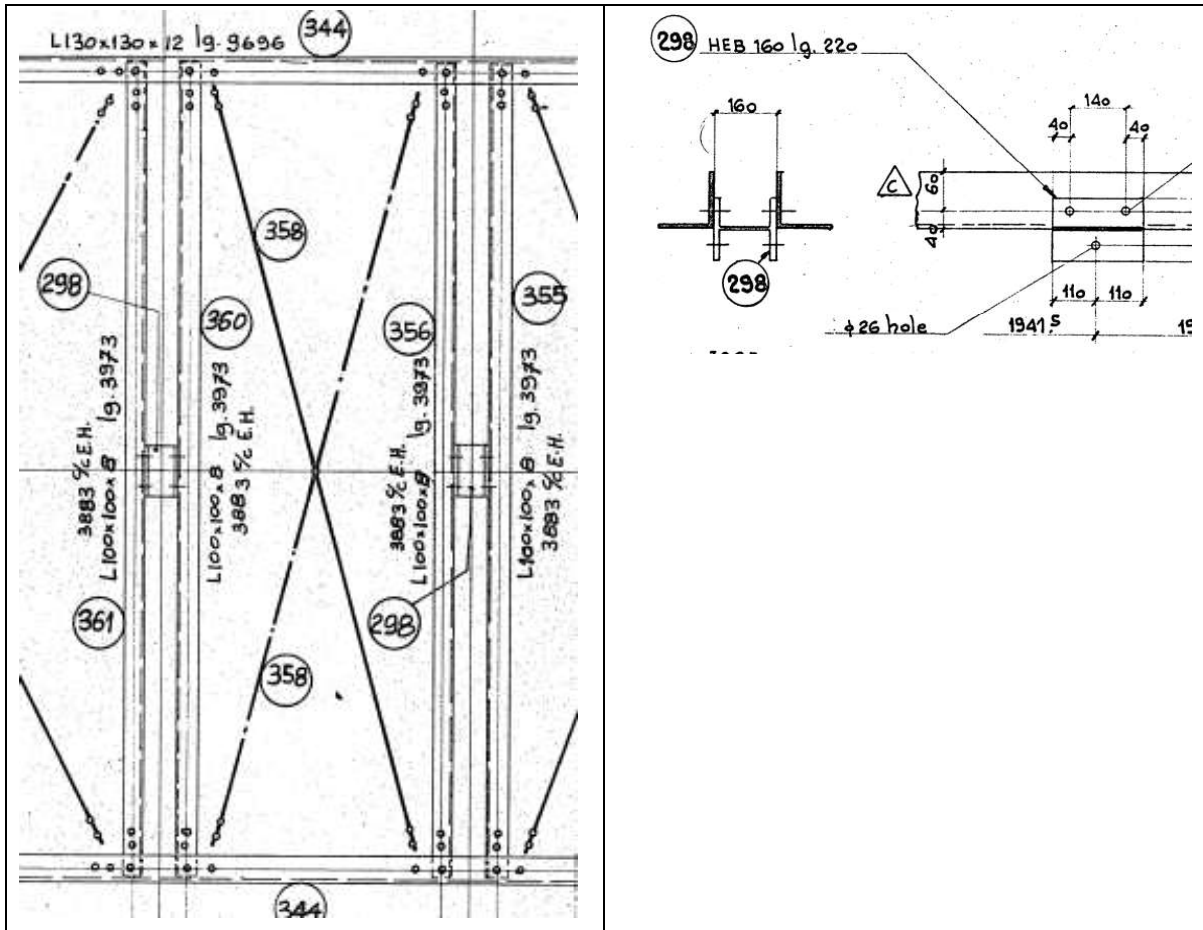


L150x14: U.C. :  $238 / 355 = 0,67 \leq 1,00$  OK

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 12 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:





## **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], 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:**

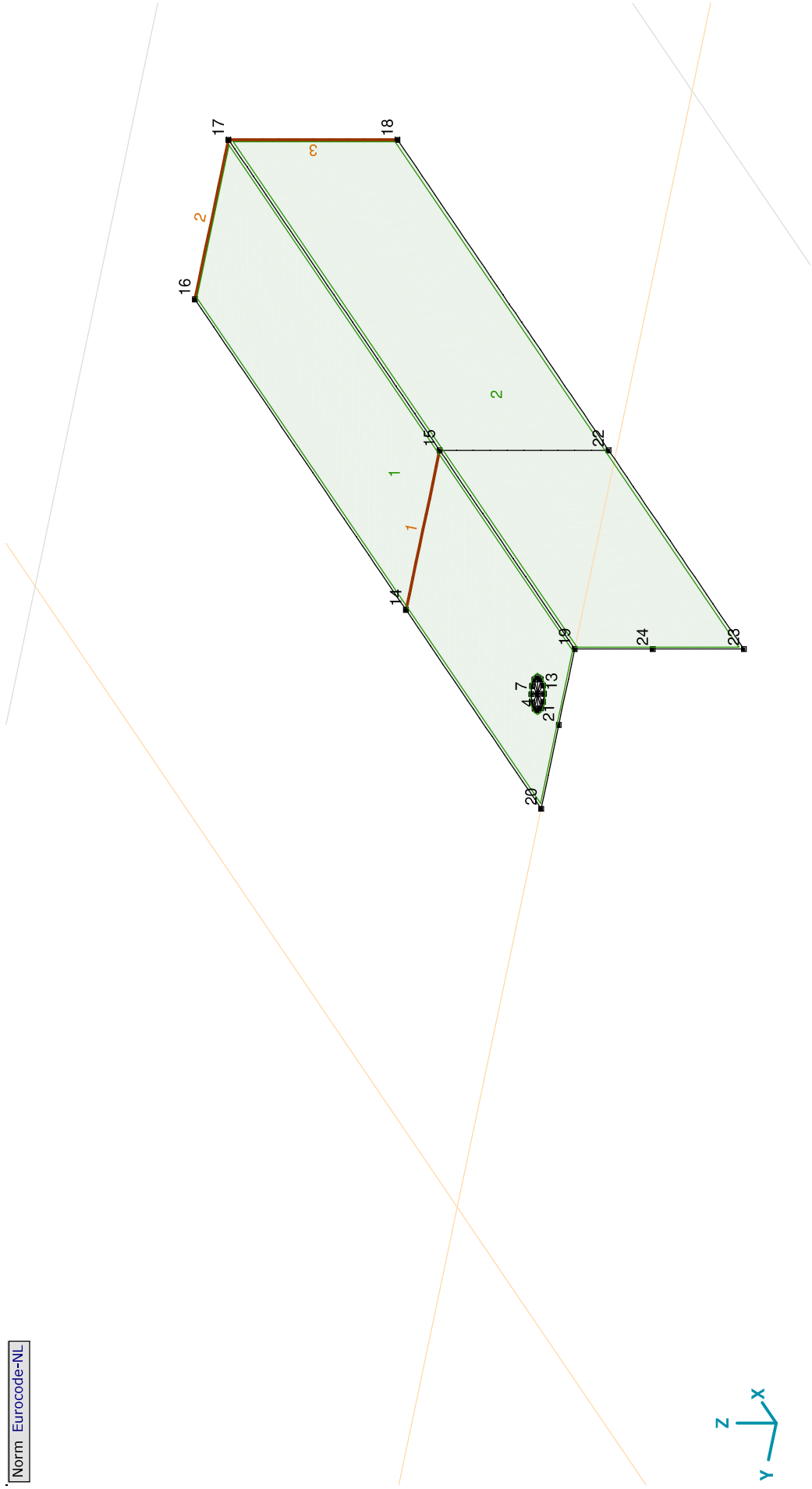
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

27-9-2021

Pag. 3

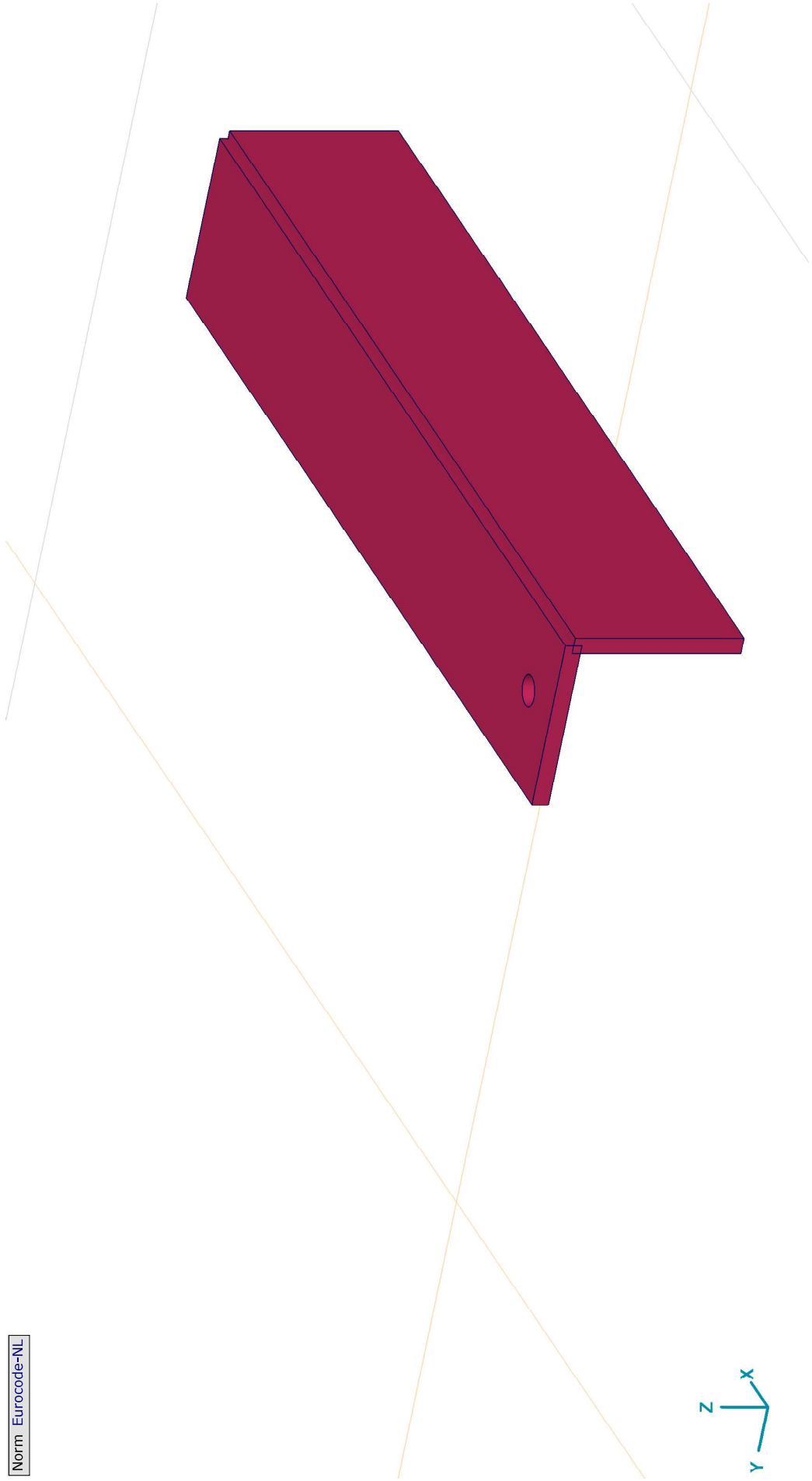
Norm Eurocode-NL



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				$f_{t0}$ [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	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:**

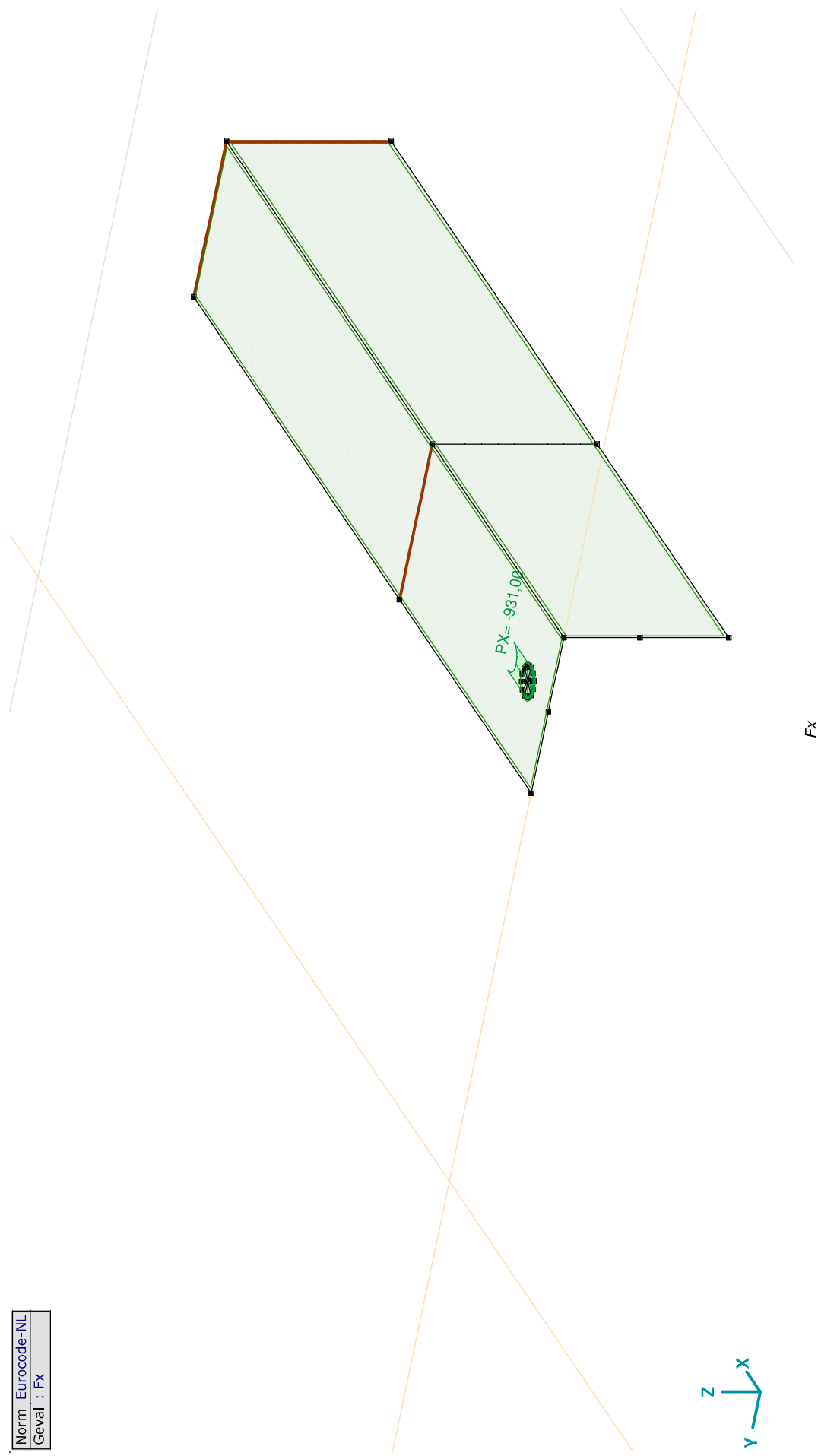
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

27-9-2021

Pag. 6

Norm Eurocode-NL
Geval : Fx

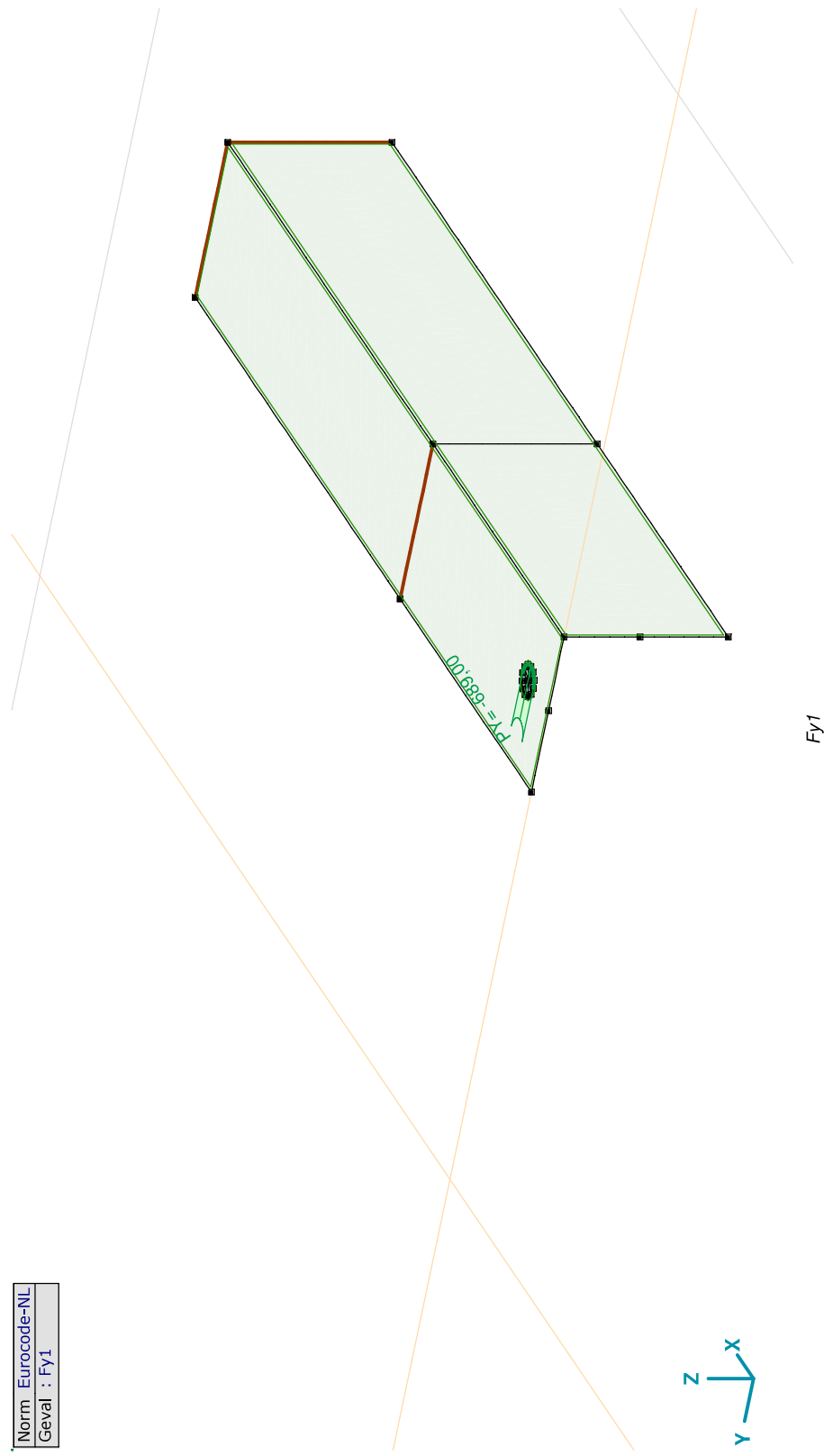


**Fx: Oppervlak lijnlast**

	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



Fy1

**Project:**

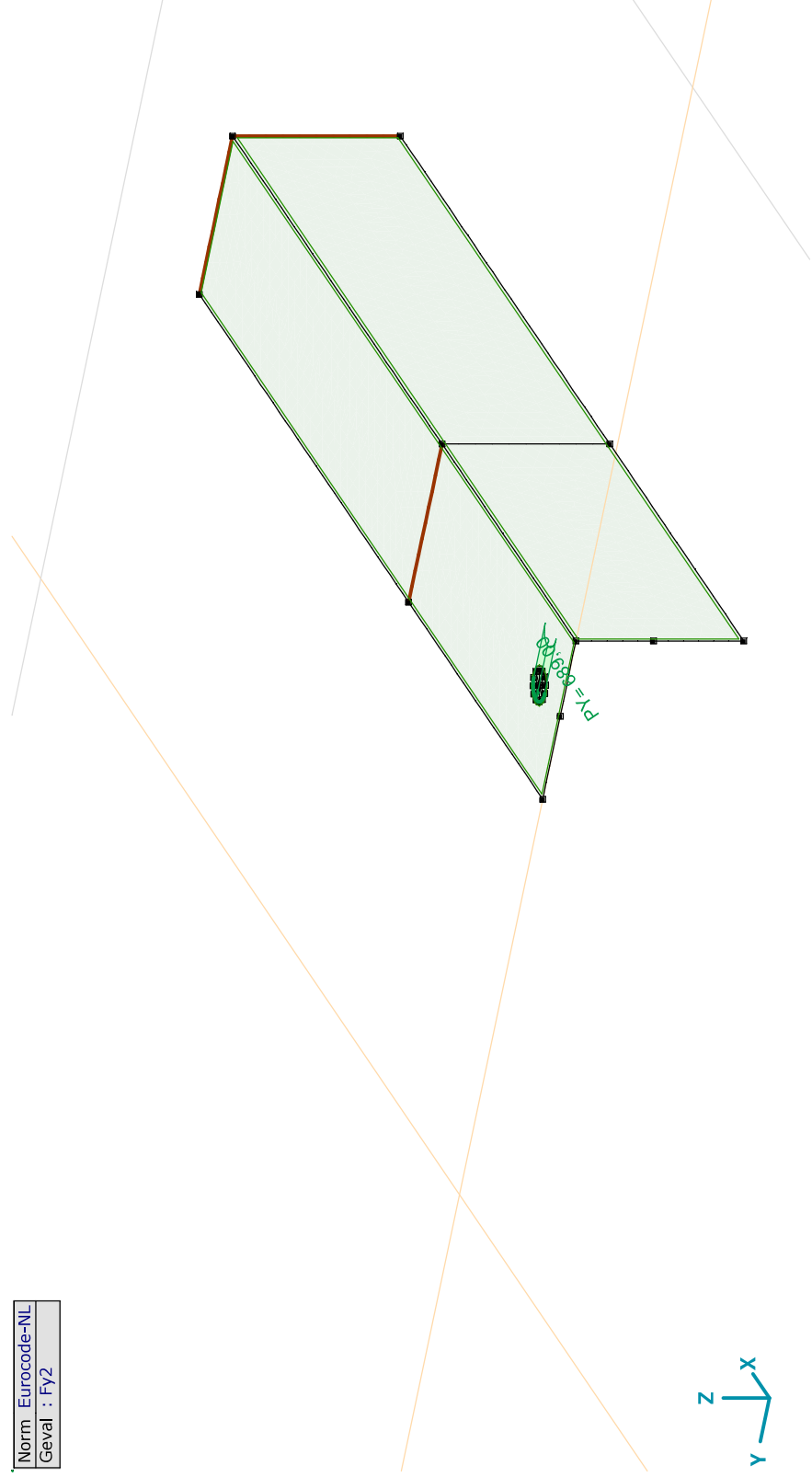
Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

**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:**

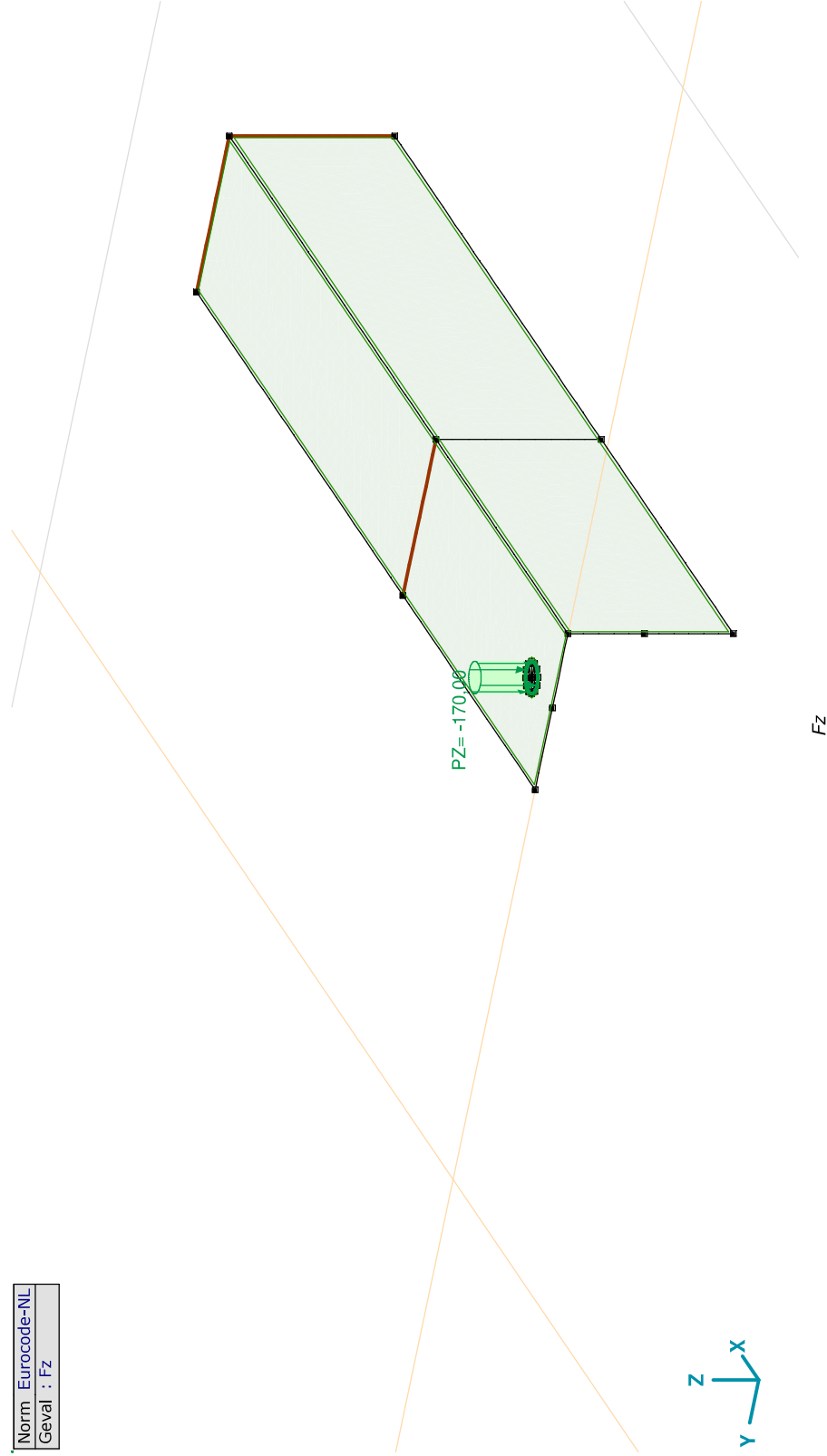
Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

**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**

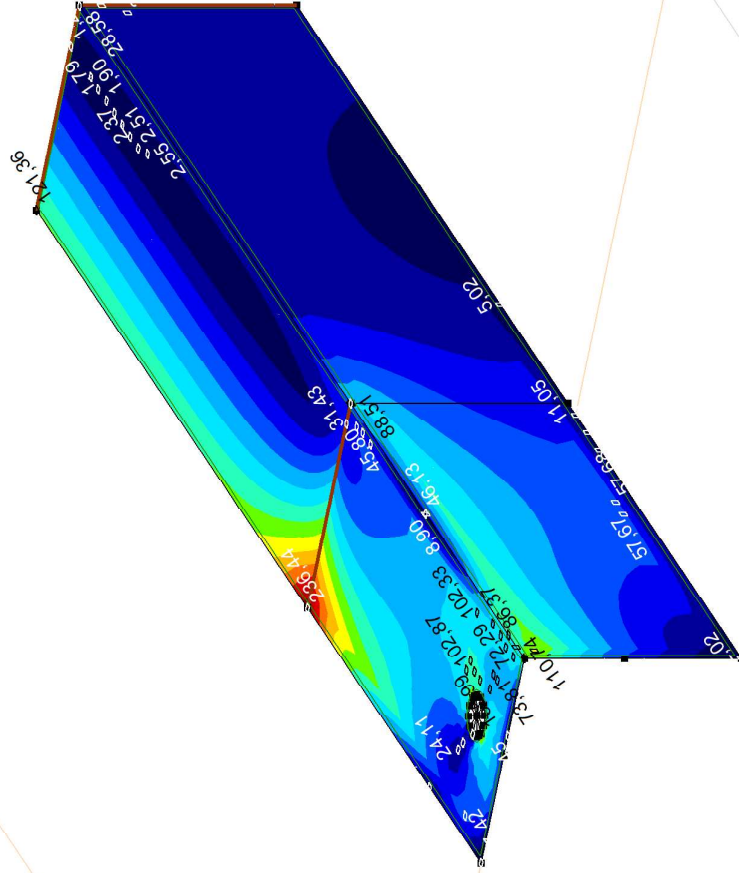
	Naam	Type	$F_x$	$F_{y1}$	$F_{y2}$	$F_z$	Commentaar
1	Co #1	UGT	1,00	1,00	0	1,00	
2	Co #2	UGT	1,00	0	1,00	1,00	

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	[Color swatch]
220,87	[Color swatch]
203,97	[Color swatch]
187,08	[Color swatch]
170,18	[Color swatch]
153,29	[Color swatch]
136,39	[Color swatch]
119,50	[Color swatch]
102,60	[Color swatch]
85,71	[Color swatch]
68,81	[Color swatch]
51,92	[Color swatch]
35,02	[Color swatch]
18,13	[Color swatch]
1,23	[Color swatch]

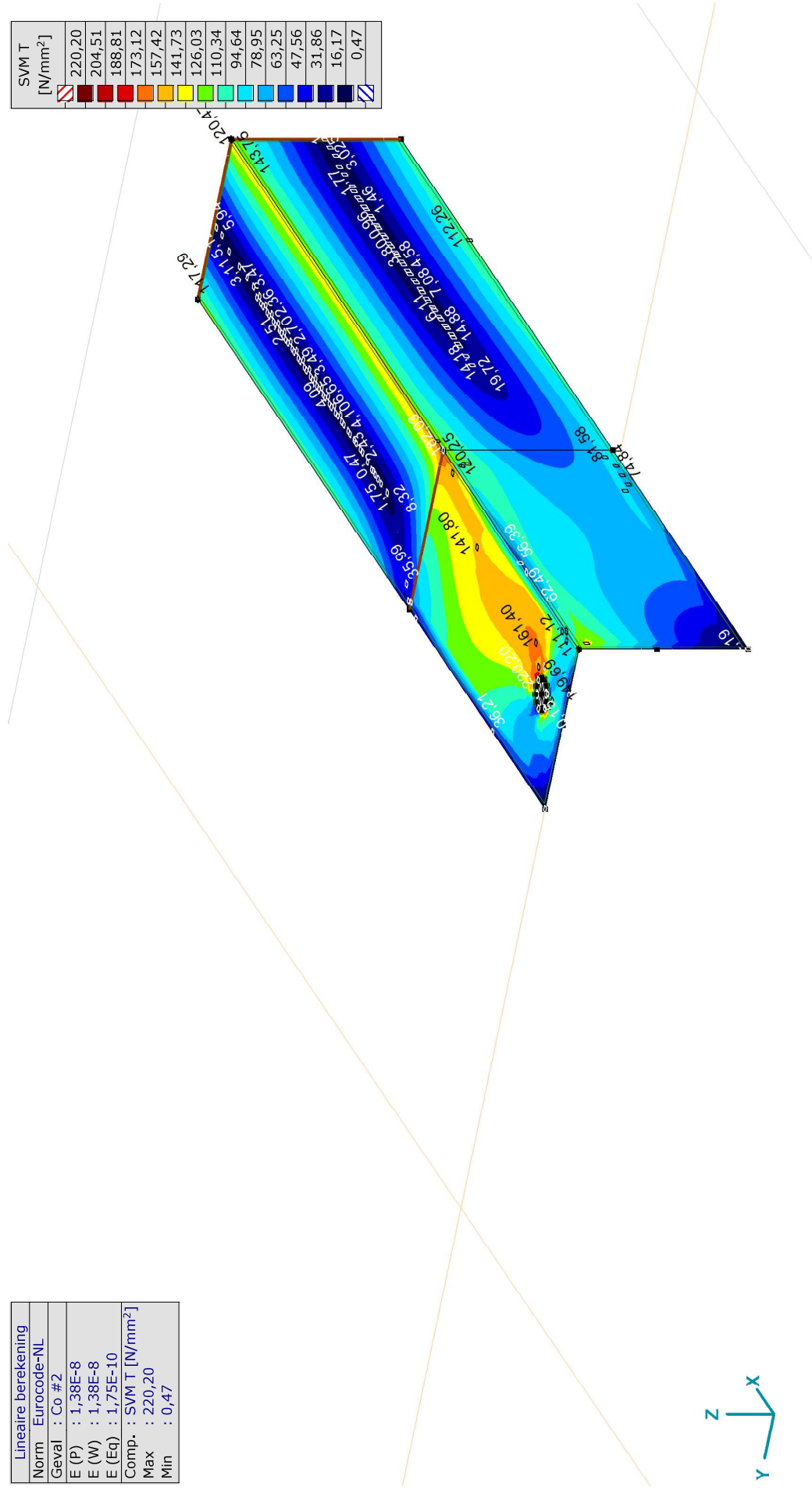


[I], Lineair, Co #1 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

**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

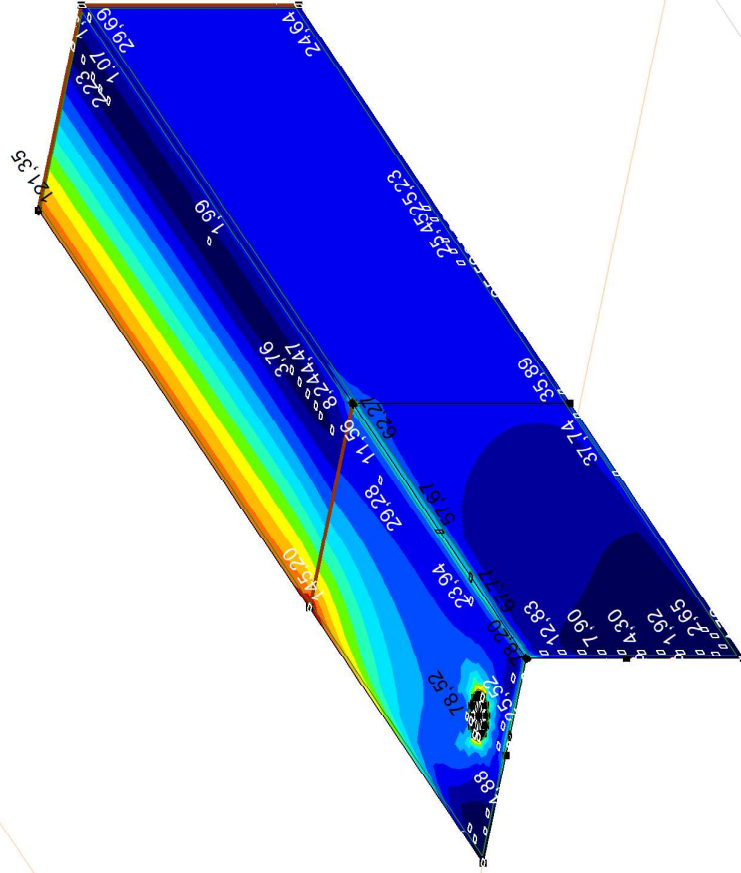


[I], Lineair, Co #2 (UGT), SVM T, Kleuren 2D

**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	

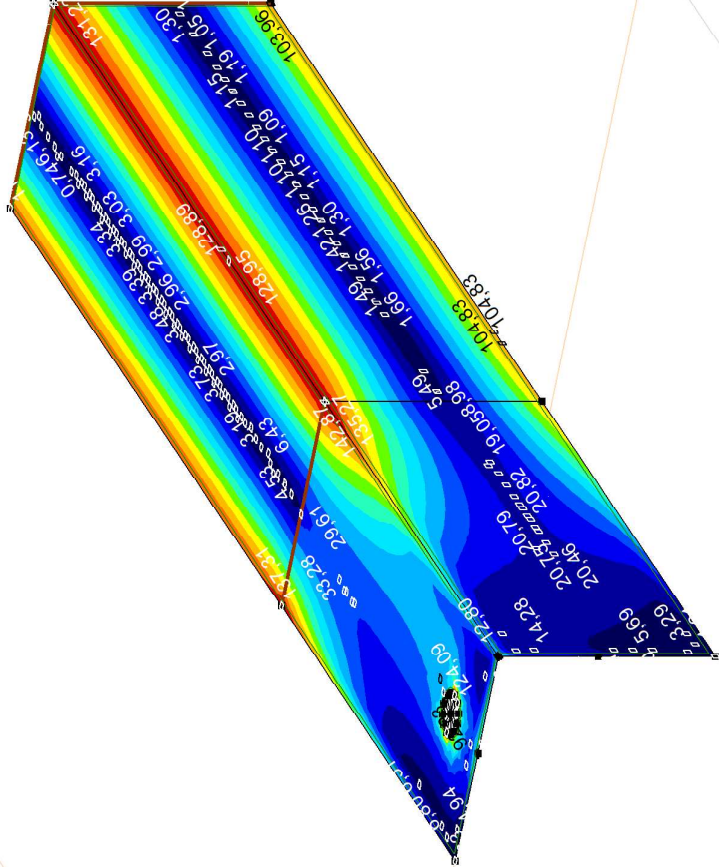


III, Lineair, Co #1 (JGT), SVM C, Kleuren 2D

**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:**

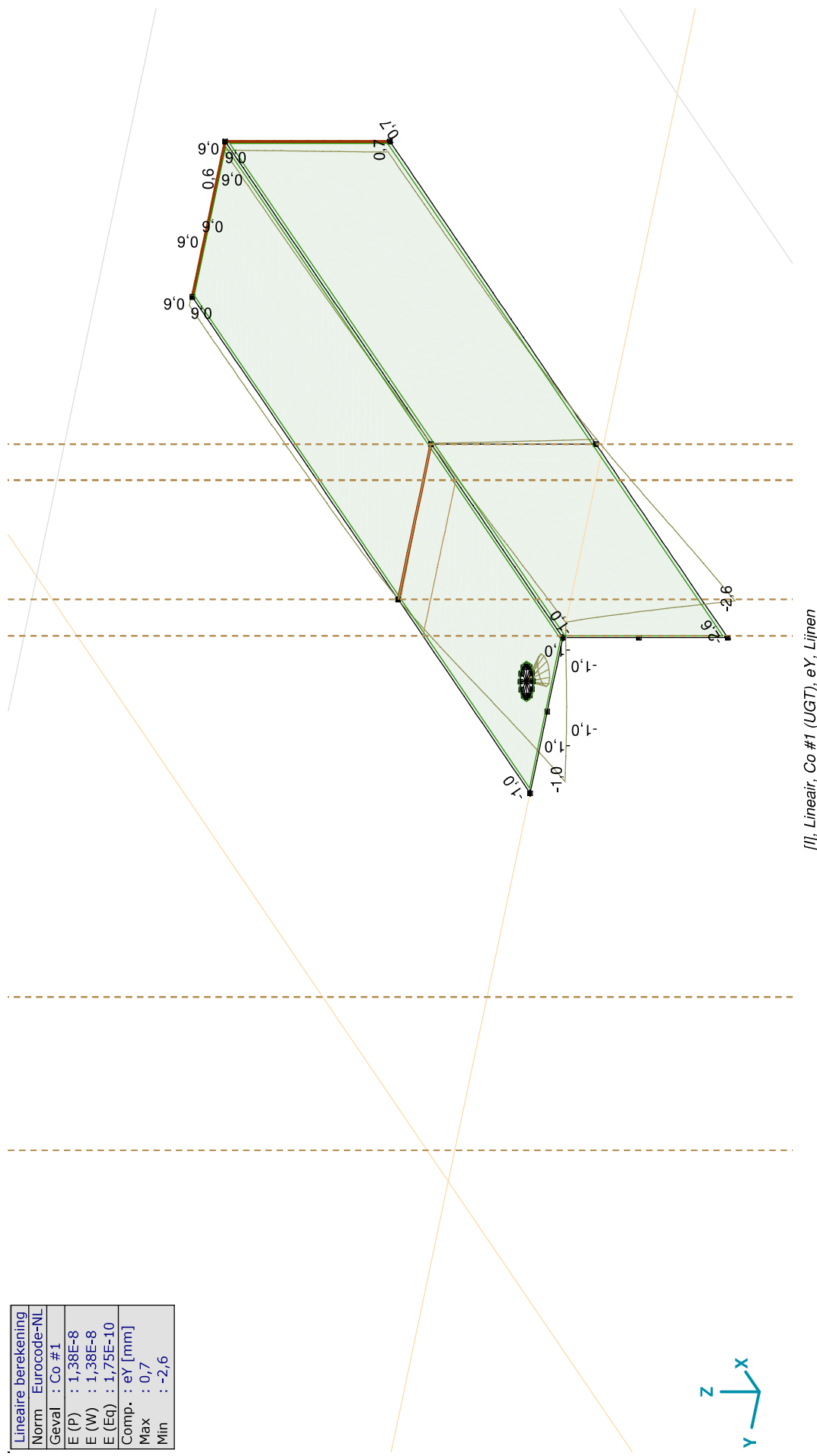
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

27-9-2021

Pag. 15

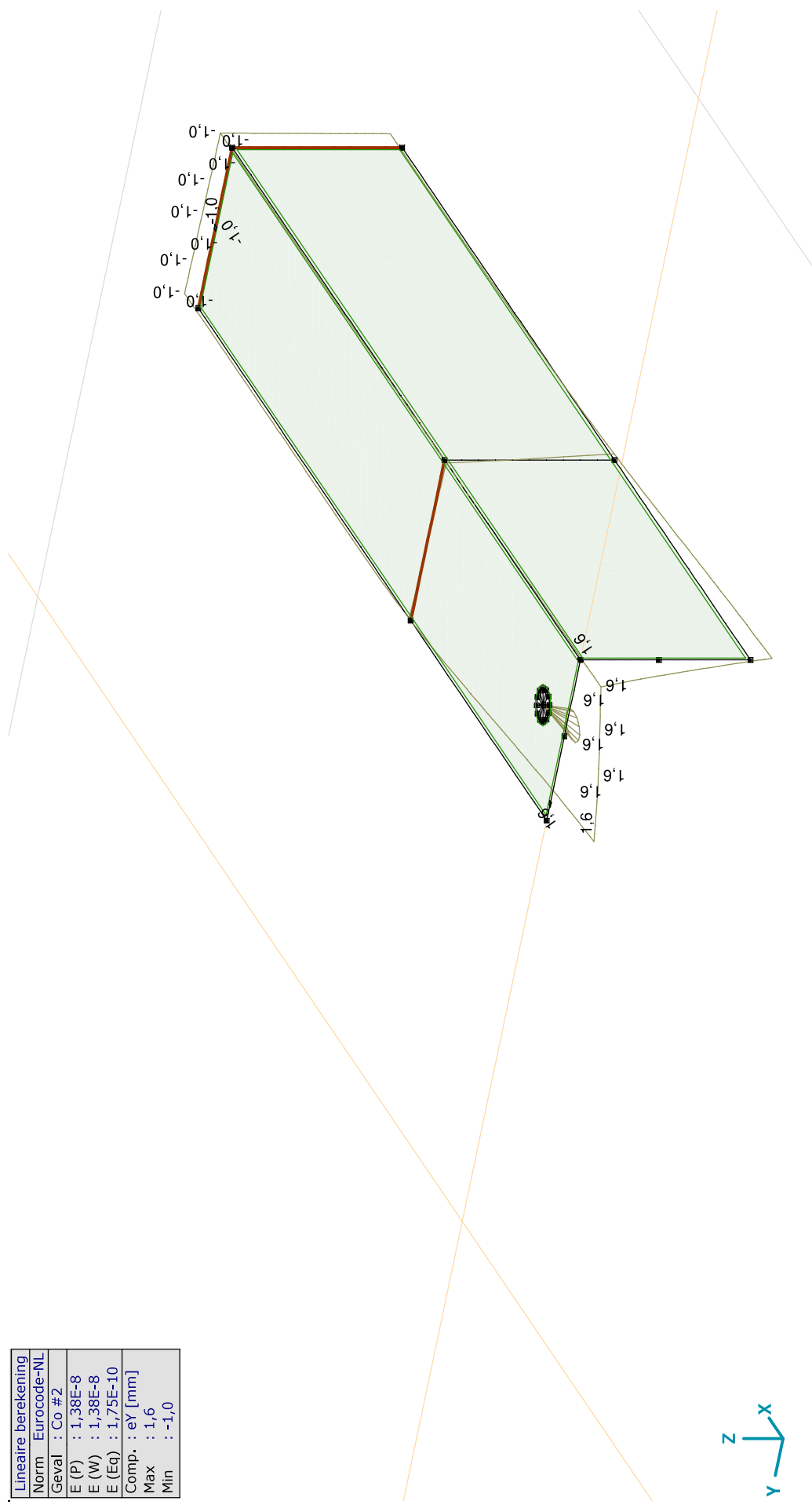
Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	Co #1
E (P)	: 1,38E-8
E (W)	: 1,38E-8
E (Eq)	: 1,75E-10
Comp.	: eY [mm]
Max	: 0,7
Min	: -2,6



[1] 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

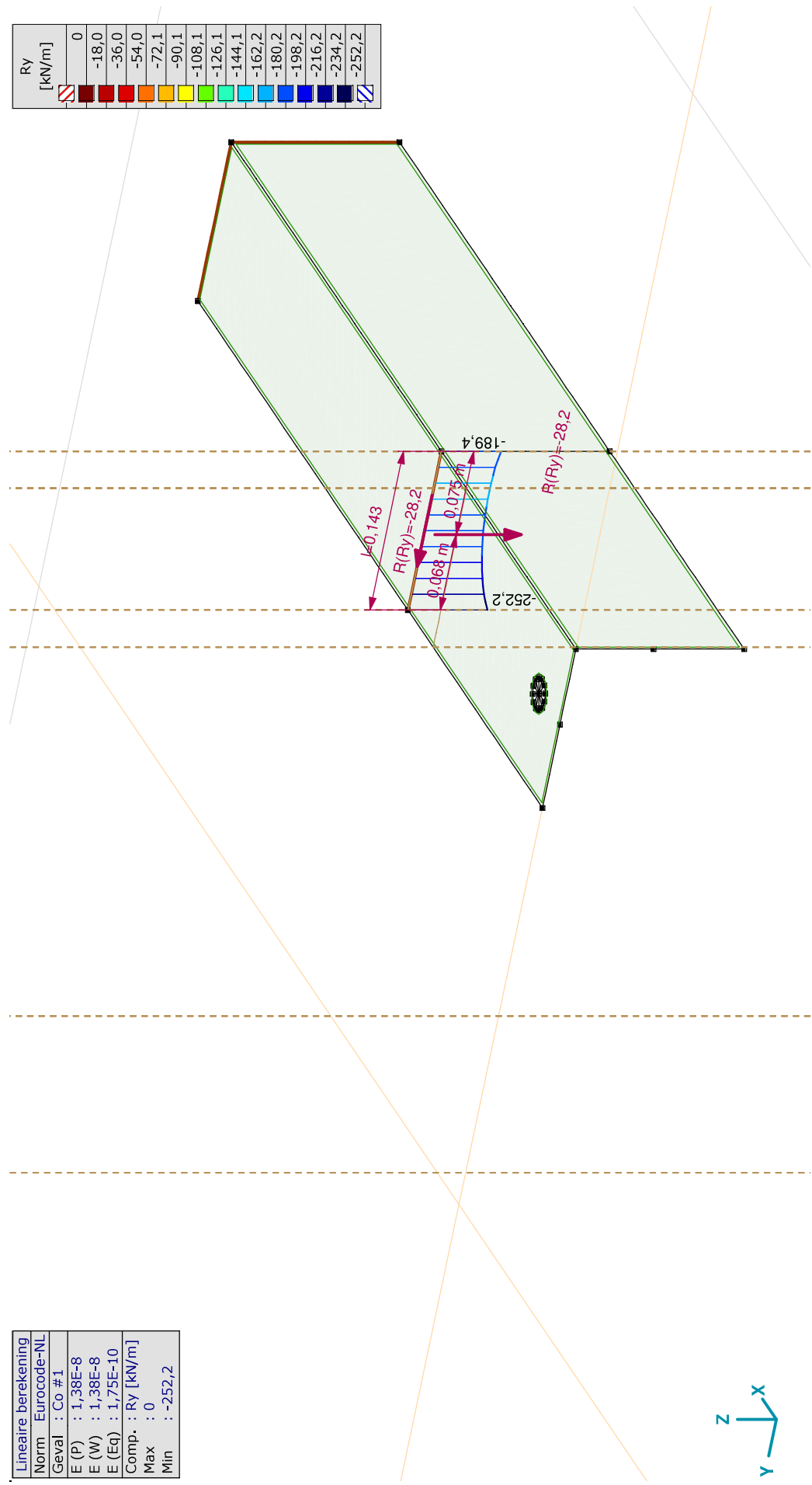
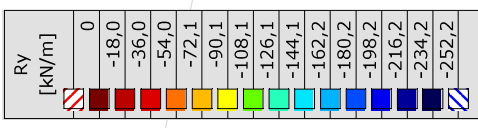






**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

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

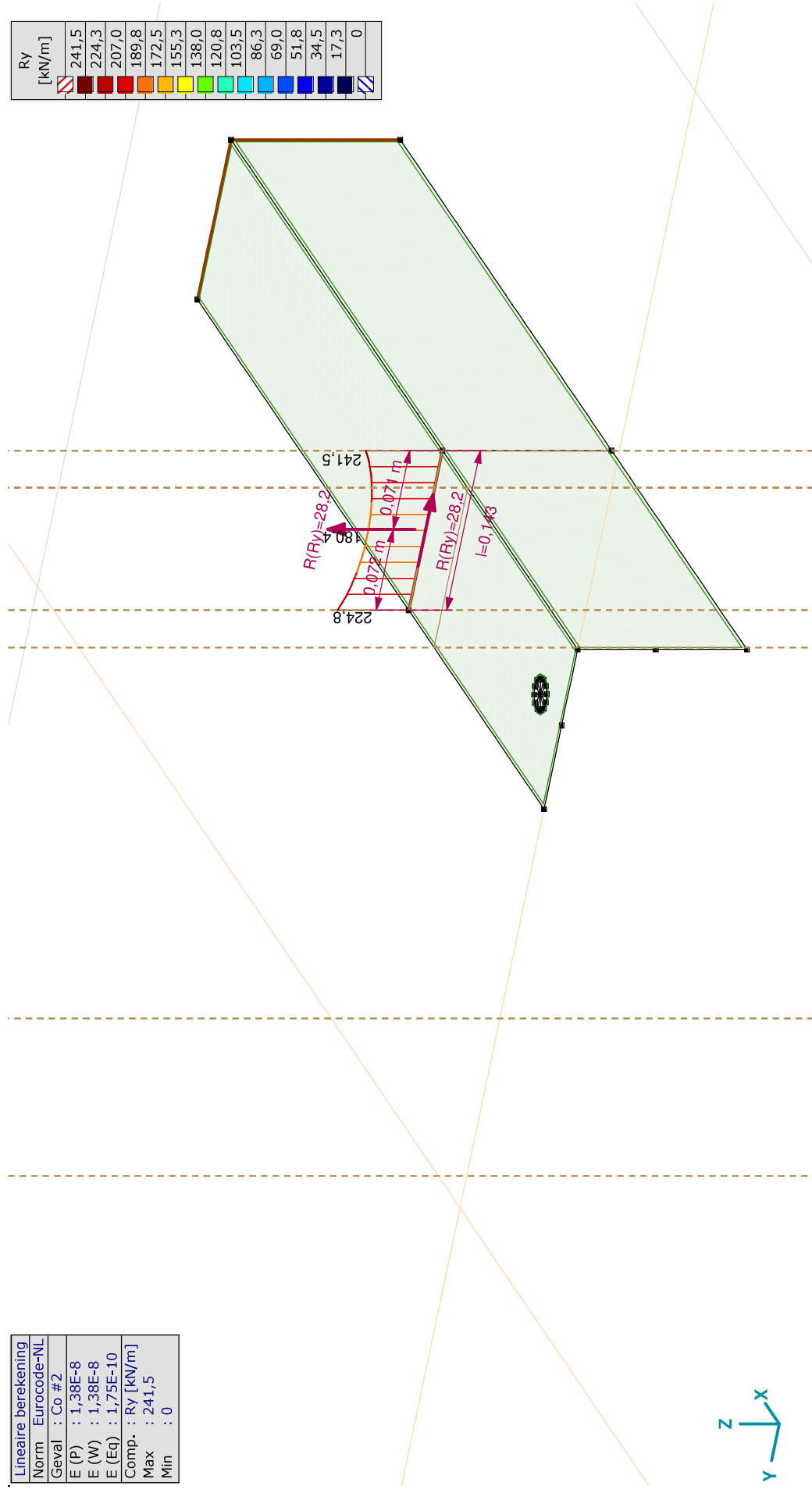
Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

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



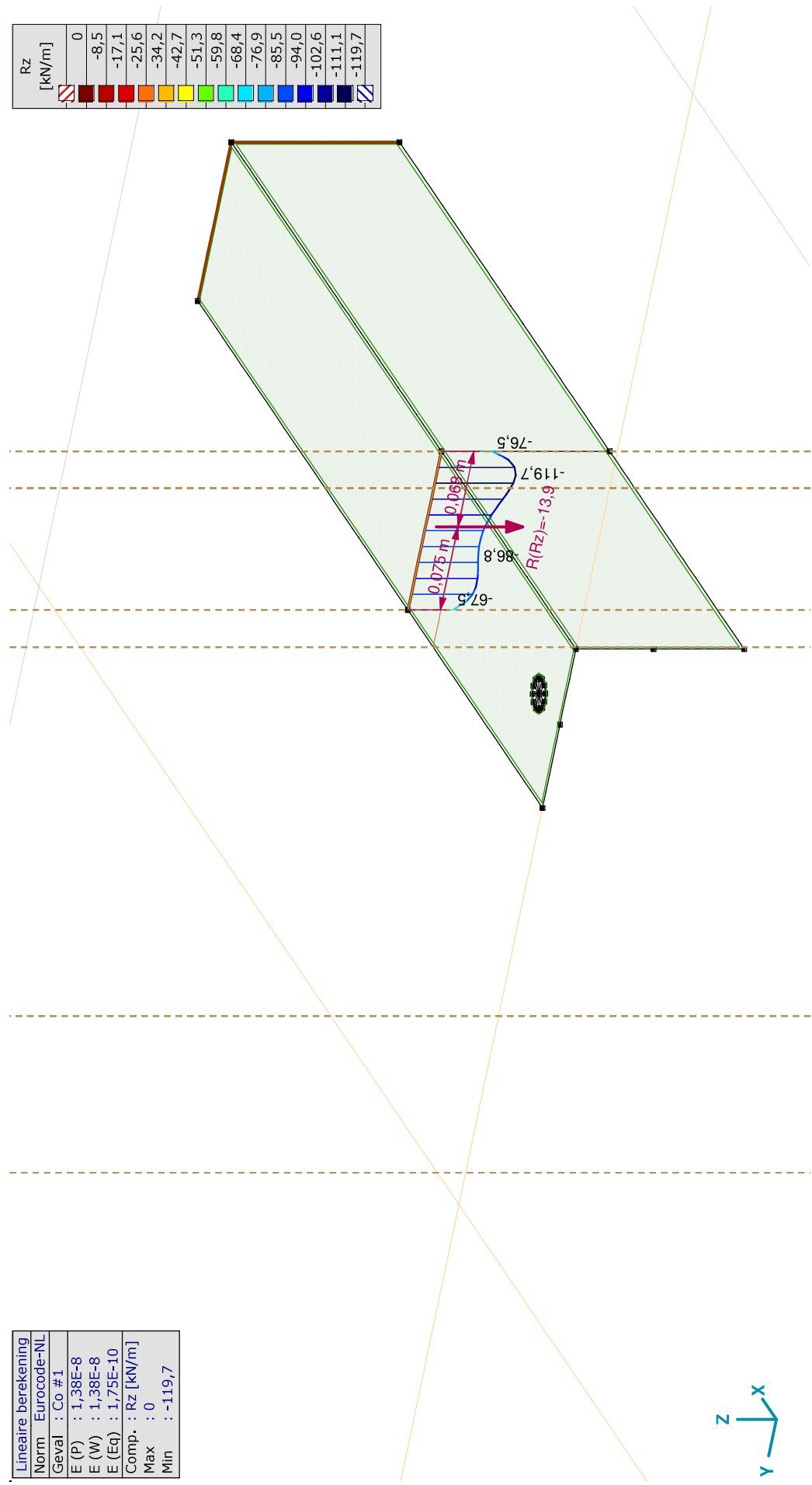
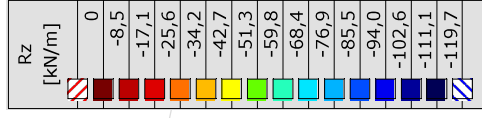
[I], Lineair, Co #2 (UGT), Ry (lijnopp.), Doorsnedelij

**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.), Doorsnedelijn



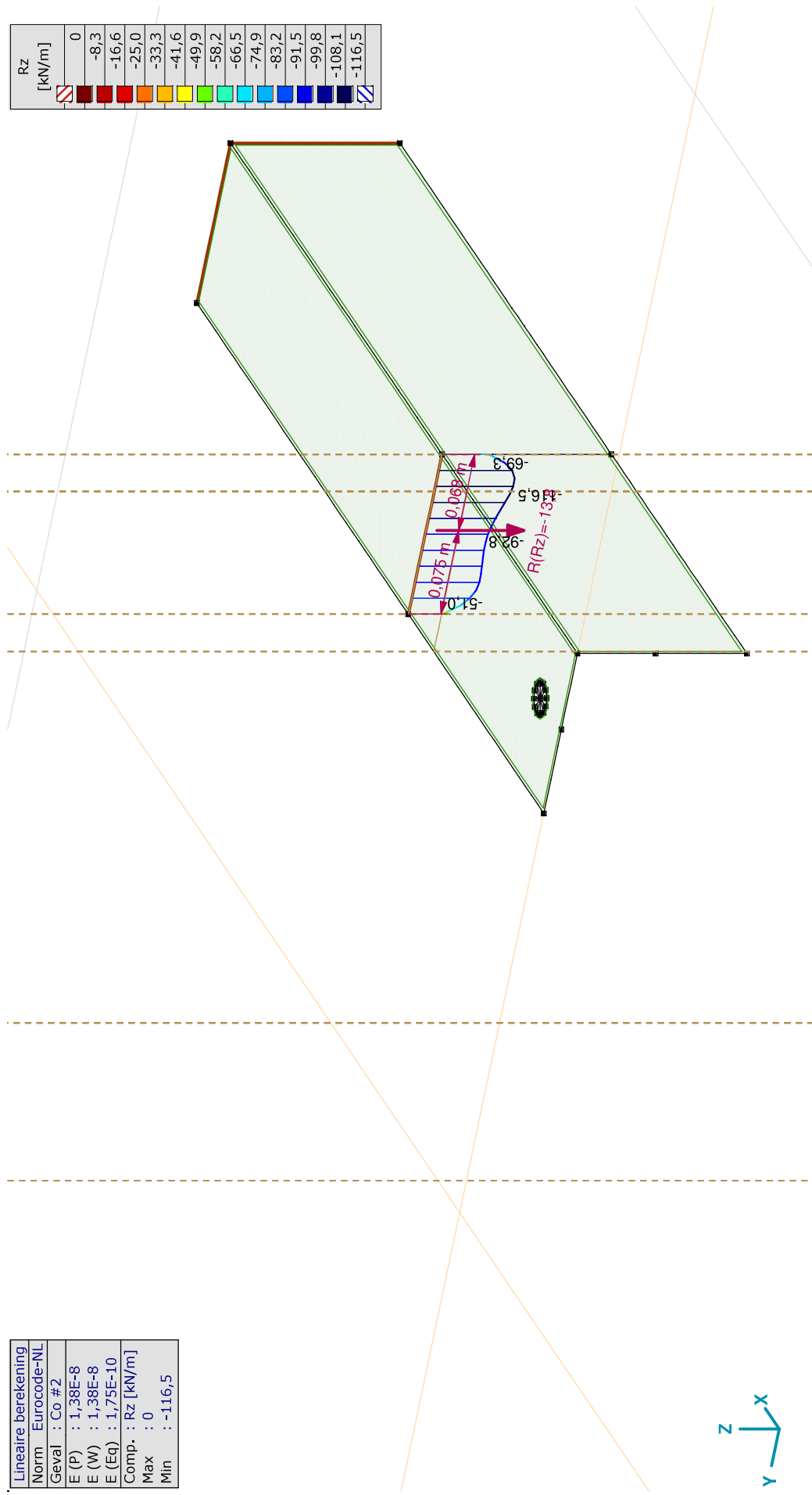
**Project:**  
 Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Model afspanliggers D1.3.axs**

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

Rz [kN/m]
0
-8,3
-16,6
-25,0
-33,3
-41,6
-49,9
-58,2
-66,5
-74,9
-83,2
-91,5
-99,8
-108,1
-116,5



[[J], Lineair, Co #2 (UGT), Rz (lijnopp.), Doorsnedelijn

## **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>
Materialen		3	Gebruiker gedefinieerde belastingcombinaties uit belastinggevallen	9
Profielen		4	[I], Linear, Co #1 (UGT), My, Lijnen (gevuld)	9
Knoppen		5	[I], Linear, Co #1 (UGT), Mz, Lijnen (gevuld)	10
Staven		5	[I], Linear, Co #1 (UGT), Nx, Lijnen (gevuld)	11
EG: Knoopbelastingen		5	[I], Linear, Co #1 (UGT), Vy, Lijnen (gevuld)	12
EG: Geconcentreerde belastingen op staven		6	[I], Linear, Co #1 (UGT), Vz, Lijnen (gevuld)	13
EG		6	Interne krachten knoopoplegging [Linear, Co #1 (UGT)]	13
Wind: Knoopbelastingen		7	Staaftkrachten [Linear, Co #1 (UGT)]	16
Wind: Geconcentreerde belastingen op staven		7	Interne krachten knoopoplegging [Linear, Co #1 (UGT)]	22
Wind		8	[I], Linear, Co #1 (UGT), Somminmax, Lijnen (gevuld)	23



**Project:**





Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Post-isolator.axs**

30-9-2021

Pag. 3

**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 235	Staal	Eurocode-NL 10025-2	Lineair	210000	210000	0,30	1,2E-5	7850			Steel	$f_y$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 235,00
2	S 355	Staal	Eurocode-NL 10025-2	Lineair	210000	210000	0,30	1,2E-5	7850			Steel	$f_y$ [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	$f_u$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 360,00	$f_y^x$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 215,00	$f_y^y$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 360,00										
2	$f_u$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 510,00	$f_y^x$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 335,00	$f_y^y$ [N/mm <sup>2</sup> ] = 470,00										

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




**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Post-isolator.axs**

30-9-2021

Pag. 4

**Profielen**

Naam	Tekening	Productie	Vorm	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	r <sub>1</sub> [mm]	r <sub>2</sub> [mm]	r <sub>3</sub> [mm]	A <sub>x</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>y</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>z</sub> [mm <sup>2</sup> ]
1 O 150x10		Gewalst	Buis	150,0	150,0	10,0	10,0	0	0	0	4397,34	2217,37	2217,37
2 L 100X100X 8		Gewalst	L	100,0	100,0	8,0	8,0	12,0	6,0	0	1551,52	669,67	678,46
3 HE 160 B		Gewalst	I	160,0	160,0	8,0	13,0	15,0	0	0	5426,04	3754,44	1237,48

Naam	L <sub>x</sub> [mm <sup>4</sup> ]	I <sub>y</sub> [mm <sup>4</sup> ]	I <sub>z</sub> [mm <sup>4</sup> ]	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 [°]	Iω [mm <sup>6</sup> ]	W <sub>1,el,t</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>2,el,t</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>1,el,b</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>2,el,b</sub> [mm <sup>3</sup> ]
1 O 150x10	2,16E+07	1,08E+07	1,08E+07	0	1,08E+07	1,08E+07	0	0	144349,90	144349,90	144349,90	144349,90
2 L 100X100X 8	36218,92	1448264,00	1448264,00	-849655,40	2297919,00	598608,20	45,00	2,3E+07	32497,48	32497,48	32497,48	17014,92
3 HE 160 B	317826,30	2,49E+07	8892444,00	0	2,49E+07	8892443,00	0	4,7E+10	311542,70	311542,70	311542,70	111155,50

Naam	W <sub>1,pl</sub> [mm <sup>3</sup> ]	W <sub>2,pl</sub> [mm <sup>3</sup> ]	i <sub>y</sub> [mm]	i <sub>z</sub> [mm]	H <sub>y</sub> [mm]	H <sub>z</sub> [mm]	γ <sub>G</sub> [mm]	z <sub>G</sub> [mm]	γ <sub>s</sub> [mm]	z <sub>s</sub> [mm]	β <sub>y</sub> [mm]	β <sub>z</sub> [mm]	β <sub>w</sub> [mm]	S.p.
1 O 150x10	196273,50	196274,80	49,6	49,6	150,0	150,0	75,0	75,0	0	0	0	0	0	5
2 L 100X100X 8	51224,30	26412,66	30,6	30,6	100,0	100,0	27,4	27,4	-22,6	-22,6	92,1	92,1	0	4
3 HE 160 B	354020,60	169972,20	67,8	40,5	160,0	160,0	80,0	80,0	0	0	0	0	0	9

**Naam:** Doorsnede naam; **Productie:** Productieproces; **Vorm:** Profiel; **h:** Doorsnede hoogte; **b:** Doorsnede breedte; **r<sub>1</sub>, r<sub>2</sub>, r<sub>3</sub>:** Afrondingswaarde; **A<sub>x</sub>:** Doorsnede-oppervlak; **A<sub>y</sub>, A<sub>z</sub>:** Afschuivingsoppervlak; **I<sub>x</sub>:** Torsieaangheidsmoment; **I<sub>y</sub>, I<sub>z</sub>:** Buijgraagheidsmoment; **I<sub>yz</sub>:** Centrifugaal traagheidsmoment; **I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>:** Hoofdruigtraagheidsmoment; **α:** Hoofdrichtingen; **Iω:** Krommingsconstante; **W<sub>1,el,t</sub>, W<sub>2,el,t</sub>, W<sub>1,el,b</sub>, W<sub>2,el,b</sub>:** Elastisch weerstandsmoment; **W<sub>1,pl</sub>, W<sub>2,pl</sub>:** Platisch weerstandsmoment; **i<sub>y</sub>, i<sub>z</sub>:** Traagheidsstraal; **H<sub>y</sub>, H<sub>z</sub>:** Afmeting in lokale Y-richting; **H<sub>w</sub>:** Afmeting in lokale Z-richting; **γ<sub>G</sub>:** Z-coördinaat van het zwaartepunt; **γ<sub>s</sub>:** Y-coördinaat van het zwaartepunt; **z<sub>G</sub>:** Z-coördinaat van het afschuivingsmiddelpunt (torsie); **z<sub>s</sub>:** Z-coördinaat van het afschuivingsmiddelpunt (torsie); **β<sub>y</sub>, β<sub>z</sub>, β<sub>w</sub>:** Wagner's coëfficiënt; **S.p.:** Spanningspunten;

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
Model: Post-isolator.axs

30-9-2021

Pag. 5

**Knoppen**

	X [m]	Y [m]	Z [m]	$e_x$	$e_y$	$e_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$
1	0	0	0	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vast	Vrij
2	0	-3,000	4,500	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vast	Vrij
3	0	3,000	4,500	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vast	Vrij
4	0	-3,000	4,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
5	0	-2,890	4,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
6	0	-3,110	4,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
7	-2,000	-3,110	4,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
8	-2,000	-2,890	4,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
9	2,000	-3,110	4,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij

	X [m]	Y [m]	Z [m]	$e_x$	$e_y$	$e_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$
10	2,000	-2,890	4,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
11	0	3,000	4,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
12	0	3,110	4,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
13	0	2,890	4,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
14	-2,000	2,890	4,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
15	-2,000	3,110	4,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
16	2,000	2,890	4,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
17	2,000	3,110	4,600	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij

$e_x$ : Knoopprijheidsgraden (Verplaatsingsbeperking X);  $e_y$ : Knoopprijheidsgraden (Verplaatsingsbeperking Y);  $e_z$ : Knoopprijheidsgraden (Verplaatsingsbeperking Z);  $\theta_x$ : Knoopprijheidsgraden (Rotatiebeperking rond X-as);  $\theta_y$ : Knoopprijheidsgraden (Rotatiebeperking rond Y-as);  $\theta_z$ : Knoopprijheidsgraden (Rotatiebeperking rond Z-as);

**Staven**

	Start-punt	Eind-punt	Lengte	Lokaal X	Materiaal	Doorsnede	<- Aansluitingen	Aansluitingen ->
1	1	2	5,408	i-j	S 235	1	.	Schar-YZ
2	1	3	5,408	i-j	S 235	1	Schar-YZ	Schar-YZ
3	6	7	2,000	i-j	S 355	2	.	.
4	8	5	2,000	j-i	S 355	2	.	.
5	9	6	2,000	j-i	S 355	2	.	.
6	5	10	2,000	i-j	S 355	2	.	.
7	4	5	0,110	i-j	S 355	3	.	.
8	4	6	0,110	i-j	S 355	3	.	.
9	11	12	0,110	i-j	S 355	3	.	.
10	11	13	0,110	i-j	S 355	3	.	.
11	13	14	2,000	i-j	S 355	2	.	.
12	15	12	2,000	j-i	S 355	2	.	.
13	16	13	2,000	j-i	S 355	2	.	.
14	12	17	2,000	i-j	S 355	2	.	.

Lengte: Elementlengte; **Lokaal X**: Lokale X-richting; <- **Aansluitingen**: Staafendaansluitingen op startpunt; **Aansluitingen** ->: Staafendaansluitingen op eindpunt;

**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

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

**Project:**

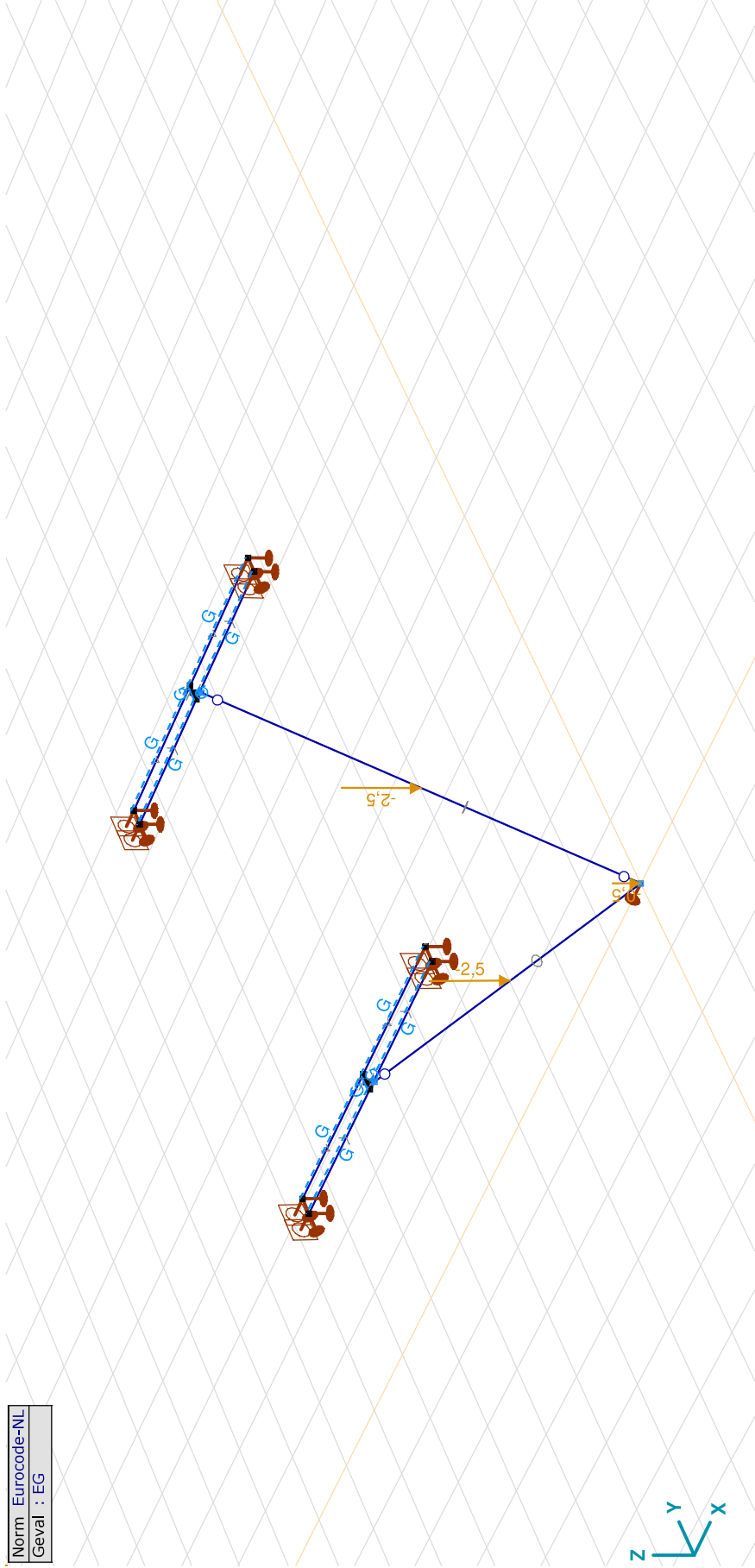
Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Post-isolator.axs**

**EG: Geconcentreerde belastingen op staven**

Type	Lengte [m]	a/d	Pos.	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	Excentriciteit	e <sub>y</sub> [mm]	e <sub>z</sub> [mm]
1	Staaf G	a	0,500	0	0	-2,5	0	0	0	Geen excentriciteit		
2	Staaf G	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;

Norm	Eurocode-NL
Geval	: EG



**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Post-isolator.axs**

30-9-2021

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: 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<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:**

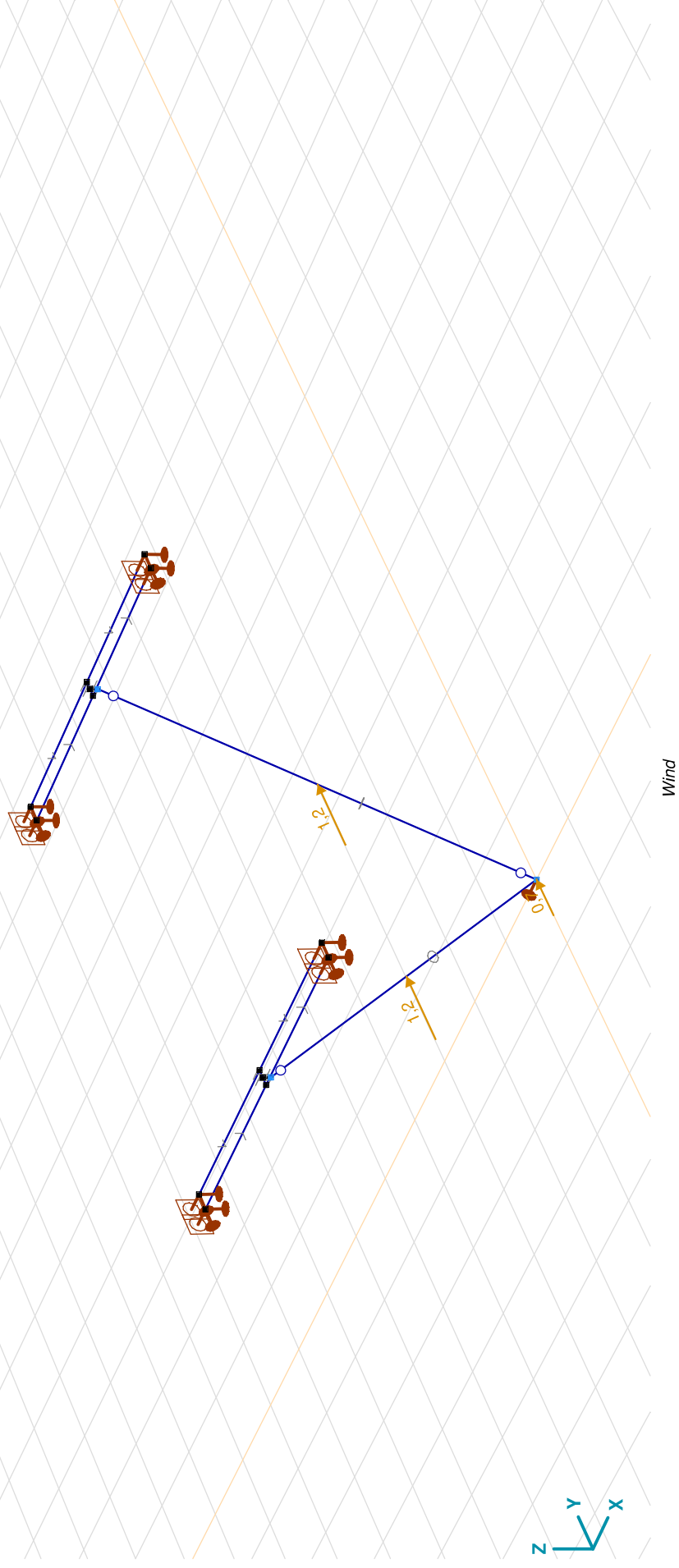
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Post-isolator.axs**

30-9-2021

Pag. 8

Norm Eurocode-NL  
Geval : Wind



**Project:**

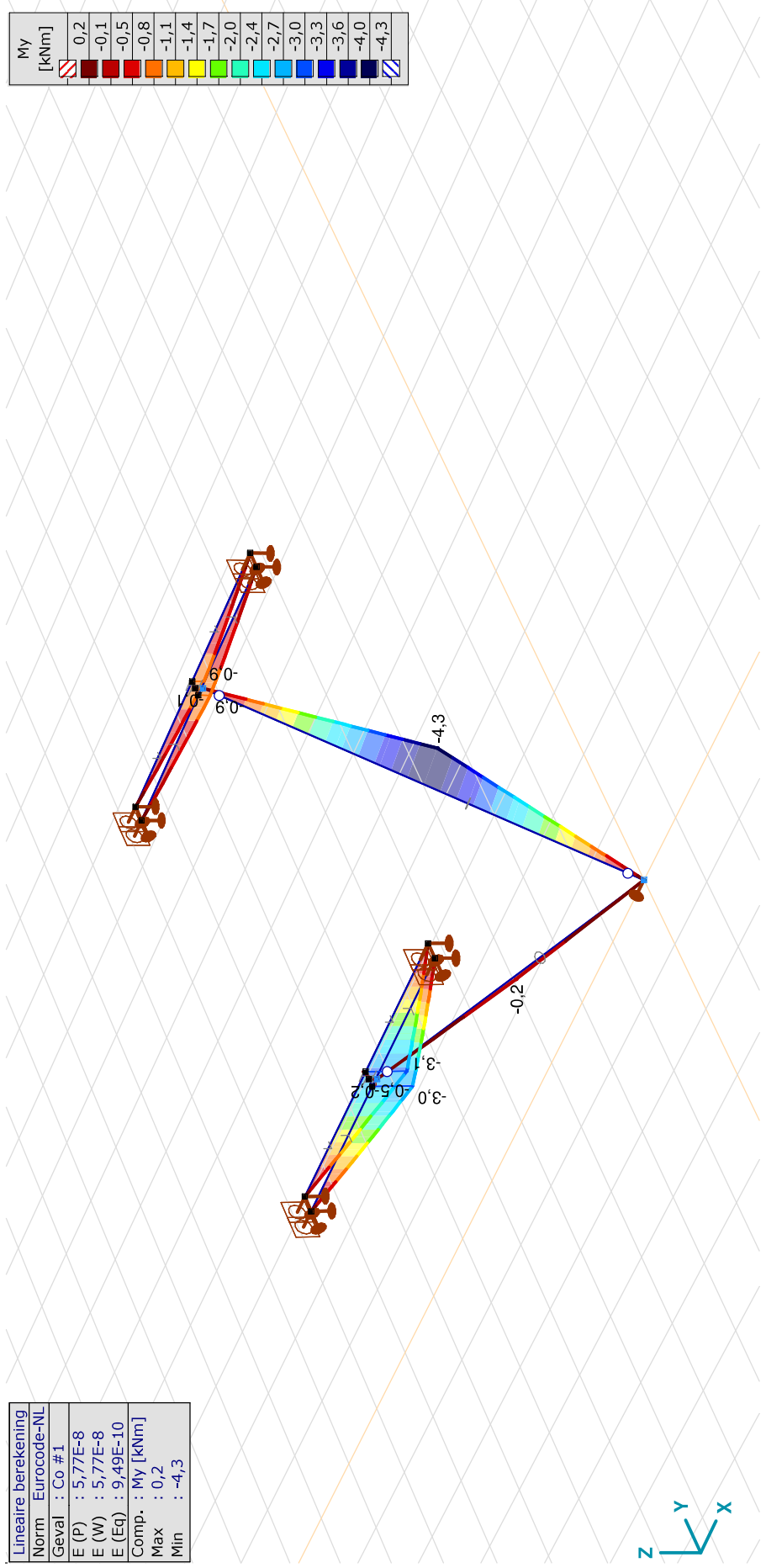
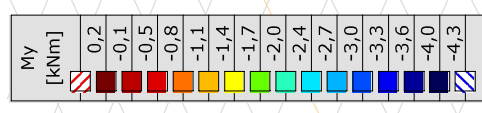
Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Post-isolator.axs**

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:

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #1
E (P)	: 5,77E-8
E (W)	: 5,77E-8
E (Eq)	: 9,49E-10
Comp.	: My [kNm]
Max	: 0,2
Min	: -4,3



[1], Lineair, Co #1 (UGT), My, Lijnen (gevuld)

**Project:**

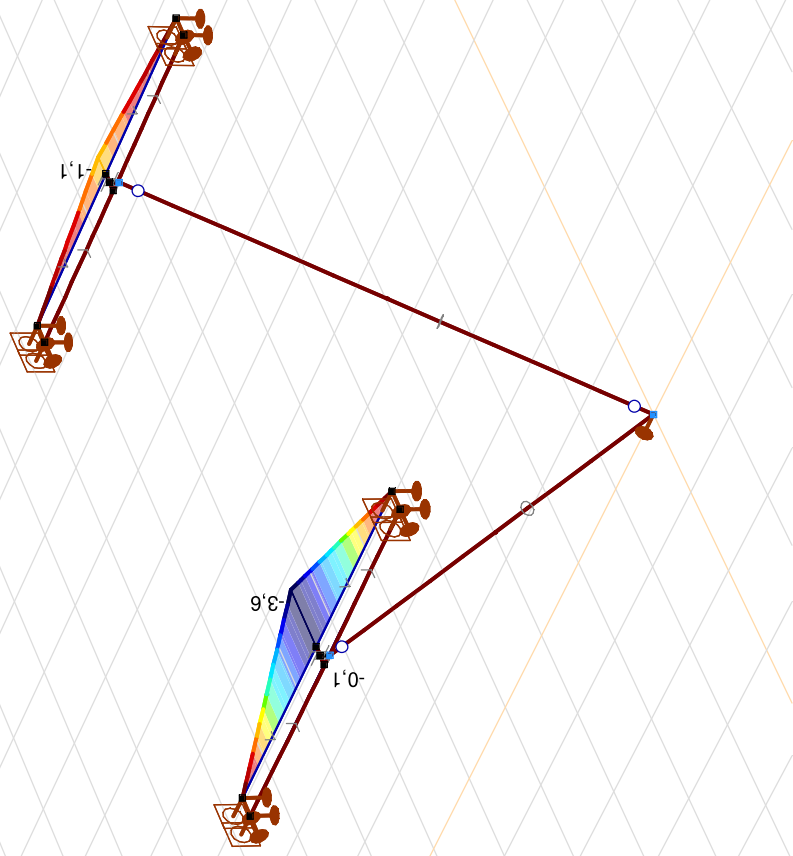
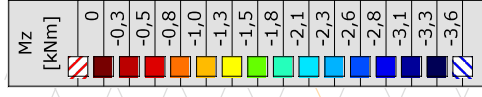
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Post-isolator.axs**

30-9-2021

Pag. 10

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #1
E (P)	: 5,77E-8
E (W)	: 5,77E-8
E (Eq)	: 9,49E-10
Comp.	: Mz [kNm]
Max	: 0
Min	: -3,6



[I], Lineair, Co #1 (UGT), Mz, Lijnen (gevuld)



**Project:**

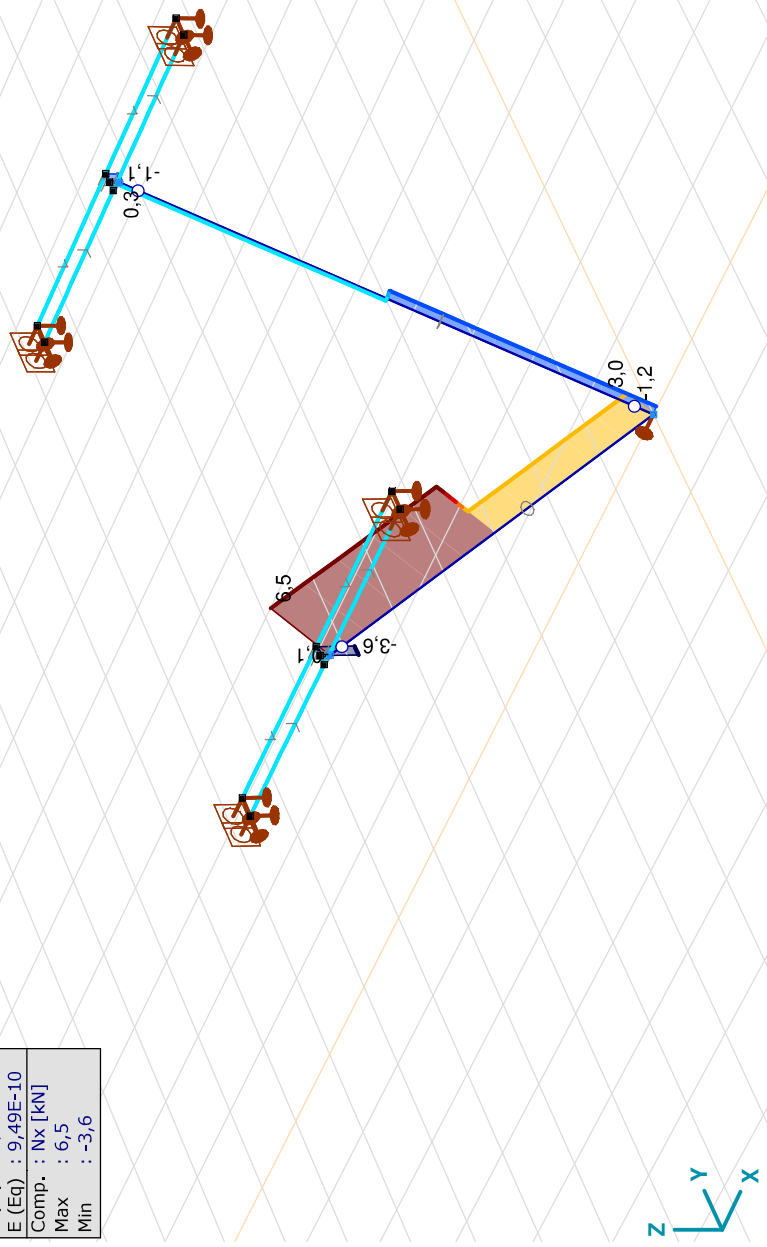
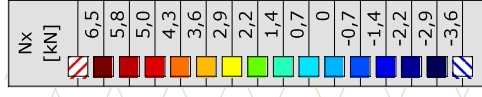
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Post-isolator.axs**

30-9-2021

Pag. 11

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #1
E (P)	: 5,77E-8
E (W)	: 5,77E-8
E (Eq)	: 9,49E-10
Comp.	: Nx [kN]
Max	: 6,5
Min	: -3,6



[I], Lineair, Co #1 (UGT), Nx, Lijnen (gevuld)

**Project:**

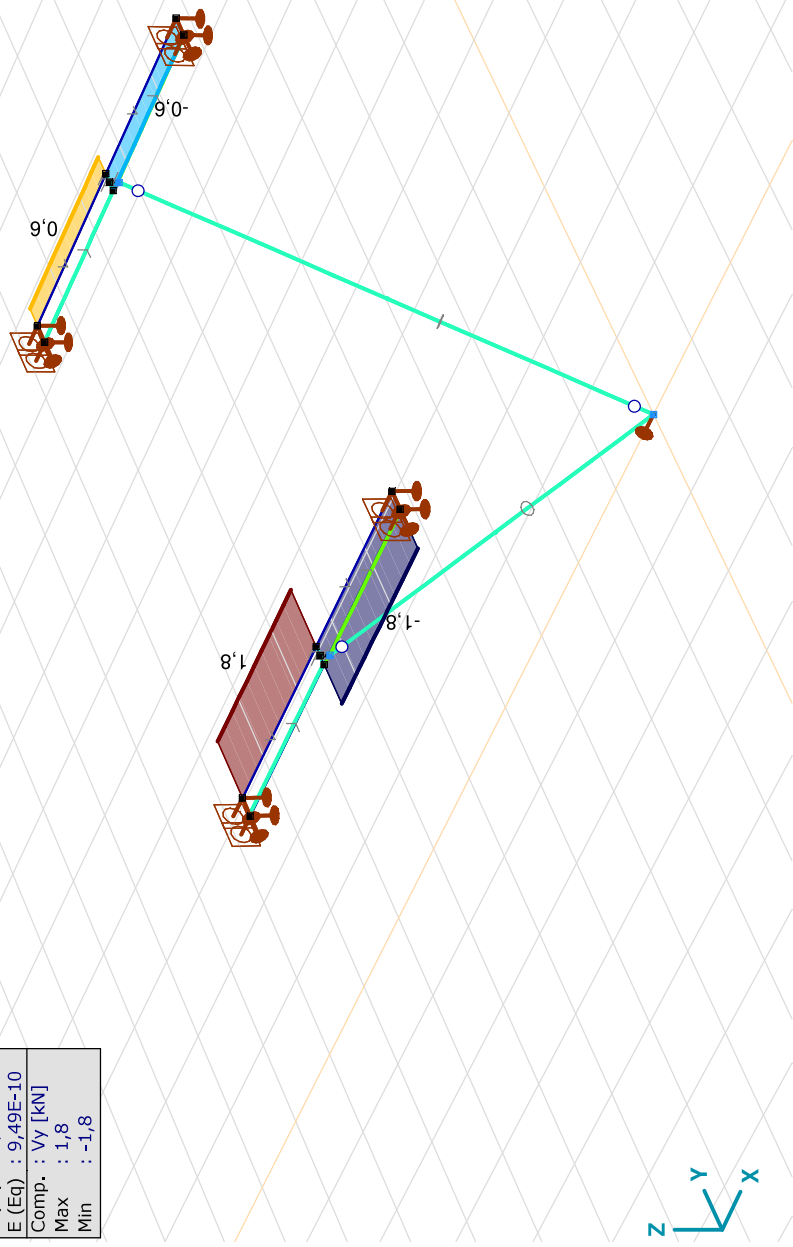
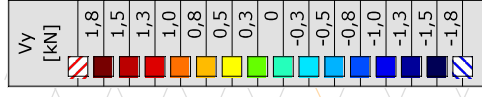
Constructeur: DNV GL - Energy

Model: **Post-isolator.axs**

30-9-2021

Pag. 12

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #1
E (P)	: 5,77E-8
E (W)	: 5,77E-8
E (Eq)	: 9,49E-10
Comp.	: Vy [kN]
Max	: 1,8
Min	: -1,8

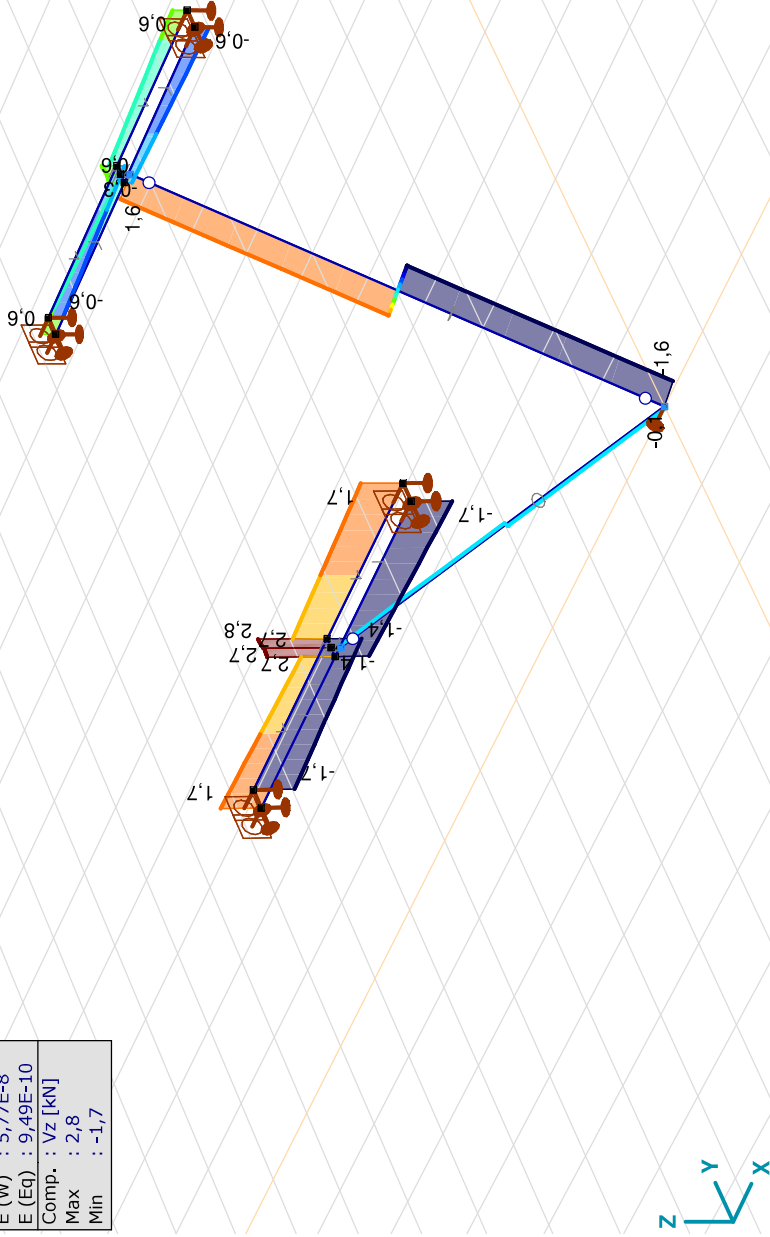
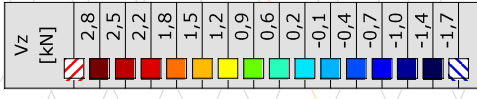


[1], Lineair, Co #1 (UGT), Vy, Lijnen (gevuld)

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Post-isolator.axs**

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #1
E (P)	: 5,77E-8
E (W)	: 5,77E-8
E (Eq)	: 9,49E-10
Comp.	: Vz [kN]
Max	: 2,8
Min	: -1,7



[1], Lineair, Co #1 (UGT), Vz, Lijnen (gevuld)

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

Knoop	X [m]	Y [m]	Z [m]	Type	C	min. max.		Rx	Ry	Rz	Rr	αR
						min	max					
1	-2,000	-3,110	4,600	Glob.				0	0	-1,7	1,7	-0,023

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: Post-isolator.axs

Interne krachten knooppogging [Linear, Omhullende (Alle UGT )]

Knoop	X [m]	Y [m]	Z [m]	Type	C	min. max.	Geval	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Rr [kN]	αR
2	8	-2,000	-2,890	4,600	Glob.	min	Co #1	0	0	-1,7	1,7	-0,023
						max	Co #1	0	0	-1,7	1,7	-0,023
						min	Co #1	0	0	-1,7	1,7	-0,023
						max	Co #1	0	0	-1,7	1,7	-0,023
						min	Co #1	0	0	-1,7	1,7	-0,023
						max	Co #1	0	0	-1,7	1,7	-0,023
3	9	2,000	-3,110	4,600	Glob.	min	Co #1	0	0	-1,7	1,7	-0,023
						max	Co #1	0	0	-1,7	1,7	-0,023
						min	Co #1	0	0	-1,7	1,7	-0,023
						max	Co #1	0	0	-1,7	1,7	-0,023
						min	Co #1	0	0	-1,7	1,7	-0,023
						max	Co #1	0	0	-1,7	1,7	-0,023
4	10	2,000	-2,890	4,600	Glob.	min	Co #1	0	1,8	-1,7	2,5	-1,067
						max	Co #1	0	1,8	-1,7	2,5	-1,067
						min	Co #1	0	1,8	-1,7	2,5	-1,067
						max	Co #1	0	1,8	-1,7	2,5	-1,067
						min	Co #1	0	1,8	-1,7	2,5	-1,067
						max	Co #1	0	1,8	-1,7	2,5	-1,067
5	14	-2,000	2,890	4,600	Glob.	min	Co #1	0	0	-0,6	0,6	-0,018
						max	Co #1	0	0	-0,6	0,6	-0,018
						min	Co #1	0	0	-0,6	0,6	-0,018
						max	Co #1	0	0	-0,6	0,6	-0,018
						min	Co #1	0	0	-0,6	0,6	-0,018
						max	Co #1	0	0	-0,6	0,6	-0,018

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: Post-isolator.axs

30-9-2021

Pag. 15

## Interne krachten knooppogging [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
6	15	-2,000	3,110	4,600	Glob.	Rx	min max	Co #1 Co #1 Co #1	0 0 0	0 0 0	-0,6 -0,6 -0,6	0,6 0,6 0,6	-0,018 -0,018 -0,018
						Ry	min max	Co #1 Co #1 Co #1	0 0 0	0,6 0,6 0,6	-0,6 -0,6 -0,6	0,8 0,8 0,8	-0,941 -0,941 -0,941
						Rz	min max	Co #1 Co #1 Co #1	0 0 0	0,6 0,6 0,6	-0,6 -0,6 -0,6	0,8 0,8 0,8	-0,941 -0,941 -0,941
						αR	min max	Co #1 Co #1	0 0	0,6 0,6	-0,6 -0,6	0,8 0,8	-0,941 -0,941
7	16	2,000	2,890	4,600	Glob.	Rx	min max	Co #1 Co #1	0 0	0 0	-0,6 -0,6	0,6 0,6	-0,018 -0,018
						Ry	min max	Co #1 Co #1	0 0	0 0	-0,6 -0,6	0,6 0,6	-0,018 -0,018
						Rz	min max	Co #1 Co #1	0 0	0 0	-0,6 -0,6	0,6 0,6	-0,018 -0,018
						αR	min max	Co #1 Co #1	0 0	0 0	-0,6 -0,6	0,6 0,6	-0,018 -0,018
8	17	2,000	3,110	4,600	Glob.	Rx	min max	Co #1 Co #1	0 0	0,6 0,6	-0,6 -0,6	0,8 0,8	-0,941 -0,941
						Ry	min max	Co #1 Co #1	0 0	0,6 0,6	-0,6 -0,6	0,8 0,8	-0,941 -0,941
						Rz	min max	Co #1 Co #1	0 0	0,6 0,6	-0,6 -0,6	0,8 0,8	-0,941 -0,941
						αR	min max	Co #1 Co #1	0 0	0,6 0,6	-0,6 -0,6	0,8 0,8	-0,941 -0,941
9	1	0	0	0	Glob.	Rx	min max	Co #1 Co #1	0 0			0 0	
Ext.													
1	7	-2,000	-3,110	4,600	Glob.	Rx	min max	Co #1 Co #1	0 0	0 0	-1,7 -1,7	1,7 1,7	-0,023 -0,023
1	7	-2,000	-3,110	4,600	Glob.	Ry	min max	Co #1 Co #1	0 0	0 0	-1,7 -1,7	1,7 1,7	-0,023 -0,023
3	9	2,000	-3,110	4,600	Glob.		min	Co #1	0	0	-1,7	1,7	-0,023
2	8	-2,000	-2,890	4,600	Glob.		max	Co #1	0	1,8	-1,7	2,5	-1,067
4	10	2,000	-2,890	4,600	Glob.		max	Co #1	0	1,8	-1,7	2,5	-1,067

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Post-isolator.axs**

30-9-2021

Pag. 16

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

	Knoop	X [m]	Y [m]	Z [m]	Type	C	min. max.	Geval	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Rr [kN]	$\alpha R$
2	8	-2,000	-2,890	4,600	Glob.	Rz	min	Co #1	0	1,8	-1,7	2,5	-1,067
4	10	2,000	-2,890	4,600	Glob.		min	Co #1	0	1,8	-1,7	2,5	-1,067
5	14	-2,000	2,890	4,600	Glob.		max	Co #1	0	0	-0,6	0,6	-0,018
7	16	2,000	2,890	4,600	Glob.		max	Co #1	0	0	-0,6	0,6	-0,018
2	8	-2,000	-2,890	4,600	Glob.	$\alpha R$	min	Co #1	0	1,8	-1,7	2,5	-1,067
4	10	2,000	-2,890	4,600	Glob.		min	Co #1	0	1,8	-1,7	2,5	-1,067
5	14	-2,000	2,890	4,600	Glob.		max	Co #1	0	0	-0,6	0,6	-0,018
7	16	2,000	2,890	4,600	Glob.		max	Co #1	0	0	-0,6	0,6	-0,018

**Knoop:** Ondersteunde knoop; **Type:** Opleggingstype; **C:** Extreme component; **min, max:** Extreme type; **Geval:** Belastinggeval van de extreme; **Rx:** X-component oplegtingsreactiekracht; **Ry:** Y-component oplegtingsreactiekracht; **Rz:** Z-component oplegtingsreactiekracht;  
**Rr:** Resultierende oplegtingsreactiekracht;  **$\alpha R$ :** Verhouding verticale oplegkracht / horizontale oplegkracht;

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

	Prof.	Doorsnede naam	Pos. [m]	Knoop	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	B [kNm <sup>2</sup> ]
1	1	O 150x10	L=5,408								
			0	(1)	3,0	0	-0,1	0	0	0	0
			0,541		3,0	0	-0,1	0	0	0	0
			1,082		3,0	0	-0,1	0	-0,1	0	0
			1,622		3,0	0	-0,1	0	-0,1	0	0
			2,163		3,0	0	-0,1	0	-0,2	0	0
			2,704		3,0	0	-0,1	0	-0,2	0	0
			2,704		3,0	0	-0,1	0	-0,2	0	0
			2,704		6,5	0	0,1	0	-0,2	0	0
			3,245		6,5	0	0,1	0	-0,2	0	0
			3,786		6,5	0	0,1	0	-0,1	0	0
			4,327		6,5	0	0,1	0	-0,1	0	0
			4,867		6,5	0	0,1	0	0	0	0
			5,408	(2)	6,5	0	0,1	0	0	0	0
2	1	O 150x10	L=5,408								
			0	(1)	-1,2	0	-1,6	0	0	0	0
			0,541		-1,2	0	-1,6	0	-0,9	0	0
			1,082		-1,2	0	-1,6	0	-1,7	0	0
			1,622		-1,2	0	-1,6	0	-2,6	0	0
			2,163		-1,2	0	-1,6	0	-3,4	0	0
			2,704		-1,2	0	-1,6	0	-4,3	0	0
			2,704		-1,2	0	-1,6	0	-4,3	0	0

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: Post-isolator.axs

30-9-2021

Pag. 17

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

Prof.	Doorsnede naam	Pos. [m]	Knoop	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	B [kNm <sup>2</sup> ]
3	L 100X100X 8	2,704		0,3	0	1,6	0	-4,3	0	0
		3,245		0,3	0	1,6	0	-3,4	0	0
		3,786		0,3	0	1,6	0	-2,6	0	0
		4,327		0,3	0	1,6	0	-1,7	0	0
		4,867		0,3	0	1,6	0	-0,9	0	0
		5,408		0,3	0	1,6	0	0	0	0
4	L 100X100X 8	L=2,000								
		0	(6)	0	0	1,4	0,1	-3,0	-0,1	0
		0,200		0	0	1,4	0,1	-2,8	-0,1	0
		0,400		0	0	1,4	0,1	-2,5	-0,1	0
		0,600		0	0	1,5	0,1	-2,2	-0,1	0
		0,800		0	0	1,5	0,1	-1,9	0	0
		1,000		0	0	1,5	0,1	-1,6	0	0
		1,200		0	0	1,5	0,1	-1,3	0	0
		1,400		0	0	1,6	0,1	-1,0	0	0
		1,600		0	0	1,6	0,1	-0,7	0	0
		1,800		0	0	1,6	0,1	-0,3	0	0
		2,000	(7)	0	0	1,7	0,1	0	0	0
5	L 100X100X 8	L=2,000								
		0	(8)	0	1,8	-1,7	0,1	0	0	0
		0,200		0	1,8	-1,7	0,1	-0,3	-0,4	0
		0,400		0	1,8	-1,6	0,1	-0,7	-0,7	0
		0,600		0	1,8	-1,6	0,1	-1,0	-1,1	0
		0,800		0	1,8	-1,6	0,1	-1,3	-1,4	0
		1,000		0	1,8	-1,5	0,1	-1,6	-1,8	0
		1,200		0	1,8	-1,5	0,1	-1,9	-2,2	0
		1,400		0	1,8	-1,5	0,1	-2,2	-2,5	0
		1,600		0	1,8	-1,5	0,1	-2,5	-2,9	0
		1,800		0	1,8	-1,4	0,1	-2,8	-3,2	0
		2,000	(5)	0	1,8	-1,4	0,1	-3,1	-3,6	0
5	L 100X100X 8	L=2,000								
		0	(9)	0	0	-1,7	-0,1	0	0	0
		0,200		0	0	-1,6	-0,1	-0,3	0	0
		0,400		0	0	-1,6	-0,1	-0,7	0	0
		0,600		0	0	-1,6	-0,1	-1,0	0	0
		0,800		0	0	-1,5	-0,1	-1,3	0	0
1,000		0	0	-1,5	-0,1	-1,6	0	0		

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: Post-isolator.axs

30-9-2021

Pag. 18

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

Prof.	Doorsnede naam	Pos. [m]	Knoop	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	B [kNm <sup>2</sup> ]
6	2 L 100X100X 8	L=2,000	(5)	0	-1,8	1,4	-0,1	-3,1	-3,6	0
		0		0	-1,8	1,4	-0,1	-2,8	-3,2	0
		0,200		0	-1,8	1,5	-0,1	-2,5	-2,9	0
		0,400		0	-1,8	1,5	-0,1	-2,2	-2,5	0
		0,600		0	-1,8	1,5	-0,1	-1,9	-2,2	0
		0,800		0	-1,8	1,5	-0,1	-1,6	-1,8	0
7	3 HE 160 B	L=0,110	(4)	0	-1,8	1,6	-0,1	-1,3	-1,4	0
		0		0	-1,8	1,6	-0,1	-1,0	-1,1	0
		0,011		0	-1,8	1,6	-0,1	-0,7	-0,7	0
		0,022		0	-1,8	1,7	-0,1	-0,3	-0,4	0
		0,033		0	-1,8	1,7	-0,1	0	0	0
		0,044		0	-1,8	1,7	-0,1	0	0	0
8	3 HE 160 B	L=0,110	(5)	0	-1,8	1,7	-0,1	0	0	0
		0		0	-1,8	1,7	-0,1	0	0	0
		0,011		0	-1,8	1,7	-0,1	0	0	0
		0,022		0	-1,8	1,7	-0,1	0	0	0
		0,033		0	-1,8	1,7	-0,1	0	0	0
		0,044		0	-1,8	1,7	-0,1	0	0	0



**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: Post-isolator.axs

30-9-2021

Pag. 19

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

Prof.	Doorsnede naam	Pos. [m]	Knoop	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	B [kNm <sup>2</sup> ]
9	3	HE 160 B L=0,110	(11)	-0,1	0	2,7	0	-0,3	0	0
				-0,1	0	2,7	0	-0,2	0	0
				-0,1	0	2,7	0	-0,2	0	0
				-0,1	0	2,7	0	-0,2	0	0
				-0,1	0	2,7	0	-0,2	0	0
10	3	HE 160 B L=0,110	(12)	-1,1	0	0,6	0	0	0	0
				-1,1	0	0,6	0	0	0	0
				-1,1	0	0,6	0	0	0	0
				-1,1	0	0,6	0	0	0	0
				-1,1	0	0,6	0	0	0	0
				-1,1	0	0,6	0	0	0	0
				-1,1	0	0,6	0	0	0	0
				-1,1	0	0,6	0	0	0	0
				-1,1	0	0,6	0	0,1	0	0
				-1,1	0	0,6	0	0,1	0	0
				-1,1	0	0,6	0	0,1	0	0
11	2	L 100X100X 8 L=2,000	(13)	0	0	0,3	0	-0,9	0	0
				0	0	0,3	0	-0,8	0	0
				0	0	0,4	0	-0,8	0	0
				0	0	0,4	0	-0,7	0	0
				0	0	0,4	0	-0,6	0	0
				0	0	0,5	0	-0,5	0	0
				0	0	0,5	0	-0,4	0	0
				0	0	0,5	0	-0,3	0	0
				0	0	0,3	0	-0,9	0	0
				0	0	0,3	0	-0,8	0	0
				0	0	0,4	0	-0,8	0	0

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Post-isolator.axs**

30-9-2021

Pag. 20

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

Prof.	Doorsnede naam	Pos. [m]	Knoop	N <sub>x</sub> [kN]	V <sub>y</sub> [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	T <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	B [kNm <sup>2</sup> ]
12	L 100X100X 8	L=2,000	(15)	0	0,6	-0,6	0	0	0	0
		0,200		0	0,6	-0,6	0	-0,1	-0,1	0
		0,400		0	0,6	-0,6	0	-0,2	-0,2	0
		0,600		0	0,6	-0,5	0	-0,3	-0,3	0
		0,800		0	0,6	-0,5	0	-0,4	-0,5	0
		1,000		0	0,6	-0,5	0	-0,5	-0,6	0
		1,200		0	0,6	-0,4	0	-0,6	-0,7	0
		1,400		0	0,6	-0,4	0	-0,7	-0,8	0
		1,600		0	0,6	-0,4	0	-0,8	-0,9	0
		1,800		0	0,6	-0,4	0	-0,9	-1,0	0
		2,000		0	0,6	-0,3	0	-0,9	-1,1	0
		13		L 100X100X 8	L=2,000	(16)	0	0	-0,6	0
0,200	0		0		-0,6		0	-0,1	0	0
0,400	0		0		-0,5		0	-0,2	0	0
0,600	0		0		-0,5		0	-0,3	0	0
0,800	0		0		-0,5		0	-0,4	0	0
1,000	0		0		-0,5		0	-0,5	0	0
1,200	0		0		-0,4		0	-0,6	0	0
1,400	0		0		-0,4		0	-0,7	0	0
1,600	0		0		-0,4		0	-0,8	0	0
1,800	0		0		-0,3		0	-0,8	0	0
2,000	0		0		-0,3		0	-0,9	0	0
14	L 100X100X 8		L=2,000		(12)		0	-0,6	0,3	0
		0,200	0	-0,6		0,4	0	-0,9	-1,0	0
		0,400	0	-0,6		0,4	0	-0,8	-0,9	0
		0,600	0	-0,6		0,4	0	-0,7	-0,8	0
		0,800	0	-0,6		0,4	0	-0,6	-0,7	0
		1,000	0	-0,6		0,5	0	-0,5	-0,6	0
		1,200	0	-0,6		0,5	0	-0,4	-0,5	0
		1,400	0	-0,6		0,5	0	-0,3	-0,3	0
		1,600	0	-0,6		0,6	0	-0,2	-0,2	0

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Post-isolator.axs**

30-9-2021

Pag. 21

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

	Prof.	Doorsnede naam	Pos. [m]	Knoop	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	B [kNm <sup>2</sup> ]
			1,800		0	-0,6	0,6	0	-0,1	-0,1	0
			2,000	(17)	0	-0,6	0,6	0	0	0	0
ExL											
7	3	HE 160 B	0	*	-3,6	*	*	*	*	*	*
1	1	O 150x10	2,704	*	6,5	*	*	*	*	*	*
6	2	L 100X100X 8	0	*	*	-1,8	*	*	*	*	*
4	2	L 100X100X 8	0	*	*	1,8	*	*	*	*	*
4	2	L 100X100X 8	0	(8)	0	1,8	-1,7	0,1	0	0	0
7	3	HE 160 B	0,110	(5)	-3,6	0	2,8	0	0,2	0	0
5	2	L 100X100X 8	0	*	*	*	*	-0,1	*	*	*
6	2	L 100X100X 8	0	*	*	*	*	-0,1	*	*	*
3	2	L 100X100X 8	0	*	*	*	*	0,1	*	*	*
4	2	L 100X100X 8	0	*	*	*	*	0,1	*	*	*
2	1	O 150x10	2,704	*	*	*	*	*	-4,3	*	*
7	3	HE 160 B	0,110	(5)	-3,6	0	2,8	0	0,2	0	0
4	2	L 100X100X 8	2,000	(5)	0	1,8	-1,4	0,1	-3,1	-3,6	0
6	2	L 100X100X 8	0	(5)	0	-1,8	1,4	-0,1	-3,1	-3,6	0
1	1	O 150x10	0	*	*	*	*	*	*	0	*
1	1	O 150x10	0	*	*	*	*	*	*	*	0
1	1	O 150x10	0	*	*	*	*	*	*	*	0

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

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy  
 Model: **Post-isolator.axs**

30-9-2021

Pag. 22

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

	Knoop	X [m]	Y [m]	Z [m]	Type	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>r</sub> [kN]	R <sub>xx</sub> [kNm]	aR
1	7	-2,000	-3,110	4,600	Glob.	0	0	-1,7	1,7	0,1	-0,023
2	8	-2,000	-2,890	4,600	Glob.	0	1,8	-1,7	2,5	0,1	-1,067
3	9	2,000	-3,110	4,600	Glob.	0	0	-1,7	1,7	0,1	-0,023
4	10	2,000	-2,890	4,600	Glob.	0	1,8	-1,7	2,5	0,1	-1,067
5	14	-2,000	2,890	4,600	Glob.	0	0	-0,6	0,6	0	-0,018
6	15	-2,000	3,110	4,600	Glob.	0	0,6	-0,6	0,8	0	-0,941
7	16	2,000	2,890	4,600	Glob.	0	0	-0,6	0,6	0	-0,018
8	17	2,000	3,110	4,600	Glob.	0	0,6	-0,6	0,8	0	-0,941
9	1	0	0	0	Glob.	0	0	0	0	0	0
Ext.											
1	7	-2,000	*	*	*	0	*	*	*	*	*
1	7	-2,000	*	*	*	0	*	*	*	*	*
1	7	-2,000	-3,110	4,600	Glob.	0	0	-1,7	1,7	0,1	-0,023
3	9	2,000	-3,110	4,600	Glob.	0	0	-1,7	1,7	0,1	-0,023
2	8	-2,000	-2,890	4,600	Glob.	0	1,8	-1,7	2,5	0,1	-1,067
4	10	2,000	-2,890	4,600	Glob.	0	1,8	-1,7	2,5	0,1	-1,067
2	8	-2,000	-2,890	4,600	Glob.	0	1,8	-1,7	2,5	0,1	-1,067
4	10	2,000	-2,890	4,600	Glob.	0	1,8	-1,7	2,5	0,1	-1,067
5	14	-2,000	2,890	4,600	Glob.	0	0	-0,6	0,6	0	-0,018
7	16	2,000	2,890	4,600	Glob.	0	0	-0,6	0,6	0	-0,018
9	1	0	0	0	Glob.	0	0	0	0	0	0
2	8	-2,000	-2,890	4,600	Glob.	0	1,8	-1,7	2,5	0,1	-1,067
4	10	2,000	-2,890	4,600	Glob.	0	1,8	-1,7	2,5	0,1	-1,067
5	14	-2,000	2,890	4,600	Glob.	0	0	-0,6	0,6	0	-0,018
6	15	-2,000	3,110	4,600	Glob.	0	0,6	-0,6	0,8	0	-0,941
7	16	2,000	2,890	4,600	Glob.	0	0	-0,6	0,6	0	-0,018
8	17	2,000	3,110	4,600	Glob.	0	0,6	-0,6	0,8	0	-0,941
1	7	-2,000	-3,110	4,600	Glob.	0	0	-1,7	1,7	0,1	-0,023
2	8	-2,000	-2,890	4,600	Glob.	0	1,8	-1,7	2,5	0,1	-1,067
3	9	2,000	-3,110	4,600	Glob.	0	0	-1,7	1,7	0,1	-0,023
4	10	2,000	-2,890	4,600	Glob.	0	1,8	-1,7	2,5	0,1	-1,067
2	8	-2,000	-2,890	4,600	Glob.	0	1,8	-1,7	2,5	0,1	-1,067
4	10	2,000	-2,890	4,600	Glob.	0	1,8	-1,7	2,5	0,1	-1,067
5	14	-2,000	2,890	4,600	Glob.	0	0	-0,6	0,6	0	-0,018
7	16	2,000	2,890	4,600	Glob.	0	0	-0,6	0,6	0	-0,018

Knoop: Ondersteunde knoop; Type: Opleggingsstype; R<sub>x</sub>: X-component opleggingsreactiekracht; R<sub>y</sub>: Y-component opleggingsreactiekracht; R<sub>z</sub>: Z-component opleggingsreactiekracht; R<sub>r</sub>: Resulterende opleggingsreactiekracht; R<sub>xx</sub>: X-component opleggingsreactiemoment; aR: Verhouding verticale oplegkracht / horizontale oplegkracht;

**Project:**

Constructeur: DNV GL - Energy

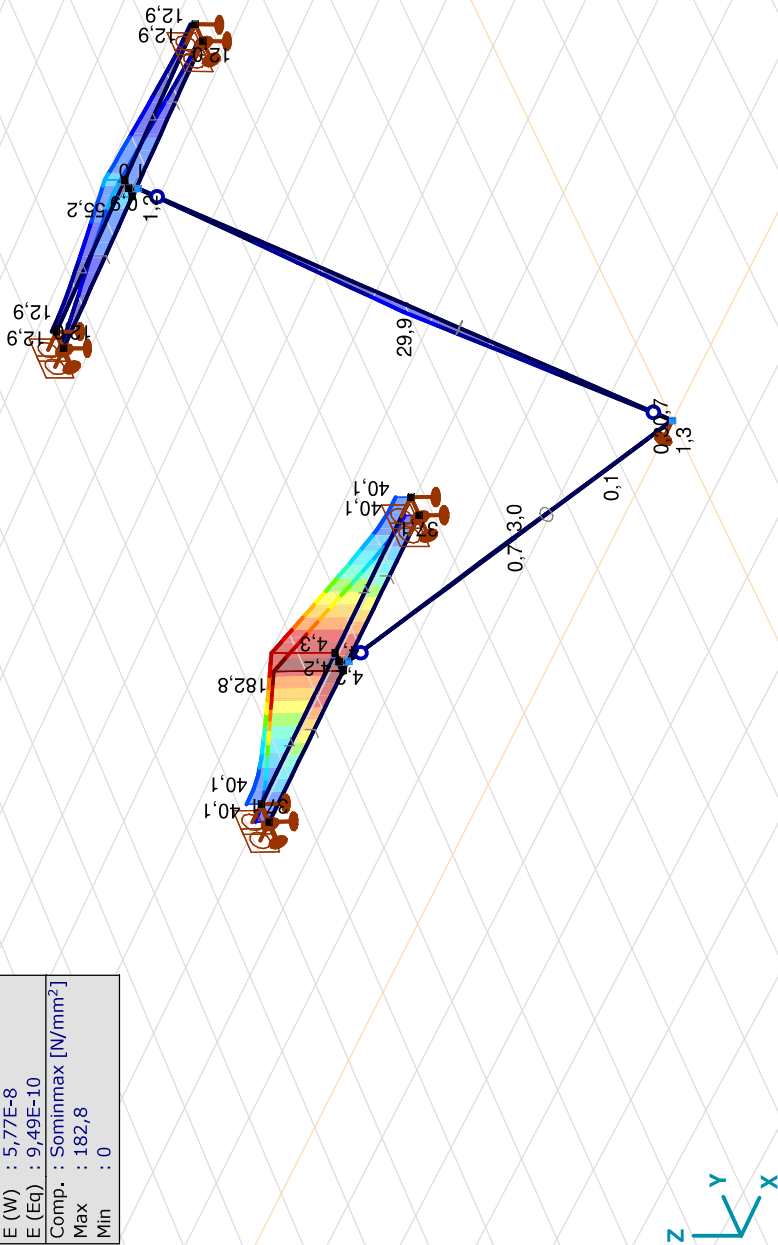
Model: **Post-isolator.axs**

30-9-2021

Pag. 23

Lineaire berekening	
Norm	Eurocode-NL
Geval	: Co #1
E (P)	: 5,77E-8
E (W)	: 5,77E-8
E (Eq)	: 9,49E-10
Comp.	: Sominmax [N/mm <sup>2</sup> ]
Max	: 182,8
Min	: 0

Sominmax [N/mm <sup>2</sup> ]	
182,8	
169,7	
156,7	
143,6	
130,6	
117,5	
104,5	
91,4	
78,3	
65,3	
52,2	
39,2	
26,1	
13,1	
0	



[I], Lineair, Co #1 (UGT), Sominmax, Lijnen (gevuld)

## APPENDIX F

### Galloping

#### Uitgangspunten

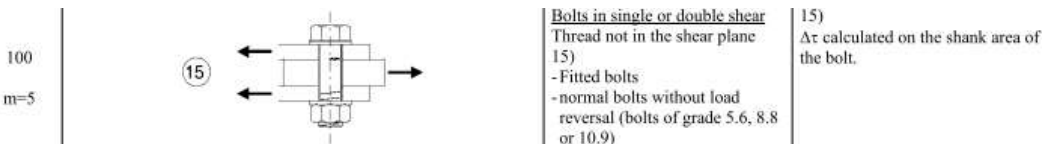
In het uitgangspuntendocument is beschreven dat wordt uitgegaan van een materiaalfactor voor vermoeiing  $\gamma_{mf} = 1,15$ . Dit komt overeen met de “Safe-life methode” met “Low consequence” van tabel 3.1 van NEN-EN 1993-1-9 of met “Damage tolerant” en “High consequence”.

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 EA+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.



**Check galloping**

Datum: 13-7-2021  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.0

GT-TLB  
 EA+0\_n

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					$\Delta F_o$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta \sigma_o$ [Mpa]	DC;o [Mpa]	$\Delta \sigma_c$ [Mpa]	UC opp.	$\Delta F_i$ [kN]	Bout [mm2]	$\Delta \sigma_i$ [Mpa]	DC;i [Mpa]	$\Delta \sigma_c$ [Mpa]	UC bout			
100A	BVNSTK - Main member under 1	120x120x10	5	M24	39,7	2320	2060	19,3	50	43	0,44	55,7	452	24,7	100	87	0,28			
100B	BVNSTK - Main member under 1	120x120x10	6	M24	30,3	2320	2060	14,7	50	43	0,34	42,5	452	15,7	100	87	0,18			
100C	BVNSTK - Main member under 1	120x120x10	0		38,8	2320	2320	16,7	50	43	0,38	54,5	0	0,0	100	87	0,00			
101A	BVNSTK - Main member under 2	100x100x8	0		27,2	1550	1342	20,3	50	43	0,47	38,2	452	14,1	100	87	0,16			
101B	BVNSTK - Main member under 2	100x100x8	2	M24	4,9	1550	1342	3,7	50	43	0,08	7,5	452	8,3	100	87	0,10			
101C	BVNSTK - Main member under 2	100x100x8	0		23,7	1550	1550	15,3	50	43	0,35	33,3	0	0,0	100	87	0,00			
102A	BVNSTK - Main member top 1	90x90x8	3	M20	21,0	1390	1214	17,3	50	43	0,40	29,0	314	30,8	100	87	0,35			
102B	BVNSTK - Main member top 1	90x90x8	4	M20	14,9	1390	1214	12,2	50	43	0,28	20,6	314	16,4	100	87	0,19			
102C	BVNSTK - Main member top 1	90x90x8	0		21,0	1390	1390	15,1	50	43	0,35	29,0	0	0,0	100	87	0,00			
103A	BVNSTK - Main member top 2	80x80x8	4	M20	13,9	1230	1054	13,2	50	43	0,30	19,1	314	15,2	100	87	0,17			
103B	BVNSTK - Main member top 2	80x80x8	3	M20	4,8	1230	1054	4,6	50	43	0,11	6,8	314	7,2	100	87	0,08			
103C	BVNSTK - Main member top 2	80x80x8	0		14,9	1230	1230	12,1	50	43	0,28	20,6	0	0,0	100	87	0,00			
104A	Zesde TSNSTK - Main member	120x120x12	7	M20	17,7	2750	2486	7,1	50	43	0,16	26,9	314	12,2	100	87	0,14			
104B	Zesde TSNSTK - Main member	120x120x12	8	M24	37,7	2750	2438	15,5	50	43	0,36	52,5	452	14,5	100	87	0,17			
104C	Zesde TSNSTK - Main member	120x120x12	0		33,8	2750	2750	12,3	50	43	0,28	47,2	0	0,0	100	87	0,00			
105A	Vijfde TSNSTK - Main member	150x150x12	8	M24	48,9	3480	3168	15,4	50	43	0,36	67,6	452	18,7	100	87	0,22			
105C	Vijfde TSNSTK - Main member	150x150x12	0		63,0	3480	3480	18,1	50	43	0,42	88,7	0	0,0	100	87	0,00			
106	Zesde TSNSTK - 3rd CA lower hor	140x140x13	10	M24	72,6	3521	3183	22,8	50	43	0,52	109,5	452	24,2	100	87	0,28			
107	Vijfde TSNSTK - Mid CA lower hor	140x140x13	6	M24	68,7	3521	3183	21,6	50	43	0,50	104,6	452	38,6	100	87	0,44			
107A	Derde DWSRM - Main member un	140x140x13	6	M24	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	11,7	1550	1342	8,7	50	43	0,20	17,9	452	13,2	100	87	0,15			
108B	Derde DWSRM - Main member toj	100x100x8	4	M24	2,5	1550	1342	1,9	50	43	0,04	3,8	452	2,1	100	87	0,02			
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	33,5	1920	1660	20,2	50	43	0,46	50,4	452	18,6	100	87	0,21			
109C	Derde Balk - Main member under	100x100x10	0		58,7	1920	1920	30,6	50	43	0,70	79,8	0	0,0	100	87	0,00			
110A	Derde Balk - Main member top	120x120x10	3	M24	21,8	2320	2060	10,6	50	43	0,24	30,2	452	22,3	100	87	0,26			
110C	Derde Balk - Main member top	120x120x10	0		26,5	2320	2320	11,4	50	43	0,26	37,4	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			





**Check galloping**

Datum: 13-7-2021  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.0

GT-TLB  
 EA+0\_n

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede				
					$\Delta F_o$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta \sigma_o$ [Mpa]	DC;o [Mpa]	$\Delta \sigma_c$	opp. [kN]	UC $\Delta F_o$	Bout [mm2]	$\Delta \sigma_i$	DC;i [Mpa]	$\Delta \sigma_c$	UC Bout	$\Delta \sigma_i$	DC;i [Mpa]
113	Tweede DWSRM - Main member	110x110x10	6	M24	12,3	2112	1852	6,7	50	43	0,15	18,8	452	6,9	100	87	0,08		
114A	Tweede DWSRM - Main member	100x100x8	6	M20	10,2	1550	1374	7,4	50	43	0,17	15,5	314	8,2	100	87	0,09		
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	120x120x12	6	M24	34,3	2750	2438	14,0	50	43	0,32	50,3	452	18,5	100	87	0,21		
115C	Tweede Balk - Main member	120x120x12	0		37,0	2750	2750	13,5	50	43	0,31	54,7	0	0,0	100	87	0,00		
116A	Tweede Balk - Main member	120x120x10	5	M24	27,1	2320	2060	13,2	50	43	0,30	40,7	452	18,0	100	87	0,21		
116C	Tweede Balk - Main member	120x120x10	0		28,6	2320	2320	12,3	50	43	0,28	39,8	0	0,0	100	87	0,00		
117A	Vierde TSNSTK - Main member	150x150x14	8	M24	96,9	4014	3650	26,5	50	43	0,61	132,2	452	36,5	100	87	0,42		
117B	Vierde TSNSTK - Main member	150x150x14	0		89,5	4014	4014	22,3	50	43	0,51	123,3	0	0,0	100	87	0,00		
117C	Vierde TSNSTK - Main member	150x150x14	8	M24	55,3	4014	3650	15,1	50	43	0,35	75,3	452	20,8	100	87	0,24		
118A	Derde TSNSTK - Main member	180x180x16	8	M24	94,2	5540	5124	18,4	50	43	0,42	126,1	452	34,9	100	87	0,40		
118B	Derde TSNSTK - Main member	180x180x16	8	M24	110,8	5540	5124	21,6	50	43	0,50	146,0	452	40,4	100	87	0,46		
118C	Derde TSNSTK - Main member	180x180x16	0		99,0	5540	5540	17,9	50	43	0,41	132,0	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	17,8	1920	1660	10,7	50	43	0,25	23,6	452	10,5	100	87	0,12		
120C	Eerste Balk - Main member	100x100x10	0		18,7	1920	1920	9,8	50	43	0,22	24,8	0	0,0	100	87	0,00		
121A	Eerste Balk - Main member	110x110x10	4	M24	16,6	2112	1852	9,0	50	43	0,21	22,2	452	12,3	100	87	0,14		
121C	Eerste Balk - Main member	110x110x10	0		13,8	2112	2112	6,5	50	43	0,15	19,5	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		57,2	1920	1920	29,8	50	43	0,69	87,3	0	0,0	100	87	0,00		
123A	Eerste DWSRM - Main member	90x90x8	3	M24	7,1	1390	1182	6,0	50	43	0,14	10,8	452	8,0	100	87	0,09		
123B	Eerste DWSRM - Main member	90x90x8	4	M24	9,5	1390	1182	8,0	50	43	0,18	14,5	452	8,0	100	87	0,09		
123C	Eerste DWSRM - Main member	90x90x8	0		7,7	1390	1390	5,6	50	43	0,13	11,7	0	0,0	100	87	0,00		
124A	Tweede TSNSTK - Main member	180x180x16	8	M24	114,1	5540	5124	22,3	50	43	0,51	150,3	452	41,6	100	87	0,48		
124B	Tweede TSNSTK - Main member	180x180x16	8	M24	100,6	5540	5124	19,6	50	43	0,45	131,4	452	36,3	100	87	0,42		
124C	Tweede TSNSTK - Main member	180x180x16	0		100,6	5540	5540	18,2	50	43	0,42	131,4	0	0,0	100	87	0,00		
125A	Eerste TSNSTK - Main member	180x180x16	8	M24	95,9	5540	5124	18,7	50	43	0,43	123,5	452	34,2	100	87	0,39		
125B	Eerste TSNSTK - Main member	180x180x16	8	M24	86,9	5540	5124	17,0	50	43	0,39	110,6	452	30,6	100	87	0,35		
125C	Eerste TSNSTK - Main member	180x180x16	0		95,8	5540	5540	17,3	50	43	0,40	123,4	0	0,0	100	87	0,00		
126A	Broekstuk - Main member	180x180x16	8	M24	86,8	5540	5124	16,9	50	43	0,39	110,5	452	30,6	100	87	0,35		
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		



**Check galloping**

Datum: 13-7-2021  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.0

GT-TLB  
 EA+0\_n

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede				
				$\Delta F; \sigma$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta \sigma; i; o$ [Mpa]	DC; o	$\Delta \sigma; c; o$ [Mpa]	UC opp.	$\Delta F; b$ [kN]	Bout [mm2]	Opp. Bout	$\Delta \sigma; i; b$ [Mpa]	DC; b	$\Delta \sigma; c; b$ [Mpa]	UC bout	
206	BVNSTK - Front bracing 7	60x60x6	1 M16	0,3	690	582	0,6	50	43	0,01	0,5	201	2,2	100	87	0,03		
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	0,9	50	43	0,02	0,6	201	3,1	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	0,9	480	390	2,2	50	43	0,05	1,2	201	6,0	100	87	0,07		
211	BVNSTK - Front bracing 12	50x50x5	1 M16	0,2	480	390	0,5	50	43	0,01	0,3	201	1,5	100	87	0,02		
212	BVNSTK - Top bracing 1	55x55x6	1 M20	0,7	600	492	1,4	50	43	0,03	0,9	201	4,7	100	87	0,05		
213	BVNSTK - Top bracing 2	70x70x6	1 M16	1,9	810	678	2,8	50	43	0,06	2,6	314	8,3	100	87	0,10		
214	BVNSTK - Top bracing 3	50x50x5	1 M16	0,1	480	390	0,3	50	43	0,01	0,2	201	0,8	100	87	0,01		
215	BVNSTK - Top bracing 4	70x70x6	1 M16	1,9	810	702	2,8	50	43	0,06	2,7	201	13,4	100	87	0,15		
216	BVNSTK - Top bracing 5	50x50x5	1 M16	0,0	480	390	0,0	50	43	0,00	0,0	201	0,1	100	87	0,00		
217	BVNSTK - Top bracing 6	70x70x6	1 M16	2,3	810	702	3,2	50	43	0,07	3,1	201	15,5	100	87	0,18		
218	BVNSTK - Top bracing 7	50x50x5	1 M16	0,0	480	390	0,0	50	43	0,00	0,0	201	0,1	100	87	0,00		
219	BVNSTK - Top bracing 8	60x60x6	1 M16	2,3	690	582	4,0	50	43	0,09	3,2	201	15,9	100	87	0,18		
220	BVNSTK - Top bracing 9	50x50x5	1 M16	0,0	480	390	0,0	50	43	0,00	0,0	201	0,1	100	87	0,00		
221	BVNSTK - Top bracing 10	60x60x6	1 M16	2,6	690	582	4,5	50	43	0,10	3,6	201	18,1	100	87	0,21		
222	BVNSTK - Top bracing 11	50x50x5	1 M16	0,0	480	390	0,0	50	43	0,00	0,0	201	0,1	100	87	0,00		
223	BVNSTK - Top bracing 12	50x50x5	1 M16	2,4	480	390	6,3	50	43	0,14	3,4	201	16,8	100	87	0,19		
224	BVNSTK - Top bracing 13	50x50x5	1 M16	0,0	480	390	0,1	50	43	0,00	0,1	201	0,3	100	87	0,00		
225	BVNSTK - Top bracing 14	60x60x6	1 M16	3,7	690	582	6,3	50	43	0,14	5,1	201	25,2	100	87	0,29		
226	BVNSTK - Top bracing 15	50x50x5	1 M16	0,0	480	390	0,0	50	43	0,00	0,0	201	0,1	100	87	0,00		
227	BVNSTK - Top bracing 16	60x60x6	1 M16	4,4	690	582	7,6	50	43	0,18	6,1	201	30,5	100	87	0,35		
228	BVNSTK - Top bracing 17	50x50x5	1 M16	0,1	480	390	0,2	50	43	0,01	0,1	201	0,6	100	87	0,01		
229	BVNSTK - Top bracing 18	60x60x6	1 M16	5,2	690	582	8,9	50	43	0,21	7,2	201	35,8	100	87	0,41		
230	BVNSTK - Under bracing diag 1	50x50x5	1 M20	0,8	810	678	1,2	50	43	0,03	1,2	314	3,7	100	87	0,04		
231	BVNSTK - Under bracing horiz 1	70x70x6	1 M16	1,5	480	390	3,9	50	43	0,09	2,1	201	10,6	100	87	0,12		
232	BVNSTK - Under bracing CD 1	50x50x5	1 M16	1,5	480	390	3,9	50	43	0,09	2,1	201	10,6	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	4,6	50	43	0,11	2,5	201	12,5	100	87	0,14		
235	BVNSTK - Under bracing CD 4	50x50x5	1 M16	1,9	480	390	4,9	50	43	0,11	2,7	201	13,3	100	87	0,15		
236	BVNSTK - Under bracing CD 5	50x50x5	1 M16	2,2	480	390	5,5	50	43	0,13	3,0	201	15,0	100	87	0,17		
237	BVNSTK - Under bracing CD 6	50x50x5	1 M16	2,3	480	390	5,9	50	43	0,14	3,3	201	16,2	100	87	0,19		
238	BVNSTK - Under bracing CD 7	50x50x5	1 M16	2,7	480	390	7,0	50	43	0,16	3,8	201	19,0	100	87	0,22		
239	BVNSTK - Under bracing CD 8	50x50x5	1 M16	3,2	480	390	8,1	50	43	0,19	4,4	201	22,1	100	87	0,25		
240	BVNSTK - Under bracing CD 9	50x50x5	1 M16	3,2	480	390	8,3	50	43	0,19	4,5	201	22,5	100	87	0,26		



**Check galloping**

Datum: 13-7-2021  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.0

GT-TLB  
 EA+0\_n

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle buitdoorsnede				
					$\Delta F;0$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	DC;0 [Mpa]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	UC opp. [kN]	$\Delta F;0$ [kN]	Opp. Bout [mm2]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	DC;0 [Mpa]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	UC bout		
241	BVNSTK - Under bracing CD 10	50x50x5	1	M16	3,5	480	390	9,0	50	43	0,21	4,9	201	24,5	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	5,5	1920	1660	3,3	50	43	0,08	7,7	452	17,0	100	87	0,20		
300	Eerste Balk - Diag 1 onder	80x80x6	1	M20	5,7	940	808	7,1	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	6,2	810	678	9,2	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	6,5	810	678	9,6	50	43	0,22	9,8	314	31,2	100	87	0,36		
305	Eerste Balk - Horiz 5 onder	150x150x14 (not coupled)	3	M24	11,9	8028	7664	1,5	50	43	0,04	18,1	452	13,3	100	87	0,15		
306	Eerste Balk - CD 3&4 onder	50x50x5	1	M16	1,2	480	390	3,2	50	43	0,07	1,7	201	8,7	100	87	0,10		
307	Eerste Balk - Diag 1 front	90x90x8	2	M24	8,6	1390	1182	7,3	50	43	0,17	11,9	452	13,2	100	87	0,15		
308	Eerste Balk - Diag 2 front	100x100x8	2	M24	8,7	1550	1342	6,5	50	43	0,15	12,0	452	13,3	100	87	0,15		
309	Eerste Balk - Vert 1 front	60x60x6	1	M16	0,8	690	582	1,3	50	43	0,03	1,0	201	5,2	100	87	0,06		
310	Eerste Balk - Diag 3 front	110x110x10	3	M24	11,4	2112	1852	6,2	50	43	0,14	15,8	452	11,6	100	87	0,13		
311	Eerste Balk - Vert 2 front	80x80x6	2	M20	4,7	940	808	5,8	50	43	0,13	7,2	314	11,5	100	87	0,13		
313	Eerste Balk - Diag 1 top	70x70x6	1	M20	4,7	810	678	6,9	50	43	0,16	7,0	314	22,2	100	87	0,26		
315	Eerste Balk - Diag 2 top	70x70x6	1	M20	4,7	810	678	6,9	50	43	0,16	6,9	314	22,1	100	87	0,25		
316	Eerste Balk - Horiz 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 2 onder	70x70x6	1	M20	10,1	810	678	14,9	50	43	0,34	15,4	314	49,0	100	87	0,56		
320	Eerste DWSRM - CD 3 onder	70x70x6	1	M20	11,9	810	678	17,6	50	43	0,40	18,2	314	57,9	100	87	0,67		
322	Eerste DWSRM - Horiz 3&4 onder	150x150x14 (not coupled)	3	M24	8,7	8028	7664	1,1	50	43	0,03	13,3	452	9,8	100	87	0,11		
323	Eerste DWSRM - CD 5 onder	60x60x6	1	M16	8,1	690	582	13,9	50	43	0,32	12,4	201	61,6	100	87	0,71		
324	Eerste DWSRM - CD 6 onder	50x50x5	1	M16	1,5	480	390	3,8	50	43	0,09	2,3	201	11,2	100	87	0,13		
325	Eerste DWSRM - CD 7 onder	50x50x5	1	M16	0,9	480	390	2,4	50	43	0,06	1,4	201	7,2	100	87	0,08		
326	Eerste DWSRM - Horiz 5 onder	100x100x10	2	M24	1,0	1920	1660	0,6	50	43	0,01	1,5	452	1,7	100	87	0,02		
327	Eerste DWSRM - Horiz 6 onder	100x100x10	2	M24	0,1	1920	1660	0,1	50	43	0,00	0,1	452	0,1	100	87	0,00		
328	Eerste DWSRM - Diag 1 front	50x50x5	2	M16	2,1	480	390	5,3	50	43	0,12	3,2	201	7,8	100	87	0,09		
329	Eerste DWSRM - Diag 2 front	70x70x6	1	M16	3,6	810	702	5,2	50	43	0,12	5,6	201	27,6	100	87	0,32		
330	Eerste DWSRM - Vert 1 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 3 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 4 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 5 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	70x70x6	1	M20	0,4	810	678	0,5	50	43	0,01	0,5	314	1,7	100	87	0,02		



**Check galloping**

Datum: 13-7-2021  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.0

GT-TLB  
 EA+0\_n

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede				
					$\Delta F; \sigma$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta \sigma; i; o$ [Mpa]	DC; o	$\Delta \sigma; c; o$ [Mpa]	UC opp.	$\Delta F; b$ [kN]	Bout [mm2]	$\Delta \sigma; i; b$ [Mpa]	DC; b	$\Delta \sigma; c; b$ [Mpa]	UC bout		
336	Eerste DWSRM - CD 1 onder	70x70x6	1	M20	8,1	810	678	12,0	50	43	0,27	12,4	314	39,4	100	87	0,45		
337	Eerste DWSRM - CD 4 onder	70x70x7	1	M20	16,5	940	786	21,0	50	43	0,48	25,2	314	80,3	100	87	0,92		
338	Eerste DWSRM	70x70x6	1	M20	5,2	810	678	7,7	50	43	0,18	7,9	314	25,1	100	87	0,29		
339	Bottom Girder Internal Box X-Dia	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	4,5	600	492	9,2	50	43	0,21	6,9	201	34,5	100	87	0,40		
402	Tweede DWSRM - CD 1 onder	50x50x5	1	M16	6,3	480	390	16,3	50	43	0,37	9,7	201	48,2	100	87	0,55		
403	Tweede DWSRM - CD 2 onder	55x55x6	1	M16	8,3	600	492	16,9	50	43	0,39	12,7	201	63,1	100	87	0,73		
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	9,4	480	390	24,0	50	43	0,55	14,3	201	71,1	100	87	0,82		
406	Tweede DWSRM - CD 4 onder	60x60x6	1	M16	10,4	690	582	17,9	50	43	0,41	15,9	201	79,3	100	87	0,91		
407	Tweede DWSRM - CD 5 onder	70x70x6	1	M20	13,0	810	678	19,2	50	43	0,44	19,9	314	63,3	100	87	0,73		
408	Tweede DWSRM - CD 6 onder	70x70x6	2	M16	15,1	810	702	21,6	50	43	0,50	23,1	201	57,5	100	87	0,66		
409	Tweede DWSRM - CD 7 onder	70x70x6	2	M16	19,3	810	702	27,5	50	43	0,63	29,5	201	73,3	100	87	0,84		
410	Tweede DWSRM - CD 8 onder	50x50x5	2	M16	7,9	480	390	20,3	50	43	0,47	12,1	201	30,1	100	87	0,35		
411	Tweede DWSRM - Horiz 3&4 undt	150x150x14 (not coupled)	3	M24	12,4	8028	7664	1,6	50	43	0,04	18,9	452	13,9	100	87	0,16		
412	Tweede DWSRM - Horiz 5 onder	100x100x8	1	M24	3,9	1550	1342	2,9	50	43	0,07	5,9	452	13,1	100	87	0,15		
413	Tweede DWSRM - Diag 1 front (si)	70x70x6	1	M20	1,1	810	678	1,7	50	43	0,04	1,7	314	5,5	100	87	0,06		
414	Tweede DWSRM - Vert 1 front (si)	50x50x5	1	M16	0,9	480	390	2,4	50	43	0,05	1,4	201	7,0	100	87	0,08		
415	Tweede DWSRM - Diag 2 front (li)	70x70x6	2	M16	1,7	810	702	2,5	50	43	0,06	2,7	201	6,6	100	87	0,08		
416	Tweede DWSRM - Diag 3 front	50x50x5	1	M16	2,2	480	390	5,6	50	43	0,09	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	55x55x6	1	M16	1,2	600	492	2,5	50	43	0,06	1,8	201	9,2	100	87	0,11		
419	Tweede DWSRM - Diag 5 front	55x55x6	1	M16	3,6	600	492	7,2	50	43	0,17	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	0,13	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	0,11	2,9	201	14,3	100	87	0,16		
423	Tweede DWSRM - Diag 8 front	50x50x5	1	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 under 1	60x60x6	2	M16	9,8	690	582	16,9	50	43	0,39	14,4	201	35,8	100	87	0,41		
426	Tweede Balk - Horiz 1&2 onder	100x100x10	3	M24	0,1	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	11,4	810	702	16,3	50	43	0,37	16,8	201	41,7	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		



**Check galloping**

Datum: 13-7-2021  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.0

GT-TLB  
 EA+0\_n

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede					
					$\Delta F_o$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta \sigma_o$ [Mpa]	DC;o	$\Delta \sigma_c$	opp. [kN]	UC opp.	$\Delta F_i;b$ [kN]	Bout [mm2]	Opp. Bout	$\Delta \sigma_i;b$ [Mpa]	DC;b	$\Delta \sigma_c;b$	UC bout	
429	Tweede Balk - CD 2 onder	70x70x6	2	M16	11,2	810	702	16,0	50	43	0,37	16,6	201	41,2	100	87	0,47			
430	Tweede Balk - Horiz 5 onder	150x150x14 (not coupled)	3	M24	15,7	8028	7664	2,1	50	43	0,05	24,0	452	17,7	100	87	0,20			
431	Tweede Balk - CD 3&4 onder	50x50x5	2	M16	2,5	480	390	6,5	50	43	0,15	3,6	201	9,1	100	87	0,10			
432	Tweede Balk - Front diag 1	110x110x10	3	M24	13,9	2112	1852	7,5	50	43	0,17	20,6	452	15,2	100	87	0,17			
433	Tweede Balk - Front diag 2	110x110x10	3	M24	13,5	2112	1852	7,3	50	43	0,17	19,9	452	14,6	100	87	0,17			
434	Tweede Balk - Front diag 3	120x120x12	4	M24	17,7	2750	2438	7,2	50	43	0,17	26,1	452	14,4	100	87	0,17			
435	Tweede Balk - Front vert 2	80x80x6	1	M20	0,1	940	808	0,1	50	43	0,00	0,1	314	0,3	100	87	0,00			
436	Tweede Balk - Front vert 1	60x60x6	2	M16	1,4	690	582	2,3	50	43	0,05	2,0	201	5,0	100	87	0,06			
438	Tweede Balk - Top CD 1	55x55x6	2	M20	5,6	600	468	12,0	50	43	0,28	8,4	314	13,4	100	87	0,15			
439	Tweede Balk - Top CD 2	55x55x6	2	M16	5,5	600	492	11,3	50	43	0,26	8,3	201	20,6	100	87	0,24			
440	Tweede Balk - Top CD 3	55x55x6	2	M20	5,6	600	468	11,9	50	43	0,27	8,3	314	13,2	100	87	0,15			
443	Tweede DWSRM - Doorsnede C-C	55x55x6	1	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	8,8	690	582	15,1	50	43	0,35	13,0	201	32,3	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	9,1	690	582	15,6	50	43	0,36	13,9	201	68,9	100	87	0,79			
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	11,8	810	678	17,4	50	43	0,40	18,0	314	57,2	100	87	0,66			
503	Derde DWSRM - CD 2 onder	70x70x7	1	M20	11,9	810	678	17,5	50	43	0,41	18,1	314	57,6	100	87	0,66			
504	Derde DWSRM - CD 3 onder	70x70x7	1	M20	14,2	940	786	18,0	50	43	0,40	18,1	314	57,6	100	87	0,66			
505	Derde DWSRM - CD 4 onder	70x70x7	2	M16	16,6	940	814	20,3	50	43	0,47	25,3	201	62,9	100	87	0,72			
506	Derde DWSRM - CD 5 onder	70x70x7	2	M16	20,9	940	814	25,7	50	43	0,59	31,9	201	79,3	100	87	0,91			
507	Derde DWSRM - CD 6 onder	55x55x6	1	M16	8,1	600	492	16,4	50	43	0,38	12,3	201	61,2	100	87	0,70			
508	Derde DWSRM - Horiz 3&4 onder	150x150x14 (not coupled)	3	M24	13,1	8028	7664	1,7	50	43	0,04	20,0	452	14,7	100	87	0,17			
509	Derde DWSRM - Horiz 5 onder	100x100x8	1	M24	4,9	1550	1342	3,6	50	43	0,08	7,5	452	16,5	100	87	0,19			
510	Derde DWSRM - Diag 1 front	50x50x5	1	M16	0,8	480	390	2,1	50	43	0,05	1,2	201	6,2	100	87	0,07			
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	1,9	50	43	0,04	1,2	201	5,7	100	87	0,07			
513	Derde DWSRM - Diag 3 front	50x50x5	1	M16	0,8	480	390	2,0	50	43	0,05	1,2	201	6,0	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	55x55x6	1	M16	1,8	600	492	3,6	50	43	0,08	2,7	201	13,6	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	55x55x6	2	M16	4,7	600	492	9,6	50	43	0,22	7,2	201	18,0	100	87	0,21			



**Check galloping**

Datum: 13-7-2021  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.0

GT-TLB  
 EA+0\_n

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede				
					$\Delta F;0$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	DC;0 [Mpa]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	DC;0 [Mpa]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	UC opp.	$\Delta F;0$ [kN]	Bout [mm2]	Opp. Bout	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	DC;0 [Mpa]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]
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	UC	
523	Derde Balk - Diag 1 onder	55x55x6	2	M16	11,0	600	492	22,3	50	43	0,51	15,1	201	37,6	100	87	0,43	UC	
524	Derde Balk - CD 1 onder	55x55x6	2	M16	12,7	600	492	25,9	50	43	0,60	17,7	201	44,1	100	87	0,51	UC	
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	UC	
526	Derde Balk - CD 2 onder	55x55x6	2	M16	14,8	600	492	30,1	50	43	0,69	20,6	201	51,3	100	87	0,59	UC	
527	Derde Balk - Horiz 3&4 onder	100x100x8	3	M20	0,3	1550	1374	0,2	50	43	0,00	0,4	314	0,4	100	87	0,01	UC	
528	Derde Balk - CD 3 onder	55x55x6	2	M16	13,9	600	492	28,2	50	43	0,65	19,3	201	48,0	100	87	0,55	UC	
529	Derde Balk - CD 4 onder	55x55x6	1	M16	11,5	600	492	23,3	50	43	0,54	15,9	201	79,2	100	87	0,91	UC	
530	Derde Balk - Horiz 5 onder	150x150x14 (not coupled)	3	M24	13,4	8028	7664	1,7	50	43	0,04	18,8	452	13,9	100	87	0,16	UC	
531	Derde Balk - CD 5&6 onder	50x50x5	2	M16	3,8	480	390	9,8	50	43	0,23	5,1	201	12,7	100	87	0,15	UC	
532	Derde Balk - Diag 1 front	90x90x8	2	M24	9,0	1390	1182	7,6	50	43	0,18	12,1	452	13,4	100	87	0,15	UC	
533	Derde Balk - Diag 2 front	90x90x8	2	M24	8,3	1390	1182	7,0	50	43	0,16	11,2	452	12,4	100	87	0,14	UC	
534	Derde Balk - Diag 3 front	100x100x8	2	M24	10,2	1550	1342	7,6	50	43	0,17	13,7	452	15,1	100	87	0,17	UC	
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	UC	
536	Derde Balk - Vert 1 front	60x60x6	1	M16	0,4	690	582	0,7	50	43	0,02	0,6	201	2,7	100	87	0,03	UC	
537	Derde Balk - Diag 1 top	50x50x5	1	M16	3,9	480	390	9,9	50	43	0,23	5,5	201	27,2	100	87	0,31	UC	
538	Derde Balk - Diag 2 top	50x50x5	1	M16	3,9	480	390	9,9	50	43	0,23	5,5	201	27,3	100	87	0,31	UC	
541	Derde Balk - Diag 3 top	50x50x5	1	M16	3,8	480	390	9,8	50	43	0,23	5,4	201	27,0	100	87	0,31	UC	
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	UC	
597	Leuningstijl BT	50x50x5	0		0,8	480	480	1,7	50	43	0,04	1,3	0	0,0	100	87	0,00	UC	
598	Leuningregel BT	100x50x6	0		0,0	870	870	0,0	50	43	0,00	0,0	0	0,0	100	87	0,00	UC	
599	Leuningligger BT	70x70x6	0		0,7	810	810	0,8	50	43	0,02	1,0	0	0,0	100	87	0,00	UC	
600L	Zesde TSNSTK - 3rd CA upper hoi	80x80x6	3	M24	5,4	940	784	6,9	50	43	0,16	7,4	452	5,5	100	87	0,06	UC	
600T	Zesde TSNSTK - 3rd CA upper hoi	80x80x6	2	M24	0,3	940	784	0,4	50	43	0,01	0,5	452	0,5	100	87	0,01	UC	
601L	Zesde TSNSTK - CD 1 front	100x100x10	3	M24	18,2	1920	1660	11,0	50	43	0,25	27,5	452	20,3	100	87	0,23	UC	
601T	Zesde TSNSTK - CD 1 side	80x80x6	2	M24	3,7	940	784	4,7	50	43	0,11	5,2	452	5,8	100	87	0,07	UC	
602	Zesde TSNSTK - Diaphragm diagc	80x80x6	2	M20	18,6	940	808	23,0	50	43	0,53	27,0	314	43,0	100	87	0,49	UC	
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	UC	
604T	Zesde TSNSTK - 3rd CA lower hor	80x80x6	4	M24	17,9	940	784	22,8	50	43	0,53	27,0	452	14,9	100	87	0,17	UC	
605L	Zesde TSNSTK - CD 2 front	90x90x8	2	M24	32,5	1390	1182	27,5	50	43	0,63	48,8	452	53,9	100	87	0,62	UC	
605T	Zesde TSNSTK - CD 2 side	90x90x8	2	M24	36,8	1390	1182	31,1	50	43	0,72	55,5	452	61,4	100	87	0,71	UC	
606L	Zesde TSNSTK - CD 3 front	90x90x9	2	M24	29,4	1539	1305	22,5	50	43	0,52	44,1	452	48,8	100	87	0,56	UC	
606T	Zesde TSNSTK - CD 3 side	90x90x8	2	M24	33,1	1390	1182	28,0	50	43	0,64	50,0	452	55,3	100	87	0,64	UC	
607L	Zesde TSNSTK - CD 4 front	90x90x8	2	M24	27,6	1390	1182	23,3	50	43	0,54	41,5	452	45,9	100	87	0,53	UC	
607T	Zesde TSNSTK - CD 4 side	90x90x8	2	M24	29,9	1390	1182	25,3	50	43	0,58	45,1	452	49,9	100	87	0,57	UC	



**Check galloping**

Datum: 13-7-2021  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.0

GT-TLB  
 EA+0\_n

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede				
					$\Delta F_o$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta \sigma_i$ [Mpa]	DC;o [Mpa]	$\Delta \sigma_c$ [Mpa]	UC opp.	$\Delta F_i$ [kN]	Bout [mm2]	$\Delta \sigma_i$ [Mpa]	DC;b [Mpa]	$\Delta \sigma_c$ [Mpa]	UC bout		
608L	Vijfde TSNSTK - CD 1 front	90x90x8	2	M24	24,5	1390	1182	20,7	50	43	0,48	36,8	452	40,7	100	87	0,47		
608T	Vijfde TSNSTK - CD 1 side	80x80x8	2	M20	27,4	1230	1054	26,0	50	43	0,60	41,5	314	66,0	100	87	0,76		
609L	Vijfde TSNSTK - CD 2 front	90x90x8	2	M24	22,7	1390	1182	19,2	50	43	0,44	34,1	452	37,7	100	87	0,43		
609T	Vijfde TSNSTK - CD 2 side	80x80x8	2	M20	25,3	1230	1054	24,0	50	43	0,55	38,3	314	60,9	100	87	0,70		
610L	Vijfde TSNSTK - CD 3 front	130x130x12	3	M24	31,5	3000	2688	11,7	50	43	0,27	47,9	452	35,3	100	87	0,41		
610T	Vijfde TSNSTK - CD 3 side	80x80x8	2	M20	23,6	1230	1054	22,4	50	43	0,52	35,7	314	56,8	100	87	0,65		
611L	Vijfde TSNSTK - CD 4 front	100x100x10	2	M24	28,5	1920	1660	17,2	50	43	0,39	40,5	452	44,8	100	87	0,52		
611T	Vijfde TSNSTK - CD 4 side	100x100x8	4	M24	32,3	1550	1342	24,1	50	43	0,55	45,6	452	25,2	100	87	0,29		
612	Vijfde TSNSTK - Diaphragm diag	80x80x6	2	M20	12,0	940	808	14,8	50	43	0,34	18,1	314	28,9	100	87	0,33		
614L	Vijfde TSNSTK - Mid CA upper hor	120x120x10	4	M24	10,4	2320	2060	5,0	50	43	0,12	14,5	452	8,0	100	87	0,09		
614T	Vijfde TSNSTK - Mid CA upper hor	90x90x8	3	M20	0,5	1390	1214	0,5	50	43	0,01	0,8	314	0,9	100	87	0,01		
615T	Vijfde TSNSTK - Mid CA lower hor	90x90x8	5	M24	12,2	1390	1182	10,3	50	43	0,24	18,6	452	8,2	100	87	0,09		
616L	Vierde TSNSTK - CD 1 front	100x100x10	2	M24	27,5	1920	1660	16,6	50	43	0,38	39,1	452	43,2	100	87	0,50		
616T	Vierde TSNSTK - CD 1 side	100x100x8	3	M24	30,1	1550	1342	22,5	50	43	0,52	42,6	452	31,4	100	87	0,36		
617L	Vierde TSNSTK - CD 2 front	100x100x10	2	M24	25,5	1920	1660	15,4	50	43	0,35	36,1	452	39,9	100	87	0,46		
617T	Vierde TSNSTK - CD 2 side	100x100x8	3	M24	28,3	1550	1342	21,1	50	43	0,48	39,9	452	29,4	100	87	0,34		
618L	Vierde TSNSTK - CD 3 front	100x100x8	2	M24	24,0	1550	1342	17,9	50	43	0,41	33,9	452	37,5	100	87	0,43		
618T	Vierde TSNSTK - CD 3 side	100x100x8	3	M24	26,7	1550	1342	19,9	50	43	0,46	37,6	452	27,8	100	87	0,32		
619L	Vierde TSNSTK - CD 4 side	100x100x8	3	M24	23,1	1920	1660	13,9	50	43	0,32	32,5	452	35,9	100	87	0,41		
619T	Vierde TSNSTK - CD 4 side	100x100x8	3	M24	25,3	1550	1342	18,8	50	43	0,43	35,6	452	26,3	100	87	0,30		
620L	Derde TSNSTK - CD 1 front	100x100x8	2	M20	16,0	1550	1374	11,6	50	43	0,27	23,9	314	38,0	100	87	0,44		
620T	Derde TSNSTK - CD 1 side	100x100x8	3	M24	23,6	1550	1342	17,6	50	43	0,41	33,4	452	24,6	100	87	0,28		
621L	Derde TSNSTK - CD 2 front	110x110x10	3	M24	24,5	2112	1852	13,2	50	43	0,30	32,4	452	23,9	100	87	0,27		
621T	Derde TSNSTK - CD 2 side	110x110x10	3	M24	28,3	2112	1852	15,3	50	43	0,35	37,6	452	27,7	100	87	0,32		
622L	Derde TSNSTK - Diag 1 front	110x110x10	2	M24	21,6	2112	1852	11,6	50	43	0,27	28,8	452	31,8	100	87	0,37		
622T	Derde TSNSTK - Diag 1 side	110x110x10	2	M24	25,8	2112	1852	13,9	50	43	0,32	34,4	452	38,1	100	87	0,44		
623T	Derde TSNSTK - Low CA low hori:	100x100x8	5	M24	3,9	1550	1342	2,9	50	43	0,07	5,8	452	2,5	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	4,6	940	808	5,7	50	43	0,13	6,4	314	20,2	100	87	0,23		
626L	Derde TSNSTK - Diaphragm horiz	60x60x6	1	M16	0,2	690	582	0,3	50	43	0,01	0,2	100	1,2	100	87	0,01		
627L	Derde TSNSTK - Low CA upper hc	110x110x10	4	M24	5,8	2112	1852	3,2	50	43	0,07	7,9	452	4,4	100	87	0,05		
628L	Tweede TSNSTK - Diaphragm hor	90x90x9	3	M24	15,0	1539	1305	11,5	50	43	0,26	19,8	452	14,6	100	87	0,17		
628T	Tweede TSNSTK - Diaphragm hor	100x100x10	3	M24	13,3	1920	1660	8,0	50	43	0,18	17,5	452	12,9	100	87	0,15		
629	Tweede TSNSTK - Diaphragm dia	60x60x6	1	M16	1,8	690	582	3,2	50	43	0,07	2,8	201	13,8	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		



**Check galloping**

Datum: 13-7-2021  
 Auteur: TBR  
 Versie: 1.0

GT-TLB  
 EA+0\_n

Group	Omschrijving	Profiel	Aantal bouten	Bout	Controle netto oppervlak profiel										Controle boutdoorsnede				
					$\Delta F;0$ [kN]	Brutto [mm2]	Netto [mm2]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	DC;0 [Mpa]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	DC;0 [Mpa]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	UC opp.	UC opp.	$\Delta F;b$ [kN]	Bout [mm2]	Opp. Bout [mm2]	$\Delta\sigma;0$ [Mpa]	DC;b [Mpa]
631L	Tweede TSNSTK - Diag 1 front	100x100x10	2	M24	22,2	1920	1660	13,4	50	43	0,31	29,5	452	32,6	100	87	0,37	UC	
631T	Tweede TSNSTK - Diag 1 side	100x100x10	2	M24	25,0	1920	1660	15,1	50	43	0,35	35,0	452	38,7	100	87	0,45	UC	
635L	Eerste TSNSTK - Diag 1 front	120x120x10	2	M24	11,6	2320	2060	5,6	50	43	0,13	15,2	452	16,8	100	87	0,19	UC	
635T	Eerste TSNSTK - Diag 1 side	120x120x10	2	M24	13,9	2320	2060	6,8	50	43	0,16	19,5	452	21,5	100	87	0,25	UC	
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	UC	
636T	Eerste TSNSTK - Horiz 1 side	80x80x6	1	M20	0,2	940	808	0,2	50	43	0,01	0,3	314	0,8	100	87	0,01	UC	
637L	Eerste TSNSTK - Diag 2 front	120x120x10	3	M24	11,7	2320	2060	5,7	50	43	0,13	15,4	452	11,4	100	87	0,13	UC	
637T	Eerste TSNSTK - Diag 2 side	120x120x10	3	M24	13,6	2320	2060	6,6	50	43	0,15	19,1	452	14,1	100	87	0,16	UC	
638L	Eerste TSNSTK - Diag 3 front	120x120x12	3	M24	10,1	2750	2438	4,2	50	43	0,10	13,3	452	9,8	100	87	0,11	UC	
638T	Eerste TSNSTK - Diag 3 side	120x120x12	3	M24	11,8	2750	2438	4,8	50	43	0,11	16,5	452	12,1	100	87	0,14	UC	
639L	Broekstuk - Diaphragm horiz fror	110x110x10	1	M24	0,3	2112	1852	0,1	50	43	0,00	0,3	452	0,7	100	87	0,01	UC	
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	UC	
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	UC	
641	Broekstuk - Diaphragm diag corn	80x80x6	1	M20	0,0	940	808	0,1	50	43	0,00	0,1	314	0,2	100	87	0,00	UC	
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	UC	
643L	Broekstuk - Main diagonal front	110x110x10	3	M24	10,6	2112	1852	5,7	50	43	0,13	13,9	452	10,2	100	87	0,12	UC	
643T	Broekstuk - Main diagonal side	110x110x10	3	M24	11,7	2112	1852	6,3	50	43	0,14	16,3	452	12,1	100	87	0,14	UC	





## **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 Fundatierapportage

ZUID-WEST 380 KV OOST VERBINDINGEN

# Definitief ontwerp fundaties reconstructiemasten GT-EHV

TenneT TSO B.V.

Rapport nr.: 21-1255, Rev. 4

Meridian doc.nr.: 002.678.00 0950648

Datum: 2022-09-15





Projectnaam: Zuid-West 380 kV Oost Verbindingen Energy Systems  
Rapport titel: Definitief ontwerp fundaties reconstructiemasten GT- DNV Netherlands B.V.  
EHV Utrechtseweg 310-B50  
Klant: TenneT TSO B.V., 6812 AR Arnhem  
Utrechtseweg 310-B50, 6812 AR Arnhem  
Contactpersoon klant:  
Datum uitgave: 2022-09-15 Tel: 026 356 9111  
Project nr.: 10124719 Handelsregister Arnhem 09006404  
Organisatie unit: Overhead Lines (OHL)  
Meridian doc.nr.: 002.678.00 0950648  
Rapport nr.: 21-1255, Rev. 4

---

Geschreven door: Beoordeeld door: Goedgekeurd door:

---

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

DNV Distributie: Trefwoorden:

- Open
- Intern
- Commercieel vertrouwelijk
- Vertrouwelijk
- Geheim

\*Specificatie distributie: --

Rev.	Datum	Reden van uitgave	Auteur	Beoordelaar	Goedkeuder
0	2021-12-02	Eerste uitgave			
1	2022-01-12	RFA-commentaar verwerkt			
2	2022-02-15	2e RFA-commentaar verwerkt			
3	2022-08-19	Invloed verende steunpunten en ontgraving meegenomen			
4	2022-09-15	Wijziging mast 57N naar S+3			

## Inhoudsopgave

1	INLEIDING .....	1
1.1	Tracé	2
2	UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN .....	4
2.1	Normen	4
2.2	TenneT-specificaties	4
2.3	Ontwerp en eisenverificatie	4
2.4	Materialen	5
2.5	Software	5
2.6	Sonderingen	5
2.7	Beschrijving grondopbouw	6
2.8	Uitgangspunten geotechniek	8
2.9	Vermoeiing	10
2.10	Omgeving	10
2.11	Aarding	10
2.12	Sterkte-coördinatie	10
3	FUNDERINGSONTWERP .....	11
3.1	Inleiding	11
3.2	Paaltypes - nieuw	11
3.3	Paaltypes - bestaand	12
3.4	Funderingstypes - nieuw	13
3.5	Funderingstypes – bestaand	15
4	AANPAK.....	17
4.1	Inleiding	17
4.2	Belasting	17
4.3	Draagvermogen	17
4.4	Horizontale krachtafdracht	18
4.5	Wapening	19
5	RESULTATEN – NIEUWE MASTFUNDATIES .....	20
5.1	Verticaal draagvermogen	20
5.2	Horizontale krachtsafdracht	21
5.3	Hoeveelheden	21
6	RESULTATEN – BESTAANDE MASTFUNDATIES.....	22
6.1	Verticaal draagvermogen	22
6.2	Horizontaal draagvermogen	22
6.3	Versterkingsvoorstel	23
6.4	Toetsing versterkte fundatie	24
7	CONCLUSIE .....	25
7.1	Toetsing nieuwe funderingen	25
7.2	Toetsing bestaande fundering afkeurniveau	25
7.3	Versterkingen	25



Appendix A	Fundatiebelastingen
Appendix B	Fundatiegegevens
Appendix C	Resultaten
Appendix D	Uitvoer TS paalfunderingen
Appendix E	Berekening horizontale afdracht
Appendix F	Poerberekeningen

## 1 INLEIDING

In het basisontwerp van de 3ct-reconstructiemasten GT-EHV 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.

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

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

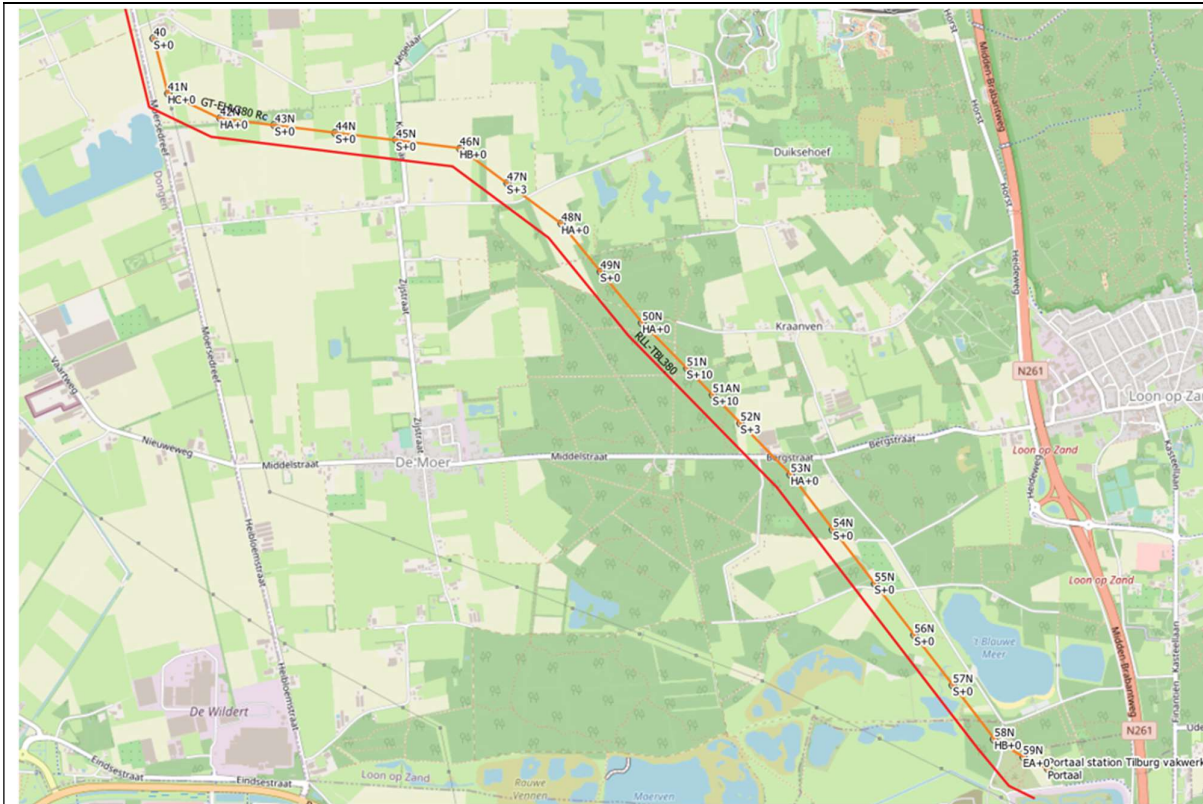
In het project worden voor mastfundaties enkelpaalsfunderingen en meerpaalsfunderingen toegepast afhankelijk van de bodemgesteldheid, het masttype en de belasting.

Deze rapportage bevat de beschrijving van het constructieve ontwerp van de fundaties voor 3ct-reconstructiemasten en de toetsing aan de eisen uit de geotechnische normen en TenneT-specificaties. Het aardingsontwerp wordt in een aparte rapportage behandeld.

In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten en randvoorwaarden vanuit de van toepassing zijnde normen en TenneT-specificaties opgenomen. Hoofdstuk 3 beschrijft het ontwerp van de fundatie. De gevolgde aanpak van de berekening is hoofdstuk 4 opgenomen. Hoofdstuk 5 bevat de resultaten van de uitgevoerde toetsing.

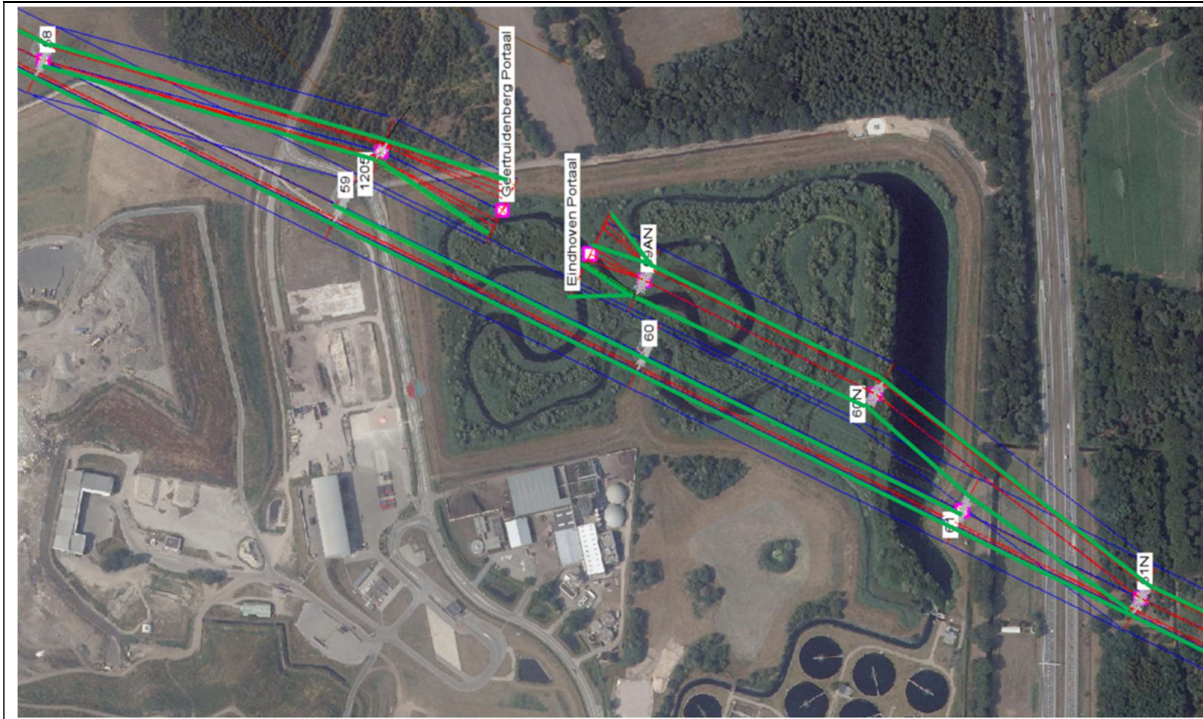
## 1.1 Tracé

De reconstructie betreft vier deeltracés. Twee komen voor in de verbinding GT-RLL en twee in de bestaande verbinding GT-EHV. Deze verbinding zal worden onderbroken door de nieuwbouw van het station TLB380 en zal komen te bestaan uit de verbinding GT-TLB en de verbinding TLB-EHV. In deze rapportage is de reconstructie van mast 40 tot en met 59N en de tijdelijke situatie in de bestaande masten 58 t/m 61 opgenomen uit de bestaande verbinding GT-EHV.



*De reconstructie van GT-TLB "Bosroute". Het huidige tracé wordt ten noorden van Tilburg in oostelijke richting verplaatst en gebundeld met de nieuwe verbinding RLL-TLB. Mast 40 vormt de overgangsmast. De reconstructie eindigt bij het station.*





*De reconstructie ter plaatse van gepland station Tilburg, weergegeven in de tijdelijke situatie met twee van de drie circuits ingelust. Rechts onder de afbuiging van de huidige verbinding om aan te sluiten op station Tilburg. Mast 61N is de nieuwe hoekmast waar het nieuwe tracé begint. Mast 62 buiten de figuur vormt de overgangsmast. De reconstructie eindigt bij mast 59AN bij het station. De masten 59AN, 60N en 61N vormen geen onderdeel van de scope van deze rapportage.*

## 2 UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

### 2.1 Normen

Er is gebruik gemaakt van de normen volgens Tabel 1.

**Tabel 1 Gebruikgemaakte normen, voorschriften en richtlijnen**

Norm	Titel
NEN-EN 50341-1:2013	"Overhead electrical lines exceeding AC 1 kV - Part 1: General requirements – Common"
NEN-EN 50341-2-15:2019	"Overhead electrical lines exceeding AC 1 kV Part 2 National Normative Aspects (NNA) for THE NETHERLANDS"
NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011	"Grondslagen van het ontwerp"
NEN-EN 1991-1-4+A1+C2:2011	"Deel 1-4: Windbelasting op constructies"
NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2016+A1:2020	"Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies, deel 1-1: algemene regels en regels voor gebouwen"
NEN-EN 1993-1-1+C2+A1:2016 nl	"Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies, deel 1-1: algemene regels en regels voor gebouwen"
NEN-EN 1993-1-8+C2:2011/NB:2011 nl	"Ontwerp en berekening van staalconstructies, deel 1-8: ontwerp en berekening van verbindingen"
NEN-EN 1997-1+C1+A1:2016/NB:2016 nl	"Geotechnisch – Algemeen"
CUR 2001-4	"Ontwerpregels voor trekpalen"

### 2.2 TenneT-specificaties

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

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

Nummer	Onderwerp
PVE.05.000 v3.2	PvE Lijnen
sPVE.05.001	sPvE Lijnen
SPE 04.009	paalfunderingen

### 2.3 Ontwerp en eisenverificatie

In Tabel 3 is de lijst opgenomen met documenten die gerelateerd zijn aan deze ontwerp rapportage van de fundaties van steunmasten. De belastingen in deze rapportage zijn ontleend aan de berekeningen van de mastconstructie zoals beschreven in de volgende rapportages. Daarbij zijn de reacties op de fundatie zoals berekend met PLS-TOWER gebruikt.

**Tabel 3 Gerelateerde documenten**

Titel	DNV-nummer	Meridiannummer
Uitgangspunten reconstructiemasten	21-0702	002.678.00 0927721
Verificatierapport reconstructiemasten	21-1444	002.678.00 0935197
Rapportage Reconstructie GT-TLB HA mast	21-0891	002.678.00 0934576
Rapportage Reconstructie GT-TLB HB mast	21-0892	002.678.00 0934577
Rapportage Reconstructie GT-TLB HC mast	21-0893	002.678.00 0934578
Rapportage Reconstructie GT-TLB S+0, S+3 en S+10	21-0894	002.678.00 0934579
Rapportage Reconstructie GT-TLB EA mast	21-0895	002.678.00 0934580
Rapportage Reconstructie GT-TLB S+0 - mast 58	21-1014	002.678.00 0939877
Rapportage Reconstructie GT-TLB S+0 - mast 40 en 62	21-1015	002.678.00 0939878
Rapportage Reconstructie GT-TLB S+0 - mast 59, 60 en 61	21-1016	002.678.00 0939879

## 2.4 Materialen

### 2.4.1 Nieuwe constructie

Voor het ontwerp van de mastconstructies en fundaties wordt uitgegaan van de eigenschappen volgens Tabel 4.

**Tabel 4 Materialen nieuwe constructie**

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

### 2.4.2 Bestaande constructie

Voor controle van de bestaande mastconstructies en fundaties wordt uitgegaan van de eigenschappen volgens Tabel 5.

**Tabel 5 Materialen bestaande constructie**

	Oorspronkelijke aanduiding	Huidige aanduiding
Staalsoort	St.37 St.52	S235JR S355JR
Boutkwaliteit	5.6	5.6 gerolde draad
Betonkwaliteit	K225	C20/25
Wapeningsstaal	FeB400	B400

## 2.5 Software

De gebruikte software wordt benoemd in Tabel 6.

**Tabel 6 Toegepaste software**

Software		Versie
Mastontwerp	PLS-CADD	16.65
Mastberekeningen	PLS-TOWER	16.65
Paalberekening	Technosoft Paalfunderingen	V6
	D-Foundations	19.1
Constructieve analyse	AxisVM	X5 R4h

## 2.6 Sonderingen

### 2.6.1 Nieuwe mastfundaties

Bij het opstellen van deze rapportage zijn nog geen sonderingen beschikbaar voor het gereconstrueerde tracé tussen mast 40 en station Tilburg aangezien de mastlocaties nog niet definitief zijn vastgesteld. Om te komen tot een ontwerp is door TenneT een geotechnisch lengteprofiel samengesteld<sup>1</sup>. In dit profiel zijn over de lengte van het tracé de hoogtegegevens van het maaiveld weergegeven vanuit de Algemene Hoogtekaart Nederland 3. De vanuit openbare bron (Dino-loket) beschikbare sonderingen in de nabijheid van het tracé zijn weergegeven. Dit betreft elektrische sonderingen in digitaal formaat. Van de mechanische sonderingen die beschikbaar zijn uit de asset-gegevens vanuit de hoogspanningslijnen in de nabijheid van het nieuwe tracé is geen gebruik gemaakt.

De sonderingen bevinden zich doorgaans in de directe nabijheid van het tracé (< 500 m afstand). Voor het verkrijgen van een indicatie is dit voldoende nauwkeurig. Lokaal kunnen echter grote verschillen optreden.

### 2.6.2 Bestaande mastfundaties

Voor bestaande masten met mastnummer 58 tot en met mastnummer 62 zijn nieuwe sonderingen gemaakt. Deze nieuwe sonderingen worden gebruikt om de bestaande fundering te toetsen.

<sup>1</sup> Betreft geotechnisch lengteprofiel verstrekt door TenneT op 25-03-2020.

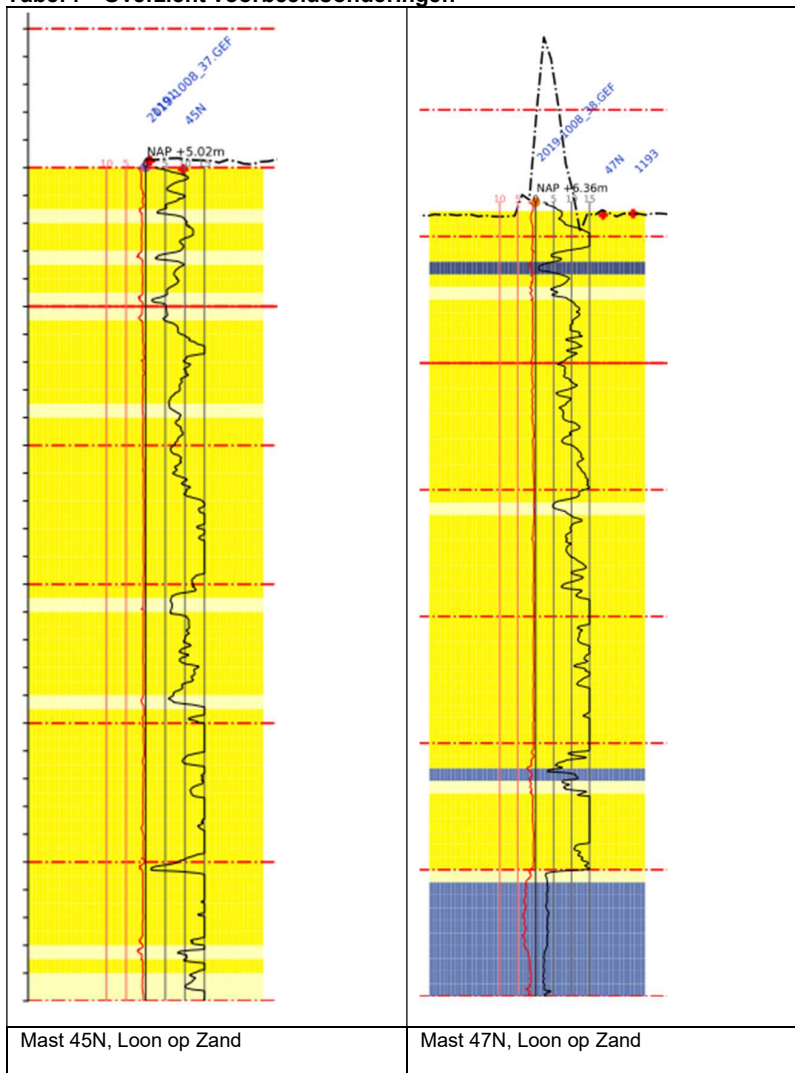
Voor de bestaande mast met mastnummer 40 is de beschikbare sondering uit de bouwperiode gebruikt, deze is op de betreffende mastlocatie genomen.

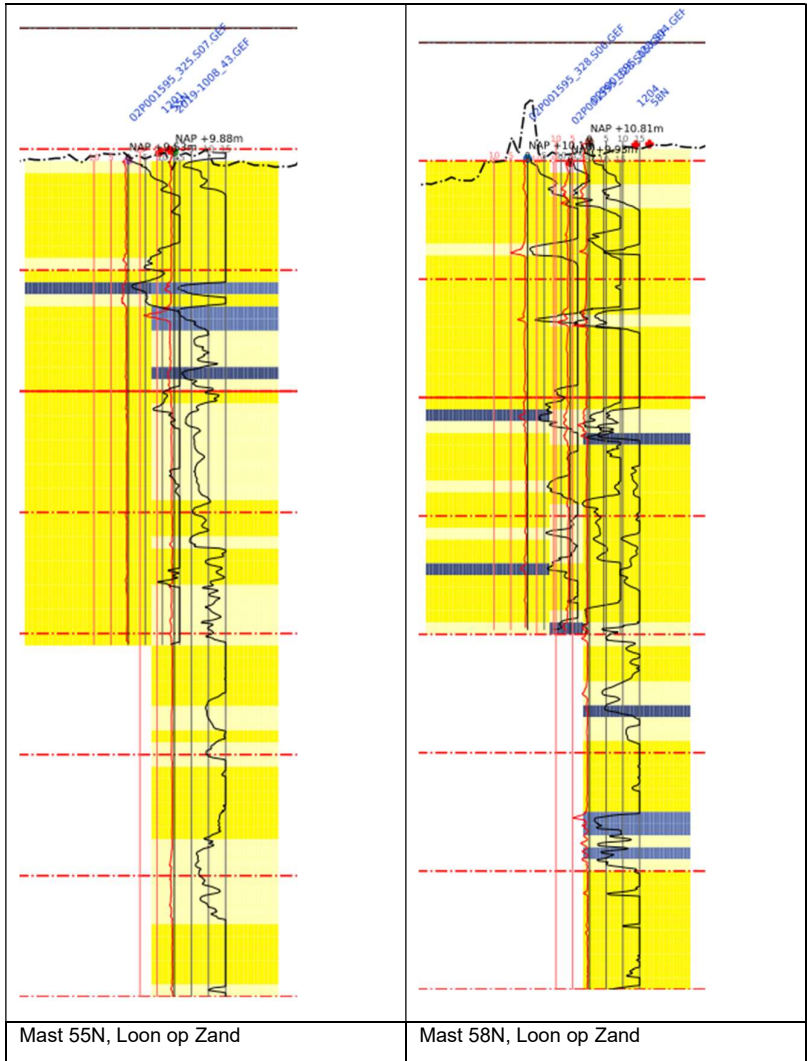
## 2.7 Beschrijving grondopbouw

In onderstaande voorbeelden (zie Tabel 7) is de bodemopbouw opgenomen. Voor het beschrijven van de grondopbouw maken we gebruik van de sonderingen die beschikbaar zijn gesteld.

De sonderingen laten over de lengte beperkt verschillen zien in ondergrond. De ondergrond bestaat voornamelijk uit zand met onregelmatig voorkomende dunne cohesieve lagen. De pakking van de zandlagen is over het algemeen tussen los en matig. Maar er zijn ook locaties met dicht gepakte lagen. Noemenswaardig is wel dat er lokaal slappere lagen ook op vrij grote diepte voorkomen met een dikte van meerdere meters. Dit kan nadelig zijn voor de weerstand van de paalpunt op druk.

**Tabel 7** Overzicht voorbeeldsonderingen





## 2.8 Uitgangspunten geotechniek

### 2.8.1 Paalklassefactoren paaltypes

In tabel 8 zijn de paalklassefactoren van de paaltypes uit deze rapportage op basis van NEN-EN 1997-1 samengevat waarmee de berekeningen worden uitgevoerd.

**Tabel 8 Paalklassefactoren**

	SI Ø508/670	SI Ø610/850	SI Ø762/950	MV Ø914/1074	MV-U	MV-I
Paalttype	Schroefinjectie	Schroefinjectie	Schroefinjectie	MV-paal	Staalprofiel geheid met grout	Staalprofiel geheid met grout
Diameter stalen buis (m)	0,508	0,61	0,762	0,914		
Diameter in berekening (m). <sup>2</sup>	0,59	0,73	0,86	0,994		
Oppervlak					0,45 x 0,45	0,3 x 0,5
Factor $\alpha_s$	0,009	0,009	0,009	0,014	0,014	0,014
Factor $\alpha_t$	0,009	0,009	0,009	0,012	0,012	0,012
Factor $\alpha_p$	0,63	0,63	0,63	0,70	1,0	1,0
Factor $\beta$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

### 2.8.2 Kleef cohesieve lagen

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

### 2.8.3 Correlatiefactoren

De correlatiefactoren ksi3 en ksi4 worden toegepast bij de bepaling van de karakteristieke weerstand van een paal. De waarden zijn afhankelijk van de aard van de constructie en het aantal beschikbare sonderingen. De correlatiefactoren zijn ontleend aan NEN-EN 1997-1:2016, bijlage A, tabel 10.

Fundaties met één paal per hoekpunt vallen onder "niet-stijf" met factoren volgens Tabel 9. Het aantal sonderingen dat wordt gebruikt hangt af van het dekkingsbereik van de sonderingen voor een van de vier hoekpunten. Voor het DO, waarin nog geen volledig grondonderzoek beschikbaar is, wordt uitgegaan van een dekkingsbereik per hoekpunt van één sondering: Zowel 1,39 voor ksi3 als ksi4.

Voor de bestaande masten is wel een volledig grondonderzoek beschikbaar en worden de waarden voor ksi3 en ksi4 berekend op basis van het dekkingsbereik van de sonderingen en het draagvermogen van de palen.

**Tabel 9 Correlatiefactoren niet-stijf bouwwerk**

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

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

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

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

<sup>2</sup> Uitgangspunt voor de palen met groutomhulling is in de berekening de halve dikte van de groutschil

Er is een vaste  $\gamma_{m,var,qc}$  aangenomen van 1,5 voor alle masten. Voor hoekmasten kan dit een meer conservatieve aanname zijn doordat sommige funderingen permanent op trek of druk staan en het getal lager zou uitvallen.

## 2.8.5 Staaldikte funderingspalen

Voor het dimensioneren van stalen palen dient volgens TenneT-specificatie 04.009 rekening te worden gehouden met afname van staaldikte op basis van NEN 1993-5. Dit komt overeen met de CUR-aanbeveling 166 voor damwanden. Op dit moment is nog geen milieukundig onderzoek beschikbaar waaruit de agressiviteit of zuurtegraad van het grondwater (pH-waarde) kan worden afgeleid. De invloed van het zoutgehalte in het grondwater is gering<sup>3</sup>. Er moet uitgegaan worden van 100 jaar ontwerplevensduur.

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

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

**Figuur 1 Tabel 9.2 uit CUR 166**

Voor het DO wordt uitgegaan van zure grond en minimaal 12,5 mm dikte. Met de gereduceerde dikte van 12,5-3,25=9,25 mm is gerekend.

## 2.8.6 Horizontale bedding

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

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

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

Volgens NEN-EN 50341-2-15:2019 art. 8.2. NL.4 moet het effect van variatie van bedding op de krachtsverdeling worden beschouwd. De berekeningen worden uitgevoerd voor een beddingwaarde die  $\sqrt{2}$  lager is en  $\sqrt{2}$  hoger is dan de tabelwaarde.

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

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

<sup>3</sup> Deltares, rapport 1209030, Corrosie van stalen damwandplanken in de grond;

### 2.8.7 Verticale bedding

Bij de berekening van de eenpaalsfundering heeft de verticale bedding van de paalpunt geen invloed op de krachtsverdeling. In de berekening is een starre steun gehanteerd.

In de gevallen waar de verticale bedding wel invloed heeft, wordt een veerwaarde van 100MN/m gehanteerd.

## 2.9 Vermoeiing

De fundaties worden belast door vakwerkmasten. Deze zijn vanwege de aard van de constructie niet gevoelig voor vortex shedding of andere opslingeringen door wind. De wisselende belasting van wind is een quasi-statische belasting. Dit is op basis van art. 7.3.10 van NEN-EN 50341-1:2013. Toetsing op vermoeiing door galloping, voor zover al relevant voor fundaties, is voor bestaande constructies niet vereist op basis NEN 8701.

## 2.10 Omgeving

De voorgestelde versterkingsoplossing met betonpoeren vereist ruimte buiten de huidige mastvoeten. Een gedetailleerde studie naar eventuele obstakels valt buiten de scope van deze rapportage, echter valt wel op dat een aantal locaties nabij een waterlijn staan.

Uit openbare data blijkt dat bij mast 62 de rand van de weg ca. 2,0 m uit het hart van de poer ligt. Het is daarmee niet aannemelijk dat er een verzwaringsontwerp gemaakt kan worden, waarbij de weg volledig intact kan blijven tijdens de realisatie. Het voorstel is zodanig uitgewerkt dat het raakvlak met de weg beperkt is.

## 2.11 Aarding

Uitwerking van aardingsvoorzieningen vallen buiten de scope van deze rapportage. In de UO-fase dient de aarding in de betonpoeren te worden ontworpen op basis van de van toepassing zijnde TenneT-specificaties.

## 2.12 Sterkte-coördinatie

Overeenkomstig de bepaling AM-req-1077 in het PVE-lijnen worden geen eisen gesteld aan sterkte-coördinatie. Vanwege de onvolledig beschikbare geotechnische gegevens wordt in het DO een maximale unity-check van 0,9 aangehouden.

Deze eis geldt niet voor de bestaande mastfundaties.



### 3 FUNDERINGSONTWERP

#### 3.1 Inleiding

Voor de masten in de nieuwbouw-reconstructie van de hoogspanningslijn is de enkelpaalsfundering met schroefinjectiepalen in de basis het uitgangspunt. Bij een tekort in draagvermogen bij de enkelpaalsfundering voor de masten zal voor het DO een tweepaalsfundering worden gekozen. Als alternatief kan mogelijk ook de geheide MV-paal als enkelpaalsfundering worden toegepast. Aangezien het streven van TenneT is om zoveel mogelijk enkelpaalsfunderingen toe te passen moet de mogelijkheid daarvan in de UO-fase worden onderzocht, waarbij ook het effect van heitellingen op de omgeving moet worden meegenomen. In het geval van bijzondere situaties, bijvoorbeeld als de fundatie zich bevindt in een wateroverloopgebied is een speciale, verhoogde fundatie het uitgangspunt.

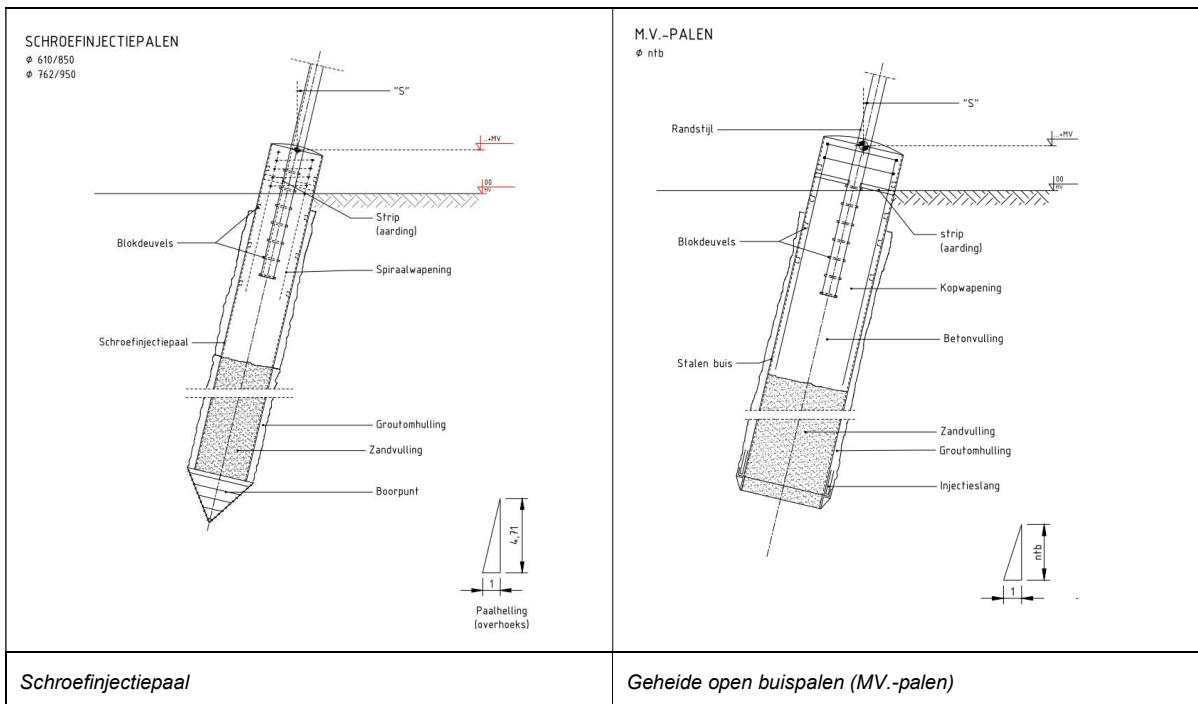
#### 3.2 Paaltypes - nieuw

##### 3.2.1 Schroefinjectiepaal

De schroefinjectiepaal als enkelpaalsfundering kan bij alle steunmasttypes en alle hoekfundaties van de hoekmasten worden toegepast, op voorwaarde dat met de bodemgesteldheid voldoende draagvermogen ontwikkeld kan worden. De paal is grondverdringend en wordt schroevend op diepte gebracht. De ruimte tussen schroefpunt en stalen buis wordt tijdens het inbrengen opgevuld met grout. Voor de maximale paallengte van de schroefinjectiepaal wordt op basis referentieprojecten uitgegaan van 25 meter. De buispaal wordt over de bovenste 2,5 m á 3 m voorzien van een betonvulling. Onder het beton komt een zandvulling. Ingeval van bijzondere gevallen of agressieve gronden dient de betonvulling tot paalpunt door te lopen. Zie Figuur 2 links.

##### 3.2.2 MV-paal

De MV-paal is een geheide stalen buispaal met open punt. Met dit paalttype is een zeer hoog draagvermogen haalbaar. De detaillering van de paalkop is gelijk aan die van de schroefinjectiepaal. De diameters waarmee in het project wordt gerekend zijn 914 mm en 1016 mm. Beide gaat uit van een groutschil van 80 mm. Zie Figuur 2 rechts.

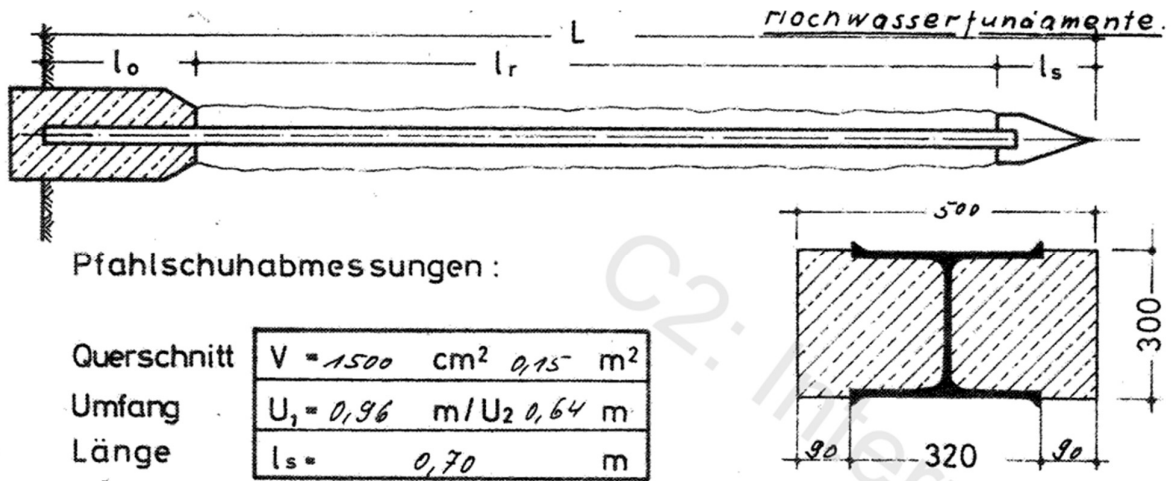


**Figuur 2 Principe schroefinjectiepalen en MV-palen**

### 3.3 Paaltypes - bestand

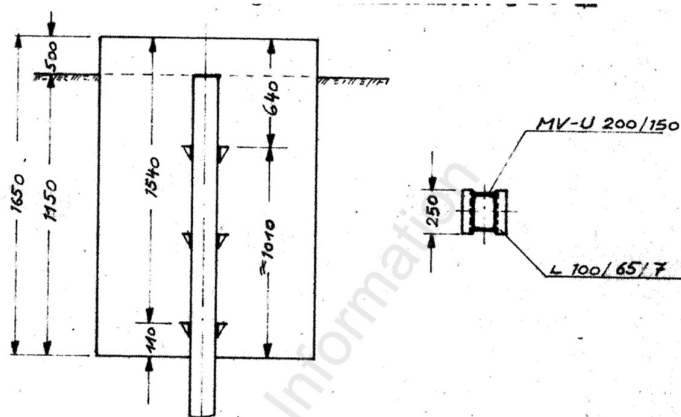
#### 3.3.1 Staalprofiel geheid met grout

De bestaande fundaties van mast 40 en mast 58 tot en met mast 62 worden getoetst. Ten opzichte van huidige situatie wijzigt de belasting op de fundatie in geringe mate, echter de fundatie moet voldoen aan het afkeurniveau. Alle masten zijn gefundeerd op geheide staalprofielen met een groutmantel. Voor de hoekpunten betreft het de MV-I-paal bestaande uit een stalen I-profiel met een groutoppervlak van 0,3m x 0,5m, zie Figuur 3.



Figuur 3 MV-I-paal

Voor de middenpoten betreft het de MV-U-paal bestaande uit een stalen kokerprofiel met een groutoppervlak van 0,45m x 0,45m, zie Figuur 4.



Figuur 4 MV-U-paal

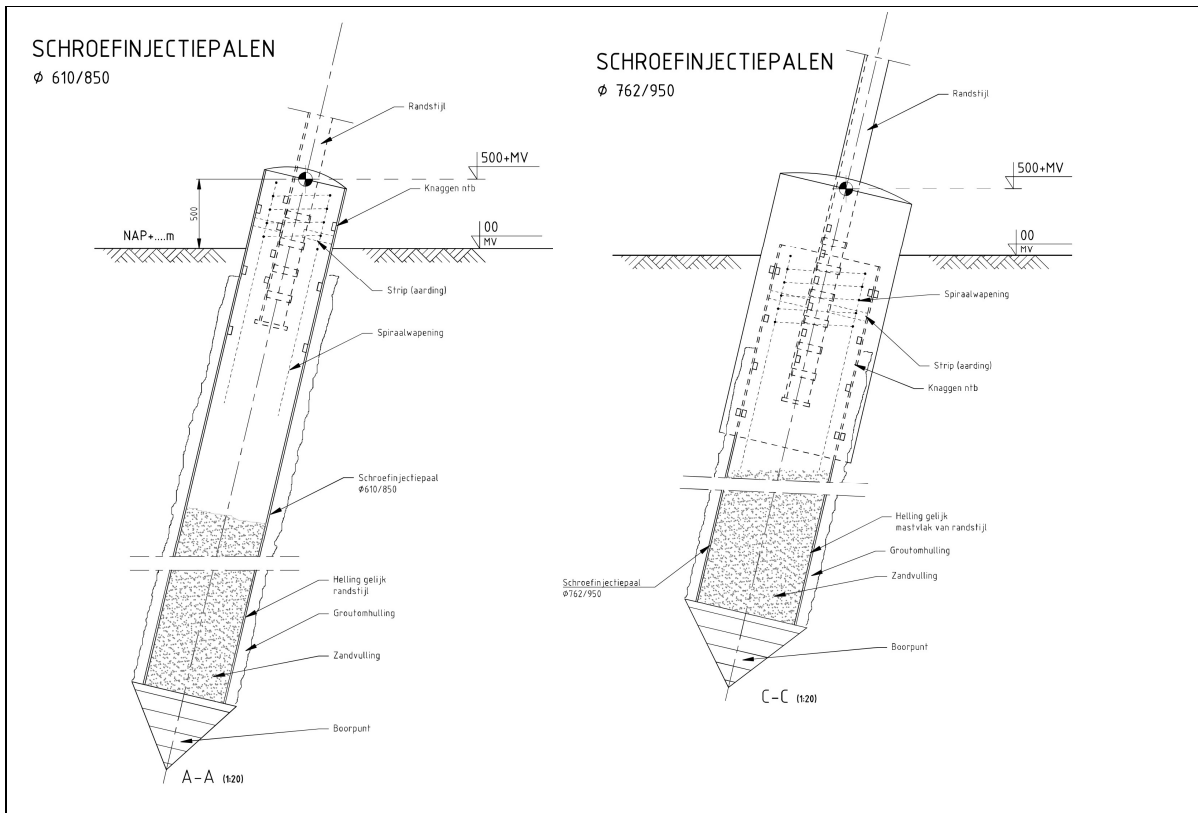
### 3.4 Funderingstypes - nieuw

#### 3.4.1 Enkelpaalsfundering

Eigenschappen van de enkelpaalsfundering voor nieuwe masten:

- de funderingspaal is in schoor en heeft dezelfde helling en richting als de randstijl, de richting is naar buiten vanuit het centrum van de mast gezien, in de overhoekse richting. De volgende schoorstanden zijn toegepast:
  - o Hoekmasten – hoekfundatie ca. 4:1
  - o Hoekmasten – middenfundatie ca. 5,5:1
  - o Steunmasten - hoekfundatie varieert tussen ca. 4:1 (S+10) en ca. 5:1 (S+0)
  - o Steunmasten – middenfundatie varieert tussen ca. 6:1 (S+10) en ca. 13:1 (S+0)
- de minimale afmeting is 610 mm bij hoekfundaties (enkele randstijl) en 762 mm bij middenfundaties (dubbele randstijl) voor het kunnen instorten van de randstijl rekening houdend met een paalafwijking van 0,1 m;
- de bovenkant van de paal bevindt zich op 0,5 m+ maaiveld;
- de paal wordt aan bovenzijde voorzien van gelaste blokdeuvels voor de krachtsoverdracht met de ingestorte rand van de mastconstructie;
- de paal wordt over de bovenste circa 2,5 m voorzien van een betonvulling. De betonvulling moet met een afbolling worden gestort. Onder de beton komt een zandvulling. Ingeval van bijzondere gevallen of agressieve gronden dient de betonvulling tot paalpunt door te lopen;
- in de betonvulling wordt een spiraalwapening geplaatst;
- de randstijl wordt voor de aarding galvanisch verbonden met de wand van de paal via aangelaste stripjes;

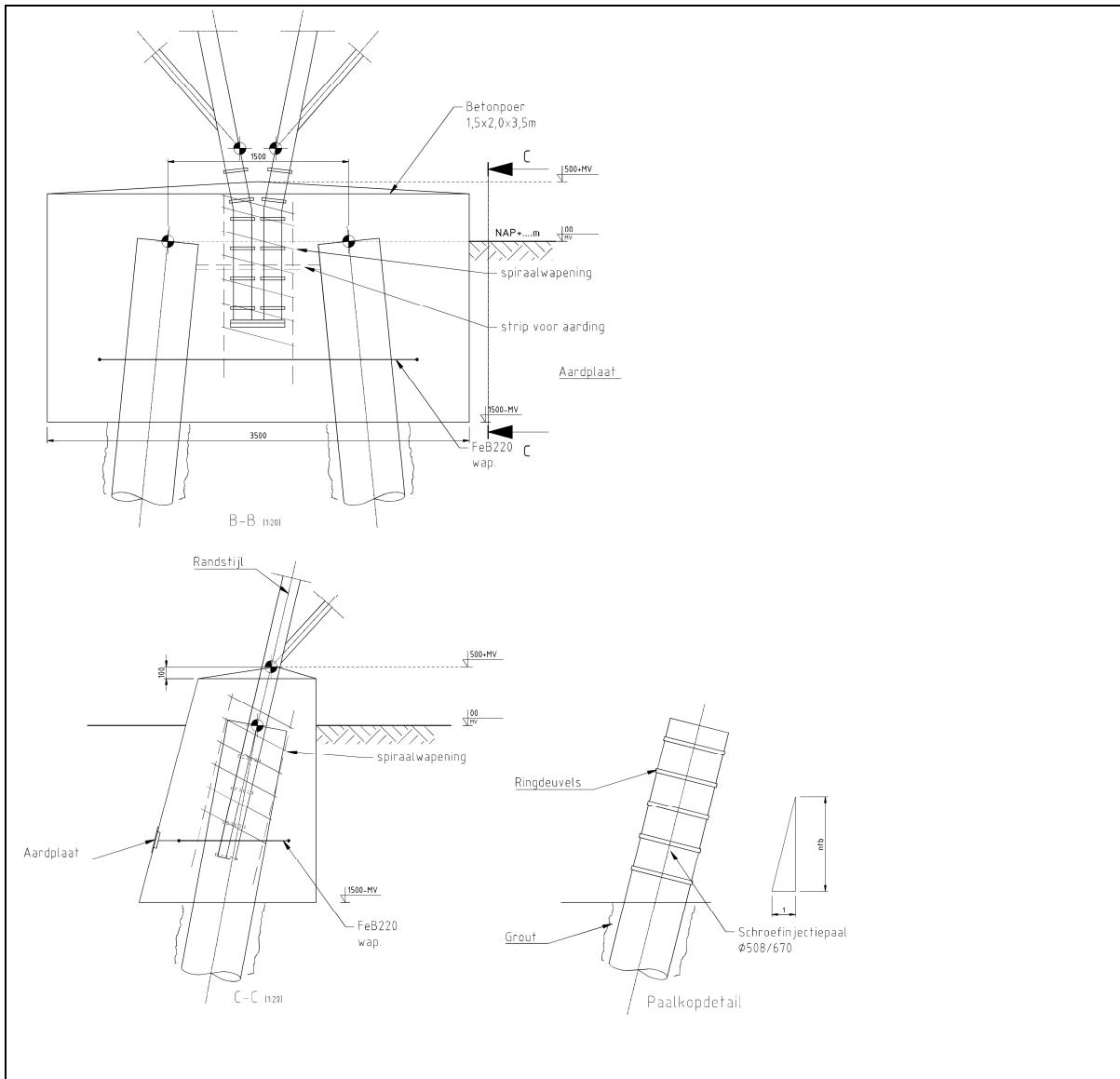
In Figuur 5 is de principetekening opgenomen.



**Figuur 5 Principe van de schroefinjectiepaal met ingestorte randstijl**

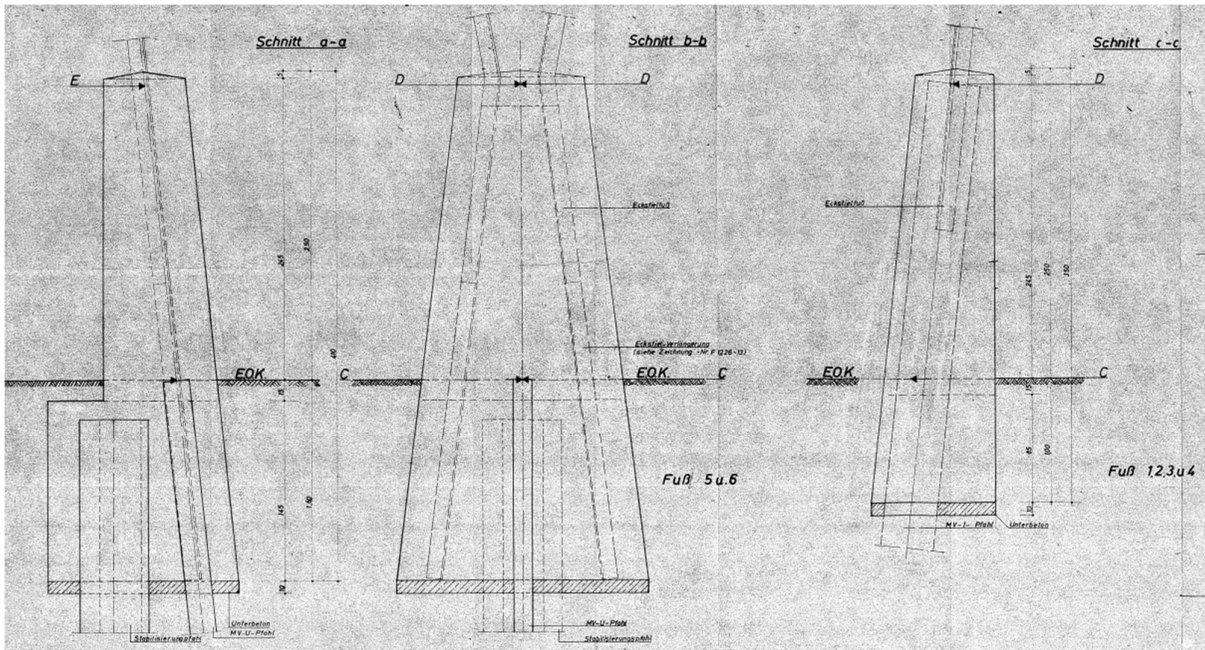
### 3.4.2 Tweepaalsfundering

Bij onvoldoende draagvermogen wordt uitgegaan van de tweepaalsfundering. Hierbij worden twee palen opgenomen in een rechthoekige betonnen poer. Als paaltype is voor dit DO de schroefinjectiepaal het uitgangspunt omdat deze het breedst inzetbaar is. Als alternatief kan in het UO ook een vibro-paal of FGI (Fundex)-paal worden toegepast. In Figuur 6 is het principe opgenomen.

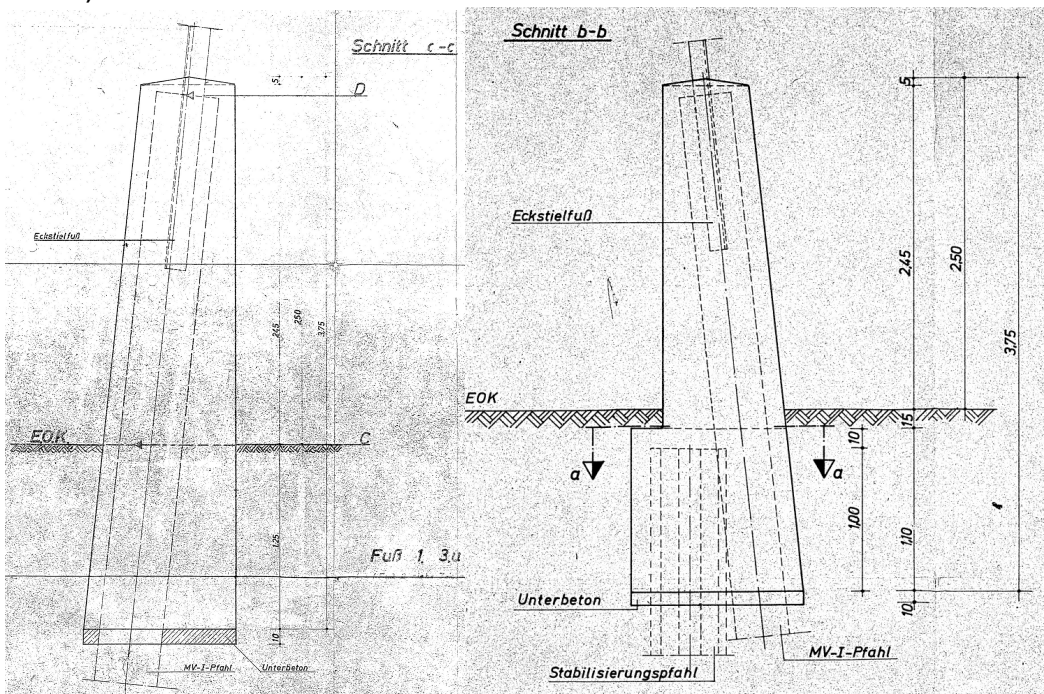


**Figuur 6** Principe van de tweepaalsfundering





Figuur 8 Bestaande fundatie – mast 59 t/m 62 – hoekpunten (rechts, excl. mast 62) en middenpoten (links & midden)



Figuur 9 Bestaande fundatie – mast 62 – hoekpunten

## 4 AANPAK

### 4.1 Inleiding

Voor alle nieuwbouw mastlocaties in het tracé zal uitgaande van de beschikbare sonderingsgegevens het poertype en paallengte indicatief worden bepaald. De berekening wordt uitgevoerd met TS/paalfunderingen. De toetsing vindt plaats ten aanzien van trek- en drukbelasting.

In deze DO-rapportage zal de fundering worden getoetst met de grootste horizontale belastingen binnen de groep van masttypes waar dit fundatietype wordt toegepast. Dit betreft de volgende indeling naar paaltype voor de nieuwe masten:

- SI Ø508/650 – middenfundaties van alle hoekmastentypes (tweepaalspoeren);
- SI Ø610/850 – hoekfundaties van alle masttypes;
- SI Ø762/950 – middenfundaties van alle steunmasttypes

De bestaande palen van mast 40, mast 58 tot en met mast 62 worden getoetst op basis van locatie specifieke belastingen.

### 4.2 Belasting

De fundatiebelastingen van de mastconstructies zijn opgenomen in Appendix A. Deze zijn ontleend aan de uitvoer vanuit PLS-TOWER. Voor de toetsing met TS/paalfunderingen wordt gebruik gemaakt van de belasting in de richting van de randstijl (lokale richting) voor trek- en drukbelasting.

De belastingcombinaties die in het DO worden gehanteerd voor de berekening van de horizontale afdracht bestaat uit de volgende belastingen, alle voor de uiterste grenstoestand. De belastingen gelden voor één van de vier hoekpunten.

- maximale drukbelasting, in deze combinatie belast de randstijl de fundatie met een neerwaartse kracht en een horizontale kracht naar buiten;
- maximale trekbelasting, in deze combinatie belast de randstijl de fundatie met een opwaarts gerichte kracht en een horizontale kracht naar binnen;
- maximale torsiebelasting, hierbij wordt de fundatie haaks op de diagonale richting van het grondvlak belast. De positieve en negatieve horizontale richting wordt onderzocht. De verticale belasting kan van ondergeschikte grootte zijn.
- maximale combinatie van trekbelasting en torsie. Bij een meerpaalspoer leidt de horizontale kracht door torsie tot een vergroting van de trekkracht. In combinatie met een eveneens significante trekkracht vanuit de mast kan dit maatgevend zijn voor een van de palen in de fundatie. Zie hiervoor de toelichting in Appendix C.

### 4.3 Draagvermogen

Vanuit het geotechnisch lengteprofiel is een representatieve selectie gemaakt waarmee berekeningen zijn uitgevoerd. Bovendien is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van sonderingen met een diepte van meer dan 30 meter, omdat paallengtes tot 25 m oplopen. Per deeltracé zijn een aantal representatieve sonderingen genomen. In tabel zijn de in de berekening gebruikte sonderingen gegeven. De berekeningen zijn bij voor alle paaltypes bij iedere sondering uitgevoerd.

**Tabel 11 Gebruikte sonderingen**

CPT bestand	type	RD_x_sond	RD_y_sond	RD_m_sond	sondeerlengte	gemeente
02P001595_312.S03.GEF	GEF	127922,2	405557,3	3,78	35,751	Loon op Zand
2019-1008_37.GEF	GEF	129029,9	405670,6	5,02	34,972	Loon op Zand
2019-1008_38.GEF	GEF	129736	405423,6	6,36	34,965	Loon op Zand
2019-1008_43.GEF	GEF	131482,8	403215,2	9,88	35,044	Loon op Zand
02P001595_328.S04.GEF	GEF	132061,3	402315	10,809	39,018	Tilburg

De sonderingen zijn in digitaal formaat (gef-bestand) ingelezen in het programma Technosoft Paalfunderingen. Aan de hand van de sonderingen en de beschikbare boringen is een grondprofiel geconstrueerd. De gebieden waarin negatieve en positieve schachtwrijving optreedt worden ingesteld per sondering.

Aanvullend op de berekening in Technosoft is een controle op het kluitgewicht uitgevoerd volgens art. 7.6.3.3 (g) van NEN-EN 1997-1, waaruit de minimale lengte voor voldoende te mobiliseren grondmassa volgt. Deze berekening geldt voor zowel enkele palen, als een paalgroep.

Geotechnische berekeningen zijn opgenomen in Appendix D. In de uitvoer zijn van toepassing zijnde paalpuntniveau's omkaderd.

## 4.4 Horizontale krachtafdracht

### 4.4.1 Krachtsverdeling

Met een staafwerkmodel in het programma AxisVM is de horizontale krachtafdracht berekend. De palen zijn als elastisch ondersteunde liggers zijn ingevoerd. Er wordt geen steun uit de grond tussen maaiveld en 1 m onder maaiveld of tegen de poeren gerekend, alsof de fundaties grenzen aan een waterloop. De horizontale gronddruk is begrensd tot de passieve gronddruk die kan worden ontwikkeld.

De berekening voor de horizontale krachtafdracht is uitgevoerd uitgaande van een globaal beeld van de bodemgelaagdheid van de sonderingen. Hiervoor is het volgende aangehouden:

- maaiveld en dieper      Zand

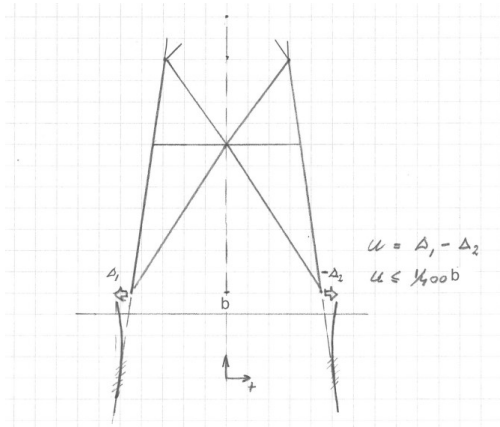
Eventuele kleine diepe lagen hebben beperkte invloed op de krachtafdracht en worden buiten beschouwing gelaten.

De berekening van de horizontale afdracht verschaft informatie over de combinatie van axiale krachten en buiging in de paalschacht. De aldus gevonden spanningen worden gebruikt in de toetsing van de doorsnede van de buispaal. De berekening is opgenomen in Appendix E.



#### 4.4.2 Horizontale verplaatsing

De TenneT-specificatie "Paalfunderingen" stelt eisen aan de maximale onderlinge verplaatsing van de fundatie bij de randstijl. Deze mag niet meer bedragen dan  $1/400 b$ . Verplaatsingseisen worden gesteld voor de karakteristieke belastingen, zonder belastingfactoren. In Appendix C is verdere invulling gegeven aan deze eis.



**Figuur 10** Eis aan de horizontale verplaatsing

#### 4.5 Wapening

Het detailleren van de wapening in de paal(kop) valt buiten de scope van dit rapport. De benodigde wapening is in de UO-fase door opdrachtnemer te bepalen.

## 5 RESULTATEN – NIEUWE MASTFUNDATIES

### 5.1 Verticaal draagvermogen

#### 5.1.1 Nieuwe mastfundaties

De resultaten van de berekeningen zijn opgenomen in Appendix D. Voor alle van toepassing zijnde locaties is de toetsing uitgedrukt in de Unity-Check. De toetsing voor trek en druk is opgenomen. Alle Unity-checks zijn kleiner dan of gelijk aan 0,9, dus voldoen de fundaties aan het gestelde uitgangspunt. De paallengte is groter dan de minimale lengte benodigd voor het kluitgewicht.

In Tabel 12 zijn de resultaten per mast samengevat weergegeven. In principe wordt er bij alle fundaties een enkele paal toegepast, enkel bij de middenfundaties van de hoekmasten is een tweepaalspoer benodigd.

**Tabel 12 Toetsing nieuwe mastfundaties**

Mast	Type	Masttype	Sondering	Poertype	Paaltype	U.C. trek	U.C. druk
41N	Hoek	HC+0 (3ct)	02P001595_312.S03.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	0,88	0,39
41N	Midden	HC+0 (3ct)	02P001595_312.S03.GEF	2-paalspoer	SI Ø508/670	0,88	0,52
42N	Hoek	HA+0 (3ct)	02P001595_312.S03.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	0,87	0,37
42N	Midden	HA+0 (3ct)	02P001595_312.S03.GEF	2-paalspoer	SI Ø508/670	0,88	0,48
43N	Hoek	S+0 (3ct)	02P001595_312.S03.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	0,85	0,33
43N	Midden	S+0 (3ct)	02P001595_312.S03.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	0,90	0,38
44N	Hoek	S+0 (3ct)	2019-1008_37.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	0,89	0,35
44N	Midden	S+0 (3ct)	2019-1008_37.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	0,88	0,39
45N	Hoek	S+0 (3ct)	2019-1008_37.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	0,89	0,35
45N	Midden	S+0 (3ct)	2019-1008_37.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	0,88	0,39
46N	Hoek	HB+0 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	0,88	0,36
46N	Midden	HB+0 (3ct)	2019-1008_38.GEF	2-paalspoer	SI Ø508/670	0,89	0,57
47N	Hoek	S+3 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	0,89	0,37
47N	Midden	S+3 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	0,88	0,41
48N	Hoek	HA+0 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	0,90	0,37
48N	Midden	HA+0 (3ct)	2019-1008_38.GEF	2-paalspoer	SI Ø508/670	0,87	0,55
49N	Hoek	S+0 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	0,88	0,37
49N	Midden	S+0 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	0,89	0,41
50N	Hoek	HA+0 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	0,90	0,37
50N	Midden	HA+0 (3ct)	2019-1008_38.GEF	2-paalspoer	SI Ø508/670	0,87	0,55
51N	Hoek	S+10 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	0,88	0,34
51N	Midden	S+10 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	0,89	0,42
51AN	Hoek	S+10 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	0,87	0,45
51AN	Midden	S+10 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	0,89	0,52
52N	Hoek	S+3 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	0,90	0,44
52N	Midden	S+3 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	0,88	0,49
53N	Hoek	HA+0 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	0,89	0,42
53N	Midden	HA+0 (3ct)	2019-1008_43.GEF	2-paalspoer	SI Ø508/670	0,90	0,65
54N	Hoek	S+0 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	0,89	0,45
54N	Midden	S+0 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	0,89	0,49
55N	Hoek	S+0 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	0,89	0,45
55N	Midden	S+0 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	0,89	0,49
56N	Hoek	S+0 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	0,89	0,45
56N	Midden	S+0 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	0,89	0,49
57N	Hoek	S+3 (3ct)	02P001595_328.S04.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	0,88	0,46
57N	Midden	S+3 (3ct)	02P001595_328.S04.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	0,89	0,59
58N	Hoek	HB+0 (3ct)	02P001595_328.S04.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	0,89	0,41
58N	Midden	HB+0 (3ct)	02P001595_328.S04.GEF	2-paalspoer	SI Ø508/670	0,89	0,65
59N	Hoek	EA+0 (59N)	02P001595_328.S04.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	0,88	0,55
59N	Midden	EA+0 (59N)	02P001595_328.S04.GEF	2-paalspoer	SI Ø508/670	0,90	0,72

## 5.2 Horizontale krachtsafdracht

### 5.2.1 Nieuwe mastfundaties

In Appendix E is het resultaat beschreven van de horizontale krachtsafdracht. Uit Tabel 13 tot en met Tabel 16 blijkt dat de toetsing van de spanning in de buispaal en de horizontale verplaatsing voldoen voor de verschillende fundatietypen.

**Tabel 13 Resultaten hoekmasten – hoekfundatie (enkelpaals – Ø610/850)**

	Berekend	Toelaatbaar		Unity-check	
Spanningscheck buispaal	110	355	N/mm <sup>2</sup>	0,31	OK
Verplaatsing Max. trek/druk	5,5	22,3	mm	0,25	OK
Verplaatsing Max. torsie	5,3	33,0	mm	0,16	OK

**Tabel 14 Resultaten hoekmasten – middenfundatie (tweepaals – Ø508/670)**

	Berekend	Toelaatbaar		Unity-check	
Spanningscheck buispaal	106,6	355	N/mm <sup>2</sup>	0,30	OK
Verplaatsing Max. trek/druk	0,9	22,3	mm	0,04	OK
Verplaatsing Max. torsie	15,0	33,0	mm	0,45	OK

**Tabel 15 Resultaten steunmasten – hoekfundatie (enkelpaals – Ø610/850)**

	Berekend	Toelaatbaar		Unity-check	
Spanningscheck buispaal	75	355	N/mm <sup>2</sup>	0,21	OK
Verplaatsing Max. trek/druk	1,7	16,6	mm	0,10	OK
Verplaatsing Max. torsie	4,0	24,6	mm	0,16	OK

**Tabel 16 Resultaten steunmasten – middenfundatie (enkelpaals – Ø762/950)**

	Berekend	Toelaatbaar		Unity-check	
Spanningscheck buispaal	86,0	355	N/mm <sup>2</sup>	0,24	OK
Verplaatsing Max. trek/druk	2,3	16,6	mm	0,14	OK
Verplaatsing Max. torsie	12,1	24,6	mm	0,49	OK

## 5.3 Hoeveelheden

In Tabel 17 is als samenvatting het aantal palen, de lengte en maximale lengte opgenomen. Dit is gebaseerd op de resultaten per locatie volgens Appendix B.

**Tabel 17 Hoeveelheden**

Paaltype	Aantal locaties	Aantal palen	Gem. paallengte (m)	Max. paallengte (m)
SI Ø508/670 <sup>4</sup>	8	32	13,3	14,9
SI Ø610/850	20	80	14,5	19,3
SI Ø762/950	12	24	13,9	15,4

<sup>4</sup> onderdeel van tweepaalsfundering

## 6 RESULTATEN – BESTAANDE MASTFUNDATIES

### 6.1 Verticaal draagvermogen

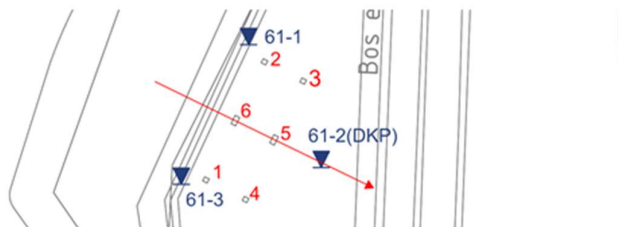
In Appendix D zijn de berekeningen van de paal draagkracht opgenomen. In Tabel 18 zijn de resultaten samengevat. Het volgende wordt geconcludeerd:

- Alle masten hebben voldoende draagvermogen op druk;
- Alle hoekfundaties hebben onvoldoende draagvermogen op trek;
- De middenfundatie van mast 61 heeft onvoldoende draagvermogen op trek;
- Alle overige middenfundaties hebben voldoende draagvermogen op trek.

Tabel 18 Toetsing bestaande mastfundaties

Mast	Type	Masttype	Sondering	Paaltype	U.C. trek	U.C. druk
40	Hoek	S+0 (40)	40-oud	MV-I paal	1,24	0,48
40	Midden	S+0 (40)	40-oud	MV-U paal	0,74	0,39
58	Hoek	S+0 (58)	58-nieuw	MV-I paal	1,02	0,38
58	Midden	S+0 (58)	58-nieuw	MV-U paal	0,80	0,36
59	Hoek	S+0 (59)	59-nieuw	MV-I paal	1,00	0,33
59	Midden	S+0 (59)	59-nieuw	MV-U paal	0,89	0,79
60	Hoek	S+0 (60)	60-nieuw	MV-I paal	1,38	0,37
60	Midden	S+0 (60)	60-nieuw	MV-U paal	0,98	0,42
61	Hoek	S+0 (61)	61-nieuw	MV-I paal	1,76	0,53
61	Midden	S+0 (61)	61-nieuw	MV-U paal	1,15	0,45
62	Hoek	S+0 (62)	62-nieuw	MV-I paal	1,01	0,66
62	Midden	S+0 (62)	62-nieuw	MV-U paal	0,72	0,65

Uit de assetdata blijkt dat de MV-U paal van hoekpunt 5 van mast 61 is uitgevoerd met een lengte van 6,5m in plaats van 8,0m. Zeer plausibel voor het korter uitvoeren van de fundatiepaal is dat men tijdens de realisatie op een vast gepakte zandlaag is gestuit. Uit de gegevens van de minste sondering (sondering 61-1) blijkt dat er inderdaad ook een vast gepakte zandlaag aanwezig is, maar wel pas op een diepte onder het paalpuntniveau. Uit de gegevens van de andere twee sonderingen (61-2 en 61-3) blijkt deze zandlaag ook aanwezig te zijn, maar op een minder grote diepte (ca. 3m hoger) en daarmee boven het paalpuntniveau. Kijkend naar de oriëntatie van de mast ten opzichte van de sonderingen (aangenomen dat de lijnrichting van onder naar boven is op de archieftekening) staat hoekpunt 5 aan de zijde van sondering 61-2 (zie Figuur 11). Het draagvermogen van de kortere paal bij sondering 61-2 is 509 kN en is hoger dan het draagvermogen van de lange paal bij sondering 61-1 (460kN). Dit betekent dat de lange paal bij de minste sondering maatgevend is.



Figuur 11 Positie sondering 61-2 ten opzichte van hoekpunt 5

### 6.2 Horizontaal draagvermogen

Uit verkennende berekeningen blijkt dat de stabiliteit van deze fundaties kritisch is, dit heeft twee hoofdoorzaken:

- De horizontale belasting op de fundatie (haaks op de fundatie) is een stuk hoger dan waar deze in het verleden op zijn ontworpen;

- De palen zijn relatief kort.

Om deze reden worden alle hoekfundaties versterkt. Zie ook Appendix E.

Uit aanvullende berekeningen is gebleken dat de middenfundatie van mast 61 voldoet, indien de draagkracht van de stabilisatiepaal ook wordt meegenomen. Uit berekening blijkt ook dat het horizontale draagvermogen van de middenfundaties wel voldoende is, zie Tabel 19 en Appendix E.

**Tabel 19 Resultaten middenfundaties**

	Berekend	Toelaatbaar	Unity-check	
Spanningscheck MV-U	94,1	235 N/mm <sup>2</sup>	0,40	OK
Spanningscheck LD2	55,1	235 N/mm <sup>2</sup>	0,23	OK
Max. trekkracht MV-U	460	460 kN	1,00	OK
Verplaatsing paalpunt e <sub>z</sub>	0,1	5,0 mm	0,02	OK
Max. trekkracht LD2	61	158 kN	0,39	OK
Verplaatsing Extreem	6,0	20,2 mm	0,30	OK
Verplaatsing Torsie	26,5	29,9 mm	0,89	OK

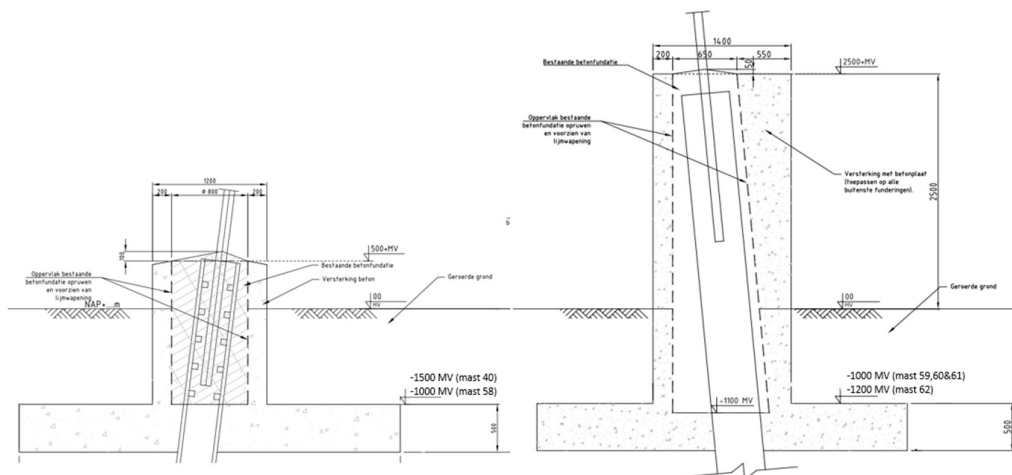
## 6.3 Versterkingsvoorstel

In dit subhoofdstuk wordt een versterkingsvoorstel gegeven, waarmee bereikt kan worden dat de funderingen voldoen aan de eisen.

### 6.3.1 Verzwaarde fundatie

In navolging van het BO-ontwerp is het voorstel de fundaties te verzwaren met een plaatfundering. Het principe bestaat uit het omstorten van de bestaande poer en het toevoegen van een betonplaat van 0,5m dikte op 1,0m onder MV (mast 40 op 1,5 m onder MV i.v.m. agrarische bestemming en mast 62 1,2 m onder MV i.v.m. diepere ligging bestaande poer). De grootte van de plaat is afhankelijk van de locatie en de mate van overschrijding op trek. Bij het uitwerken van dit voorstel zal er uitgegaan worden van de belastingen op basis van het afkeurniveau van NEN 8700. Het principe van de verzwaring is weergegeven in Figuur 12.

De aanhechting van de nieuwe poer aan de bestaande poer kan bestaan uit een nieuw in te lijmen wapening.



**Figuur 12 Voorstel verzwaarde fundatie (links mast 40/58 en rechts mast 59/60/61/62)**

### 6.3.2 Aanpak berekening

Bij het berekenen van het benodigde gewicht van de nieuwe poer worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Inhoud van de nieuwe poer wordt verminderd met inhoud van de gedeelte paal dat in de poer wordt gestort;
- Conservatief wordt aangehouden dat de nieuwe poer volledig onder water kan staan;

- Streven is om ca. 5% restcapaciteit over te houden van het trekdraagvermogen na aanbrengen van de poer;
- Vanwege de grote diepte van de plaat wordt de invloed van de ontgraving op het draagvermogen van de paal meegenomen.

## 6.4 Toetsing versterkte fundatie

In deze paragraaf is het resultaat van de toetsing in Appendix E van de bestaande palen met nieuw aangebrachte poeren opgenomen. De bestaande palen zijn zowel op trek als op druk gecontroleerd, waarbij de belasting is gehanteerd op basis van het afkeurniveau.

Uit berekening blijkt dat alle paalfunderingen na versterking voldoen, zie Tabel 20 tot en met Tabel 24.

**Tabel 20 Resultaten mast 40 – verzwaarde fundatie**

Onderdeel	Berekend	Toeslag	Optredend	Toelaatbaar		Unity-check	
Spanningscheck buispaal	134	1,20	161	235	N/mm <sup>2</sup>	0,68	OK
Max. trekkracht	301	1,05	316	335	kN	0,94	OK
Max. drukkracht	242	1,55	375	1416	kN	0,26	OK
Verplaatsing Max. trek/druk	7,7	1,00	7,7	13,5	mm	0,57	OK
Verplaatsing Max. torsie	7,7	1,00	7,7	20	mm	0,39	OK

**Tabel 21 Resultaten mast 58 – verzwaarde fundatie**

Onderdeel	Berekend	Toeslag	Optredend	Toelaatbaar		Unity-check	
Spanningscheck buispaal	159	1,20	191	235	N/mm <sup>2</sup>	0,81	OK
Max. trekkracht	416	1,05	437	454	kN	0,96	OK
Max. drukkracht	227	1,55	352	1889	kN	0,19	OK
Verplaatsing Max. trek/druk	7,4	1,00	7,4	13,5	mm	0,55	OK
Verplaatsing Max. torsie	7,4	1,00	7,4	20	mm	0,37	OK

**Tabel 22 Resultaten mast 59/62 – verzwaarde fundatie**

Onderdeel	Berekend	Toeslag	Optredend	Toelaatbaar		Unity-check	
Spanningscheck buispaal	53	1,2	64	235	N/mm <sup>2</sup>	0,27	OK
Max. trekkracht	287	1,05	301	336	kN	0,90	OK
Max. drukkracht	274	1,55	425	1079	kN	0,39	OK
Verplaatsing Max. trek/druk	8,2	1	8,2	13,5	mm	0,61	OK
Verplaatsing Max. torsie	8,2	1	8,2	20	mm	0,41	OK

**Tabel 23 Resultaten mast 60 – verzwaarde fundatie**

Onderdeel	Berekend	Toeslag	Optredend	Toelaatbaar		Unity-check	
Spanningscheck buispaal	62	1,2	74	235	N/mm <sup>2</sup>	0,32	OK
Max. trekkracht	259	1,05	272	284	kN	0,96	OK
Max. drukkracht	203	1,55	315	1819	kN	0,17	OK
Verplaatsing Max. trek/druk	6,1	1	6,1	13,5	mm	0,45	OK
Verplaatsing Max. torsie	6,1	1	6,1	20	mm	0,31	OK

**Tabel 24 Resultaten mast 61 – verzwaarde fundatie**

Onderdeel	Berekend	Toeslag	Optredend	Toelaatbaar		Unity-check	
Spanningscheck buispaal	63	1,2	76	235	N/mm <sup>2</sup>	0,32	OK
Max. trekkracht	204	1,05	214	230	kN	0,93	OK
Max. drukkracht	194	1,55	301	1298	kN	0,23	OK
Verplaatsing Max. trek/druk	4,9	1	4,9	13,5	mm	0,36	OK
Verplaatsing Max. torsie	4,9	1	4,9	20	mm	0,25	OK

### 6.4.1 Wapening

Voor principe ontwerp van de wapening, zie Appendix F. Het detailleren van de wapening valt buiten de scope van dit rapport. De benodigde wapening kan in de UO-fase door opdrachtnemer worden geoptimaliseerd.

## 7 CONCLUSIE

Als onderdeel van het project Zuid-West 380 kV-Oost zijn voor de 3ct-reconstructiemasten GT-EHV nieuwe funderingen ontworpen en zijn bestaande funderingen getoetst aan het afkeurniveau voor bestaande bouw volgens NEN 8700. Daarbij zijn de palen gecontroleerd ten aanzien van de aanwezige capaciteit op trek-, druk- en horizontale belasting. Voor bestaande fundaties die niet voldoen is een versterking uitgewerkt.

De berekeningen voor de nieuwe funderingen zijn uitgevoerd aan de hand van sonderingen die beschikbaar zijn gesteld middels het geotechnisch lengteprofiel. De berekeningen van de bestaande funderingen zijn deels uitgevoerd op basis van sonderingen die beschikbaar zijn vanuit de bouwperiode van de verbinding en deels op nieuw uitgevoerde sonderingen. Voor toetsing van mast 40 is een bestaande sondering gebruikt. Op basis van NEN8707 zijn de sonderingen van uit de bouwperiode bruikbaar voor toetsing van de bestaande funderingen.

### 7.1 Toetsing nieuwe funderingen

Voor de nieuwe funderingen zijn de volgende fundatietypes berekend:

- Hoekmasten – Hoekfundaties      Enkelspaalsfundering – schroefinjectiepalen Ø610/850
- Hoekmasten – middenfundaties      Tweepaalsfundering – schroefinjectiepalen Ø508/670 (2x per poer)
- Steunmasten – Hoekfundaties      Enkelspaalsfundering – schroefinjectiepalen Ø610/850
- Steunmasten –middenfundaties      Enkelspaalsfundering – schroefinjectiepalen Ø762/950

### 7.2 Toetsing bestaande fundering afkeurniveau

De palen van de hoekfundaties van alle bestaande masten hebben onvoldoende capaciteit op trek, maar wel voldoende capaciteit op druk. Ook de palen van de middenfundaties van mast 61 hebben onvoldoende capaciteit op trek, maar ook wel voldoende capaciteit op druk. Van alle andere masten hebben de middenfundaties wel voldoende capaciteit op trek en druk.

Uit berekeningen is ook gebleken dat alle hoekfundatie onvoldoende draagvermogen hebben de opname voor de afdracht van de horizontale belasting. De middenfundaties hebben wel voldoende draagvermogen.

### 7.3 Versterkingen

De middenfundatie van mast 61 is nader berekend met een raamwerkmodel, waarin de palen zijn gemodelleerd. In dit model worden belastingen herverdeeld op basis van de paalcapaciteit en is voor de poer de invloed van de in eerste instantie verwaarloosde stabilisatiepaal ook meegenomen. Uit deze berekening blijkt dat de fundatie wel voldoet en er geen versterking nodig is.

Voor de hoekfundaties die is een versterkingsvoorstel uitgewerkt. In al deze gevallen betreft de versterking een verzwaring in de vorm van een omstorting van de bestaande poer in combinatie met een betonplaat onder maaiveld. De bestaande palen zullen worden opgenomen in deze poeren. Voor aanhechting dient er wapening te worden ingelijmd.

**Tabel 1 Overzicht versterkingen hoekfundaties**

Mast	Omstorting	Plaatfundering	Bovenkant plaat
40	1,2 m x 1,2 m x 1,5 m	4,25 m x 4,25 m x 0,5 m	MV – 1,5 m
58	1,2 m x 1,2 m x 1,5 m	4,5 m x 4,5 m x 0,5 m	MV – 1,0 m
59	1,4 m x 1,4 m x 3,5 m	4,0 m x 4,0 m x 0,5 m	MV – 1,0 m
60	1,4 m x 1,4 m x 3,5 m	4,25 m x 4,25 m x 0,5 m	MV – 1,0 m
61	1,4 m x 1,4 m x 3,5 m	4,75 m x 4,75 m x 0,5 m	MV – 1,0 m
62	1,4 m x 1,4 m x 3,7 m	4,0 m x 4,0 m x 0,5 m	MV – 1,2 m

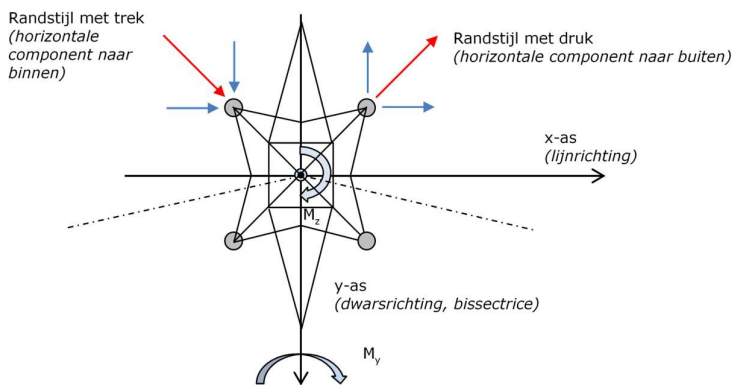
Verder dienen er aardingsvoorzieningen te worden aangebracht in de nieuwe poeren (buiten scope van dit rapport).

## APPENDIX A

### Fundatiebelastingen

De reacties van de mastconstructie op de fundering worden in deze appendix gepresenteerd. Het gaat om de maatgevende waarden per masttype van de druk-, trek- en horizontale reacties. Vanwege de oriëntatie van de funderingspaal, zijn de waarden beschreven in de X-, Y-, en Z-coördinaat van het globale assenstelsel en in het lokale assenstelsel van de randstijl ("leg direction"). De gegeven waarden zijn een samenvatting over alle berekende belastingcombinaties en zijn gebaseerd op de grootste waarden van elk van de vier fundatiepunten van de mast. De reacties zijn ontleend aan de berekening van PLS-TOWER.

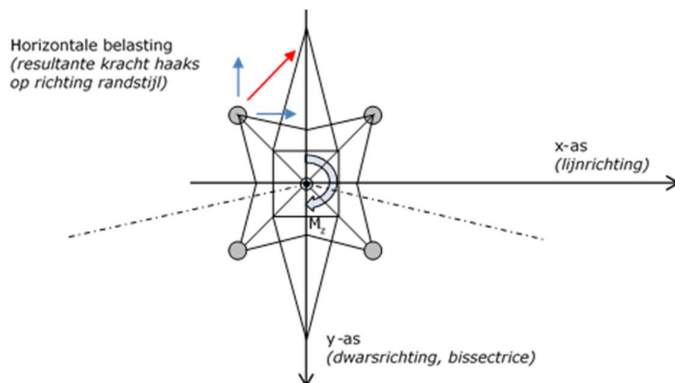
De twee belangrijkste waarden van de funderingsreacties worden gevormd door de trek- en de drukkracht vanuit de randstijl. In geval van een drukkracht zal gezien in het *globale* assenstelsel bij een hellende randstijl een naar buiten gerichte horizontale kracht werken, zie Figuur 13. In geval van een trekkracht in de randstijl is de horizontale component naar binnen gericht.



**Figuur 13 Belasting bij maximale trek- of drukbelasting vanuit de mast**

In het geval van torsiebelasting op de mast, bij steunmasten is dat onder de combinatie 5a (geleiderbreuk), bij hoekmasten door de afwezigheid van geleiders aan één zijde van de mast (special limit state), werkt er een significante horizontale kracht op de fundering *haaks* op de richting van de randstijl. Voor de berekening van de horizontale krachtsafdracht van de fundering moet met de belasting door torsie rekening worden gehouden.

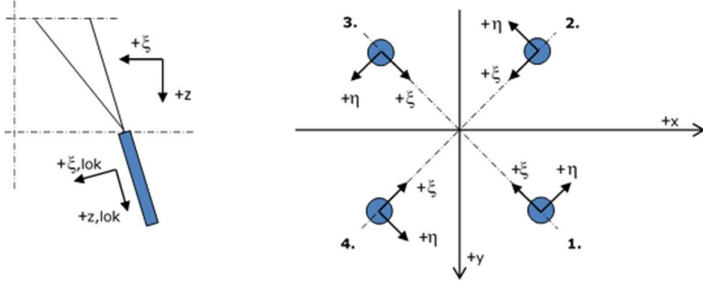
In tegenstelling tot de horizontaalkracht bij maximale verticale druk- of trekkracht, is de horizontale belasting door torsie niet gerelateerd aan de trek- of drukkracht in de randstijl. Op de bladzijde "max. trekbelasting en torsie" zijn de combinaties opgezocht waarbij zowel een grote trekkracht optreedt als een horizontale kracht door torsie.



**Figuur 14 Belasting bij torsiebelasting vanuit de mast**



Belastingen op de fundatie in het lokale coördinatenstelsel zijn uitgedrukt in de radiale en tangentiële richting eta en xi, zie Figuur 15.



**Figuur 15** Lokaal assenstelsel

## APPENDIX B

### Fundatiegegevens

Paalgegevens – nieuwe masten											
Mastnr.	Masttype	Aantal palen	Paaltype	Paallengte [m]	Paal boven maaiveld [m]	Paalpuntniveau t.o.v. MV [m]	Maaiveld t.o.v. NAP [m]	Bovenkant fundatie t.o.v. NAP [m]	Paal tov. bk. fundatie [m]	Paalpuntniveau t.o.v. NAP [m]	
41N	HC+0 (3ct)	1	SI Ø610/850	19,28	0,50	-18,78	3,78	4,28	0,00	-15,00	
41N	HC+0 (3ct)	2	SI Ø508/670	12,78	0,00	-12,78	3,78	4,28	0,50	-9,00	
42N	HA+0 (3ct)	1	SI Ø610/850	16,28	0,50	-15,78	3,78	4,28	0,00	-12,00	
42N	HA+0 (3ct)	2	SI Ø508/670	14,28	0,00	-14,28	3,78	4,28	0,50	-10,50	
43N	S+0 (3ct)	1	SI Ø610/850	13,78	0,50	-13,28	3,78	4,28	0,00	-9,50	
43N	S+0 (3ct)	1	SI Ø762/950	13,78	0,50	-13,28	3,78	4,28	0,00	-9,50	
44N	S+0 (3ct)	1	SI Ø610/850	13,52	0,50	-13,02	5,02	5,52	0,00	-8,00	
44N	S+0 (3ct)	1	SI Ø762/950	14,02	0,50	-13,52	5,02	5,52	0,00	-8,50	
45N	S+0 (3ct)	1	SI Ø610/850	13,52	0,50	-13,02	5,02	5,52	0,00	-8,00	
45N	S+0 (3ct)	1	SI Ø762/950	14,02	0,50	-13,52	5,02	5,52	0,00	-8,50	
46N	HB+0 (3ct)	1	SI Ø610/850	18,40	0,50	-17,90	6,40	6,90	0,00	-11,50	
46N	HB+0 (3ct)	2	SI Ø508/670	13,40	0,00	-13,40	6,40	6,90	0,50	-7,00	
47N	S+3 (3ct)	1	SI Ø610/850	14,50	0,50	-14,00	6,40	6,90	0,00	-7,60	
47N	S+3 (3ct)	1	SI Ø762/950	15,40	0,50	-14,90	6,40	6,90	0,00	-8,50	
48N	HA+0 (3ct)	1	SI Ø610/850	16,60	0,50	-16,10	6,40	6,90	0,00	-9,70	
48N	HA+0 (3ct)	2	SI Ø508/670	14,90	0,00	-14,90	6,40	6,90	0,50	-8,50	
49N	S+0 (3ct)	1	SI Ø610/850	13,40	0,50	-12,90	6,40	6,90	0,00	-6,50	
49N	S+0 (3ct)	1	SI Ø762/950	13,90	0,50	-13,40	6,40	6,90	0,00	-7,00	
50N	HA+0 (3ct)	1	SI Ø610/850	16,60	0,50	-16,10	6,40	6,90	0,00	-9,70	
50N	HA+0 (3ct)	2	SI Ø508/670	14,90	0,00	-14,90	6,40	6,90	0,50	-8,50	
51N	S+10 (3ct)	1	SI Ø610/850	15,95	0,50	-15,45	6,40	6,90	0,00	-9,05	
51N	S+10 (3ct)	1	SI Ø762/950	15,40	0,50	-14,90	6,40	6,90	0,00	-8,50	
51AN	S+10 (3ct)	1	SI Ø610/850	15,90	0,50	-15,40	9,90	10,40	0,00	-5,50	
51AN	S+10 (3ct)	1	SI Ø762/950	14,90	0,50	-14,40	9,90	10,40	0,00	-4,50	
52N	S+3 (3ct)	1	SI Ø610/850	13,45	0,50	-12,95	9,90	10,40	0,00	-3,05	
52N	S+3 (3ct)	1	SI Ø762/950	14,90	0,50	-14,40	9,90	10,40	0,00	-4,50	
53N	HA+0 (3ct)	1	SI Ø610/850	16,90	0,50	-16,40	9,90	10,40	0,00	-6,50	
53N	HA+0 (3ct)	2	SI Ø508/670	13,90	0,00	-13,90	9,90	10,40	0,50	-4,00	
54N	S+0 (3ct)	1	SI Ø610/850	11,90	0,50	-11,40	9,90	10,40	0,00	-1,50	
54N	S+0 (3ct)	1	SI Ø762/950	12,90	0,50	-12,40	9,90	10,40	0,00	-2,50	
55N	S+0 (3ct)	1	SI Ø610/850	11,90	0,50	-11,40	9,90	10,40	0,00	-1,50	
55N	S+0 (3ct)	1	SI Ø762/950	12,90	0,50	-12,40	9,90	10,40	0,00	-2,50	
56N	S+0 (3ct)	1	SI Ø610/850	11,90	0,50	-11,40	9,90	10,40	0,00	-1,50	
56N	S+0 (3ct)	1	SI Ø762/950	12,90	0,50	-12,40	9,90	10,40	0,00	-2,50	
57N	S+3 (3ct)	1	SI Ø610/850	11,31	0,50	-10,81	10,81	11,31	0,00	0,00	
57N	S+3 (3ct)	1	SI Ø762/950	11,81	0,50	-11,31	10,81	11,31	0,00	-0,50	
58N	HB+0 (3ct)	1	SI Ø610/850	14,91	0,50	-14,41	10,81	11,31	0,00	-3,60	
58N	HB+0 (3ct)	2	SI Ø508/670	10,31	0,00	-10,31	10,81	11,31	0,50	0,50	
59N	EA+0 (59N)	1	SI Ø610/850	11,81	0,50	-11,31	10,81	11,31	0,00	-0,50	
59N	EA+0 (59N)	2	SI Ø508/670	11,81	0,00	-11,81	10,81	11,31	0,50	-1,00	

Poergegevens – nieuwe masten

Mastrnr.	Masttype	Poertype	L [m]	b [m]	h [m]	Bovenkant poer tov. NAP [m]	Bovenkant poer tov MV [m] <sup>(1)</sup>	Onderkant poer tov. MV [m]	Volume. onder GWS [m]	Volume poer [m <sup>3</sup> ]	EG <sub>poer</sub> [kN]
41N	HC+0 (3ct)	2-paalspoer	3,00	1,50	2,00	4,28	0,50	-1,50	5,91	7,88	197
42N	HA+0 (3ct)	2-paalspoer	3,00	1,50	2,00	4,28	0,50	-1,50	5,91	7,88	197
46N	HB+0 (3ct)	2-paalspoer	3,00	1,50	2,00	6,90	0,50	-1,50	5,91	7,88	197
48N	HA+0 (3ct)	2-paalspoer	3,00	1,50	2,00	6,90	0,50	-1,50	5,91	7,88	197
50N	HA+0 (3ct)	2-paalspoer	3,00	1,50	2,00	6,90	0,50	-1,50	5,91	7,88	197
53N	HA+0 (3ct)	2-paalspoer	3,00	1,50	2,00	10,40	0,50	-1,50	5,91	7,88	197
58N	HB+0 (3ct)	2-paalspoer	3,00	1,50	2,00	11,31	0,50	-1,50	5,91	7,88	197
59N	EA+0 (59N)	2-paalspoer	3,00	1,50	2,00	11,31	0,50	-1,50	5,91	7,88	197

**Paalgegevens – bestaande masten**

Mastnr.	Masttype	Aantal palen	Paaltype	Paallengte [m]	Paal boven maaiveld [m]	Paalpuntniveau t.o.v. MV [m]	Maaiveld t.o.v. NAP [m]	Bovenkant fundatie t.o.v. NAP [m]	Paal tov. bk. fundatie [m]	Paalpuntniveau t.o.v. NAP [m]
40	S+0 (40)	1	MV-I paal	10,00	0,50	-9,50	2,60	3,10	0,00	-6,90
40	S+0 (40)	1	MV-U paal	14,00	0,00	-14,00	2,60	3,10	0,50	-11,40
58	S+0 (58)	1	MV-I paal	7,50	0,50	-7,00	10,20	10,70	0,00	3,20
58	S+0 (58)	1	MV-U paal	8,50	0,00	-8,50	10,20	10,70	0,50	1,70
59	S+0 (59)	1	MV-I paal	9,00	2,40	-6,60	11,25	13,75	0,10	4,65
59	S+0 (59)	1	MV-U paal	8,00	0,00	-8,00	11,25	13,75	2,50	3,25
60	S+0 (60)	1	MV-I paal	9,00	2,40	-6,60	11,60	14,10	0,10	5,00
60	S+0 (60)	1	MV-U paal	8,00	0,00	-8,00	11,60	14,10	2,50	3,60
61	S+0 (61)	1	MV-I paal	9,00	2,40	-6,60	11,50	14,00	0,10	4,90
61	S+0 (61)	1	MV-U paal	8,00	0,00	-8,00	11,50	14,00	2,50	3,50
62	S+0 (62)	1	MV-I paal	9,50	2,40	-7,10	11,85	14,35	0,10	4,75
62	S+0 (62)	1	MV-U paal	9,50	0,00	-9,50	11,85	14,35	2,50	2,35
40	S+0 (40)	1	MV-I paal	10,00	0,50	-9,50	2,60	3,10	0,00	-6,90
58	S+0 (58)	1	MV-I paal	7,50	0,50	-7,00	10,20	10,70	0,00	3,20
59	S+0 (59)	1	MV-I paal	9,00	2,40	-6,60	11,25	13,75	0,10	4,65
60	S+0 (60)	1	MV-I paal	9,00	2,40	-6,60	11,60	14,10	0,10	5,00
61	S+0 (61)	1	MV-I paal	9,00	2,40	-6,60	11,50	14,00	0,10	4,90
62	S+0 (62)	1	MV-I paal	9,50	2,40	-7,10	11,85	14,35	0,10	4,75

**Poergegevens – bestaande masten**

Mastnr.	Masttype	Poertype	L [m]	b [m]	h [m]	Bovenkant poer tov. NAP [m]	Bovenkant poer tov. MV [m] <sup>(1)</sup>	Onderkant poer tov. MV [m]	Volume. onder GWS [m]	Volume poer [m <sup>3</sup> ]	EG <sub>poer</sub> [kN]
40	S+0 (40)	40&58 - hoek	0,80	0,00	1,50	3,10	0,50	-1,00	0,35	0,53	13
40	S+0 (40)	40&58 - midden	1,70	0,00	1,75	3,10	0,50	-1,25	2,44	2,83	71
58	S+0 (58)	40&58 - hoek	0,80	0,00	1,50	10,70	0,50	-1,00	0,35	0,53	13
58	S+0 (58)	40&58 - midden	1,70	0,00	1,75	10,70	0,50	-1,25	2,44	2,83	71
59	S+0 (59)	59-62 - hoek	0,83	0,83	3,50	13,75	2,50	-1,00	1,59	1,86	46
59	S+0 (59)	59-62 - midden	1,50	0,88	5,65	13,75	2,50	-3,15	6,01	6,66	167
60	S+0 (60)	59-62 - hoek	0,83	0,83	3,50	14,10	2,50	-1,00	1,59	1,86	46
60	S+0 (60)	59-62 - midden	1,50	0,88	5,65	14,10	2,50	-3,15	6,01	6,66	167
61	S+0 (61)	59-62 - hoek	0,83	0,83	3,50	14,00	2,50	-1,00	1,59	1,86	46
61	S+0 (61)	59-62 - midden	1,50	0,88	5,65	14,00	2,50	-3,15	6,01	6,66	167
62	S+0 (62)	59-62 - hoek	0,83	0,83	3,50	14,35	2,50	-1,00	1,59	1,86	46
62	S+0 (62)	59-62 - midden	1,50	0,88	5,65	14,35	2,50	-3,15	6,01	6,66	167

**Poergegevens – verzwaarde masten**

Mastnr.	Masttype	Poertype	L [m]	b [m]	h [m]	Bovenkant poer tov. NAP [m]	Bovenkant poer tov. MV [m] <sup>(1)</sup>	Onderkant poer tov. MV [m]	Volume. onder GWS [m]	Volume poer [m <sup>3</sup> ]	EG <sub>poer</sub> [kN]
40	S+0 (40)	40 - hoek - versterkt	4,25	4,25	4,50	3,10	0,50	-4,00	35,25	35,43	711
58	S+0 (58)	58 - hoek - versterkt	4,50	4,50	4,00	10,70	0,50	-3,50	30,22	30,40	628
59	S+0 (59)	59+62 - hoek - versterkt	4,00	4,00	8,50	13,75	2,50	-6,00	27,47	28,38	611
60	S+0 (60)	60 - hoek - versterkt	4,25	4,25	8,50	14,10	2,50	-6,00	30,56	31,47	674
61	S+0 (61)	61 - hoek - versterkt	4,75	4,75	8,50	14,00	2,50	-6,00	37,31	38,22	811
62	S+0 (62)	59+62 - hoek - versterkt	4,00	4,00	8,50	14,35	2,50	-6,00	27,47	28,38	611

## APPENDIX C

### Resultaten

#### Toetsing funderingen op trekbelasting – nieuwe masten

Mast	Masttype	Sondering	Poertype	Paaltype	PP niveau [m- NAP]	F <sub>Ed,mast</sub> [kN]	Aantal palen per randstijl	Effectiviteit palen	F <sub>poer,d</sub> [kN]	F <sub>Ed,paal</sub> [kN]	F <sub>R,d,trek</sub> [kN]	U.C.
41N	HC+0 (3ct)	02P001595_312.S03.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-15,0	-1288	1	100%	0	1288	1457	0.88
41N	HC+0 (3ct)	02P001595_312.S03.GEF	2-paalspoer	SI Ø508/670	-9,0	-1208	2	95%	118	573	654	0.88
42N	HA+0 (3ct)	02P001595_312.S03.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-12,0	-1009	1	100%	0	1009	1164	0.87
42N	HA+0 (3ct)	02P001595_312.S03.GEF	2-paalspoer	SI Ø508/670	-10,5	-1446	2	95%	118	699	792	0.88
43N	S+0 (3ct)	02P001595_312.S03.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-9,5	-749	1	100%	0	749	880	0.85
43N	S+0 (3ct)	02P001595_312.S03.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	-9,5	-946	1	100%	0	946	1051	0.90
44N	S+0 (3ct)	2019-1008_37.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-8,0	-749	1	100%	0	749	846	0.89
44N	S+0 (3ct)	2019-1008_37.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	-8,5	-946	1	100%	0	946	1075	0.88
45N	S+0 (3ct)	2019-1008_37.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-8,0	-749	1	100%	0	749	846	0.89
45N	S+0 (3ct)	2019-1008_37.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	-8,5	-946	1	100%	0	946	1075	0.88
46N	HB+0 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-11,5	-1144	1	100%	0	1144	1302	0.88
46N	HB+0 (3ct)	2019-1008_38.GEF	2-paalspoer	SI Ø508/670	-7,0	-1314	2	95%	118	630	710	0.89
47N	S+3 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-7,6	-834	1	100%	0	834	934	0.89
47N	S+3 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	-8,5	-1063	1	100%	0	1063	1210	0.88
48N	HA+0 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-9,7	-1009	1	100%	0	1009	1122	0.90
48N	HA+0 (3ct)	2019-1008_38.GEF	2-paalspoer	SI Ø508/670	-8,5	-1446	2	95%	118	699	807	0.87
49N	S+0 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-6,5	-749	1	100%	0	749	855	0.88
49N	S+0 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	-7,0	-946	1	100%	0	946	1064	0.89
50N	HA+0 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-9,7	-1009	1	100%	0	1009	1122	0.90
50N	HA+0 (3ct)	2019-1008_38.GEF	2-paalspoer	SI Ø508/670	-8,5	-1446	2	95%	118	699	807	0.87
51N	S+10 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-9,1	-931	1	100%	0	931	1052	0.88
51N	S+10 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	-8,5	-1076	1	100%	0	1076	1210	0.89
51AN	S+10 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-5,5	-931	1	100%	0	931	1075	0.87
51AN	S+10 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	-4,5	-1076	1	100%	0	1076	1209	0.89
52N	S+3 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-3,1	-834	1	100%	0	834	928	0.90
52N	S+3 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	-4,5	-1063	1	100%	0	1063	1209	0.88
53N	HA+0 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-6,5	-1009	1	100%	0	1009	1132	0.89
53N	HA+0 (3ct)	2019-1008_43.GEF	2-paalspoer	SI Ø508/670	-4,0	-1446	2	95%	118	699	780	0.90
54N	S+0 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-1,5	-749	1	100%	0	749	845	0.89
54N	S+0 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	-2,5	-946	1	100%	0	946	1069	0.89
55N	S+0 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-1,5	-749	1	100%	0	749	845	0.89
55N	S+0 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	-2,5	-946	1	100%	0	946	1069	0.89
56N	S+0 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-1,5	-749	1	100%	0	749	845	0.89
56N	S+0 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	-2,5	-946	1	100%	0	946	1069	0.89
57N	S+3 (3ct)	02P001595_328.S04.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	0,0	-834	1	100%	0	834	943	0.88
57N	S+3 (3ct)	02P001595_328.S04.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	-0,5	-1063	1	100%	0	1063	1189	0.89
58N	HB+0 (3ct)	02P001595_328.S04.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-3,6	-1144	1	100%	0	1144	1278	0.89
58N	HB+0 (3ct)	02P001595_328.S04.GEF	2-paalspoer	SI Ø508/670	0,5	-1314	2	95%	118	630	707	0.89
59N	EA+0 (59N)	02P001595_328.S04.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-0,5	-879	1	100%	0	879	998	0.88
59N	EA+0 (59N)	02P001595_328.S04.GEF	2-paalspoer	SI Ø508/670	-1,0	-1501	2	95%	118	728	809	0.90

**Toetsing funderingen op drukbelasting – nieuwe masten**

Mast	Masttype	Sondering	Poertype	Paaltype	PP niveau [m- NAP]	$F_{Ed,mast}$ [kN]	Aantal palen per randstijl	Effectiviteit palen	$F_{poer,d}$ [kN]	$F_{Ed,paal}$ [kN]	$F_{R,d,druk}$ [kN]	U.C.
41N	HC+0 (3ct)	02P001595_312.S03.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-15,0	1497	1	100%	0	1497	3888	0,39
41N	HC+0 (3ct)	02P001595_312.S03.GEF	2-paalspoer	SI Ø508/670	-9,0	1791	2	95%	236	1067	2061	0,52
42N	HA+0 (3ct)	02P001595_312.S03.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-12,0	1284	1	100%	0	1284	3496	0,37
42N	HA+0 (3ct)	02P001595_312.S03.GEF	2-paalspoer	SI Ø508/670	-10,5	2010	2	95%	236	1182	2486	0,48
43N	S+0 (3ct)	02P001595_312.S03.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-9,5	941	1	100%	0	941	2874	0,33
43N	S+0 (3ct)	02P001595_312.S03.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	-9,5	1379	1	100%	0	1379	3646	0,38
44N	S+0 (3ct)	2019-1008_37.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-8,0	941	1	100%	0	941	2700	0,35
44N	S+0 (3ct)	2019-1008_37.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	-8,5	1379	1	100%	0	1379	3523	0,39
45N	S+0 (3ct)	2019-1008_37.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-8,0	941	1	100%	0	941	2700	0,35
45N	S+0 (3ct)	2019-1008_37.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	-8,5	1379	1	100%	0	1379	3523	0,39
46N	HB+0 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-11,5	1382	1	100%	0	1382	3858	0,36
46N	HB+0 (3ct)	2019-1008_38.GEF	2-paalspoer	SI Ø508/670	-7,0	1895	2	95%	236	1122	1967	0,57
47N	S+3 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-7,6	1027	1	100%	0	1027	2742	0,37
47N	S+3 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	-8,5	1501	1	100%	0	1501	3686	0,41
48N	HA+0 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-9,7	1284	1	100%	0	1284	3441	0,37
48N	HA+0 (3ct)	2019-1008_38.GEF	2-paalspoer	SI Ø508/670	-8,5	2010	2	95%	236	1182	2140	0,55
49N	S+0 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-6,5	941	1	100%	0	941	2559	0,37
49N	S+0 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	-7,0	1379	1	100%	0	1379	3347	0,41
50N	HA+0 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-9,7	1284	1	100%	0	1284	3441	0,37
50N	HA+0 (3ct)	2019-1008_38.GEF	2-paalspoer	SI Ø508/670	-8,5	2010	2	95%	236	1182	2140	0,55
51N	S+10 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-9,1	1145	1	100%	0	1145	3325	0,34
51N	S+10 (3ct)	2019-1008_38.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	-8,5	1566	1	100%	0	1566	3686	0,42
51AN	S+10 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-5,5	1145	1	100%	0	1145	2559	0,45
51AN	S+10 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	-4,5	1566	1	100%	0	1566	3033	0,52
52N	S+3 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-3,1	1027	1	100%	0	1027	2321	0,44
52N	S+3 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	-4,5	1501	1	100%	0	1501	3033	0,49
53N	HA+0 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-6,5	1284	1	100%	0	1284	3057	0,42
53N	HA+0 (3ct)	2019-1008_43.GEF	2-paalspoer	SI Ø508/670	-4,0	2010	2	95%	236	1182	1833	0,65
54N	S+0 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-1,5	941	1	100%	0	941	2097	0,45
54N	S+0 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	-2,5	1379	1	100%	0	1379	2791	0,49
55N	S+0 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-1,5	941	1	100%	0	941	2097	0,45
55N	S+0 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	-2,5	1379	1	100%	0	1379	2791	0,49
56N	S+0 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-1,5	941	1	100%	0	941	2097	0,45
56N	S+0 (3ct)	2019-1008_43.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	-2,5	1379	1	100%	0	1379	2791	0,49
57N	S+3 (3ct)	02P001595_328.S04.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	0,0	1027	1	100%	0	1027	2210	0,46
57N	S+3 (3ct)	02P001595_328.S04.GEF	1-paals 762	SI Ø762/950	-0,5	1501	1	100%	0	1501	2552	0,59
58N	HB+0 (3ct)	02P001595_328.S04.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-3,6	1382	1	100%	0	1382	3366	0,41
58N	HB+0 (3ct)	02P001595_328.S04.GEF	2-paalspoer	SI Ø508/670	0,5	1895	2	95%	236	1122	1730	0,65
59N	EA+0 (59N)	02P001595_328.S04.GEF	1-paals 610	SI Ø610/850	-0,5	1145	1	100%	0	1145	2086	0,55
59N	EA+0 (59N)	02P001595_328.S04.GEF	2-paalspoer	SI Ø508/670	-1,0	2017	2	95%	236	1186	1640	0,72

**Toetsing funderingen op trekbelasting – bestaande masten**

Mast	Masttype	Sondering	Poertype	Paaltype	PP niveau [m- NAP]	F <sub>Ed,mast</sub> [kN]	Aantal palen per randstijl	Effectiviteit palen	F <sub>Poer,d</sub> [kN]	F <sub>Ed,paal</sub> [kN]	F <sub>R,d,trek</sub> [kN]	U.C.
40	S+0 (40)	40-oud	40&58 - hoek	MV-I paal	-6,9	-526	1	100%	8	518	417	1,24
40	S+0 (40)	40-oud	40&58 - midden	MV-U paal	-11,4	-638	1	100%	39	599	804	0,74
58	S+0 (58)	58-nieuw	40&58 - hoek	MV-I paal	3,2	-618	1	100%	8	609	599	1,02
58	S+0 (58)	58-nieuw	40&58 - midden	MV-U paal	1,7	-722	1	100%	39	683	858	0,80
59	S+0 (59)	59-nieuw	59-62 - hoek	MV-I paal	4,7	-489	1	100%	26	463	463	1,00
59	S+0 (59)	59-nieuw	59-62 - midden	MV-U paal	3,3	-700	1	100%	90	610	685	0,89
60	S+0 (60)	60-nieuw	59-62 - hoek	MV-I paal	5,0	-495	1	100%	26	469	339	1,38
60	S+0 (60)	60-nieuw	59-62 - midden	MV-U paal	3,6	-650	1	100%	90	560	573	0,98
61	S+0 (61)	61-nieuw	59-62 - hoek	MV-I paal	4,9	-498	1	100%	26	472	268	1,76
61	S+0 (61)	61-nieuw	59-62 - midden	MV-U paal	3,5	-617	1	100%	90	527	460	1,15
62	S+0 (62)	62-nieuw	59-62 - hoek	MV-I paal	4,8	-527	1	100%	26	501	498	1,01
62	S+0 (62)	62-nieuw	59-62 - midden	MV-U paal	2,4	-652	1	100%	90	562	784	0,72

**Toetsing funderingen op drukbelasting**

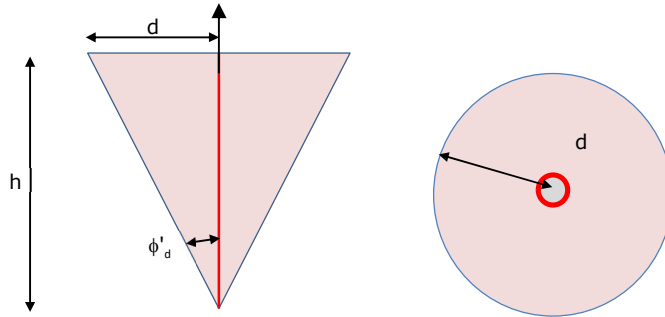
Mast	Masttype	Sondering	Poertype	Paaltype	PP niveau [m- NAP]	F <sub>Ed,mast</sub> [kN]	Aantal palen per randstijl	Effectiviteit palen	F <sub>Poer,d</sub> [kN]	F <sub>Ed,paal</sub> [kN]	F <sub>R,d,druk</sub> [kN]	U.C.
40	S+0 (40)	40-oud	40&58 - hoek	MV-I paal	-6,9	657	1	100%	16	673	1416	0,48
40	S+0 (40)	40-oud	40&58 - midden	MV-U paal	-11,4	940	1	100%	85	1025	2635	0,39
58	S+0 (58)	58-nieuw	40&58 - hoek	MV-I paal	3,2	701	1	100%	16	717	1889	0,38
58	S+0 (58)	58-nieuw	40&58 - midden	MV-U paal	1,7	1054	1	100%	85	1139	3194	0,36
59	S+0 (59)	59-nieuw	59-62 - hoek	MV-I paal	4,7	575	1	100%	56	631	1914	0,33
59	S+0 (59)	59-nieuw	59-62 - midden	MV-U paal	3,3	940	1	100%	200	1140	1448	0,79
60	S+0 (60)	60-nieuw	59-62 - hoek	MV-I paal	5,0	610	1	100%	56	666	1819	0,37
60	S+0 (60)	60-nieuw	59-62 - midden	MV-U paal	3,6	889	1	100%	200	1088	2613	0,42
61	S+0 (61)	61-nieuw	59-62 - hoek	MV-I paal	4,9	630	1	100%	56	686	1298	0,53
61	S+0 (61)	61-nieuw	59-62 - midden	MV-U paal	3,5	842	1	100%	200	1042	2309	0,45
62	S+0 (62)	62-nieuw	59-62 - hoek	MV-I paal	4,8	654	1	100%	56	710	1079	0,66
62	S+0 (62)	62-nieuw	59-62 - midden	MV-U paal	2,4	944	1	100%	200	1144	1755	0,65

## Controle kluitgewicht

De minimaal benodigde diepte op basis van het kluitgewicht is onderzocht.

Uit voorgaande appendix blijkt dat paalpuntniveau van enkelpaalsfundering minimaal 11,3 m beneden maaiveld is. Uit de berekening blijkt dat met 11,3 m diepte voldoende grondgewicht gemobiliseerd kan worden voor de maximaal optredende trekbelasting. Het kluitgewicht is voldoende.

### Controle kluitgewicht



Volumiek gewicht grond		18 kN/m <sup>3</sup>
Volumiek gewicht water		10 kN/m <sup>3</sup>
Veiligheidsfactor	$\gamma_s =$	0,9 -
Hoek van inwendige wrijving	$f'$	27,5 °
Veiligheidsfactor	$g_r =$	1,25 -
Diepte	$h =$	<b>11,3</b> m
Radius kegel op mv.	$d = L \times (\tan \alpha / g) =$	4,71 m
Grondoppervlak kegel	$A = \pi d^2 =$	69,6 m <sup>2</sup>
Inhoud kegel	$I_{kluit} = 1/3Gh =$	262,1 m <sup>3</sup>
Gewicht grond	$F_{gr} =$	4717 kN
Opwaartse kracht water	$F_w =$	2621 kN
Rekenwaarde	$F_{r,d} = 0,9F_{gr} - F_w =$	<b>1625</b> kN



## APPENDIX D

### Uitvoer TS paalfunderingen

---

De uitvoer is opgedeeld in de volgende twee delen:

- Deel 1: Uitvoer nieuwe palen
  - o A – Sondering *02P001595\_312.S03.GEF*
  - o B – Sondering *02P001595\_328.S04.GEF*
  - o C – Sondering *2019-1008\_37.GEF*
  - o D – Sondering *2019-1008\_38.GEF*
  - o E – Sondering *2019-1008\_43.GEF*
- Deel 2: Uitvoer bestaande palen
  - o A – Capaciteit op trek en druk, geen ontgraving (Technosoft)
  - o B – Capaciteit op trek, incl. ontgraving (D-Foundation)

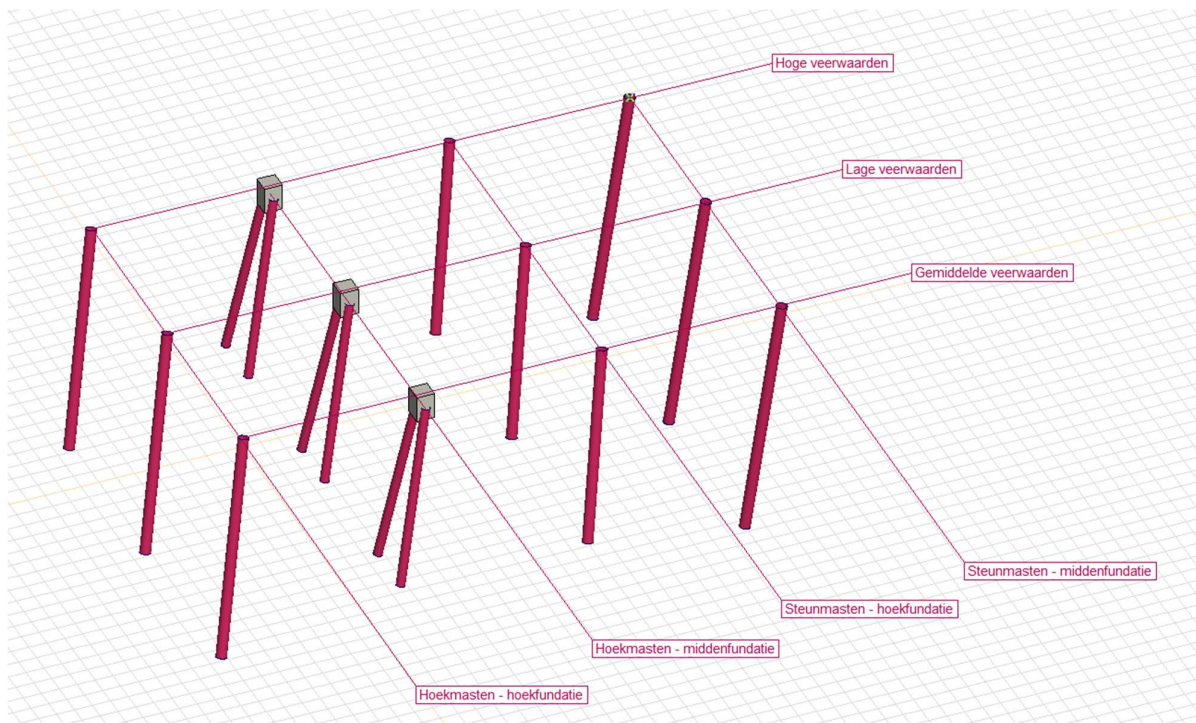
## APPENDIX E

### Berekening horizontale afdracht

In deze Appendix wordt de afdracht van de horizontale belasting naar de ondergrond getoetst.

#### Schematisering

De constructie wordt geschematiseerd als een elastisch ondersteunde ligger met begrensde beddingweerstand tot de passieve gronddruk met dwarsbelasting op de paalkop. De middenfundaties van de hoekmasten worden gefundeerd op twee-paalspoeren (Ø508/670) en de overige fundaties op een enkele paal (Ø610/850).



**Figuur 16 Rekenmodel**

In hoofdstuk 2.8.6 zijn de uitgangspunten gegeven voor de beddingen tegen de palen. Er is in het kader van de berekening voldoende nauwkeurigheid als onderscheid wordt gemaakt in beddingwaarde voor drie grondsoorten. Er zijn drie berekeningen uitgevoerd: één met gemiddelde veerwaarde, één met lage veerwaarde ( $k$  gedeeld door  $\sqrt{2}$ ) en één met hoge veerwaarde ( $k$  maal  $\sqrt{2}$ ).

**Tabel 25 Beddingwaarden**

Paal	Grond	$k_h$ [kN/m <sup>3</sup> ]	schelp [-]	Diameter [m]	Gem. [kN/m]	Laag [kN/m]	Hoog [kN/m]
Ø508/670	Klei	3000	1,3	0,67	2625	1850	3725
	Zand	15000	2	0,67	20100	14200	28450
Ø610/850	Klei	3000	1,3	0,85	3315	2344	4688
	Zand	15000	2	0,85	25500	18031	36062
Ø762/950	Klei	3000	1,3	0,95	3700	2600	5250
	Zand	15000	2	0,95	28500	20150	40325

De berekening voor de horizontale krachtsafdracht is uitgevoerd uitgaande van een globaal beeld van de bodemgelaagdheid van de sonderingen, dat komt overeen met enkel zand vanaf maaiveld.

De maximale weerstand die in rekening mag worden gebracht kan niet groter zijn dan de passieve gronddruk. Over de bovenste meters waar de grootste verplaatsingen optreden, is vanuit die overweging de maximale reactie van de lijnondersteuning aan de paal in de berekening begrensd. Voor de achterste paal van de tweepaalspoer is de passieve druk over de volledige lengte beperkt tot 50%. Er is uitgegaan van een volumiek gewicht van  $17 \text{ kN/m}^3$ , een grondwaterstand van 0,5 m beneden maaiveld.

De methode van Bijlage C van NEN 1997-1 is gevolgd. De factor voor passieve gronddruk is voor klei of veen op 2 aangehouden, voor zand op 3. Onderstaand zijn de maximale grondweerstanden samengevat die zijn toegekend aan de elastische ondersteuning van de palen.

**Tabel 26 Begrenzing passieve gronddruk**

Paal	Grond	Niveau [m]	$\rho$ [ $\text{kN/m}^3$ ]	$k_{pa}$ [ $\text{kN/m}^3$ ]	schelp [-]	Diameter [m]	Max. druk [kN]	Effectiviteit [%]	Max. druk [kN]
Ø508/670	Zand	-1	7	3	2	0,67	14,0	50%	7,0
	Zand	-2	14	3	2	0,67	42,0	100%	42,0
	Zand	-3	21	3	2	0,67	70,5	100%	70,5
	Zand	-4	28	3	2	0,67	98,5	100%	98,5
	Zand	-5	35	3	2	0,67	126,5	100%	126,5
	Zand	-6	42	3	2	0,67	155,0	100%	155,0
Ø610/850	Zand	-1	7	3	2	0,85	18,0	50%	9,0
	Zand	-2	14	3	2	0,85	53,5	100%	53,5
	Zand	-3	21	3	2	0,85	89,5	100%	89,5
	Zand	-4	28	3	2	0,85	125,0	100%	125,0
	Zand	-5	35	3	2	0,85	160,5	100%	160,5
	Zand	-6	42	3	2	0,85	196,5	100%	196,5
Ø762/950	Zand	-1	7	3	2	0,95	20,0	50%	10,0
	Zand	-2	14	3	2	0,95	60,0	100%	60,0
	Zand	-3	21	3	2	0,95	100,0	100%	100,0
	Zand	-4	28	3	2	0,95	139,5	100%	139,5
	Zand	-5	35	3	2	0,95	179,5	100%	179,5
	Zand	-6	42	3	2	0,95	219,5	100%	219,5

## Belasting

De belastingen zijn ontleend aan PLS-TOWER en opgenomen in Appendix A. De belastingen in de lokale richting van de paal zijn ingevoerd. Per fundatietype is er een maatgevend masttype aangehouden:

- Hoekmasten - hoekfundatie HC+0 / HA+0
- Hoekmasten - middenfundatie EA+0 / HC+0
- Steunmasten - hoekfundatie S+10
- Steunmasten – middenfundatie S+10

**Tabel 27 Hoekmasten – hoekfundaties (HC+0 maatgevend voor trek/druk en HA+0 voor torsie)**

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	1497	-33	-421	-20	1497
Max. trek	ULS 1a_0,9_60	248	-279	-1288	-22	372	28	-1288
Max. pos. torsie	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct2	-49	-130	-465	58	126	0	-465
Max. neg. torsie	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct2	49	-130	-465	-58	126	0	-465
Comb. trek+torsie	SPLS 1a_0,9_90 Ba All Cts	-180	-215	-1009	25	280	6	-1009

**Tabel 28 Hoekmasten – middenfundaties (EA+0 maatgevend voor trek/druk en HC+0 voor torsie)**

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_92,925 Ah All Cts_59N 3ct	330	-44	2017	44	-330	62	2017
Max. trek	ULS 8 Ba_59N 3ct	236	-9	-1501	-9	236	-56	-1501
Max. pos. torsie	SPLS 3_0_9_90 Ah Ct1	125	-340	-765	340	-125	23	765
Max. neg. torsie	SPLS 3_0_9_90 Ba Ct1	-125	-340	-765	-340	-125	23	765
Comb. trek+torsie	SPLS 3_0_9_90 Ah Ct2	93	-301	-632	-301	93	-30	-632

**Tabel 29 Steunmasten - hoekfundaties (S+10 maatgevend)**

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	-232	1145	-14	-281	-1	1145
Max. trek	ULS 1a_0.9_0.9_45	-137	-187	-931	13	225	-3	-931
Max. pos. torsie	SLS 1a_0	-47	105	398	31	-103	-5	398
Max. neg. torsie	SLS 1a_45	-67	-153	611	-45	-148	1	611
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0.9_0.9_135	137	-187	-931	-13	225	-3	-931

**Tabel 30 steunmasten – middenfundaties (S+10 maatgevend)**

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	3	1566	3	-211	84	1566
Max. trek	ULS 1a_0.9_0.9_0	-125	-2	-1076	2	125	-77	-1076
Max. pos. torsie	ULS 1a_90	52	-118	-298	118	-52	4	298
Max. neg. torsie	ULS 1a_90	-52	-118	-297	-118	-52	4	297
Comb. trek+torsie	ULS 1a_0.9_0.9_135	100	-83	-872	-83	100	-64	-872

## Toetsing

De volgende aspecten zijn getoetst:

- Horizontale verplaatsing < 1/400 x b
- Buigspanning in de paal < f<sub>y</sub>

De gronddruk wordt niet getoetst, deze is immers reeds begrensd.

Verplaatsingseisen worden gesteld voor de karakteristieke belastingen, zonder belastingfactoren. In de berekening is gewerkt met rekenwaarden. Als de berekening wordt uitgevoerd met belastingfactor (ULS of SpLS) moet om terug te rekenen worden gedeeld door de belastingfactor. De methode wordt hier toegelicht.

Er wordt gerekend met een verhouding ULS/SLS van 1,35. Voor de load case ULS-5a met maximale torsiebelasting wordt een factor 1,0 gerekend aangezien de belastingfactor in dat geval 1,0 bedraagt.

Onder de belasting door torsie verplaatsen beide poten in dezelfde richting, theoretisch wordt dan altijd voldaan aan de eis. Gekozen is om ook hier het uitgangspunt te hanteren van 1/400 x b. In de overige load cases met maximale wind (ULS-1a) kunnen beide poten tegengesteld vervormen. De toelaatbare vervorming is in die gevallen 50% van de toelaatbare waarde. De eisen zijn in Tabel 31 samengevat.

**Tabel 31 Toelaatbare horizontale belasting**

Type	Belasting	b [mm]	eis	[mm]	Factor 1	Factor 2	Eis [mm]
S+10	Extreem	9820	0,0025	24,55	1,35	0,5	16,6
	Torsie	9820	0,0025	24,55	1	1	24,6
HC+0	Extreem	13200	0,0025	33	1,35	0,5	22,3
	Torsie	13200	0,0025	33	1	1	33,0

## Resultaten

In onderstaande tabellen zijn de resultaten samengevat. Voor uitgebreide resultaten, zie berekening AxisVM:

**Tabel 32 Resultaten hoekmasten - hoekfundatie**

	Berekend	Toelaatbaar	Unity-check
Spanningscheck buispaal	110	355 N/mm <sup>2</sup>	0,31 OK
Verplaatsing Max. trek/druk	5,5	22,3 mm	0,25 OK
Verplaatsing Max. torsie	5,3	33,0 mm	0,16 OK

**Tabel 33 Resultaten hoekmasten - middenfundatie**

	Berekend	Toelaatbaar	Unity-check
Spanningscheck buispaal	106,6	355 N/mm <sup>2</sup>	0,30 OK
Verplaatsing Max. trek/druk	0,9	22,3 mm	0,04 OK
Verplaatsing Max. torsie	15,0	33,0 mm	0,45 OK

**Tabel 34 Resultaten steunmasten - hoekfundatie**

	Berekend	Toelaatbaar	Unity-check
Spanningscheck buispaal	75	355 N/mm <sup>2</sup>	0,21 OK
Verplaatsing Max. trek/druk	1,7	16,6 mm	0,10 OK
Verplaatsing Max. torsie	4,0	24,6 mm	0,16 OK

**Tabel 35 Resultaten steunmasten - middenfundatie**

	Berekend	Toelaatbaar	Unity-check
Spanningscheck buispaal	86,0	355 N/mm <sup>2</sup>	0,24 OK
Verplaatsing Max. trek/druk	2,3	16,6 mm	0,14 OK
Verplaatsing Max. torsie	12,1	24,6 mm	0,49 OK

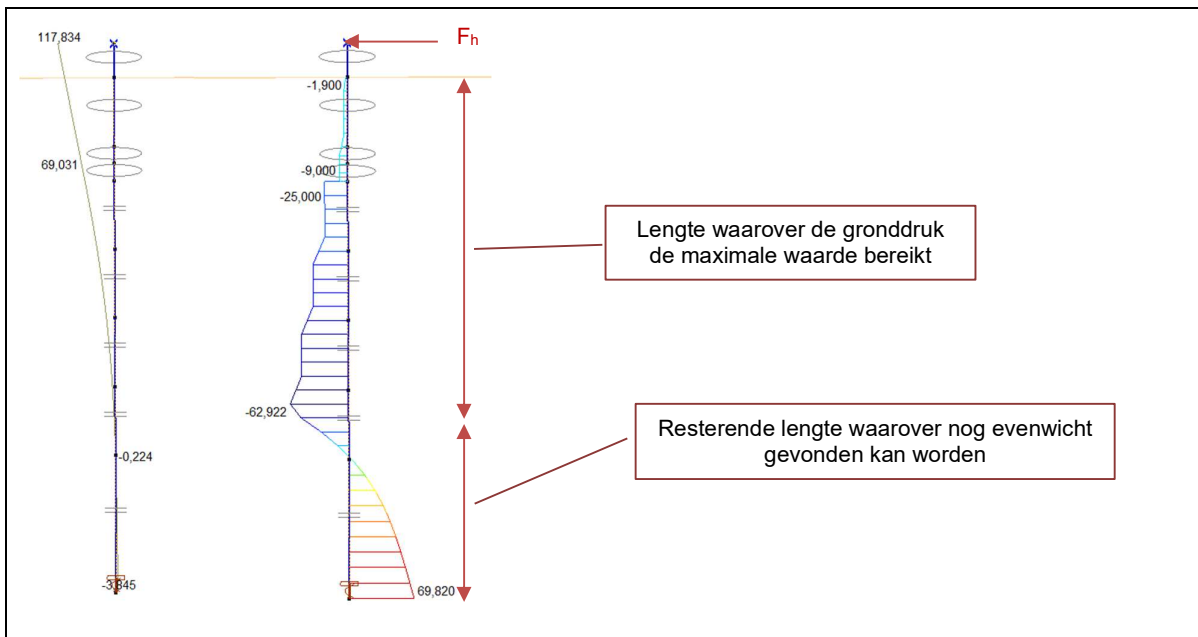
Conclusie: de funderingen voldoen.

## Bestaande mastfundaties

Uit verkennende berekeningen blijkt dat de stabiliteit van deze fundaties kritisch is, dit heeft twee hoofdoorzaken:

- De horizontale belasting op de fundatie (haaks op de fundatie) is een stuk hoger geworden;
- De palen zijn relatief kort.

Onderstaande afbeelding is een weergave van de grondruk langs de lengte van de paal en de horizontale verplaatsing bij slechts ca. 70% van de belasting. Het blijkt dat de maximale gronddruk over een groot gedeelte van de lengte van de paal wordt bereikt met grote vervormingen tot gevolg. In deze situatie is er nog net evenwicht, maar bij het verhogen van de belasting (tot 100%) zal er geen evenwicht meer gevonden worden en kantelt de paal. Dit fenomeen doet zich voor bij alle hoekfundaties van alle masten, gevolg is dat deze allemaal versterkt dienen te worden.

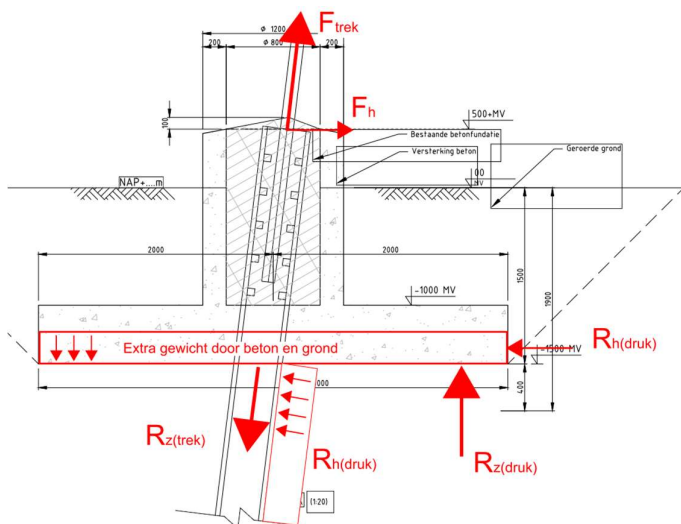


**Figuur 17 Stabiliteit paal**

## Modelvorming

Uit berekening blijkt dus dat de poeren versterkt moeten worden voor opname van de horizontale kracht. Dit komt boven op de vereiste versterking voor het verticale trekdraagvermogen. Het principe van de versterking is onderstaand weergegeven. De poeren worden omsloten door beton en voorzien van een betonnen plaat. Deze plaat verbetert de stabiliteit van de fundatie en het extra gewicht moet de trekbelasting op de palen verlagen. Een nadelig effect van de plaat is dat er een “wrikkracht” ontstaat door de gronddruk onder de plaat, waardoor er juist een extra trekbelasting op de paal komt. Dit fenomeen moet gecompenseerd worden door het extra betongewicht in combinatie met de grootte van de plaat. Het gevolg is dat de platen een relatief grote afmeting krijgen.

Voor opname van de horizontale kracht wordt de constructie zodanig geschematiseerd dat de horizontale kracht wordt opgenomen door de combinatie van de passieve grondweerstand tegen de plaat en de passieve grondweerstand tegen de paal. Mocht de grond onder de plaat enigszins verzakken, dan wijzigt deze schematisering niet. Echter in de uiterste situatie waarin een grote horizontale kracht optreedt, zal de paal dermate veel vervormen dat de plaat altijd aanligt tegen de grond en dus ook een wrijvingsweerstand zal hebben. Dit wordt in de modellen niet meegenomen. De passieve grondweerstand tegen de rand van de plaat is gemaximaliseerd, hierdoor kan de grond rondom de poer niet worden opgespannen (zolang vervormingen beperkt zijn) en wordt de belasting verplaatst naar de palen indien de maximale weerstand langs de rand van de plaat wordt bereikt.



**Figuur 18 Principe oplossing en krachtwerking**

In hoofdstuk 2.8.6 zijn de uitgangspunten gegeven voor de beddingen tegen de palen. Er is in het kader van de berekening voldoende nauwkeurigheid als onderscheid wordt gemaakt in beddingwaarde voor twee grondsoorten.

**Tabel 36 Veerwaarde palen**

Paal	Grond	$k_h$ [kN/m <sup>3</sup> ]	schelp	Afmeting [m]	Gem. [kN/m <sup>2</sup> ]	Laag [kN/m <sup>2</sup> ]	Hoog [kN/m <sup>2</sup> ]
MV-I	Klei	3000	1,3	0,3	1175	825	1675
	Zand	15000	2	0,3	9000	6350	12750
MV-I	Klei	3000	1,3	0,5	1950	1375	2775
	Zand	15000	2	0,5	15000	10600	21225
LD2	Klei	3000	1,3	0,55	2150	1500	3050
	Zand	15000	2	0,55	16500	11650	23350
MV-U	Klei	3000	1,3	0,4	1550	1075	2200
	Zand	15000	2	0,4	12000	8475	16975

Voor de horizontale beddingwaarde tegen de rand van de nieuwe betonplaat wordt de veerwaarde van de grondsoort gehanteerd zonder schelpfactor (bij 0,5m dikte geldt voor klei 1500 kN/m/m en voor zand 7500 kN/m/m).

Voor de draagkracht van de rand van de fundatie wordt uitgegaan van:

- $R_{P,d} = 0,9 \cdot k_{pa} \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma'_{grond} \cdot h^2 = 0,9 \cdot 3 \text{ (zand)} \cdot \frac{1}{2} \cdot 8 \text{ kN/m}^3 \cdot (1,5 \text{ m})^2 = 24,3 \text{ kN/m}$
- $R_{P,d,mast40} = 0,9 \cdot k_{pa} \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma'_{grond} \cdot h^2 = 0,9 \cdot 3 \text{ (zand)} \cdot \frac{1}{2} \cdot 8 \text{ kN/m}^3 \cdot (2,0 \text{ m})^2 = 43,2 \text{ kN/m}$

Voor de horizontale veerwaarde van de betonpoer van de middenfundatie wordt een waarde aangehouden van 27200 kN/m. Dit is gebaseerd op de breedtemaat van 1,55 m, een hoogtemaat van 1,5 m een beddingwaarde gelijk aan het gemiddelde van klei en zand en een voor zand gereduceerde schelpfactor van 1,3:

- $1,55 \text{ m} \cdot 1,5 \text{ m} \cdot (3000 \text{ kN/m}^3 + 15000 \text{ kN/m}^3) / 2 \cdot 1,3 = 27200 \text{ kN/m}$ .

Voor de draagkracht van de middenfundatie wordt uitgegaan van:

- $R_{P,d} = 0,9 \cdot k_{pa} \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma'_{grond} \cdot h^2 = 0,9 \cdot 3 \text{ (zand)} \cdot \frac{1}{2} \cdot 8 \text{ kN/m}^3 \cdot (1,25 \text{ m})^2 = 16,9 \text{ kN/m}$

De maximaal op te nemen kracht is dan gelijk aan  $(16,9 \text{ kN/m} \cdot 1,7 \text{ m} \cdot 1,5 \text{ (gereduceerde schelpfactor)}) = 43 \text{ kN}$ .

Voor de beddingwaarde onder de plaat wordt een waarde aangehouden van 50000 kN/m<sup>3</sup> (dit komt overeen met een gemiddelde beddingswaarde voor matig tot vast zand). De maximale draagkracht wordt begrensd op 100 kN/m<sup>2</sup>, dit wordt gezien als een ondergrenswaarde van het draagvermogen.

In de gevallen waar de puntveerwaarde van een paal invloed heeft, wordt een veerwaarde van 100MN/m gehanteerd op druk en 300MN/m op trek.

## Gevoeligheidsanalyse

Er wordt een gevoeligheidsanalyse gedaan om te toetsen in welke mate de constructie gevoelig is voor lage en/of hoge veerwaarde voor beddingen, lijnondersteuning en puntveren. Het model van mast 61 wordt hiervoor gebruikt. Indien nodig wordt er een toeslag berekend per onderdeel, welke bij de toetsing zal worden meegenomen. Door deze werkwijze wordt het aantal modellen beperkt.

De volgende onderdelen zijn onderzocht:

- Maximale trekkracht paal
  - Verhoging van 244 kN naar 254 kN → toeslag 1,05
- Maximale drukkracht paal
  - Verhoging van 185 kN naar 282 kN → toeslag 1,55
- Maximale spanning paal
  - Verhoging van 60 MPa naar 72 MPa → toeslag 1,20
- Maximale snedekrachten betonplaat
  - Verhoging van 275 kNm naar 338 kNm → toeslag 1,23

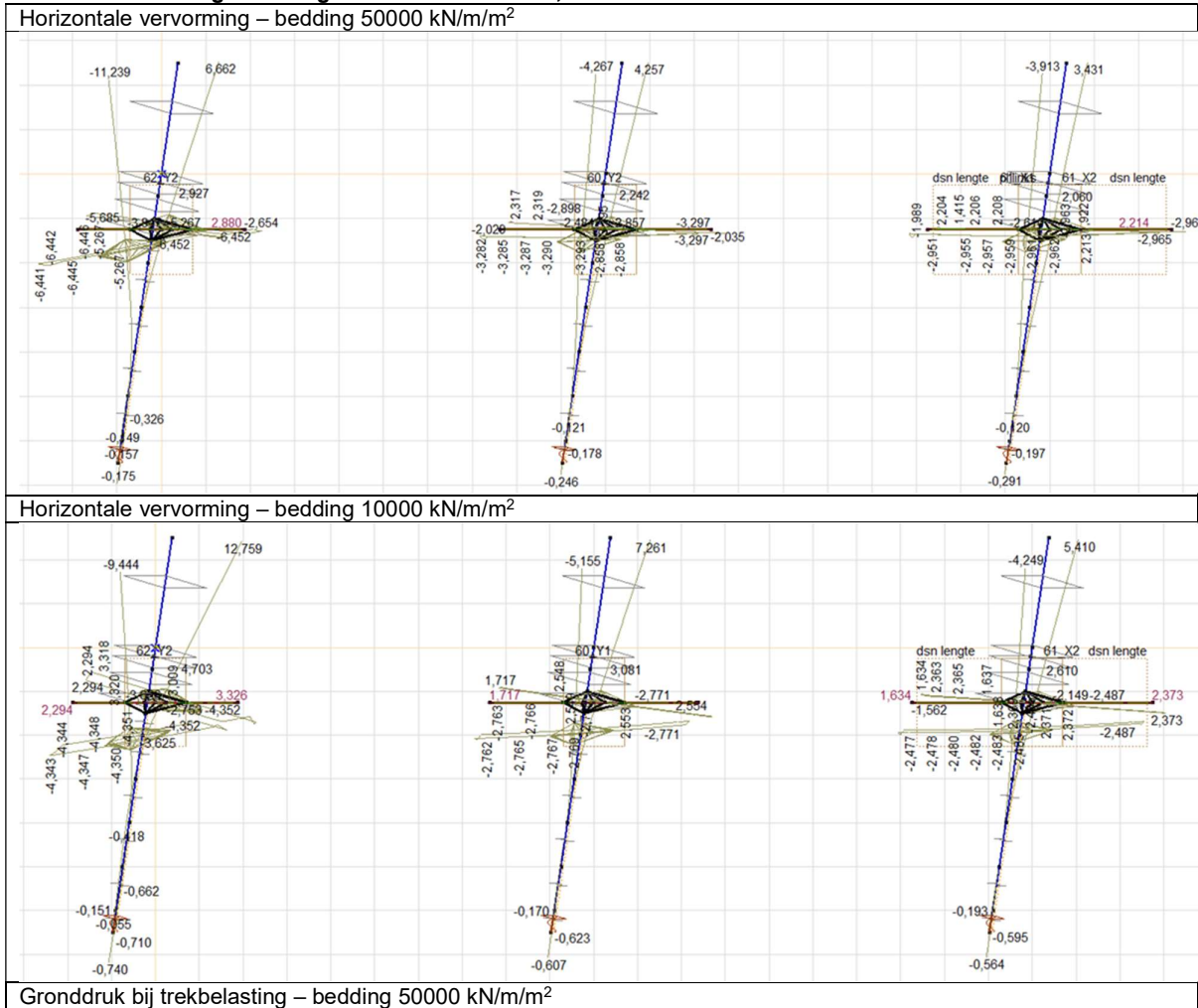
Horizontale en verticale gronddruk worden begrensd en behoeven daardoor geen extra toeslag.

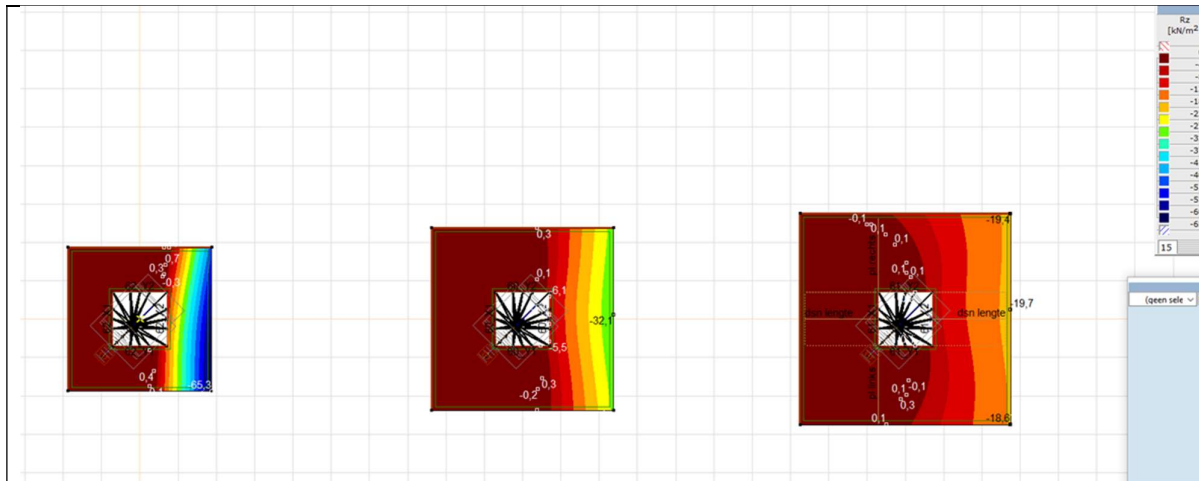
Vervormingen worden getoetst bij gemiddelde beddingwaarden.



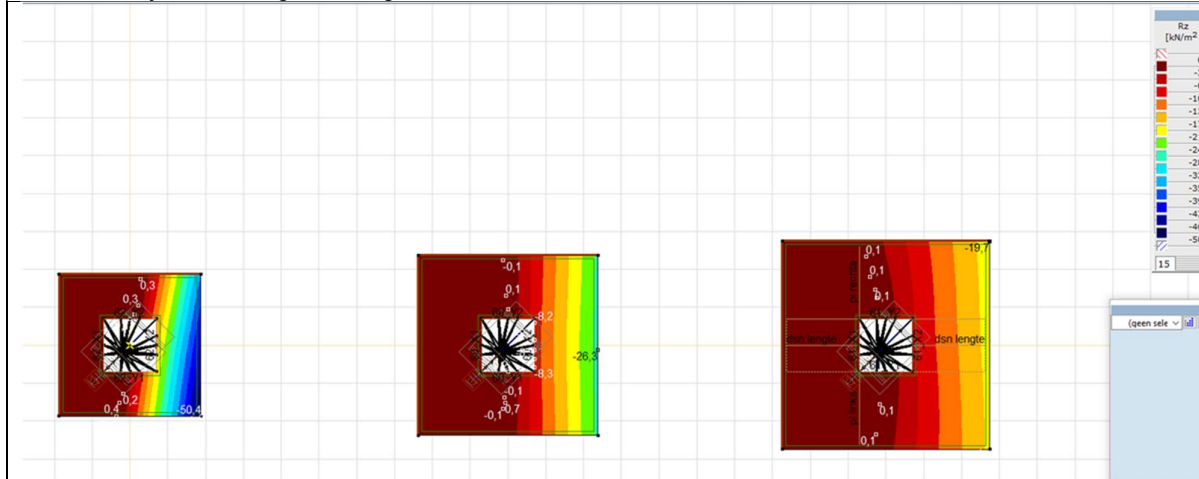
Voor de verticale druk zijn de modellen opgezet op basis van een beddingswaarde van 50000 kN/m<sup>2</sup>. Dit komt overeen met een gemiddelde beddingswaarde voor matig tot vast gepakt zand. Uitgaande van het effectieve oppervlak komt dit neer op een veerwaarde van de totale plaat van ca. 600MN/m. Dit is veer keer zo stijf als de gemiddelde veerwaarde van de paal (ca. 150MN/m). Mocht de pakking van het zand tegenvallen en de bedding wordt verlaagd naar 10000 kN/m<sup>2</sup> (overeenkomstig ondergrens beddingswaarde los gepakt zand), dan verandert er niets aan de krachtswerking van de constructie. De paalweerstand is dermate beperkt, dat enkel de vervormingen toenemen. Daarnaast verandert de verhouding van stijfheid paal : stijfheid plaat naar 1,0. Dit heeft tot gevolg dat de paalzakking sterk toeneemt, en indien de paal zakt, dan ligt de grond weer aan.

**Tabel 37 Invloed lage bedding modellen mast 59/62, 60 en 61**





Gronddruk bij trekbelasting – bedding 10000 kN/m<sup>2</sup>



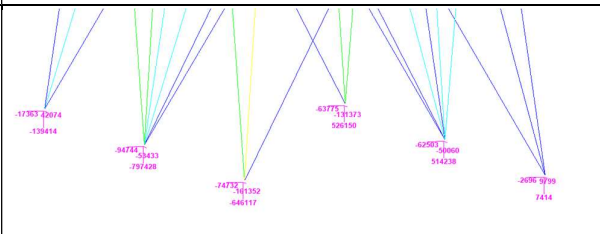
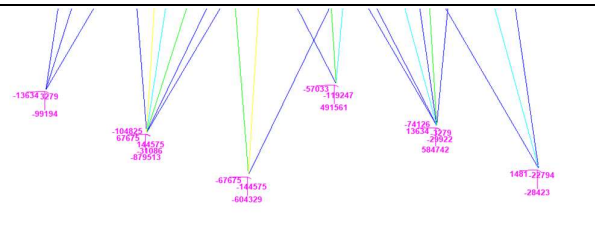
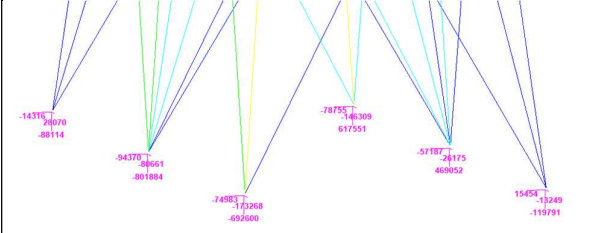
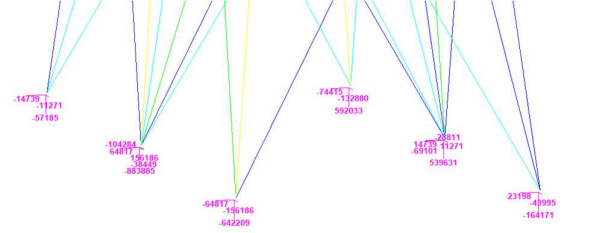
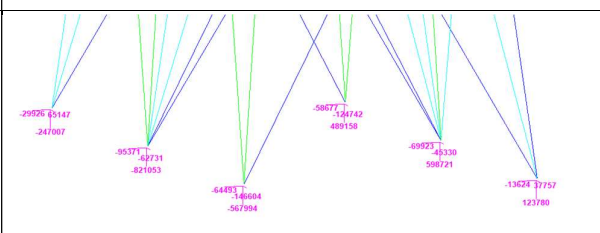
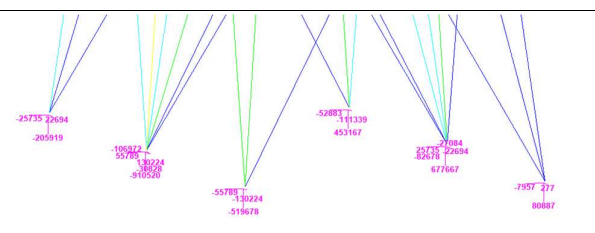
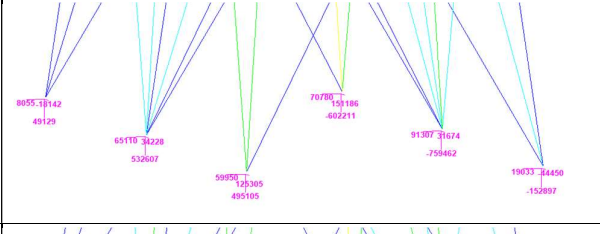
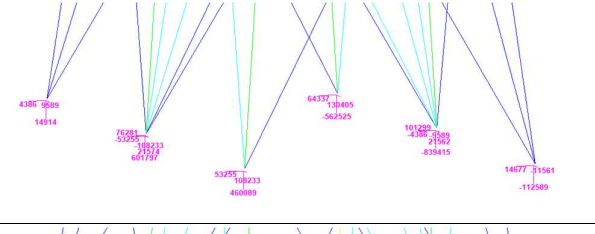
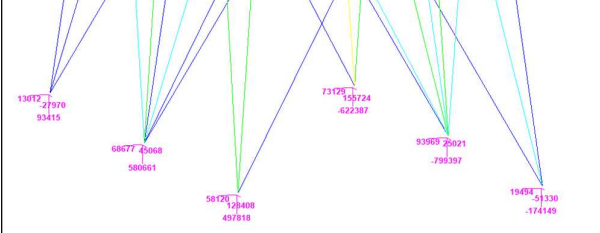
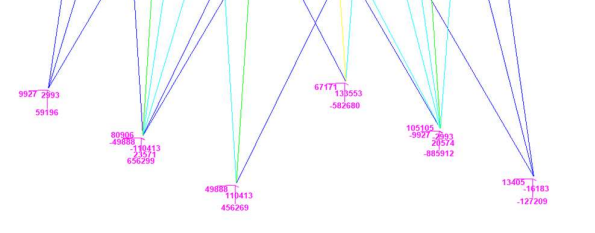

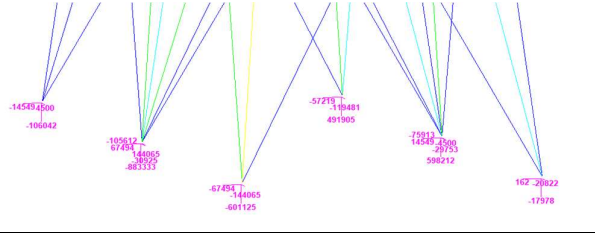
## Belastingen

Voor de bestaande fundaties is het relevant om nader te beoordelen hoe de trekbelasting verdeeld wordt over de zes steunpunten in het geval van flexibele steunpunten. Deze lastspreiding is onderzocht met PLS-Tower. Uit de fundatiemodellen is gebleken dat de onversterkte middenfundatie ca. 4x zo slap is als de versterkte hoekfundatie (bij belasting haaks op de lijn). De gehanteerde veerwaarden zijn 5000 kN/m (20mm bij 100 kN) voor de hoeken en 1250 kN/m voor het midden. Voor de druckbelasting worden de belastingen uit Appendix A gehanteerd.

**Tabel 38 Fundatiebelasting met verende steunpunten**

Mast	Combinatie	Starre steunpunten			Verende steunpunten		
		R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	R <sub>x</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	R <sub>y</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
40	ULS 1a_0,9_0,9_45	526	64	131	492	57	119
58	ULS 1a_0,9_45	618	79	146	592	74	133
59	ULS 1a_0,9_0,9_45	489	59	125	453	53	111
60	ULS 1a_0,9_225	495	60	125	460	53	108
61	ULS 1a_0,9_225	498	58	128	456	50	110
62	ULS 1a_0,9_0,9_45	527	64	132	492	57	119

Tabel 39 PLS-TOWER overzichten starre en verende steunpunten

	Starre steunpunten	Verende steunpunten
Mast 40		
Mast 58		
Mast 59		
Mast 60		
Mast 61		
Mast 62		

## Ontgraving

Om de versterkingen van de fundaties te realiseren is er een ontgraving nodig ter plaatse van elk hoekpunt. Conform NEN 9997-1 dient hierdoor het draagvermogen van de palen gereduceerd te worden. Deze reductie van het draagvermogen moet worden meegenomen, omdat er een verlaagde effectieve korrelspanning ontstaat door de ontgraving. Als kanttekening wordt hierbij geplaatst dat de ontgraving slechts tijdelijk van aard is en weer volledig wordt gevuld met grond (en deels beton van de betonplaat). De norm geeft echter niet aan of de invloed van een tijdelijke ontgraving hetzelfde effect heeft. Hierdoor is het berekende draagvermogen, rekening houdend met een ontgraving, mogelijk conservatief, omdat de ontlasting van de grond van korte duur is.

Doordat de diepte van de ontgravingen i.r.t. de lengte van de palen relatief groot is (zie Tabel 40), resulteert dit in een sterk gereduceerd draagvermogen van de bestaande palen. Echter in het geval er een wrikkracht ontstaat, zoals eerder omschreven onder "modelvorming" (Figuur 18), dan is de korrelspanning ter plaatse van de bovenkant van de ontgraving niet gelijk aan nul. De wrikkracht verhoogt juist wel de optredende trekkracht, waardoor het ook als acceptabel wordt gezien om de drukspanning die onder de plaat ontstaat ook mee te nemen. Om deze reden wordt er in de berekening rekening gehouden met een ontgraving 0,5 m boven de werkelijke ontgravingsdiepte.

Uitgangspunt is dat de nieuwe betonplaten een vrije ruimte hebben van 0,75 m rondom ten behoeve van realisatie en dat de ontgraving maximaal een diepte heeft van 0,20 m onder onderkant van de nieuwe plaat. De ontgraving is voorzien van een talud van 45°. De afmetingen zijn opgenomen in Tabel 40.

**Tabel 40 Afmeting ontgravingen**

Mast	Afmeting plaat [m x m]	O.k. plaat [m - MV]	Afmeting ontgraving (o.k. talud) [m x m]	Diepte ontgraving [m - MV]	Paalkop [m + MV]	PPN [m - MV]	Paallengte [m]
40	4,25 x 4,25	2,0	5,75 x 5,75	2,2	0,5	9,5	10,0
58	4,5 x 4,5	1,5	6,0 x 6,0	1,7	0,5	7,0	7,5
59	4,0 x 4,0	1,5	5,5 x 5,5	1,7	2,4	6,6	9,0
60	4,25 x 4,25	1,5	5,75 x 5,75	1,7	2,4	6,6	9,0
61	4,75 x 4,75	1,5	6,25 x 6,25	1,7	2,4	6,6	9,0
62	4,0 x 4,0	1,7	5,5 x 5,5	1,9	2,4	7,1	9,5

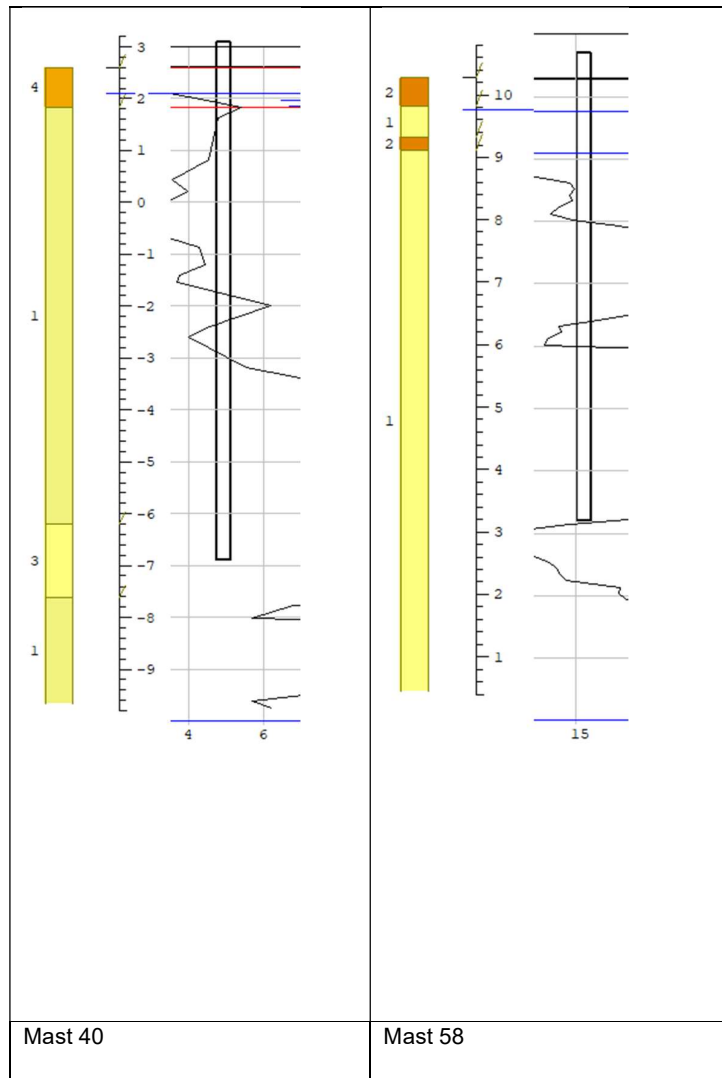
## Hoekfundaties - Mast 40 & 58

De grondgelaagdheid bij mast 40 en mast 58 vertoont weinig variatie. Enkel in de toplaag lijken wat slappen lagen voor te komen. Voor de berekening van de horizontale afdracht wordt conservatief het volgende bodemprofiel aangehouden:

- MV tot -1,5m – Klei
- -1,5m en dieper – Zand

De maximale weerstand die in rekening mag worden gebracht kan niet groter zijn dan de passieve gronddruk. Over de bovenste meters waar de grootste verplaatsingen optreden, is vanuit die overweging de maximale reactie van de lijnondersteuning aan de paal in de berekening begrensd. Er is uitgegaan van een volumiek gewicht van 17 kN/m<sup>3</sup>, een grondwaterstand van 0,5 m beneden maaiveld.

De methode van Bijlage C van NEN 1997-1 is gevolgd. De factor voor passieve gronddruk is voor klei of veen op 2 aangehouden, voor zand op 3. Onderstaand zijn de maximale grondweerstandensamengevat die zijn toegekend aan de elastische ondersteuning van de palen.



**Tabel 41 Begrenzing passieve gronddruk**

Paal	Grond	Niveau [m]	$\rho$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$k_{pa}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	schelp [-]	Diameter [m]	Max. druk [kN]	Effectiviteit [%]	Max. druk [kN]
MV-I	Klei	-1	7	2	1,3	0,3	2,5	50%	1,3
	Klei	-1,5	10,5	2	1,3	0,3	7,0	50%	3,5
	Zand	-2,5	17,5	3	2	0,3	25,0	100%	25,0
	Zand	-3,5	24,5	3	2	0,3	38,0	100%	38,0
	Zand	-4,5	31,5	3	2	0,3	50,5	100%	50,5
	Zand	-5,5	38,5	3	2	0,3	63,0	100%	63,0
	Zand	-6,5	45,5	3	2	0,3	75,5	100%	75,5
MV-I	Klei	-1	7	2	1,3	0,5	4,5	50%	2,3
	Klei	-1,5	10,5	2	1,3	0,5	11,5	50%	5,8
	Zand	-2,5	17,5	3	2	0,5	42,0	100%	42,0
	Zand	-3,5	24,5	3	2	0,5	63,0	100%	63,0
	Zand	-4,5	31,5	3	2	0,5	84,0	100%	84,0
	Zand	-5,5	38,5	3	2	0,5	105,0	100%	105,0
	Zand	-6,5	45,5	3	2	0,5	126,0	100%	126,0

Er zijn twee submodellen gemaakt in één AxisVM-model:

- Mast 40 met nieuwe betonplaat 4,25 m x 4,25 m x 0,5 m;
- Mast 58 met nieuwe betonplaat 4,5 m x 4,5 m x 0,5 m;
- Belastingen op druk conform Appendix A en op trek conform omschrijving onder “Belastingen” van deze appendix.

De bovenbelasting op de plaat door gronddekking is gelijk aan  $(1,0 \text{ m} \cdot 18,0 \text{ kN/m}^3 =) 18 \text{ kN/m}^2$ . Ook wordt er een grondwig ( $15^\circ$ ) langs de rand van de plaat meegenomen. Deze wig heeft een gewicht van  $(\tan(15^\circ) \cdot 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 18,0 \text{ kN/m}^3 / 2 =) 2,4 \text{ kN/m}^1$  (op de rand van de plaat).

De waterdruk is gelijk aan het volume onder water (zie Appendix B) vermenigvuldigd met  $10 \text{ kN/m}^3$  gedeeld door het plaatoppervlak (excl. gat). De waterdruk tegen de onderzijde van de plaat bij mast 40 is gelijk aan  $(352,5 \text{ kN} / 16,62 \text{ m}^2 =) 21,2 \text{ kN/m}^2$ . Bij mast 58 is de waterdruk gelijk aan  $(302,2 \text{ kN} / 18,81 \text{ m}^2 =) 16,1 \text{ kN/m}^2$ . In het geval van hoog grondwater levert de grondwig een opwaartse druk van  $(\tan(15^\circ) \cdot 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 10,0 \text{ kN/m}^3 / 2 =) 1,3 \text{ kN/m}^1$  (op de rand van de plaat).

De volgende belastingcombinatie worden getoetst:

- UGT-Druk  $1,2 \cdot \text{EG} + 1,2 \cdot \text{Perm} + 1,0 \cdot \text{Druk}$
- UGT-Trek  $0,9 \cdot \text{EG} + 0,9 \cdot \text{Perm} + 1,0 \cdot \text{Waterdruk} + 1,0 \cdot \text{Trek}$
- SLS  $1,0 \cdot \text{EG} + 1,0 \cdot \text{Perm} + 1,0 \cdot \text{Waterdruk} + 1,0 \cdot \text{SLS7}$

De volgende aspecten zijn getoetst:

- Horizontale verplaatsing  $< 1/400 \times b$
- Buigspanning in de paal  $< f_y$

De gronddruk wordt niet getoetst, deze is immers reeds begrensd.

Verplaatsingseisen worden gesteld voor de karakteristieke belastingen, zonder belastingfactoren. In de berekening is gewerkt met rekenwaarden. Als de berekening wordt uitgevoerd met belastingfactor (ULS of SpLS) moet om terug te rekenen worden gedeeld door de belastingfactor. De methode wordt hier toegelicht.

Er wordt gerekend met een verhouding ULS/SLS van 1,35. Voor de load case ULS-5a met maximale torsiebelasting wordt een factor 1,0 gerekend aangezien de belastingfactor in dat geval 1,0 bedraagt.

Onder de belasting door torsie verplaatsen beide poten in dezelfde richting, theoretisch wordt dan altijd voldaan aan de eis. Gekozen is om ook hier het uitgangspunt te hanteren van  $1/400 \times b$ . In de overige load cases met maximale wind (ULS-1a) kunnen beide poten tegengesteld vervormen. De toelaatbare vervorming is in die gevallen 50% van de toelaatbare waarde. De eisen zijn in Tabel 31 samengevat.

**Tabel 42 Toelaatbare horizontale belasting**

Type	Belasting	b [mm]	eis	[mm]	Factor 1	Factor 2	Eis [mm]
S+0	Extreem	8000	0,0025	20	1,35	0,5	13,5
	Torsie	8000	0,0025	20	1	1	20,0

In onderstaande tabellen zijn de resultaten samengevat. Voor uitgebreide resultaten, zie berekening AxisVM:

**Tabel 43 Resultaten mast 40 – verzwaarde fundatie**

Onderdeel	Berekend	Toeslag	Optredend	Toelaatbaar		Unity-check	
Spanningscheck paal	134	1,20	161	235	N/mm <sup>2</sup>	0,68	OK
Max. trekkracht	301	1,05	316	335	kN	0,94	OK
Max. drukkracht	242	1,55	375	1416	kN	0,26	OK
Verplaatsing Max. trek/druk	7,7	1,00	7,7	13,5	mm	0,57	OK
Verplaatsing Max. torsie	7,7	1,00	7,7	20	mm	0,39	OK

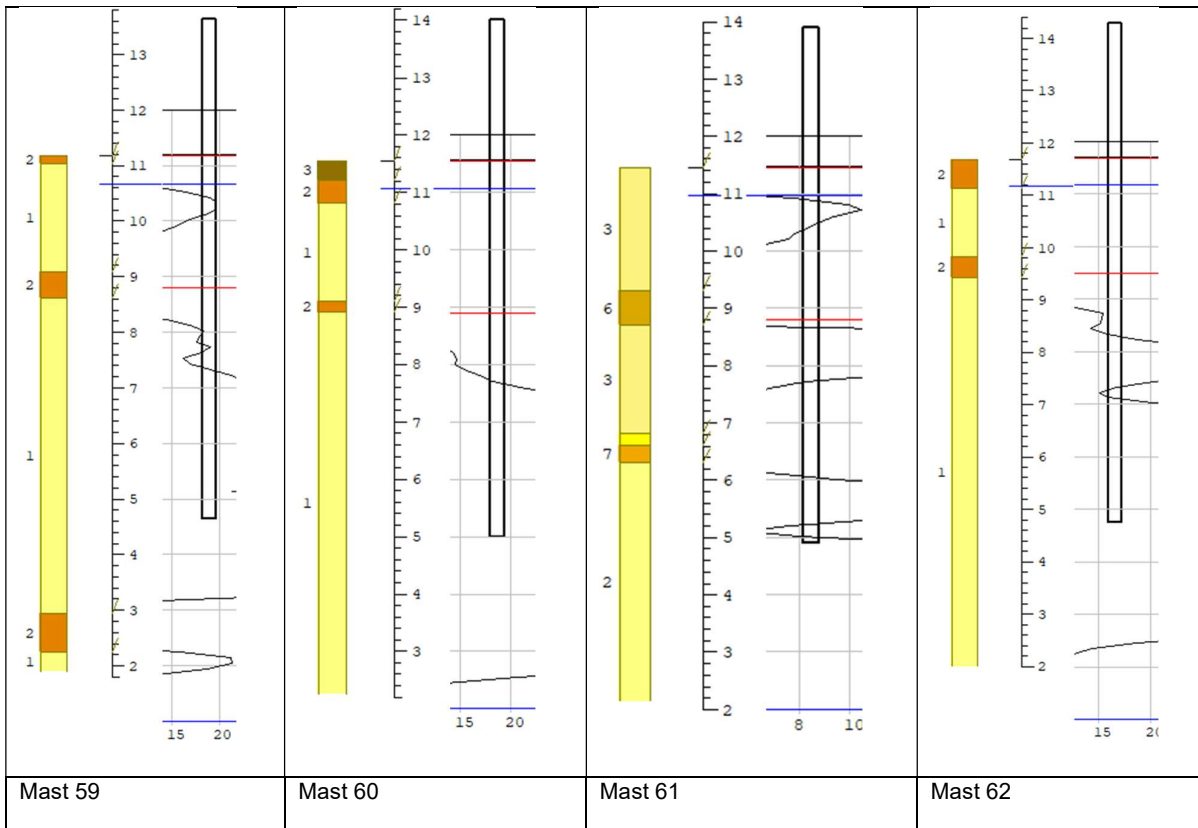
**Tabel 44 Resultaten mast 58 – verzwaarde fundatie**

Onderdeel	Berekend	Toeslag	Optredend	Toelaatbaar		Unity-check	
Spanningscheck paal	159	1,20	191	235	N/mm <sup>2</sup>	0,81	OK
Max. trekkracht	416	1,05	437	454	kN	0,96	OK
Max. drukkracht	227	1,55	352	1889	kN	0,19	OK
Verplaatsing Max. trek/druk	7,4	1,00	7,4	13,5	mm	0,55	OK
Verplaatsing Max. torsie	7,4	1,00	7,4	20	mm	0,37	OK

## Hoek fundaties - Mast 59, 60, 61 en 62

De grondgelaagdheid bij mast 59 tot en met mast 62 vertoont niet veel variatie. Enkel in de toplagen lijken wat slappen lagen voor te komen. Voor de berekening van de horizontale afdracht wordt conservatief het volgende bodemprofiel aangehouden:

- MV tot -0,5m                      Klei
- -0,5m tot -1,5m                  Zand
- -1,5m tot -2,0m                  Klei
- -2,0m en dieper                    Zand



De maximale weerstand die in rekening mag worden gebracht kan niet groter zijn dan de passieve gronddruk. Over de bovenste meters waar de grootste verplaatsingen optreden, is vanuit die overweging de maximale reactie van de lijnondersteuning aan de paal in de berekening begrensd. Er is uitgegaan van een volumiek gewicht van 17 kN/m<sup>3</sup>, een grondwaterstand van 0,5 m beneden maaiveld.

De methode van Bijlage C van NEN 1997-1 is gevolgd. De factor voor passieve gronddruk is voor klei of veen op 2 aangehouden, voor zand op 3. Onderstaand zijn de maximale grondweerstandensamengevat die zijn toegekend aan de elastische ondersteuning van de palen.



**Tabel 45 Begrenzing passieve gronddruk**

Paal	Grond	Niveau [m]	$\rho$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$k_{pa}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	schelp [-]	Diameter [m]	Max. druk [kN]	Effectiviteit [%]	Max. druk [kN]
MV-I	Klei	-2	14	2	1,3	0,3	9,5	100%	9,5
	Zand	-3	21	3	2	0,3	31,5	100%	31,5
	Zand	-4	28	3	2	0,3	44,0	100%	44,0
	Zand	-5	35	3	2	0,3	56,5	100%	56,5
	Zand	-6	42	3	2	0,3	69,5	100%	69,5
	Zand	-6,5	45,5	3	2	0,3	79,0	100%	79,0
MV-I	Klei	-2	14	2	1,3	0,5	16,0	100%	16,0
	Zand	-3	21	3	2	0,5	52,5	100%	52,5
	Zand	-4	28	3	2	0,5	73,5	100%	73,5
	Zand	-5	35	3	2	0,5	94,5	100%	94,5
	Zand	-6	42	3	2	0,5	115,5	100%	115,5
	Zand	-6,5	45,5	3	2	0,5	131,5	100%	131,5

Er zijn drie submodellen gemaakt in één AxisVM-model:

- Mast 59/62 met nieuwe betonplaat 4,0 m x 4,0 m x 0,5 m;
- Mast 60 met nieuwe betonplaat 4,25 m x 4,25 m x 0,5 m;
- Mast 61 met nieuwe betonplaat 4,75 m x 4,75 m x 0,5 m.
- Belastingen op druk conform Appendix A en op trek conform omschrijving onder “Belastingen” van deze appendix.

De bovenbelasting op de plaat door gronddekking is gelijk aan  $(1,0 \text{ m} \cdot 18,0 \text{ kN/m}^2 =) 18 \text{ kN/m}^2$ . Ook wordt er een grondwig (30°) langs de rand van de plaat meegenomen. Deze wig heeft een gewicht van  $(\tan(15^\circ) \cdot 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 18,0 \text{ kN/m}^3 / 2 =) 2,4 \text{ kN/m}^1$  (op de rand van de plaat).

De waterdruk is gelijk aan het volume onder water (zie Appendix B) vermenigvuldigd met  $10 \text{ kN/m}^3$  gedeeld door het plaatoppervlak (excl. gat). De waterdruk tegen de onderzijde van de plaat bij mast 59/62 is gelijk aan  $(274,7 \text{ kN} / 14,04 \text{ m}^2 =) 19,6 \text{ kN/m}^2$ . Bij mast 60 is de waterdruk gelijk aan  $(305,6 \text{ kN} / 16,1 \text{ m}^2 =) 19,0 \text{ kN/m}^2$ . Bij mast 61 is de waterdruk gelijk aan  $(373,1 \text{ kN} / 20,6 \text{ m}^2 =) 18,1 \text{ kN/m}^2$ . In het geval van hoog grondwater levert de grondwig een opwaartse druk van  $(\tan(15^\circ) \cdot 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 10,0 \text{ kN/m}^3 / 2 =) 1,3 \text{ kN/m}^1$  (op de rand van de plaat).

De volgende belastingcombinatie worden getoetst:

- UGT-Druk  $1,2 \cdot \text{EG} + 1,2 \cdot \text{Perm} + 1,0 \cdot \text{Druk}$
- UGT-Trek  $0,9 \cdot \text{EG} + 0,9 \cdot \text{Perm} + 1,0 \cdot \text{Waterdruk} + 1,0 \cdot \text{Trek}$
- SLS  $1,0 \cdot \text{EG} + 1,0 \cdot \text{Perm} + 1,0 \cdot \text{Waterdruk} + 1,0 \cdot \text{SLS7}$

De volgende aspecten zijn getoetst:

- Horizontale verplaatsing  $< 1/400 \times b$
- Buigspanning in de paal  $< f_y$

De gronddruk wordt niet getoetst, deze is immers reeds begrensd.

Verplaatsingseisen worden gesteld voor de karakteristieke belastingen, zonder belastingfactoren. In de berekening is gewerkt met rekenwaarden. Als de berekening wordt uitgevoerd met belastingfactor (ULS of SpLS) moet om terug te rekenen worden gedeeld door de belastingfactor. De methode wordt hier toegelicht.

Er wordt gerekend met een verhouding ULS/SLS van 1,35. Voor de load case ULS-5a met maximale torsiebelasting wordt een factor 1,0 gerekend aangezien de belastingfactor in dat geval 1,0 bedraagt.

Onder de belasting door torsie verplaatsen beide poten in dezelfde richting, theoretisch wordt dan altijd voldaan aan de eis. Gekozen is om ook hier het uitgangspunt te hanteren van  $1/400 \times b$ . In de overige load cases met maximale wind (ULS-1a) kunnen beide poten tegengesteld vervormen. De toelaatbare vervorming is in die gevallen 50% van de toelaatbare waarde. De eisen zijn in Tabel 31 samengevat.

**Tabel 46 Toelaatbare horizontale belasting**

Type	Belasting	b [mm]	eis	[mm]	Factor 1	Factor 2	Eis [mm]
S+0	Extreem	8000	0,0025	20	1,35	0,5	13,5
	Torsie	8000	0,0025	20	1	1	20,0

In onderstaande tabellen zijn de resultaten samengevat. Voor uitgebreide resultaten, zie berekening AxisVM:

**Tabel 47 Resultaten mast 59/62 – verzwaarde fundatie**

Onderdeel	Berekend	Toeslag	Optredend	Toelaatbaar		Unity-check	
Spanningscheck buispaal	53	1,2	64	235	N/mm <sup>2</sup>	0,27	OK
Max. trekkracht	287	1,05	301	327	kN	0,92	OK
Max. drukkracht	274	1,55	425	1079	kN	0,39	OK
Verplaatsing Max. trek/druk	8,2	1	8,2	13,5	mm	0,61	OK
Verplaatsing Max. torsie	8,2	1	8,2	20	mm	0,41	OK

**Tabel 48 Resultaten mast 60 – verzwaarde fundatie**

Onderdeel	Berekend	Toeslag	Optredend	Toelaatbaar		Unity-check	
Spanningscheck buispaal	62	1,2	74	235	N/mm <sup>2</sup>	0,32	OK
Max. trekkracht	259	1,05	272	284	kN	0,96	OK
Max. drukkracht	203	1,55	315	1819	kN	0,17	OK
Verplaatsing Max. trek/druk	6,1	1	6,1	13,5	mm	0,45	OK
Verplaatsing Max. torsie	6,1	1	6,1	20	mm	0,31	OK

**Tabel 49 Resultaten mast 61 – verzwaarde fundatie**

Onderdeel	Berekend	Toeslag	Optredend	Toelaatbaar		Unity-check	
Spanningscheck buispaal	63	1,2	76	235	N/mm <sup>2</sup>	0,32	OK
Max. trekkracht	204	1,05	214	230	kN	0,93	OK
Max. drukkracht	194	1,55	301	1298	kN	0,23	OK
Verplaatsing Max. trek/druk	4,9	1	4,9	13,5	mm	0,36	OK
Verplaatsing Max. torsie	4,9	1	4,9	20	mm	0,25	OK

## Middenfundaties

Van de middenfundatie wordt om twee redenen een model gemaakt:

- Toetsen of extra trekcapaciteit ontleend kan worden aan stabilisatiepaal (i.v.m. overschrijding bij mast 61);
- Toetsen of de horizontale kracht afgedragen kan worden.

De maximale weerstand die in rekening mag worden gebracht kan niet groter zijn dan de passieve gronddruk. Over de bovenste meters waar de grootste verplaatsingen optreden, is vanuit die overweging de maximale reactie van de lijnondersteuning aan de paal in de berekening begrensd. Er is uitgegaan van een volumiek gewicht van 17 kN/m<sup>3</sup>, een grondwaterstand van 0,5 m beneden maaiveld.

De methode van Bijlage C van NEN 1997-1 is gevolgd. De factor voor passieve gronddruk is voor klei of veen op 2 aangehouden, voor zand op 3. Onderstaand zijn de maximale grondweerstanden samengevat die zijn toegekend aan de elastische ondersteuning van de palen.

**Tabel 50 Begrenzing passieve gronddruk**

Paal	Grond	Niveau [m]	$p$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k_{pa}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	schelp [-]	Diameter [m]	Max. druk [kN]	Effectiviteit [%]	Max. druk [kN]
LD2	Klei	-1	7	2	1,3	0	0,0	50%	0,0
	Klei	-1,6	11,2	2	1,3	0	0,0	50%	0,0
	Zand	-2,6	18,2	3	2	0,55	48,5	100%	48,5
	Zand	-3,5	24,5	3	2	0,55	70,5	100%	70,5
	Zand	-4,5	31,5	3	2	0,55	92,5	100%	92,5
	Zand	-5,5	38,5	3	2	0,55	115,5	100%	115,5
	Zand	-6,3	44,1	3	2	0,55	136,5	100%	136,5
MV-U	Klei	-1,6	11,2	2	1,3	0	0,0	50%	0,0
	Zand	-2,6	18,2	3	1,5	0,4	26,5	100%	26,5
	Zand	-3,5	24,5	3	1,5	0,4	38,5	100%	38,5
	Zand	-4,5	31,5	3	1,5	0,4	50,5	100%	50,5
	Zand	-5,5	38,5	3	1,5	0,4	63,0	100%	63,0
	Zand	-6,5	45,5	3	1,5	0,4	75,5	100%	75,5
	Zand	-7,5	52,5	3	1,5	0,4	88,0	100%	88,0
	Zand	-8	56	3	1,5	0,4	97,5	100%	97,5

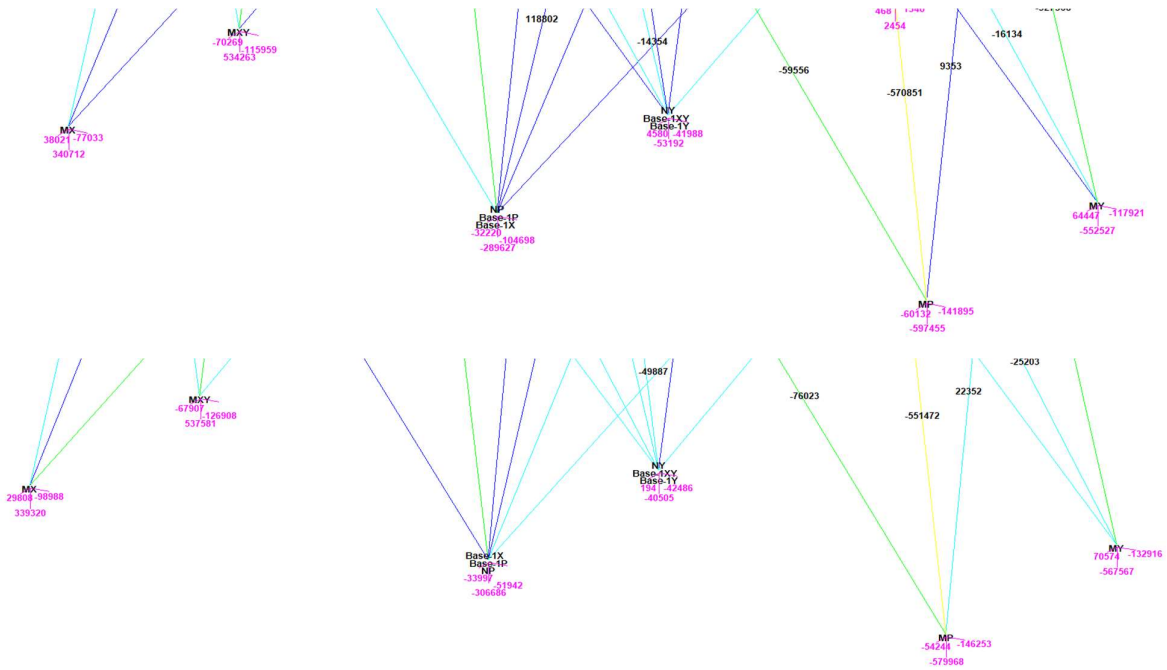
De middenfundatie wordt zijdelings belast met een maximale kracht van 105 kN. Door deze kracht is ook de middenfundatie niet stabiel. Echter door het verzwaren van alle hoeken, kan een deel van deze kracht overgedragen worden naar de verzwaarde hoekpunten. Op deze manier kan een verzwaring van de middenfundatie worden voorkomen. De lastspreiding is onderzocht met PLS-Tower. Uit modellen is gebleken dat de onversterkte middenfundatie ca. 4x zo slap is als de versterkte hoekfundatie. De gehanteerde veerwaarden zijn 5000 kN/m (20mm bij 100 kN) voor de hoeken en 1250 kN/m voor het midden.

Uit de beschouwing blijkt dat:

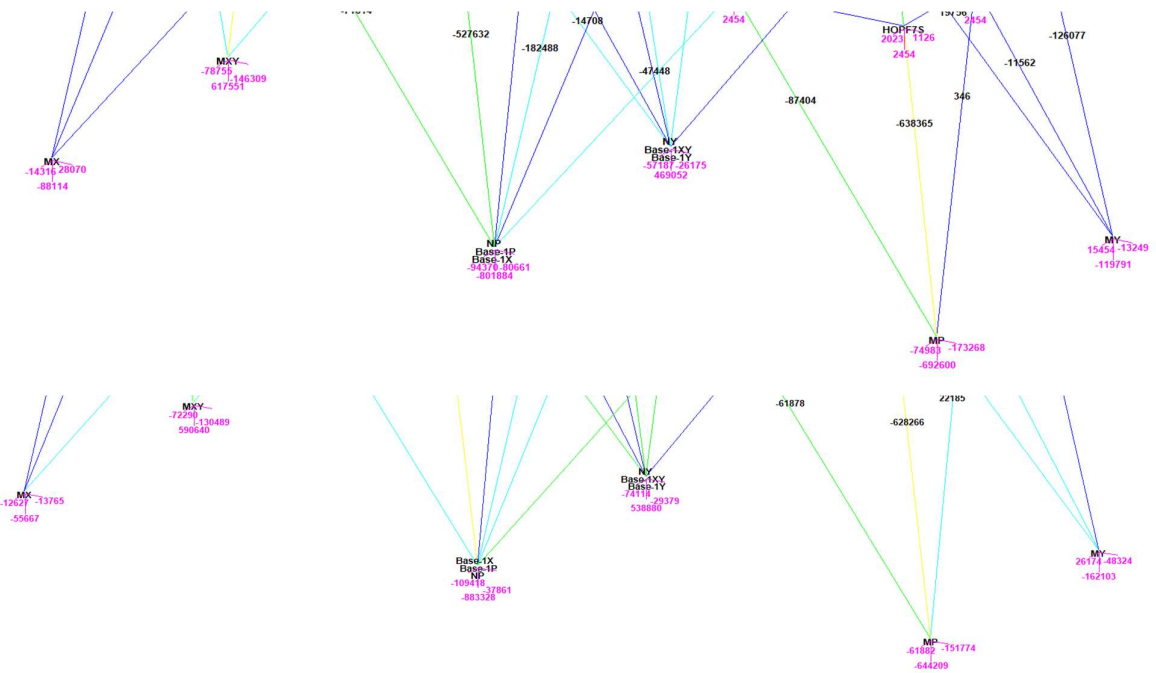
- De maximale kracht op de middenfundatie ca. 55 kN is;
- De combinatie van de trekkracht en de horizontale kracht op de hoekfundatie niet groter wordt;
  - Dit is het gevolg van andere lastspreiding door de constructie bij het gebruik van flexibele steunpunten.

Conclusie: de last op de middenfundatie kan verlaagd worden naar 55kN en de hoekfundaties worden niet zwaarder belast.

Verder worden de belastingen gehanteerd conform Appendix A.



Figuur 19 Mast 58 – ULS 1a\_0,9\_79 (maatgevende horizontale belasting middenfundatie – verlaging van 105 kN naar 55 kN)



Figuur 20 Mast 58 – ULS 1a\_0,9\_45 (maatgevende trekbelasting – combinatie van trekbelasting en horizontale kracht wordt niet hoger)

De volgende aspecten zijn getoetst:

- Horizontale verplaatsing  $< 1/400 \times b$
- Buigspanning in de paal  $< f_y$

De gronddruk wordt niet getoetst, deze is immers reeds begrensd.

Verplaatsingseisen worden gesteld voor de karakteristieke belastingen, zonder belastingfactoren. In de berekening is gewerkt met rekenwaarden. Als de berekening wordt uitgevoerd met belastingfactor (ULS of SpLS) moet om terug te rekenen worden gedeeld door de belastingfactor. De methode wordt hier toegelicht.

Er wordt gerekend met een verhouding ULS/SLS van 1,35. Voor de load case ULS-5a met maximale torsiebelasting wordt een factor 1,0 gerekend aangezien de belastingfactor in dat geval 1,0 bedraagt.

Onder de belasting door torsie verplaatsen beide poten in dezelfde richting, theoretisch wordt dan altijd voldaan aan de eis. Gekozen is om ook hier het uitgangspunt te hanteren van  $1/400 \times b$ . In de overige load cases met maximale wind (ULS-1a) kunnen beide poten tegengesteld vervormen. De toelaatbare vervorming is in die gevallen 50% van de toelaatbare waarde. De eisen zijn in Tabel 31 samengevat.

**Tabel 51 Toelaatbare horizontale belasting**

Type	Belasting	b [mm]	eis	[mm]	Factor 1	Factor 2	Eis [mm]
S+0	Extreem	11950	0,0025	29,875	1,35	0,5	20,2
	Torsie	11950	0,0025	29,875	1	1	29,9

In onderstaande tabel zijn de resultaten samengevat. Er is geen onderscheid gemaakt in veerstijfheden, echter zijn de spanningen relatief laag, waardoor dit in de marge zal zitten. Invloed op de reactiekrachten zal er niet zijn. Voor uitgebreide resultaten, zie berekening AxisVM:

**Tabel 52 Resultaten mast 59/62**

	Berekend	Toelaatbaar	Unity-check
Spanningscheck MV-U	94,1	235 N/mm <sup>2</sup>	0,40 OK
Spanningscheck LD2	55,1	235 N/mm <sup>2</sup>	0,23 OK
Max. trekkracht MV-U	460	460 kN	1,00 OK
Verplaatsing paalpunt $e_z$	0,1	5,0 mm	0,02 OK
Max. trekkracht LD2	61	158 kN	0,39 OK
Verplaatsing Extreem	6,0	20,2 mm	0,30 OK
Verplaatsing Torsie	26,5	29,9 mm	0,89 OK



Na deze pagina volgen de in- en uitvoer van de volgende AxisVM-modellen:

- Paalfunderingen nieuwe masten 3ct
- Verzwaarde hoekfundatie - Mast 40&58;
- Verzwaarde hoekfundatie - Mast 59/62-60-61;
- Middenfundatie;
- Gevoeligheidsanalyse - mast 61.

## APPENDIX F

### Poerberekeningen

#### Wapening twee-paalspoer

De maximale drukkracht is 2222 kN en de maximale trekkracht is 1743 kN. Het optredende moment is dan gelijk aan  $(1/4 \cdot 2222 \text{ kN} \cdot 1,23 \text{ (toeslag)} \cdot 1,0 \text{ m}) = 683 \text{ kNm}$ .

De hefboomsarm wordt bepaald met de formule voor gedrongen liggers, zie NEN-EN 1992-1 art. 6.1.

$$z = 0,2l + 0,4h \leq 0,6l$$

$$z = 0,2 \times 1,0 + 0,4 \times 1,5 \leq 0,6 \times 1,0 \Rightarrow 0,6 \text{ m}$$

$$A_{s,req} = 683 / (0,6 \times 435 \times 10^{-3}) = 2617 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,prov} = 6\varnothing 25 = 6 \times 491 \text{ mm}^2 = 2946 \text{ mm}^2$$

$$U.C. = 2617 / 2946 = 0,89 \leq 1,00 \text{ OK.}$$

#### Wapening nieuwe betonplaten

De wapening in de betonplaten wordt getoetst aan de hand van de AxisVM-modellen. De wapening wordt getoetst op basis van het "verbouwniveau". Hiervoor wordt een toeslagfactor berekend om de berekende snedekrachten van afkeur naar nieuwbouw te vergroten:

- $R_{max,druk,verbouw} / R_{max,druk,afkeur} = 811 \text{ kN} / 657 \text{ kN} = 1,23$ .

In onderstaande tabel zijn de optredende snedekrachten (zonder toeslagfactoren) weergegeven.

**Tabel 53 Snedekrachten beton (geel = maximaal, groen = basis)**

Snede	$M_x, D+$ [kNm/m]	$M_x, D-$ [kNm/m]	$M_y, D+$ [kNm/m]	$M_y, D-$ [kNm/m]
40_X1	87	-220	-	-
40_X2	21	-42	-	-
40_Y1	-	-	63	-168
40_Y2	-	-	48	-99
58_X1	78	-236	-	-
58_X2	3	-34	-	-
58_Y1	-	-	61	-175
58_Y2	-	-	49	-112
62_X1	38	-209	-	-
62_X2	2	-78	-	-
62_Y1	-	-	20	-156
62_Y2	-	-	24	-156
60_X1	48	-234	-	-
60_X2	0	-71	-	-
60_Y1	-	-	30	-160
60_Y2	-	-	31	-148
61_X1	77	-270	-	-
61_X2	0	-74	-	-
61_Y1	-	-	50	-183
61_Y2	-	-	49	-167

Voor de basiswapening wordt het volgende moment aangehouden:

- $99 \text{ kNm/m} \cdot 1,23 \text{ (toeslag plaat)} \cdot 1,23 \text{ (toeslag verbouw)} = 150 \text{ kNm/m}$ .

Uit berekening blijkt minimaal  $939 \text{ mm}^2$  wapening benodigd → gekozen Ø16-150 ( $1340 \text{ mm}^2$ ).

Voor de maximale wapening wordt het volgende moment aangehouden:

- $270 \text{ kNm/m} \cdot 1,23 \text{ (toeslag plaat)} \cdot 1,23 \text{ (toeslag verbouw)} = 408 \text{ kNm/m}$ .

Uit berekening blijkt minimaal  $2400 \text{ mm}^2$  wapening benodigd → gekozen Ø16-150 + Ø16-150 ( $2680 \text{ mm}^2$ ).

In UO-fase kan de wapening nader worden geoptimaliseerd.



<b>Onderwerp</b>		<b>Betonplaat - basis</b>		<b>Toetsing</b>	
				Hoofdwapening	<b>Voldoet</b>
				Scheurvorming	<b>Voldoet</b>
				Dwarskracht en wrijving	<b>Voldoet</b>
<b>Belastingen</b>				<b>Materialen</b>	
Moment	$M_{Ed} =$	<b>150,0</b> kNm		Betonsterkteklasse	<b>C30/37</b>
Dwarskracht	$V_{Ed} =$	<b>0,0</b> kN		$f_{cd}$	20,0 N/mm <sup>2</sup>
Wringmoment	$T_{Ed} =$	<b>0,0</b> kNm		$f_{ctd}$	1,35 N/mm <sup>2</sup>
<b>Duurzaamheid</b>				Wapening	
Constructieonderdeel		<b>Plaat, wand</b>		$f_{yd}$	<b>B500</b> 435 N/mm <sup>2</sup>
Milieuklasse		<b>XC4</b>			
<b>Doorsnedegegevens</b>				<b>Scheurvorming</b>	
Breedte	$b =$	<b>1000</b> mm		$M_{qp} / M_{Ed} =$	<b>1,30</b> -
Hoogte	$h =$	<b>500</b> mm		$\sigma_s = A_{s,ben} / A_s \times M_{qp} / M_{Ed} \times f_{yd}$	202 N/mm <sup>2</sup>
Dekking	$c_{nom} =$	<b>40</b> mm		$\varnothing_{km} < (\text{tabel 7.2N}) =$	<b>16</b> mm
Hoofdwap.	$\varnothing_{wap} =$	<b>16</b> mm		$\varnothing_{km} =$	<b>16</b> mm
Beugels	$\varnothing_{bgl} =$	<b>16</b> mm		$s < (\text{tabel 7.3N}) =$	<b>250</b> mm
$d = h - c - \varnothing_{bgl} - \varnothing / 2 =$		<b>436</b> mm		$s =$	<b>154</b> mm <b>Voldoet</b>
<b>Controle hoofdwapening</b>				<b>Dwarskracht</b>	
Berekening op basis van		<b>Buiglijger</b>		$v_{Ed} = V_{Ed} / bd =$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
Basiswapening		<b>7 Ø 16</b>		$\rho_1 =$	0,31 %
Bijlegwapening		<b>Ø</b>		$k = 1 + \sqrt{(200/d)} =$	<b>1,68</b> -
Bundels?		<b>Geen bundel</b>		$v_{Rd,c,min} = 0,035k^{3/2} \sqrt{f_{ck}} =$	0,42 N/mm <sup>2</sup>
$z =$		<b>427</b> mm		$v_{Rd,c} = 0,12k(100\rho_1 f_{ck})^{1/3} bd =$	0,42 N/mm <sup>2</sup> <b>Min.wap</b>
$M_d / bd^2 f_b =$		<b>39</b> -		$V_{Rd,c} = v_{Rd,c} bd =$	<b>183,9</b> kN
$A_{sreq} =$		<b>808</b> mm <sup>2</sup>		$v_1 = 0,6(1-f_{ck}/250) =$	0,53 -
$A_{sprov} =$		<b>1340</b> mm <sup>2</sup>	<b>Voldoet</b>	$v_{Rd,max} = z/d v_1 f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta)$	3,57 N/mm <sup>2</sup> <b>Voldoet</b>
$\rho =$		<b>0,31</b> %	<b>Voldoet</b>	$V_{Rd,max} = v_{Rd,max} bd =$	<b>1554</b> kN
$\rho_{min} =$		<b>0,15</b> %		$\theta =$	<b>21,8</b> °
$\rho_{max} =$		<b>1,55</b> %			

<b>Onderwerp</b>		<b>Betonplaat - max</b>		<b>Toetsing</b>	
				Hoofdwapening	<b>Voldoet</b>
				Scheurvorming	<b>Voldoet</b>
				Dwarskracht en wrijving	<b>Voldoet</b>
<b>Belastingen</b>				<b>Materialen</b>	
Moment	$M_{Ed} =$	<b>408,0</b>	kNm	Betonsterkteklasse	<b>C30/37</b>
Dwarskracht	$V_{Ed} =$	<b>0,0</b>	kN	$f_{cd}$	20,0 N/mm <sup>2</sup>
Wringmoment	$T_{Ed} =$	<b>0,0</b>	kNm	$f_{ctd}$	1,35 N/mm <sup>2</sup>
<b>Duurzaamheid</b>				Wapening	
Constructieonderdeel	<b>Plaat, wand</b>			$f_{yd}$	<b>B500</b> 435 N/mm <sup>2</sup>
Milieuklasse	<b>XC4</b>				
<b>Doorsnedegegevens</b>				<b>Scheurvorming</b>	
Breedte	$b =$	<b>1000</b>	mm	$M_{qp} / M_{Ed} =$	<b>1,30 -</b>
Hoogte	$h =$	<b>500</b>	mm	$\sigma_s = A_{s,ben} / A_s \times M_{qp} / M_{Ed} \times f_{yd}$	272 N/mm <sup>2</sup>
Dekking	$c_{nom} =$	<b>40</b>	mm	$\varnothing_{km} < (\text{tabel 7.2N}) =$	12 mm
Hoofdwap.	$\varnothing_{wap} =$	<b>16</b>	mm	$\varnothing_{km} =$	16 mm
Beugels	$\varnothing_{bgl} =$	<b>16</b>	mm	$s < (\text{tabel 7.3N}) =$	200 mm
$d = h - c - \varnothing_{bgl} - \varnothing / 2 =$		<b>436</b>	mm	$s =$	67 mm <b>Voldoet</b>
<b>Controle hoofdwapening</b>				<b>Dwarskracht</b>	
Berekening op basis van	<b>Buiglijger</b>			$v_{Ed} = V_{Ed} / bd =$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
Basiswapening	<b>7</b>	$\varnothing$	<b>16</b>	$\rho_1 =$	0,65 %
Bijlegwapening	<b>7</b>	$\varnothing$	<b>16</b>	$k = 1 + \sqrt{(200/d)} =$	1,68 -
Bundels?	<b>Geen bundel</b>			$v_{Rd,c,min} = 0,035k^{3/2} \sqrt{f_{ck}} =$	0,42 N/mm <sup>2</sup>
$z =$	410 mm			$v_{Rd,c} = 0,12k(100\rho_1 f_{ck})^{1/3} bd =$	0,54 N/mm <sup>2</sup> <b>Min.wap</b>
$M_d / bd^2 f_b =$	107 -			$v_{Rd,c} = v_{rd,c} bd =$	235,4 kN
$A_{sreq} =$	2288 mm <sup>2</sup>			$v_1 = 0,6(1-f_{ck}/250) =$	0,53 -
$A_{sprov} =$	2815 mm <sup>2</sup>			$v_{Rd,max} = z/d v_1 f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta)$	3,43 N/mm <sup>2</sup> <b>Voldoet</b>
$\rho =$	0,65 %			$v_{Rd,max} = v_{rd,max} bd =$	1494 kN
$\rho_{min} =$	0,15 %			$\theta =$	21,8 °
$\rho_{max} =$	1,55 %				

## Overdracht oud naar nieuw beton – mast 40/58

Het poer gewicht, inclusief grond, van mast 40 is ca. 800 kN. Dit gewicht moet overgedragen worden van het nieuwe beton naar het oude beton middels ingelijmde wapening. De kracht wordt niet rondom helemaal evenredig verdeeld, dus er wordt uitgegaan van een toeslag gerekend van 30%.

De capaciteit van dit vlak en de benodigde wapening wordt berekend conform NEN-EN 1992-1-1 art. 6.2.5. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat alle kracht moet worden opgenomen door wapening.

Het oppervlak per zijde is gelijk aan ca.  $(1,00 \text{ m (conservatief 2/3 poerhoogte)} \cdot \pi \cdot 0,8 \text{ m}) = 2,51 \text{ m}^2$ . De spanning  $v_{Ed,i}$  is dan gelijk aan  $(800000 \text{ N} \cdot 130\% / 2510000 \text{ mm}^2) = 0,41 \text{ MPa}$ . De benodigde wapening wordt berekend op basis van de volgende uitgangspunten:

- $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$ ;
- $\mu = 0,5$  (zeer glad oppervlak (conservatieve aanname → oppervlak opruwen));
- $\alpha = 90^\circ$  (wapening loodrecht op schuifvlak).

Het benodigde wapeningspercentage is dan gelijk aan  $(0,41 \text{ MPa} / 435 \text{ MPa} / (0,5 \cdot \sin(90) + \cos(90))) = 0,19\%$ . Dat komt neer op  $(0,19\% \cdot 2510000 \text{ mm}^2) = 4769 \text{ mm}^2 \rightarrow$  toepassing min. 20Ø20 → 6283 mm<sup>2</sup>.

Geadviseerd wordt minimaal 20Ø20 rondom in te lijmen (of gelijkwaardig) over de onderste meter van de poer. In UO-fase moet hiervoor een logische indeling worden bepaald, waarbij bestaande wapening zoveel mogelijk gespaard blijft. Oppervlak bestaande beton opruwen.

## Overdracht oud naar nieuw beton – mast 59/60/61/62

Het poer gewicht, inclusief grond, van mast 61 is ca. 1200 kN. Dit gewicht moet overgedragen worden van het nieuwe beton naar het oude beton. De kracht wordt niet evenredig verdeeld over de vier vlakken, dus er wordt uitgegaan van een bovengrens van 400 kN op één zijde.

De capaciteit van dit vlak en de benodigde wapening wordt berekend conform NEN-EN 1992-1-1 art. 6.2.5. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat alle kracht moet worden opgenomen door wapening.

Het oppervlak per zijde is gelijk aan ca.  $(1,75 \text{ m (conservatief halve poerhoogte)} \cdot 0,825 \text{ m (gem. breedte)}) = 1,44 \text{ m}^2$ . De spanning  $v_{Ed,i}$  is dan gelijk aan  $(400000 \text{ N} / 1440000 \text{ mm}^2) = 0,27 \text{ MPa}$ . De benodigde wapening wordt berekend op basis van de volgende uitgangspunten:

- $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$ ;
- $\mu = 0,5$  (zeer glad oppervlak (conservatieve aanname → oppervlak opruwen));
- $\alpha = 90^\circ$  (wapening loodrecht op schuifvlak).

Het benodigde wapeningspercentage is dan gelijk aan  $(0,27 \text{ MPa} / 435 \text{ MPa} / (0,5 \cdot \sin(90) + \cos(90))) = 0,12\%$ . Dat komt neer op  $(0,12\% \cdot 1440000 \text{ mm}^2) = 1728 \text{ mm}^2 \rightarrow$  toepassing min. 10Ø20 → 3141 mm<sup>2</sup>.

Geadviseerd wordt minimaal 10Ø20 per zijvlak in te lijmen (of gelijkwaardig) over de onderste helft van de poer. In UO-fase moet hiervoor een logische indeling worden bepaald, waarbij bestaande wapening zoveel mogelijk gespaard blijft. Oppervlak bestaande beton opruwen.



## **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.

C     *Constructietekeningen masten, fundaties en opstijgpunten 150kV opstijgpunt*

C.1   Mastbeeldtekening hoekmast

C *Constructietekeningen masten, fundaties en opstijgpunten 150kV opstijgpunt*

C.1 Mastbeeldtekening hoekmast

