

# Ingediende aanvraag/melding omgevingsvergunning

Formuliersversie  
2020.01

## Aanvraaggegevens

### Algemeen

Aanvraagnummer	6855731
Aanvraagnaam	ENS-ZL Aanpassen bestaande hoogspanningsmasten NOP
Uw referentiecode	-

Ingediend op	07-04-2022
Soort procedure	Reguliere procedure

Projectomschrijving	Het beperkt constructief aanpassen van drie hoogspanningsmasten en een portaal in het kader van het project ENS-ZL 380kV
Opmerking	Totale projectkosten zijn nog niet te geven. Zie voor een toelichting op de aanvraag bijlage 1.
Gefaseerd	Nee
Blokkerende onderdelen weglaten	Nee
Persoonsgegevens openbaar maken	Nee
Kosten openbaar maken	Nee
Bijlagen die later komen	Bouwveiligheidsplan
Bijlagen n.v.t. of al bekend	nvt

### Bevoegd gezag

Naam:	Gemeente Noordoostpolder
Bezoekadres:	Harmen Visserplein 1 8302 BW EMMELOORD
Postadres:	Postbus 155 8300 AD EMMELOORD
Telefoonnummer:	(0527) 633 911
Faxnummer:	(0527) 617 020
E-mailadres:	info@noordoostpolder.nl
Website:	www.noordoostpolder.nl
Contactpersoon:	

## Overzicht bijgevoegde modulebladen

Aanvraaggegevens

Aanvragergegevens

Locatie van de werkzaamheden

Werkzaamheden en onderdelen

Overige veranderingen aan bestaande bouwwerken

- Bouwen

Bijlagen

Kosten



# Aanvrager bedrijf

## 1 Bedrijf

KvK-nummer	09155985
Vestigingsnummer	000020300360
(Statutaire) naam	TenneT TSO B.V.
Handelsnaam	TenneT TSO

## 2 Contactpersoon

Geslacht	<input checked="" type="checkbox"/> Man <input type="checkbox"/> Vrouw
Voorletters	
Voorvoegsels	-
Achternaam	
Functie	Adviseur vergunningen

## 3 Vestigingsadres bedrijf

Postcode	6812AR
Huisnummer	310
Huisletter	-
Huisnummertoevoeging	M01
Straatnaam	Utrechtseweg
Woonplaats	Arnhem

## 4 Correspondentieadres

Postbus	718
Postcode	6800AS
Plaats	Arnhem

## 5 Contactgegevens

Telefoonnummer	
Faxnummer	-
E-mailadres	

## 6 Akkoordverklaring

Akkoordverklaring

- Hierbij verklaar ik dat ik de aanvraag/melding naar waarheid heb ingevuld, dat ik correspondentie over mijn aanvraag/melding wil ontvangen op het door mij opgegeven e-mailadres of op het door mij opgegeven adres van de berichtenbox en dat ik weet dat er kosten verbonden kunnen zijn aan het indienen van een aanvraag.



# Locatie

## 1 Kadastraal perceelnummer

Burgerlijke gemeente	Noordoostpolder
Kadastrale gemeente	Noordoostpolder
Kadastrale sectie	C
Kadastraal perceelnummer	3761
Bouwplannaam	-
Bouwnummer	-
Gelden de werkzaamheden in deze aanvraag/melding voor meerdere adressen of percelen?	<input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nee
Specificatie locatie	Voor een volledig overzicht van de kadastrale percelen, wordt verwezen naar bijlage 2.

## 2 Eigendomssituatie

Eigendomssituatie van het perceel	<input type="checkbox"/> U bent eigenaar van het perceel <input type="checkbox"/> U bent erfpachter van het perceel <input type="checkbox"/> U bent huurder van het perceel <input checked="" type="checkbox"/> Anders
Uw belang bij deze aanvraag	Zakelijk recht overeenkomst

## 3 Toelichting

Eventuele toelichting op locatie	Het betreffen bestaande hoogspanningsmasten in een bestaande hoogspanningsverbinding.
----------------------------------	---



# Bouwen

## Overige veranderingen aan bestaande bouwwerken

### 1 Woonboten en drijvende objecten

Betreft het bouwwerk een drijvend object?  Ja  
 Nee

### 2 Woning

Gaat het om de bouw van één of meer woningen?  Ja  
 Nee

### 3 De bouwwerkzaamheden

Wat is er op het bouwwerk van toepassing?  Het wordt geheel vervangen  
 Het wordt gedeeltelijk vervangen  
 Het wordt nieuw geplaatst

Eventuele toelichting

Het betreft het uitwisselen/toevoegen van enkele stalen profielen in de mast en het vervangen van bijbehorende bouten. Het aanzicht en de kleur wijzigen hierbij niet of nauwelijks.

Hebt u voor deze bouwwerkzaamheden al eerder een vergunning aangevraagd?  Ja  
 Nee

### 4 Plaats van het bouwwerk

Waar gaat u bouwen? Bijgebouw

Naam van het bijgebouw of bouwwerk hoogspanningsmast

### 5 Seizoensgebonden en tijdelijke bouwwerken

Gaat het om een seizoensgebonden bouwwerk?  Ja  
 Nee

Gaat het om een tijdelijk bouwwerk?  Ja  
 Nee

### 6 Gebruik

Waar gebruikt u het bouwwerk en/of terrein momenteel voor?  Wonen  
 Overige gebruiksfuncties

Geef aan waar u het bouwwerk en/of terrein momenteel voor gebruikt. hoogspanningsmast

Waar gaat u het bouwwerk voor gebruiken?  Wonen  
 Overige gebruiksfuncties

Geef aan waar u het bouwwerk voor gaat gebruiken. hoogspanningsmast

## 7 Gebruiksfuncties

In onderstaande tabel staan in de eerste kolom mogelijke gebruiksfuncties die in een bouwwerk kunnen voorkomen. Vul voor alle gebruiksfuncties die voor u van toepassing zijn het aantal personen, de totale gebruiksoppervlakte en de totale vloeroppervlakte van het verblijfsgebied in m2 in hele getallen in.

Gebruiksfunctie	Aantal personen	Gebruiksoppervlakte (m2)	Verblijfsoppervlakte (m2)
Bijeenkomst	-	-	-
Cel	-	-	-
Gezondheidszorg	-	-	-
Industrie	-	-	-
Kantoor	-	-	-
Logies	-	-	-
Onderwijs	-	-	-
Sport	-	-	-
Winkel	-	-	-
Overige gebruiksfuncties	-	-	-

## 8 Uiterlijk bouwwerk/welstand

Beschrijf van de onderstaande onderdelen de materialen en kleuren die u voor het bouwwerk gebruikt. U mag het veld leeg laten als u materialen en kleuren in de bijlagen vermeldt

Onderdelen	Materiaal	Kleur
Gevels	-	-
- Plint gebouw	-	-
- Gevelbekleding	-	-
- Borstweringen	-	-
- Voegwerk	-	-
Kozijnen	-	-
- Ramen	-	-
- Deuren	-	-
- Luiken	-	-
Balkonhekken	-	-
Dakgoten en boeidelen	-	-
Dakbedekking	-	-

Vul hier overige onderdelen en bijbehorende materialen en kleuren in.

Metalen profielen mast. Kleur grijs (gelijk aan huidige kleur).

## 9 Mondeling toelichten

Ik wil mijn bouwplan mondeling toelichten voor de welstandscommissie/stadsbouwmeester.

- Ja  
 Nee

# Bijlagen

## Formele bijlagen

Naam bijlage	Bestandsnaam	Type	Datum ingediend	Status document
2__Kadastraal_Maste-nboek_v8_2_pdf	2. Kadastraal Mastenboek_v8.2.pdf	Anders	07-04-2022	In behandeling
3__Overzicht_masten_pdf	3. Overzicht masten.pdf	Anders	07-04-2022	In behandeling
4_1_DO_Mast_EC--3_R_pdf	4.1 DO Mast EC-3_R.pdf	Constructieve veiligheid complexere bouwwerken Plattegronden, doorsneden en detailtekeningen bouwen complexere bouwwerken	07-04-2022	In behandeling
4_2_DO_Mast_HB--3_R_X_pdf	4.2 DO Mast HB-3 R_X.pdf	Constructieve veiligheid complexere bouwwerken Plattegronden, doorsneden en detailtekeningen bouwen complexere bouwwerken	07-04-2022	In behandeling
4_3_DO_Mast_HC--3_RC_pdf	4.3 DO Mast HC-3 RC.pdf	Constructieve veiligheid complexere bouwwerken Plattegronden, doorsneden en detailtekeningen bouwen complexere bouwwerken	07-04-2022	In behandeling
5_1_1_EC-3_RX_Mast_-1_Detailberek_pdf	5.1.1 EC-3 RX Mast 1 Detailberek.pdf	Constructieve veiligheid complexere bouwwerken Plattegronden, doorsneden en detailtekeningen bouwen complexere bouwwerken	07-04-2022	In behandeling
5_1_2_EC-3_RX_Mast_-1_Lijsten_pdf	5.1.2 EC-3 RX Mast 1 Lijsten.pdf	Constructieve veiligheid complexere bouwwerken Plattegronden, doorsneden en detailtekeningen bouwen complexere bouwwerken	07-04-2022	In behandeling
5_1_3_RX_Mast_1_-_Onderdeelttek_pdf	5.1.3 RX Mast 1 - Onderdeelttek.pdf	Constructieve veiligheid complexere bouwwerken Plattegronden, doorsneden en detailtekeningen bouwen complexere bouwwerken	07-04-2022	In behandeling
5_1_4_EC-3_RX_Mast_-1_Overzichtstek_pdf	5.1.4 EC-3 RX Mast 1 Overzichtstek.pdf	Constructieve veiligheid complexere bouwwerken Plattegronden, doorsneden en detailtekeningen bouwen complexere bouwwerken	07-04-2022	In behandeling
5_2_1_HB-3_RX_Mast_-6_Overzichtstek_pdf	5.2.1 HB-3 RX Mast 6 Overzichtstek.pdf	Constructieve veiligheid complexere bouwwerken Plattegronden, doorsneden en	07-04-2022	In behandeling



Naam bijlage	Bestandsnaam	Type	Datum ingediend	Status document
		detailtekeningen bouwen complexere bouwwerken		
5_2_2_HB-3_RX_Mast_-6_Onderdeelte_k_pdf	5.2.2 HB-3 RX Mast 6 Onderdeelte_k.pdf	Constructieve veiligheid complexere bouwwerken Plattegronden, doorsneden en detailtekeningen bouwen complexere bouwwerken	07-04-2022	In behandeling
5_2_3_HB-3_RX_Mast_-6_Lijsten_pdf	5.2.3 HB-3 RX Mast 6 Lijsten.pdf	Constructieve veiligheid complexere bouwwerken Plattegronden, doorsneden en detailtekeningen bouwen complexere bouwwerken	07-04-2022	In behandeling
5_2_4_HB-3_RX_Mast_-6_Detailberek_pdf	5.2.4 HB-3_RX Mast 6 Detailberek.pdf	Constructieve veiligheid complexere bouwwerken Plattegronden, doorsneden en detailtekeningen bouwen complexere bouwwerken	07-04-2022	In behandeling
5_3_1_HC-3_RII_Mast_-10_Overzichtstek_pdf	5.3.1 HC-3 RII Mast 10 Overzichtstek.pdf	Constructieve veiligheid complexere bouwwerken Plattegronden, doorsneden en detailtekeningen bouwen complexere bouwwerken	07-04-2022	In behandeling
5_3_2_HC-3_RII_Mast_-10_Onderdeelte_k_pdf	5.3.2 HC-3 RII Mast 10 Onderdeelte_k.pdf	Constructieve veiligheid complexere bouwwerken Plattegronden, doorsneden en detailtekeningen bouwen complexere bouwwerken	07-04-2022	In behandeling
5_3_3_HC-3_RII_Mast_-10_Lijsten_pdf	5.3.3 HC-3 RII Mast 10 Lijsten.pdf	Constructieve veiligheid complexere bouwwerken Plattegronden, doorsneden en detailtekeningen bouwen complexere bouwwerken	07-04-2022	In behandeling
5_3_4_HC-3_RII_Mast_-10_-Detailberek_pdf	5.3.4 HC-3 RII Mast 10 - Detailberek.pdf	Constructieve veiligheid complexere bouwwerken Plattegronden, doorsneden en detailtekeningen bouwen complexere bouwwerken	07-04-2022	In behandeling
6__Archeologie_Noordoostpolder_pdf	6. Archeologie Noordoostpolder.pdf	Anders	07-04-2022	In behandeling
7__Verk_Natuuronderz_ZL-ENS_pdf	7. Verk Natuuronderz ZL-ENS.pdf	Anders	07-04-2022	In behandeling
8__Voortoets_werkzaamh_Zwolle--Ens_pdf	8. Voortoets werkzaamh Zwolle-Ens.pdf	Anders	07-04-2022	In behandeling
8_1_Voortoets_onderhoudspad_mast_12_pdf	8.1 Voortoets onderhoudspad mast 12.pdf	Anders	07-04-2022	In behandeling
1__begeleidend_schrijven_Nop_pdf	1. begeleidend schrijven Nop.pdf	Anders	07-04-2022	In behandeling



# Kosten

## Bouwen

### Overige veranderingen aan bestaande bouwwerken

Wat zijn de geschatte kosten in 18000  
euro's (exclusief BTW)?

## Projectkosten

Wat zijn de geschatte kosten 18000  
voor het totale project in euro's  
(exclusief BTW)?

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland  
Gemeente Noordoostpolder  
T.a.v. college van burgemeester en wethouders  
Postbus 155  
8300 AD EMMELOORD  
Nederland

CLASSIFICATIE	C1 - Publieke Informatie
DATUM	1 april 2022
ONZE REFERENTIE	002.515.20 1011143
BEHANDELD DOOR	
TELEFOON DIRECT	
E-MAIL	

**BETREFT** Aanvraag omgevingsvergunning bouwen t.b.v. Ens-Zwolle 380 kV

Geacht college,

Hierbij vraagt TenneT TSO B.V. (hierna: TenneT) een omgevingsvergunning onderdeel bouwen aan voor het constructief aanpassen van bestaande 380 kV hoogspanningsmasten van de verbinding Ens – Zwolle 380kV binnen de gemeente Noordoostpolder.

## 1. Achtergrond

Om in de toekomst meer elektriciteit te kunnen transporteren is het noodzakelijk om naast de nieuwbouw van verbindingen bestaande hoogspanningsverbindingen aan te passen zodat een grotere transportcapaciteit mogelijk wordt gemaakt. Om die reden is TenneT voornemens de bestaande landelijke 380 kV ring, de 'ruggengraat' van het landelijk hoogspanningsnet, op te waarderen. Dit gebeurt binnen het programma Beter Benutten Bestaande 380 kV. Binnen het betreffende programma valt ook het deelproject Opwaardering 380 kV-verbinding Ens - Zwolle (ENS-ZL).

Het opwaarderen van de 380kV ring, inclusief de hieronder vallende deelprojecten vallen onder de Rijkscoördinatieregeling.

## 2. Werkzaamheden

Voor de opwaardering van de bestaande 380 kV verbinding ENS-ZL moeten diverse werkzaamheden worden uitgevoerd. In de basis betreft dit het ophangen van nieuwe HTLS (High Temperature Low Sag) geleiders met een hogere transportcapaciteit dan de huidige geleiders. De nieuwe geleiders zijn qua omvang en aantal gelijk aan de bestaande maar kunnen meer stroom transporteren, doordat ze hogere temperaturen kunnen weerstaan zonder te ver door te gaan hangen. De huidige hoogspanningsverbinding is bovendien inmiddels 35 jaar oud. Om deze reden worden ook andere onderdelen, zoals de isolatorkettingen en bliksemraden als levensduur verlengende activiteit vervangen. In het kader van deze -niet omgevingsvergunningplichtige werkzaamheden - worden ook de hoogspanningsmasten en de mastfunderingen opnieuw constructief beschouwd.

Deze aanvraag omgevingsvergunning, onderdeel bouwen, heeft betrekking op het constructief aanpassen van 3 mastlichamen. Hieronder worden deze werkzaamheden toegelicht.

### *2.1 Aanpassingen mastlichaam*

Per masttype is een constructieve controle uitgevoerd. Op basis hiervan is gebleken of- en in welke mast aanpassingen moeten plaatsvinden. Hiervan wordt vervolgens per masttype een detailontwerp gemaakt van de aanpassingen.

De aanpassingen van het mastlichaam bestaan op hoofdlijnen uit onderstaande werkzaamheden waarbij de hoofdopzet en de uitstraling van de masten niet wijzigt.

- Bouten vervangen
- Mastprofielen uitwisselen en/of toevoegen
- Knikverkorters toevoegen

Een overzicht met de aanpassingen per mast is opgenomen in bijlage 3 en de berekening van de mastconstructies in bijlagen 4.

Nadat alle werkzaamheden zijn uitgevoerd worden de masten waar nodig lokaal bijgewerkt met schilderwerk in de bestaande kleur.

### *2.2 Aanpassingen funderingen*

Naast het aanpassen van de mastlichamen kan ook het aanpassen van de fundering aan de orde zijn. Per mastfundering is een constructieve controle uitgevoerd (bijlagen 9 t/m 11). Op basis hiervan is gebleken of en hoe de aanpassingen moeten plaatsvinden. Hiervan is vervolgens een detailontwerp gemaakt van de aanpassingen.

De aanpassingen van de funderingen bestaan uit het toevoegen van extra ballast aan de bestaande poeren. Er hoeven geen heipalen te worden bijgeplaatst. Het ontwerp hiervoor is in 5 op UO niveau uitgewerkt.

### *2.3 Archeologie*

Ter plaatse van de werkzaamheden van de verbinding KIJ-GT is een archeologisch onderzoek uitgevoerd. Er is geen noodzaak tot vervolgonderzoek. Het uitgevoerde archeologische onderzoek betreffende gemeente Molenlanden is bijgevoegd in bijlage 6.

### *2.4 Natuur*

Adviesbureau Sweco heeft in 2021 onderzoek gedaan naar de aanwezigheid van beschermde flora en fauna op het tracé. Tevens zijn in het onderzoek de effecten ten aanzien van Natura 2000-gebieden onderzocht. Op basis van het uitgevoerde natuuronderzoek is geconcludeerd dat in één mast van de verbinding ENS-ZL (mast 50, gemeente Zwolle) een jaarrond bescherm nest aanwezig is. Hiervoor is een ontheffing voor soortenbescherming in het kader van de Wet natuurbescherming (Wnb) aangevraagd. Opgemerkt wordt hierbij dat er in de loop van 2022 nog verder onderzoek zal plaatsvinden naar nesten in masten omdat de werkzaamheden pas in de loop van 2023 van start zullen gaan. Dit omdat er anders 2 broedseizoenen zitten tussen het eerste onderzoek en realisatie.

Het uitgangspunt is dat er met een werkprotocol zodanig gewerkt kan worden, dat nesten zo veel mogelijk behouden kunnen blijven en niet verstoord worden. Indien er uit het nader onderzoek (blijkt dat er toch andere jaarrond beschermde nesten verstoord of (tijdelijk) verwijderd moeten worden, dan zal hiervoor later zo nodig aanvullend een ontheffing worden aangevraagd. Het uitvoeren van de werkzaamheden zal verder

onder ecologische begeleiding worden uitgevoerd.

Een vergunning voor gebiedsbescherming in het kader van de Wnb is niet noodzakelijk. Het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) is op grond van artikel 1.3 lid 5 van de Wnb bevoegd gezag.

### **3. Vergunning en procedures**

#### *3.1 Omgevingsvergunning*

Voor de werkzaamheden als benoemd in paragraaf 2 vraagt TenneT een omgevingsvergunning aan voor de volgende in de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) genoemde activiteiten:

- het bouwen van een bouwwerk (veranderen), artikel 2.1 lid 1 onder a Wabo.

#### *3.2 Rijkscoördinatierегeling*

Ten aanzien van uw besluit op deze aanvraag ingevolge artikel 2.1 van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht is op grond van artikel 20c Elektriciteitswet j° artikel 2 lid 1 onder a Uitvoeringsbesluit Rijkscoördinatierегeling energie-infrastructuurprojecten de Rijkscoördinatierегeling uit de Wet op de ruimtelijke ordening van toepassing (artikel 3.35). Hierbij is de minister van Economische Zaken de aangewezen minister voor de coördinatie van de besluiten.

In verband daarmee heeft de minister van Economische Zaken ons gevraagd het volgende op te nemen in deze aanvraag:

1. Ingevolge de Rijkscoördinatierегeling dient u een kopie van onderhavige aanvraag te verzenden aan de minister van Economische Zaken. TenneT zal er echter voor zorgen dat de minister van Economische Zaken een exemplaar van deze aanvraag ontvangt. U hoeft dus geen exemplaar door te sturen.
2. In reactie op deze kopie van de aanvraag zal de minister u per brief melden wanneer van u verwacht wordt een ontwerpbesluit gereed te hebben.
3. U wordt verzocht het ontwerpbesluit en later ook het besluit aan de minister van Economische Zaken te verzenden. Deze zal het besluit doorzenden naar TenneT.

### *3.3 Uitgestelde gegevensverstrekking*

Onder verwijzing naar artikel 2.7 van de Regeling omgevingsrecht (Mor) verzoeken wij u om in uw besluit te bepalen dat de in artikel 2.7 lid 1 en 3 Mor bedoelde gegevens uiterlijk 3 weken voorafgaand aan de start van de werkzaamheden van de mastaanpassing of fundering, ter goedkeuring zullen worden aangeleverd. Het gaat in ieder geval om de volgende gegevens:

- (Bouw)veiligheidsplan.

### *3.4 Bouwkosten voor legesbepaling*

Een inschatting van de bouwkosten ten behoeve van legesbepaling is op basis van ervaringen met andere projecten door onze cost-engineer ingeschat. Zodra het werk is aanbesteed (eind 2022) zijn definitieve bedragen beschikbaar.

## **4. Werkproces en overige vergunningen**

Voor het feitelijk uitvoeren van de werkzaamheden zullen nog diverse andere vergunningen en meldingen benodigd zijn. Te denken is hierbij aan kruisingen met (spoor)wegen en waterwegen, bemaling, uitritten etc. Voor deze aanvragen of meldingen zijn veel details nodig die door de aannemer worden uitgewerkt. Het aanvragen van deze vergunningen/meldingen zal daarom grotendeels op een later tijdstip door de aannemer worden gedaan.

Met de eigenaren van de gronden waarop de masten staan heeft TenneT privaatrechtelijke overeenkomsten gesloten. De werkzaamheden worden in nauw overleg met alle rechthebbenden uitgevoerd.

### *4.1 Planning*

Volgens de huidige inzichten zullen de werkzaamheden in het tweede kwartaal van 2023 starten.

### *4.2 Omgevingsveiligheid*

Aannemers worden contractueel verplicht te werken volgens de veiligheidsvoorschriften van TenneT, te weten:

- "General SHE requirements for contractors, referentie SSC 15-037"
- "Operational SHE requirements for contractors – Onshore NL, referentie SSC 16-004"

(<https://www.tennet.eu/nl/bedrijf/safety-bij-tennet/safety-publicaties/>)

## 5. Ondertekening

Wij verzoeken u de vergunning op naam te stellen van TenneT TSO B.V.

Wij verzoeken u alle inhoudelijke correspondentie met betrekking tot deze aanvraag te richten aan:

**TenneT TSO B.V.**

**T.a.v. dhr.**

**Postbus 718**

**6800 AS Arnhem**

Wij verzoeken u het ontwerpbesluit en het definitieve besluit te zenden naar:

**Ministerie van Economische Zaken**

**T.a.v. Bureau Energieprojecten**

**Postbus 93144**

**2509 AC Den Haag**

Met vriendelijke groet,  
TenneT TSO B.V.

## **Bijlagenblad**

1. Brief / begeleidend schrijven
2. Mastenboek voorzien van Kadastrale gegevens (gehele verbinding)
3. Overzicht van aan te passen masten
4. Gegevens DO per masttype
5. Gegevens UO per masttype
6. Archeologisch onderzoek
7. Natuuronderzoek, verkennend
8. Natuuronderzoek, voortoets



## **Bijlagenoverzicht**

1. Brief / begeleidend schrijven
2. Mastenboek voorzien van Kadastrale gegevens (gehele verbinding)
3. Overzicht van aan te passen masten
4. Gegevens DO per masttype
5. Gegevens UO per masttype
6. Archeologisch onderzoek
7. Natuuronderzoek, verkennend
8. Natuuronderzoek, voortoets

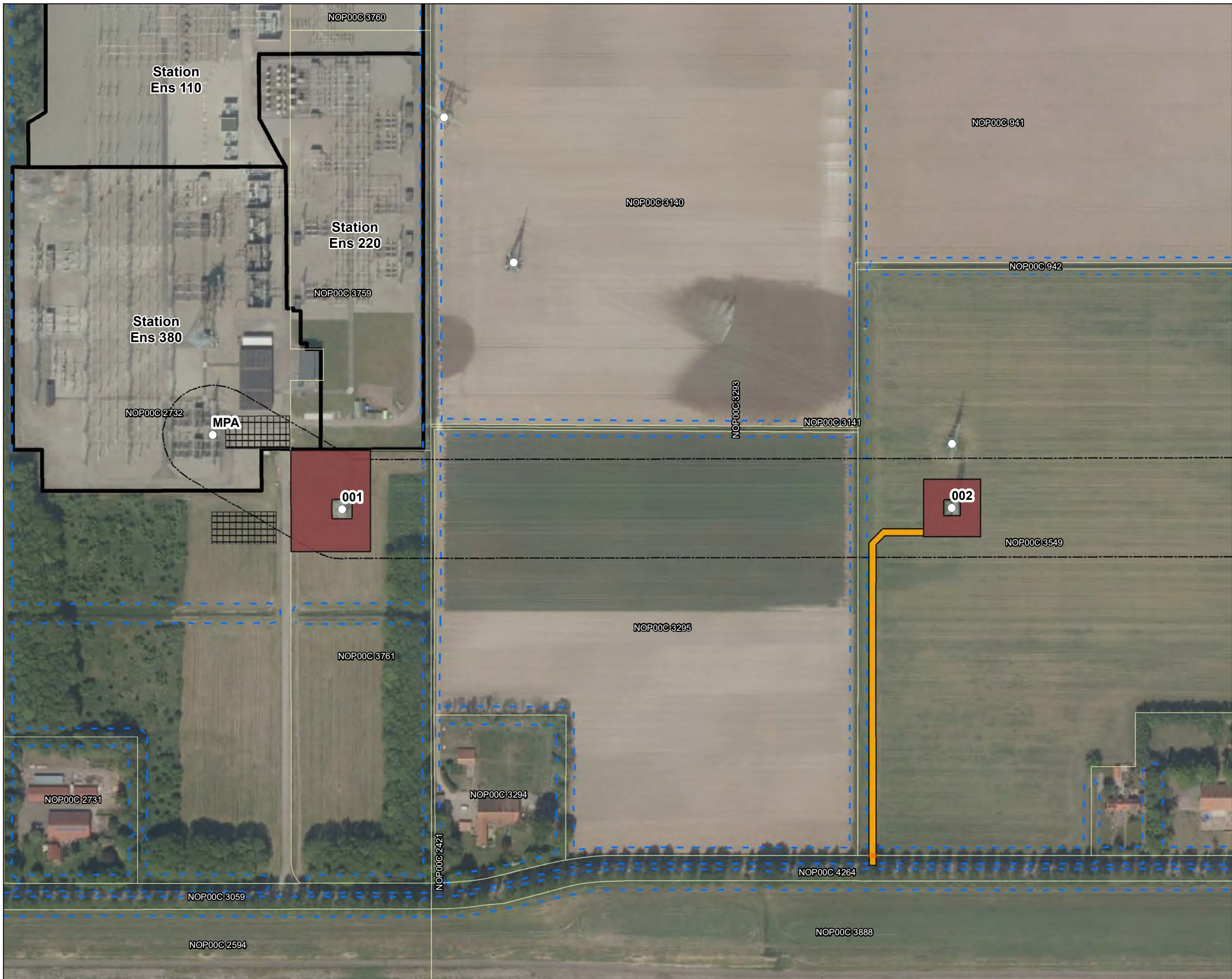
## Bijlage 2

### Kadastraal Mastenboek



### Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



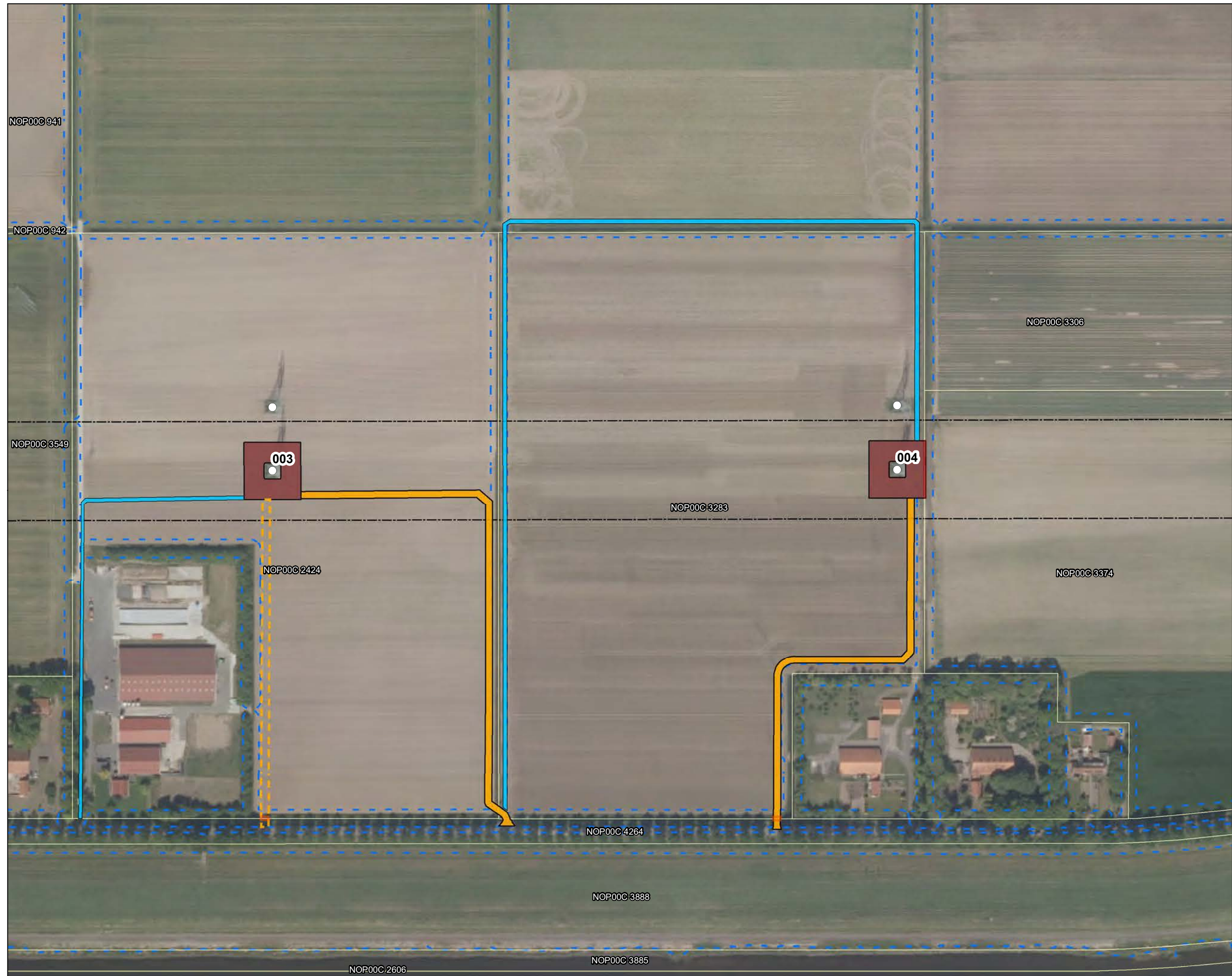
Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	<small>J:\GeoData\alg_energi\Beter benutten bestaande 380kW\Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_31\5-01_Mastenboek_v8_2_0enlan.mxd</small>		

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	J:\GeoData\alg_energi\Beter benutten bestaande 380kV Producten ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_24\5-21_Mastenboek_v8_2_Sienjan.mxd		
0 20 40 60 80 100 m.		N	
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.			



## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	<small>J:\GeoData\p_energi\Beter benutten\bestaande 380kV\Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_31\5-02_Mastenboek_v8_2_0enlan.mxd</small>		

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



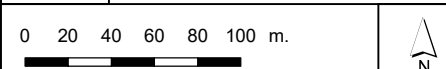
## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:3.500	Formaat	A3

Kenmerk J:\GeoData\p\_energi\Beter benutten\bestaande 380kV\producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209\_31\5-01\_Mastenboek\_v8\_2\_Sienjan.mxd



Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



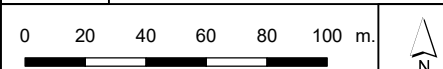
## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3

Kenmerk J:\GeoData\alg\_merig\Beter benutten bestaande 380kV Producten ENS-ZL\producten\mastenboek\202209\_31\5-01\_Mastenboek\_v8\_2\_Sienjan.mxd





## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	J:\GeoData\alg_viering\Beter benutten bestaande 380kV Producten ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_15\15-01_Mastenboek_v8_2_Geplan.mxd		
0 20 40 60 80 100 m.			

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.





Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	J:\GeoData\alg_merig\Beter benutten bestaande 380kV Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_31\5-21_mastenboek_v8_2_2022\enslan.mxd		
0 20 40 60 80 100 m.			

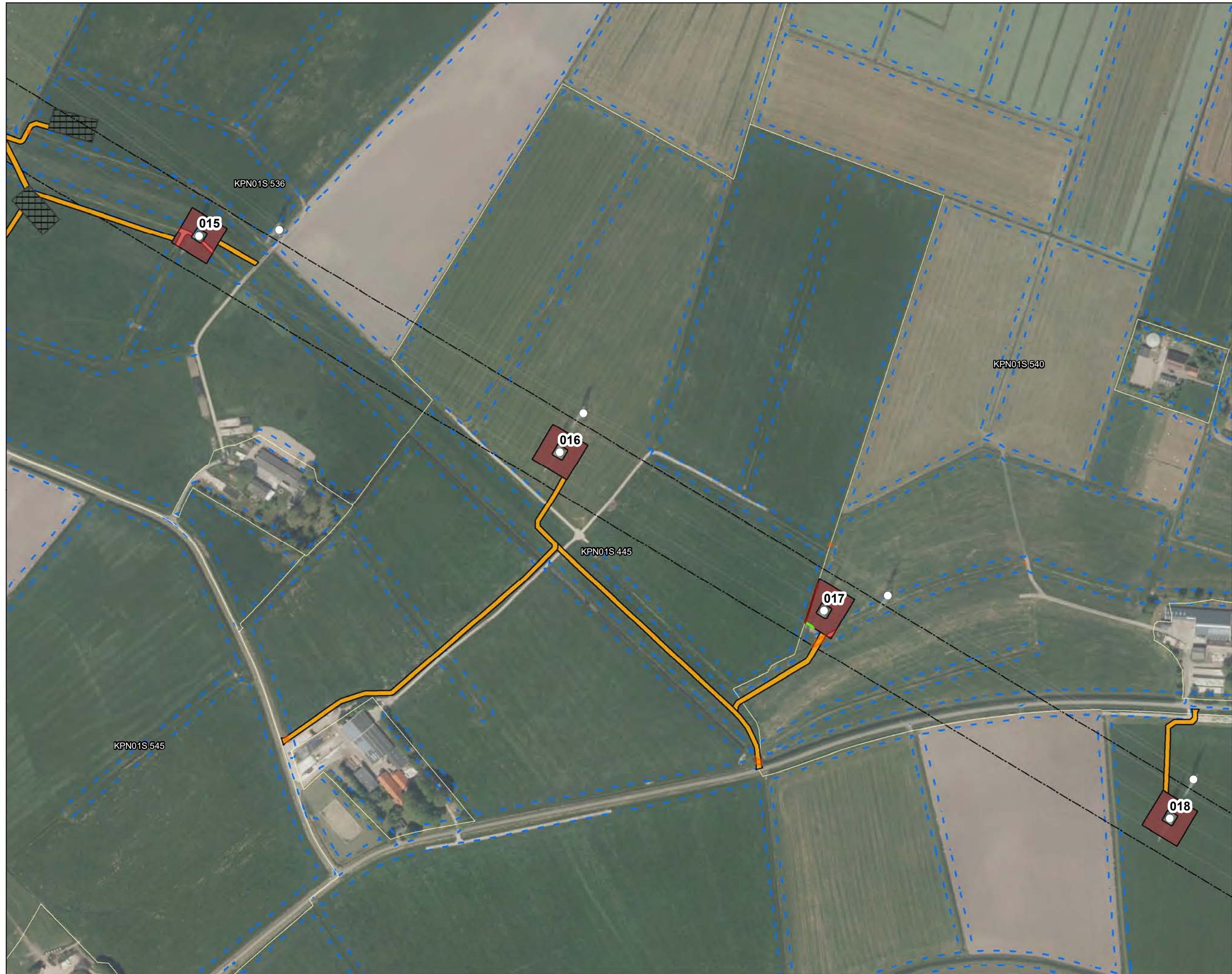
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

KPN01S 445



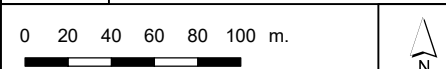
## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkterrein Mast
- Werkterrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:3.500	Formaat	A3

Kenmerk J:\GeoData\alg\_energi\Beter benutten bestaande 380kV Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209\_31\5-01\_Mastenboek\_v8\_2\_Sienjan.mxd



Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

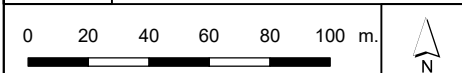


## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	J:\GeoData\p_energi\Beter benutten bestaande 380kV Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_31\5-02_Mastenboek_v8_2_Sienjan.mxd		



Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

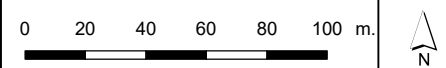


## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	J:\GeoData\alg_energi\Beter benutten\bestaande 380kV Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_31\5-01_Mastenboek_v8_2_01enlan.mxd		





## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:3.500	Formaat	A3
Kenmerk	J:\GeoData\p_energi\Beter benutten bestaande 380kV Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_31\5-21_Mastenboek_v8_2_Sienjan.mxd		
0 20 40 60 80 100 m.			

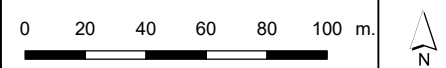


## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkterrein Mast
- Werkterrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	J:\GeoData\alg_energi\Beter benutten\bestaande 380kV\Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_31\5-12_Mastenboek_v8_2_Sienjan.mxd		

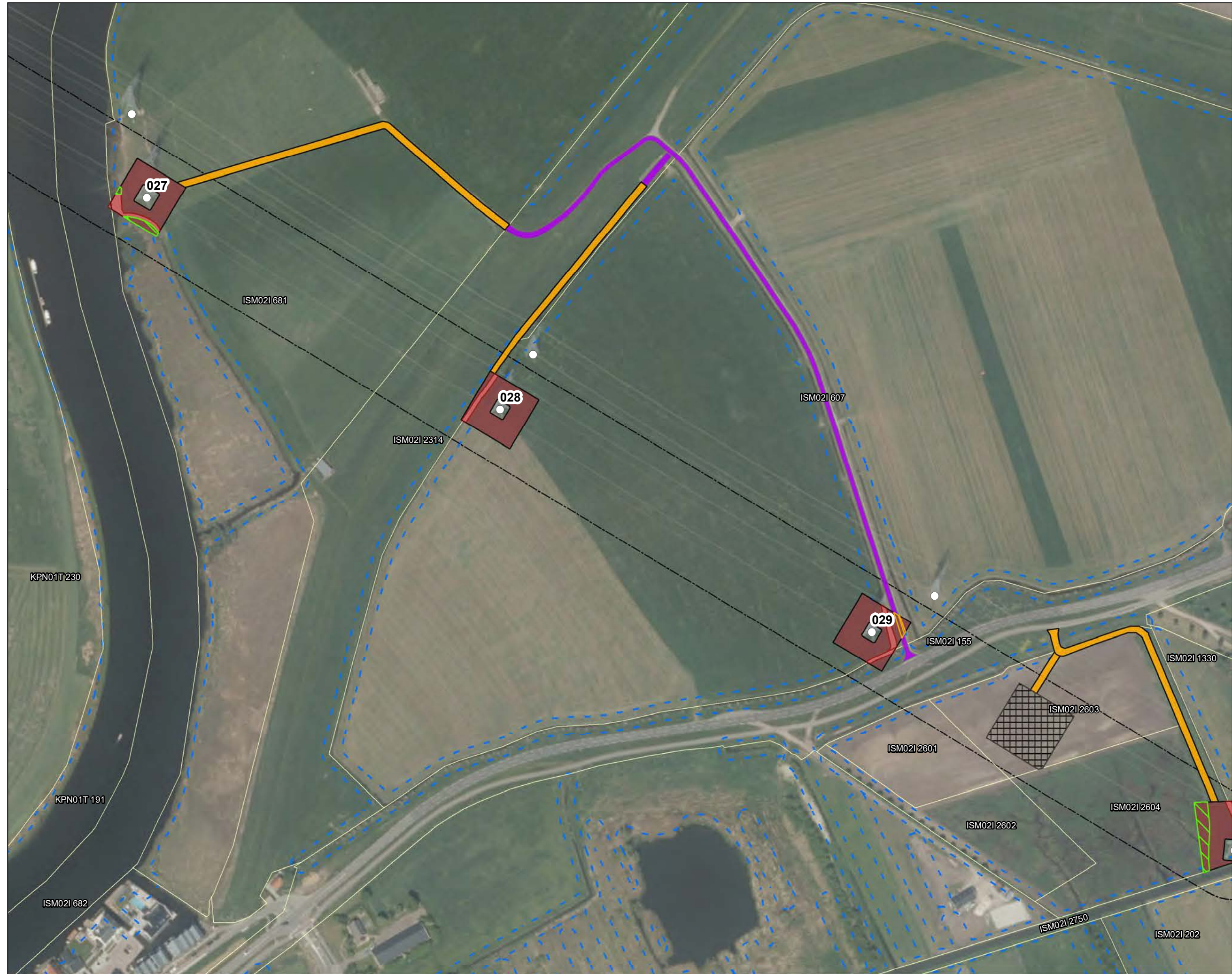


Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	J:\GeoData\p_energi\Beter benutten bestaande 380kV Producten ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_31\5-02_Mastenboek_v8_2_022\plan.mxd		
0 20 40 60 80 100 m.			


Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



## Legenda

-  Mastfundering aanpassen
-  Mastfundering niet aanpassen
-  Zakelijk rechtstrook
-  Station
-  Mogelijk snoeien
-  Op weg of spoorweg
-  Op water
-  Over water
-  Werkerrein Mast
-  Werkerrein Lierlocatie
-  Ruimtereservering werkweg
-  Aan te leggen dijk (rijbaan)
-  Route optionele werkweg
-  Bestaande weg / verharding benutten
-  Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
-  Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg
-  Zonnepark
-  Waterbuffer (5m afstand)
-  Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	J:\GeoData\p_energi\Beter benutten bestaande 380kV\Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_31\5121_Mastenboek_v8_2_Sienjan.mxd		
0 20 40 60 80 100 m.			

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.





## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	<small>J:\GeoData\p_energi\Beter benutten\bestaande 380kV Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_24\GIS\21_Mastenboek_v8_2_Geotien.mxd</small>		

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:3.500	Formaat	A3
Kenmerk	j:\GeoData\p_energi\Beter benutten bestaande 380kV Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_15\15-01_Mastenboek_v8_2_Genplan.mxd		
0 20 40 60 80 100 m.			



## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel

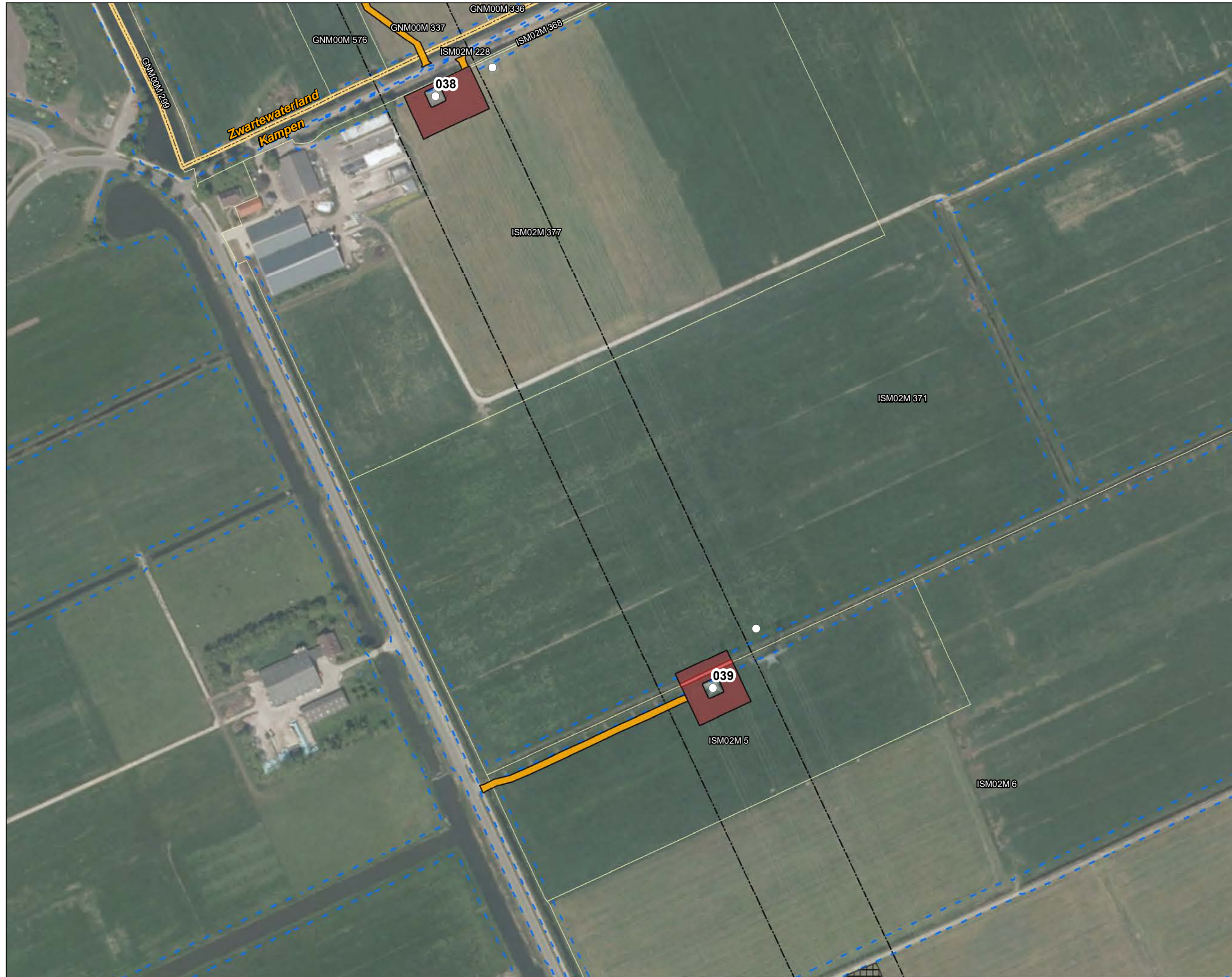


Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:3.500	Formaat	A3
Kenmerk	J:\GeoData\p_energi\Beter Benutten\bestaande 380kV\Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_31\GIS\21_mastenboek_v8_2_sienlan.mxd		
0 20 40 60 80 100 m.		N	
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.			



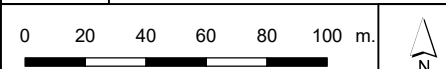
## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3

Kenmerk J:\GeoData\p\_energi\Beter benutten\bestaande 380kV\Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209\_31\5-01\_Mastenboek\_v8\_2\_Sienjan.mxd





Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	J:\GeoData\p_energi\Beter benutten\bestaande 380kV\producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_31\5-21_Mastenboek_v8_2_2022.mxd		
0 20 40 60 80 100 m.			

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

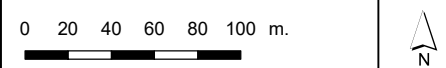


## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



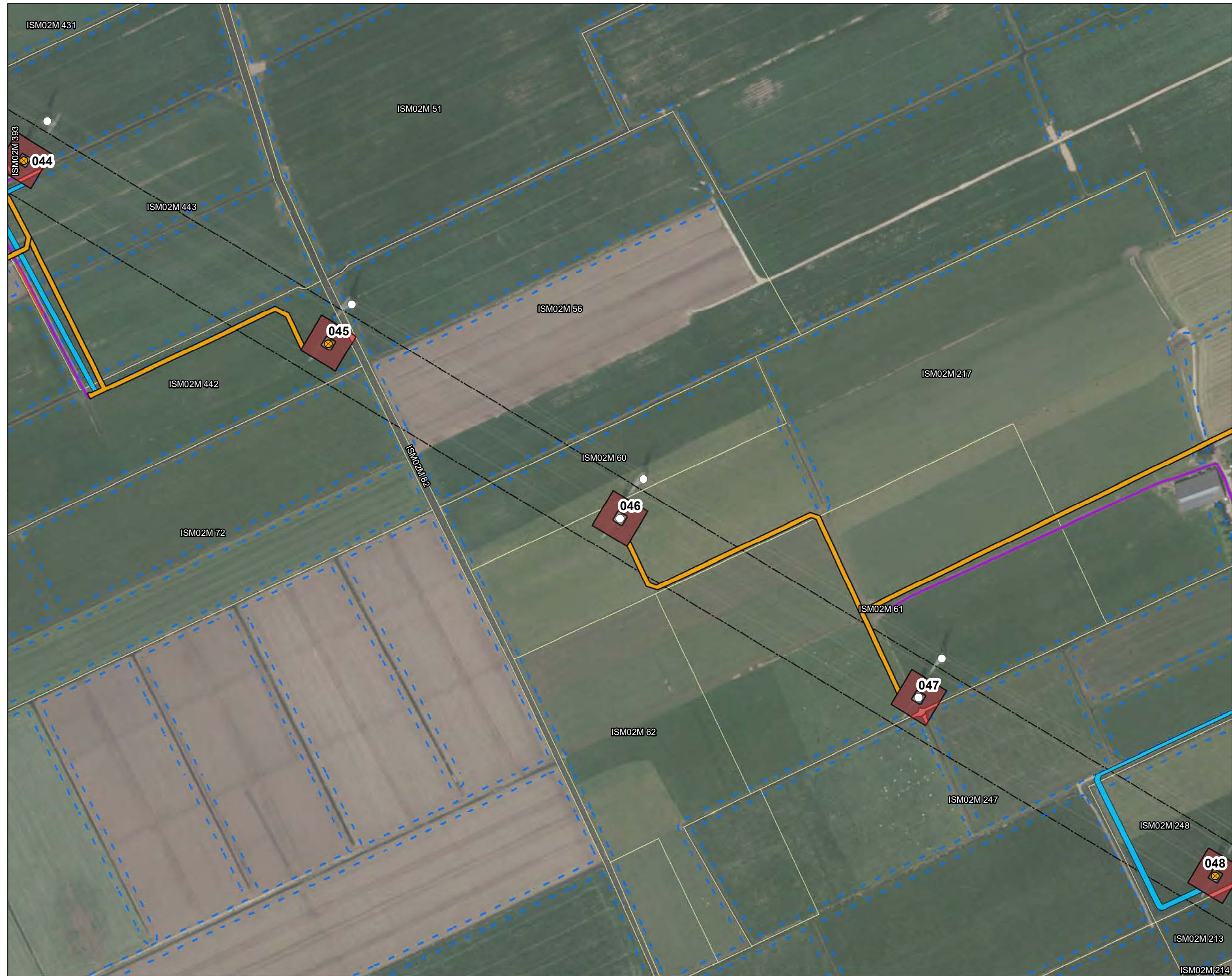
Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:3.500	Formaat	A3
Kenmerk	J:\GeoData\p_energi\Beter benutten\bestaande 380kV Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_31\5-21_Mastenboek_v8_2_Sienjan.mxd		





## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:3.500	Formaat	A3
Kenmerk	J:\GeoData\alg_merig\Beter benutten\bestaande 380kV\Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_31\5-21_Mastenboek_v8_2_2022.mxd		

0 20 40 60 80 100 m.

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	J:\GeoData\p_energi\Beter benutten bestaande 380kV Producten ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_31\5-21_Mastenboek_v8_2_2022.mxd		
0 20 40 60 80 100 m.			
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.			





## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	J:\GeoData\p_energi\Beter benutten\bestaande 380kV\Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_21\5-21_Mastenboek_v8_2_2022.mxd		
0 20 40 60 80 100 m.			

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



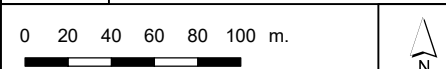
## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkterrein Mast
- Werkterrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:3.500	Formaat	A3

Kenmerk J:\GeoData\p\_energi\Beter benutten\bestaande 380kV\producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209\_15\15-01\_Mastenboek\_v8\_2\_Sienjan.mxd



Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

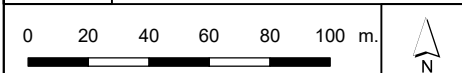


## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	J:\GeoData\p_energi\Beter benutten\bestaande 380kV\producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_24\5-24_Mastenboek_v8_2_2022.mxd		



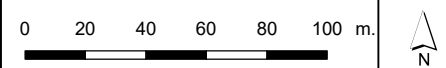


## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	J:\GeoData\p_energi\Beter benutten bestaande 380kV Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_24\5-21_Mastenboek_v8_2_Sienjan.mxd		

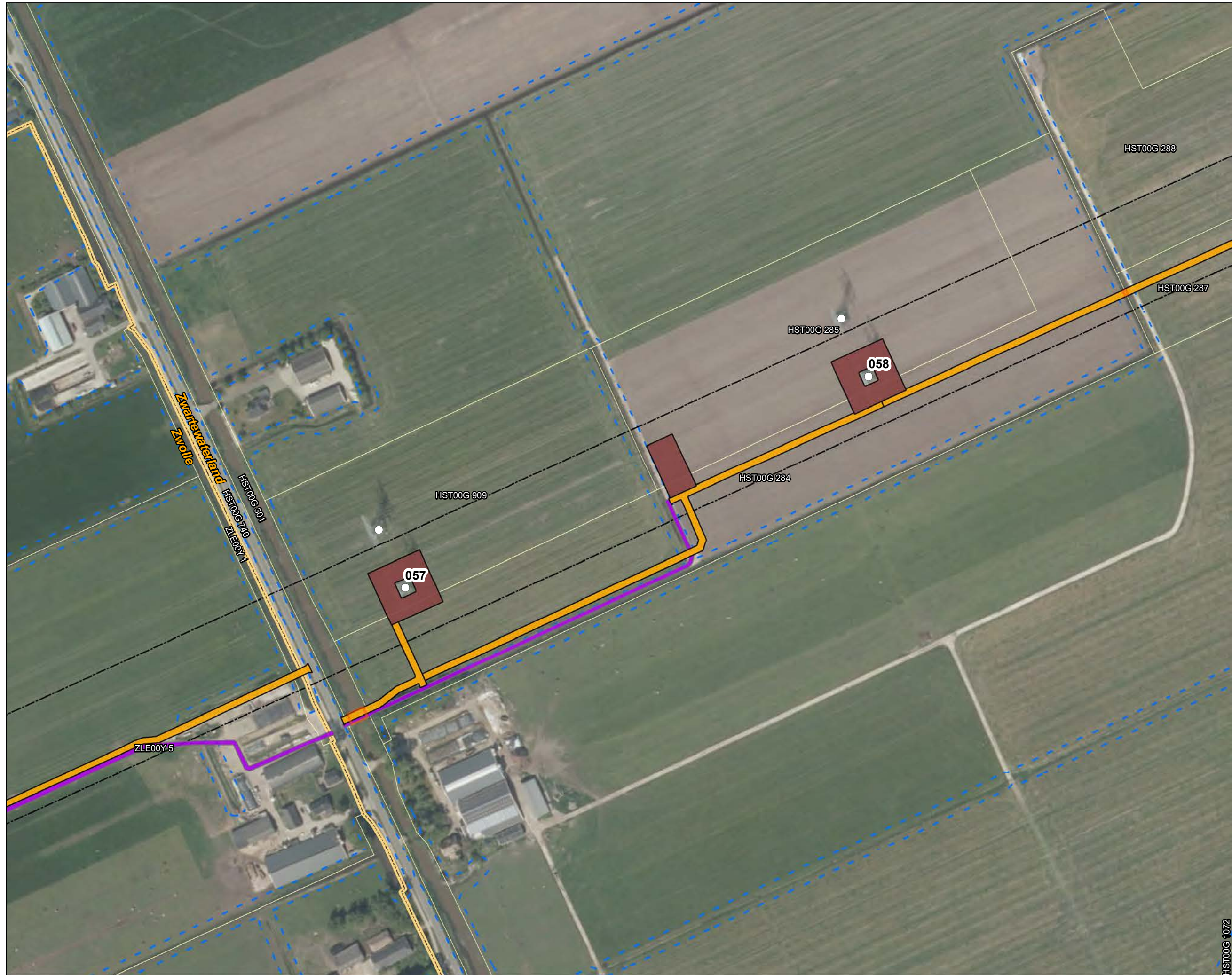


Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	<small>J:\GeoData\p_energi\Beter benutten\bestaande 380kV\producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_24\5-21_Mastenboek_v8_2_2022.mxd</small>		

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.

HST00G 1072



## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	<small>J:\GeoData\p_energi\Beter benutten bestaande 380kV Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_28\28-28_Mastenboek_v8_2_2022\mst.mxd</small>		

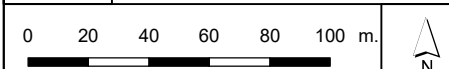


## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkterrein Mast
- Werkterrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	J:\GeoData\p_energi\Beter benutten\bestaande 380kV\producten\mastenboek\202209_31\5-21_Mastenboek_v8_2_2022\mst.mxd		





Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:3.500	Formaat	A3
Kenmerk	J:\GeoData\p_energi\Beter benutten bestaande 380kV Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_31\GIS-D1_Mastenboek_v8_2_Sienjan.mxd		
0 20 40 60 80 100 m.			



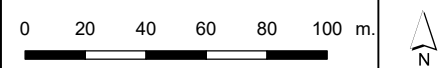


## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkterrein Mast
- Werkterrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	J:\GeoData\p_energi\Beter benutten bestaande 380kV\Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_31\GIS\21_Mastenboek_v8_2_Sienjan.mxd		



Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



### Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:3.500	Formaat	A3
Kenmerk	J:\Geo\Dataprog_energi\Beter benutten bestaande 380kV Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_31\GIS\21_Mastenboek_v8_2_Sienjan.mxd		
0 20 40 60 80 100 m.		N	

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



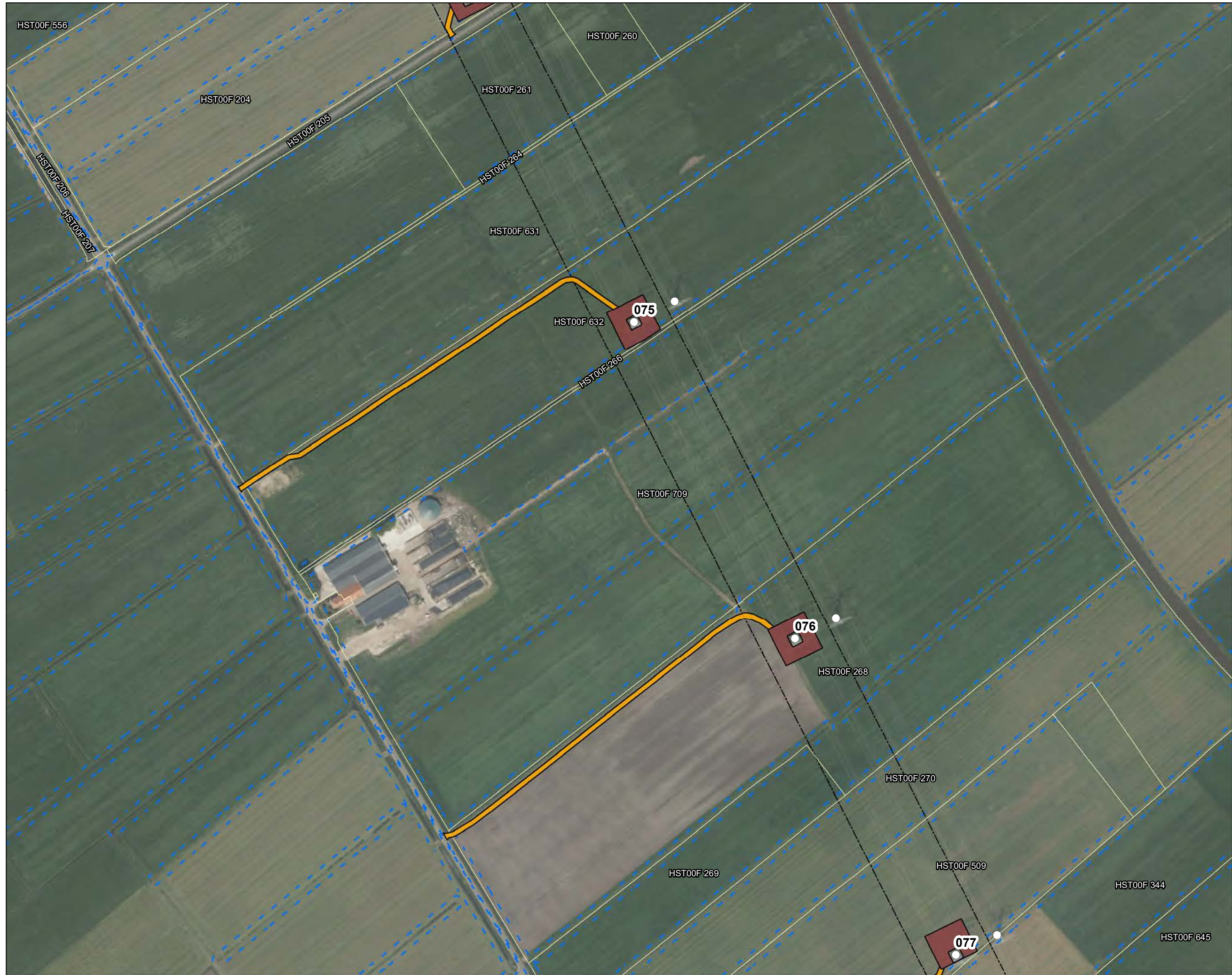
Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	J:\GeoData\p_energi\Beter benutten\bestaande 380kV\Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_2018-21_Mastenboek_v8_2_2022.mxd		
0 20 40 60 80 100 m.			

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



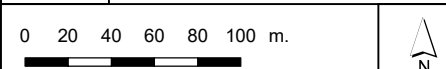
## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkterrein Mast
- Werkterrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:3.500	Formaat	A3

Kenmerk J:\GeoData\p\_energi\Beter benutten\bestaande 380kV\Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209\_24\5-21\_Mastenboek\_v8\_2\_Sienjan.mxd



Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	<small>J:\GeoData\p_energi\Beter benutten\bestaande 380kV\Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_31\5-21_Mastenboek_v8_2_0enlan.mxd</small>		

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



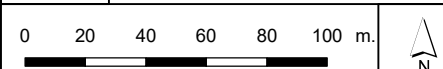
Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkterrein Mast
- Werkterrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3

Kenmerk J:\GeoData\alg\_energi\Beter benutten\bestaande 380kV Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209\_31\5-21\_Mastenboek\_v8\_2\_Sienjan.mxd

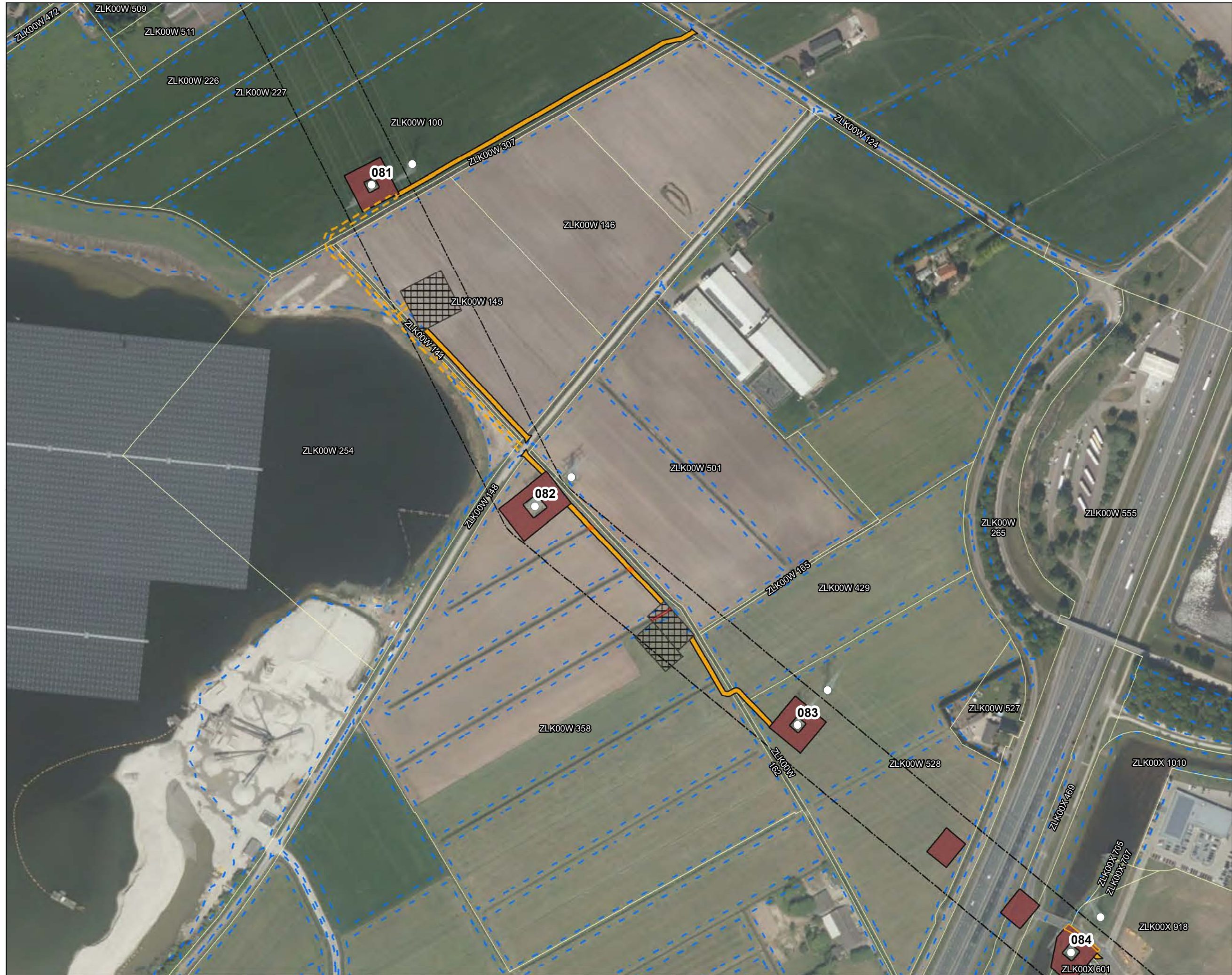


Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



## Legenda

-  Mastfundering aanpassen
-  Mastfundering niet aanpassen
-  Zakelijk rechtstrook
-  Station
-  Mogelijk snoeien
-  Op weg of spoorweg
-  Op water
-  Over water
-  Werkerrein Mast
-  Werkerrein Lierlocatie
-  Ruimtereservering werkweg
-  Aan te leggen dijk (rijbaan)
-  Route optionele werkweg
-  Bestaande weg / verharding benutten
-  Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
-  Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg
-  Zonnepark
-  Waterbuffer (5m afstand)
-  Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:3.500	Formaat	A3
Kenmerk	J:\GeoData\p_energi\Beter Benutten\bestaande 380kW\Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_31\31-01_Mastenboek_v8_2_Sienjan.mxd		
0 20 40 60 80 100 m.		N	
Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.			



## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	<small>J:\GeoData\p_energi\Beter benutten\bestaande 380kV Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_31\5-02_Mastenboek_v8_2_0enlan.mxd</small>		

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.





Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	<small>z:\GeoData\p_omgev\Beter benutten bestaande 380kV Producten ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_31\GIS\21_Mastenboek_v8_2_2022\mstn.mxd</small>		

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	<small>J:\GeoData\p_energi\Beter_benutten_bestaande_380kV\Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_31\GIS-DL_Mastenboek_v8_2_01enlan.mxd</small>		

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.



## Legenda

- Mastfundering aanpassen
- Mastfundering niet aanpassen
- Zakelijk rechtstrook
- Station
- Mogelijk snoeien
- Op weg of spoorweg
- Op water
- Over water
- Werkerrein Mast
- Werkerrein Lierlocatie
- Ruimtereservering werkweg
- Aan te leggen dijk (rijbaan)
- Route optionele werkweg
- Bestaande weg / verharding benutten
- Ruimtereservering aanrijroute (nat weer)
- Aanrijroute (t.b.v. onderzoek / en indien geen werkweg)
- Zonnepark
- Waterbuffer (5m afstand)
- Kadastraal perceel



Versie	8.2	Datum	10-2-2022
Schaal	1:2.500	Formaat	A3
Kenmerk	<small>J:\GeoData\p_energi\Beter benutten\bestaande 380kV\Producten\ENS-ZL\producten\mastenboek\202209_31\5-ZL_Mastenboek_v8_2_Sienjan.mxd</small>		
<small>Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © TenneT TSO B.V.</small>			

## Bijlage 3

### Overzicht Masten

mastnummer	masttype	aanpassen mast	aanpassen fundering	gemeente
portaal ENS	Portaal	nee		Noordoostpolder
1	EC-3 RX	ja		Noordoostpolder
2	S-3	n		Noordoostpolder
3	S-3	n		Noordoostpolder
4	S-3	n		Noordoostpolder
5	S-3	n		Noordoostpolder
5a	S+6	nee		Noordoostpolder
6	HB-3 RX	ja		Noordoostpolder
7	S+0	n		Noordoostpolder
8	S+0	n		Noordoostpolder
9	S+0	n		Noordoostpolder
10	HC-3 RII	ja		Noordoostpolder
11	S+30	n		Noordoostpolder
12	S+30	n		Noordoostpolder
13	S+0	n		Kampen
14	HA-3	nee		Kampen
15	S-3	n		Kampen
16	S-3	n		Kampen
17	S-3	n		Kampen
18	S-3	n		Kampen
19	S-6 R	ja		Kampen
20	S-6 R	ja		Kampen
21	S-6 R	ja		Kampen
22	S-6 R	ja		Kampen
23	S-6 R	ja		Kampen
24	S-6 R	ja		Kampen
25	S-6 R	ja		Kampen
26	S+12	n		Kampen
27	S+12	n		Kampen
28	S-6 R	ja		Kampen
29	S-6 R	ja		Kampen
30	HC-3 R	ja		Kampen
31	S-3	n		Kampen
32	S+0	n		Kampen
33	S+0	n		Kampen
34	HC-3 R	ja		Kampen
35	HB+0 RX	ja		Zwartewaterland
36	S-3	n		Zwartewaterland
37	S-3	n		Zwartewaterland
38	S+0	n		Kampen
39	S-3	n		Kampen
40	HB-3 R	ja		Kampen
41	S-6 R	ja		Kampen
42	S-6 R	ja		Kampen
43	S-6 R	ja		Kampen
44	S-6 R	ja	ja	Kampen
45	S-6 R	ja	ja	Kampen
46	S-6 R	ja		Kampen

47 S-6 R	ja		Kampen
48 S-6 R	ja	ja	Kampen
49 HB-3 R	ja		Zwolle
50 S-6 R	ja		Zwolle
51 HB-3 R	ja		Zwolle
52 S-6 R	ja		Zwolle
53 S-6 R	ja		Zwolle
54 S-6 R	ja		Zwolle
55 S-3	n		Zwolle
56 S-3	n		Zwolle
57 S-3	n		Zwartewaterland
58 S-6 R	ja		Zwartewaterland
59 S-6 R	ja		Zwartewaterland
60 S-6 R	ja		Zwartewaterland
61 S-6 R	ja	ja	Zwartewaterland
62 S-6 R	ja		Zwartewaterland
63 S-6 R	ja		Zwartewaterland
64 S-6 R	ja	ja	Zwartewaterland
65 HB+9 RX	ja		Zwartewaterland
66 S+12	n		Zwartewaterland
67 S+0	n		Zwartewaterland
68 S-6 R	ja		Zwartewaterland
69 S-6 R	ja		Zwartewaterland
70 S-6 R	ja		Zwartewaterland
71 S-6 R	ja		Zwartewaterland
72 S-6 R	ja		Zwartewaterland
73 HC-3RC	ja		Zwartewaterland
74 S-3	n		Zwartewaterland
75 S-6	nee		Zwartewaterland
76 S-6	nee		Zwartewaterland
77 S-6	nee		Zwartewaterland
78 S-6	nee		Zwolle
79 S-6	nee		Zwolle
80 S-6	nee		Zwolle
81 S-6	nee		Zwolle
82 HA-6 RC	ja		Zwolle
83 S-6	nee		Zwolle
84 S-3	nee		Zwolle
85 S-6	nee		Zwolle
86 S-6	nee		Zwolle
87 S-6	nee		Zwolle
88 HA-6RC	ja		Zwolle
89 S+15 R	ja		Zwolle
90 EC-3 RX	ja		Zwolle
portaal Zwolle	juk	n	Zwolle

## Bijlage 4

### Gegevens DO per masttype

TOETSING EN HERONTWERP MASTEN EN FUNDATIES BBB380

# ENS-ZL380 – Rapportage masttype EC-3/R

TenneT TSO B.V.

Rapport nr.: 22-0526, Rev. 0

Meridian doc.nr.: 002.515.40 1007991

Datum: 2022-03-31





Projectnaam:	Toetsing en herontwerp masten en fundaties BBB380	Energy Systems
Rapport titel:	ENS-ZL380 – Rapportage masttype EC-3/R	DNV Netherlands B.V.
Klant:	TenneT TSO B.V.,	Utrechtseweg 310-B50
Contactpersoon klant:	P. v.d. Horst	6812 AR Arnhem
Datum uitgave:	2022-03-31	
Project nr.:	10166260	
Organisatie unit:	TDT	Tel: 026 356 9111
Meridian doc.nr.:	002.515.40 1007991	Handelsregister Arnhem 09006404
Rapport nr.:	22-0526, Rev. 0	

---

Geschreven door:	Beoordeeld door:	Goedgekeurd door:
------------------	------------------	-------------------

---

M.H. Khan

---

A.J. Börger

---

C. Schutte

---

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	Beoordeeld	Goedgekeurd
0	2022-03-31	Eerste uitgave	M.H. Khan	A.J. Börger	C. Schutte

## Inhoudsopgave

1	INLEIDING .....	1
1.1	Inleiding	1
1.2	Doel van dit rapport	1
1.3	Gerelateerde documenten	2
2	EISEN .....	3
3	BEREKENINGEN .....	4
3.1	Mastbeeld	4
3.2	Ontbrekende as-built gegevens	5
3.3	Mastenlijst	5
3.4	Uitgangspunten berekening	5
3.5	Proces stappen	5
3.6	Geleiderbelastingen	6
3.7	Reacties op de fundering	7
3.8	Modellering	7
4	TOETSING MASTCONSTRUCTIE .....	8
5	AANPASSINGEN .....	11
5.1	Inleiding	11
5.2	Aanpassingen	11
6	EISENVERIFICATIE .....	15
7	REFERENTIES .....	16
Appendix A	Geleiderbelastingen	
Appendix B	Uitvoer PLS-TOWER	
Appendix C	Toetsing knikverkorters	
Appendix D	Tekeningen	
Appendix E	Tekeningen	

## 1 INLEIDING

### 1.1 Inleiding

Om in de toekomst meer elektriciteit te kunnen transporteren is het noodzakelijk om naast de nieuwbouw van verbindingen bestaande hoogspanningsverbindingen aan te passen zodat er een grotere transportcapaciteit mogelijk wordt gemaakt.

Om die reden is de opdrachtgever (OG) voornemens de bestaande 380 kV-koppeling op te waarderen. Het opwaarderen van de bestaande verbindingen valt onder het programma "Beter benutten bestaande 380 kV-ring" en omvat de volgende deelprojecten:

- Opwaardering 380 kV-verbinding Lelystad – Ens (LLS-ENS380)
- Opwaardering 380 kV-verbinding Diemen – Lelystad (DIM-LLS380)
- Opwaardering 380 kV-verbinding Rilland – Zandvliet (RLL-ZVL380)
- Opwaardering 380 kV-verbinding Krimpen aan den IJssel - Geertruidenberg (KIJ-GT380)
- Opwaardering 380 kV-verbinding Ens - Zwolle (ENS-ZL380)
- Opwaardering 380 kV-verbinding Maasbracht - Eindhoven (MBT-EHV380)

Om te komen tot een DO waarmee de werkzaamheden kunnen worden gestart is door TenneT aan DNV opdracht verstrekt voor de volgende onderdelen:

1. In eerste fase het opstellen en creëren van:

- 1.1 E-studie deel 1
- 1.2 Uitgangspuntenrapporten ten behoeve van de constructieve analyse van masten en fundaties
- 1.3 Sonderingmodellen
- 1.4 Fundatiemodellen
- 1.5 Mastmodellen

2. In tweede fase de uitvoering van de DO-fase bevattende:

- 2.1 Toetsing conform het uitgangspuntenrapport van de bestaande fundaties
- 2.2 Globale specificatie van benodigde fundatieversterkingen ten behoeve van aanbesteding
- 2.3 Toetsing conform het uitgangspuntenrapport van de bestaande masten
- 2.4 Globale specificatie van benodigde mastversterkingen ten behoeve van aanbesteding
- 2.5 E-studie deel 2

### 1.2 Doel van dit rapport

In dit rapport wordt voor de hoogspanningslijn Ens - Zwolle de controle van de mastconstructie van masttype EC-3/R gerapporteerd. Het doel is om te bepalen of de in dit rapport beschreven bestaande mast geschikt is om te worden uitgerust met de nieuwe ACCC-Warsaw geleider waarmee een hogere capaciteit kan worden gerealiseerd.

Nadat de wijzigingen zijn toegepast dient aantoonbaar geverifieerd te worden dat het systeem voldoet aan de vigerende eisen.

In de definitief-ontwerpfase zijn ten behoeve van de contractvorming Engelstalige rapporten geleverd. Het voorliggende rapport is bedoeld voor vergunningsaanvraag en is inhoudelijk ongewijzigd ten opzichte van de Engelse versie. Om deze reden zijn de bijlagen in dit rapport één op één overgenomen uit de Engelse versie. Hierdoor wijkt het revisienummer van de bijlagen af van het revisienummer van de rapportage.

## 1.3 Gerelateerde documenten

### 1.3.1 Verificatie & validatieplan

De door TenneT aangeleverde set met eisen is beoordeeld op relevantie en voor de relevante eisen is aangegeven in welk document wordt aangetoond dat er aan de eis wordt voldaan. De resultaten hiervan zijn opgenomen in het rapport "Verificatie & Validatieplan 380 kV verbinding Ens - Zwolle".

### 1.3.2 E-studie deel 1

In de rapportage "ENS-ZL380 - E-studie deel 1" [1] is bepaald welke aanpassingen benodigd zijn om de ACCC-Warsaw geleider toe te passen binnen de verbinding Ens – Zwolle.

Voor masttype EC-3/R zijn de volgende aanpassingen voorgesteld uit de E-studie deel 1:

- Mast 1: Aanbrengen van een verticale post-isolator aan de buitenste fase en twee verticale post-isolatoren aan de binnenste fase van de onderste traverse. De post-isolatoren zijn vereist bij de traverse aan de buitenzijde van de lijnhoek.
- Mast 90: Aanbrengen van een verticale post-isolator aan de buitenste fase en twee verticale post-isolatoren aan de binnenste fase van de onderste traverse. De post-isolatoren zijn vereist bij de traverse aan de buitenzijde van de lijnhoek.

Bovenstaande wijzigingen zijn slechts de wijzigingen die het meest relevant zijn voor de structuuranalyse in dit rapport. Raadpleeg "ENS-ZL380 – E-studie deel 1" voor een volledige lijst van wijzigingen met betrekking tot de EC-3/R.

### 1.3.3 Uitgangspuntendocument

De uitgangspunten op basis waarvan de berekeningen in deze rapportage zijn uitgevoerd zijn opgenomen in het rapport "Uitgangspuntenrapport 380kV verbinding Ens - Zwolle" [2].

## 2 EISEN

In onderstaande Tabel 1 zijn de eisen opgenomen die binnen deze rapportage worden getoetst.

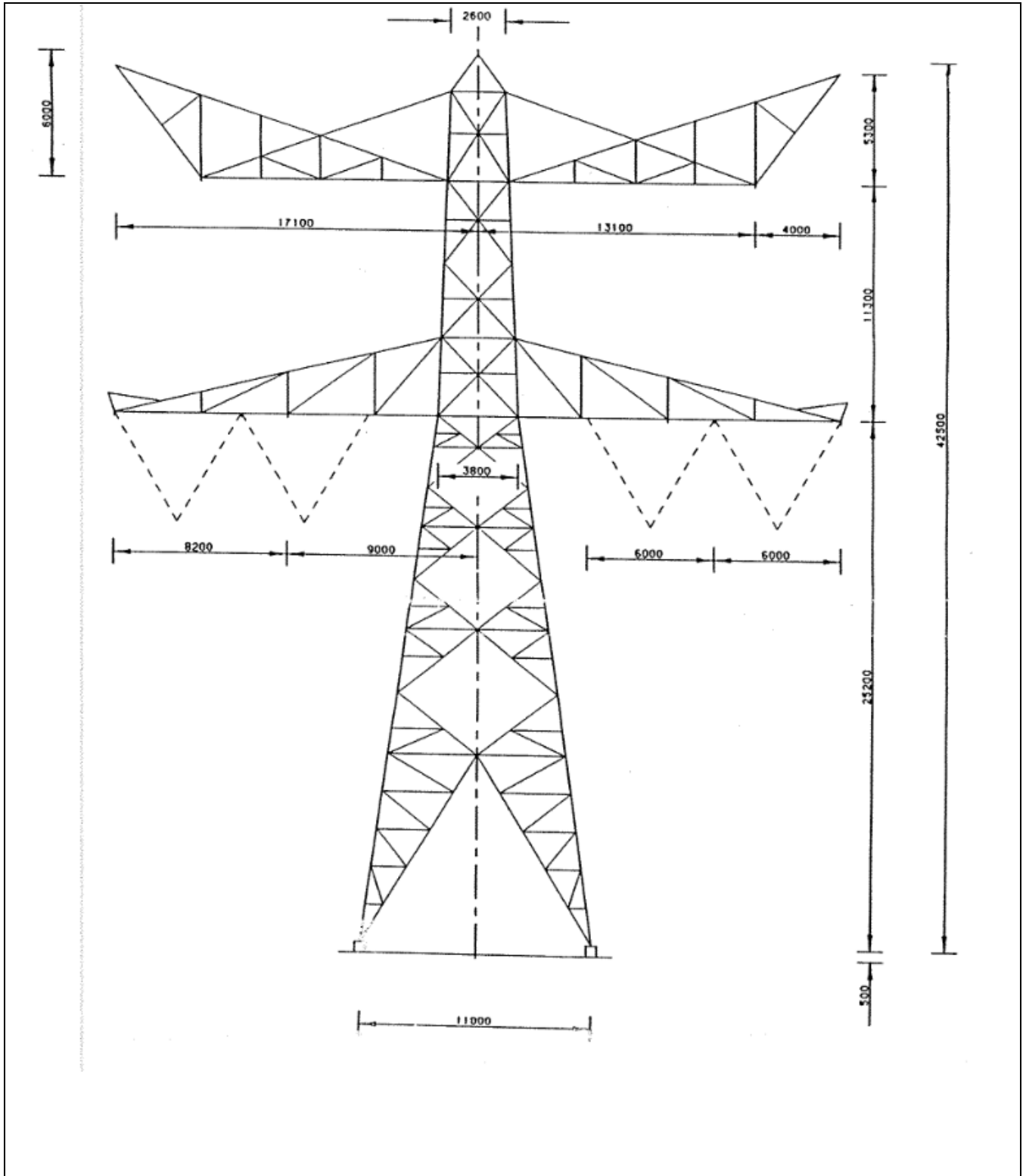
**Tabel 1 Relevante eisen**

Req. Id	Title	Req. text	Verification
BO Eis: H2.7-6	Omgeving, beperkingsf actoren	Het ontwerp dient geverifieerd te worden op de uitvoerbaarheid.	Tabel 6
PVE.05.001 5.14	Masten	Aanwijzingen t.a.v. klimvoorziening en valbeveiliging: Huidige klimweg blijft gehandhaafd en zal voldoen aan de eisen zoals opgenomen in de NEN 1060:1987. Valbeveiliging is/zal worden uitgevoerd in het type "latch way".  Indien staaldelen in de nabijheid (aangrenzend profiel) van de klimweg gewijzigd worden, dient geverifieerd te worden dat de klimvoorziening in overeenstemming is met de NEN 1060:1987.	Tabel 6

### 3 BEREKENINGEN

#### 3.1 Mastbeeld

Het mastbeeld op basis van de Asset-data is weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1 Mastbeeld EC-3/R

### 3.2 Ontbrekende as-built gegevens

Met de meegeleverde tekeningen (90\_TNNT001580-00022, 90\_TNNT001580-00023 en 23712-50-023) heeft DNV de afschuifblokken van masten nummer 1 en 90 berekend. Alleen de afmetingen van de gelaste blokdeuvels op de hoofdstijlen van de masten ontbreken op de tekeningen. De maataanduiding op de tekening over de gelaste blokdeuvels op de hoofdstijlen is gelijk aan de blokdeuvels van masttype HA-3/R en HA+0/R.

### 3.3 Mastenlijst

Dit rapport beschrijft masttype EC-3/R. Er is één EC-3/R mast die binnen windzone II valt en één andere masten die binnen windzone III valt. Beide masten zijn identiek maar hebben een verschillende belastingssituatie. Voor beide windzones zijn berekeningen uitgevoerd volgens de wind- en gewichtsoverspanningsparameters in Tabel 2. De windbelasting wordt aangepast op basis van de toegenomen hoogte van aangrenzende masten (positieve waarden geven een hoogteverhoging aan).

**Tabel 2 Mastnummers**

Tower number	Tower type	Governing tower number	Wind span (m)	Weight span (m)	Height difference back (m)	Height difference ahead (m)
1	EC-3_R	1	267	320	-9.4	-0.1
90	EC-3_R	90	101	223	17.5	-20.9

### 3.4 Uitgangspunten berekening

De berekening is uitgevoerd op basis van de uitgangspunten zoals opgenomen in het uitgangspuntenrapport [2]. Hierin is een volledig overzicht opgenomen van de belastingcombinaties en toegepaste belastingfactoren

**Tabel 3 Uitgangspunten berekening**

Algemeen	Norm	NEN-EN50341-2-15:2019
	Windgebied	II/III
	Terreincategorie	II (onbebouwde omgeving)
	Reductiefactor cd <sub>dir</sub>	1,00
Situatie initieel	Gevolgklasse	CC2-0
	Betrouwbaarheidsniveau	Afkeur CC2-0
	Referentieperiode	30 jaar
Situatie na aanpassingen	Gevolgklasse	CC2
	Betrouwbaarheidsniveau	Verbouw
	Referentieperiode	50 jaar

### 3.5 Proces stappen

Het proces van het bepalen van eventueel benodigde verstevigingen bestaat uit de volgende stappen:

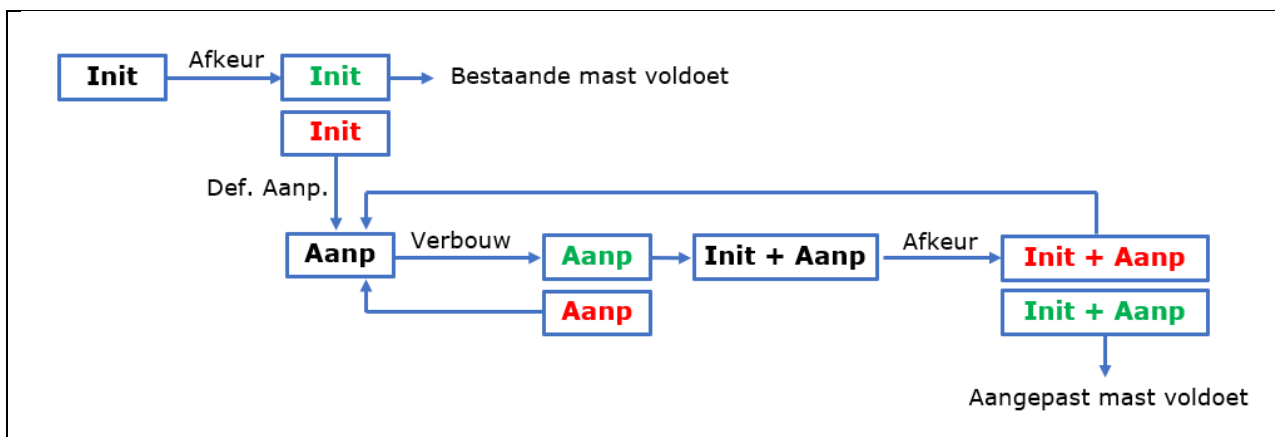
Stap 1: Toets bestaande (Init) mast op Afkeur

Stap 2: Definiëren benodigde aanpassingen indien initiële mast niet voldoet aan toets op Afkeur (Def. Aanp.)

Stap 3: Het toetsen van (alleen) de uitgewerkte aanpassingen (Aanp) op Verbouw

Stap 4: Het opnieuw toetsen van de complete mast inclusief aanpassingen (Initi + Aanp) op Afkeur

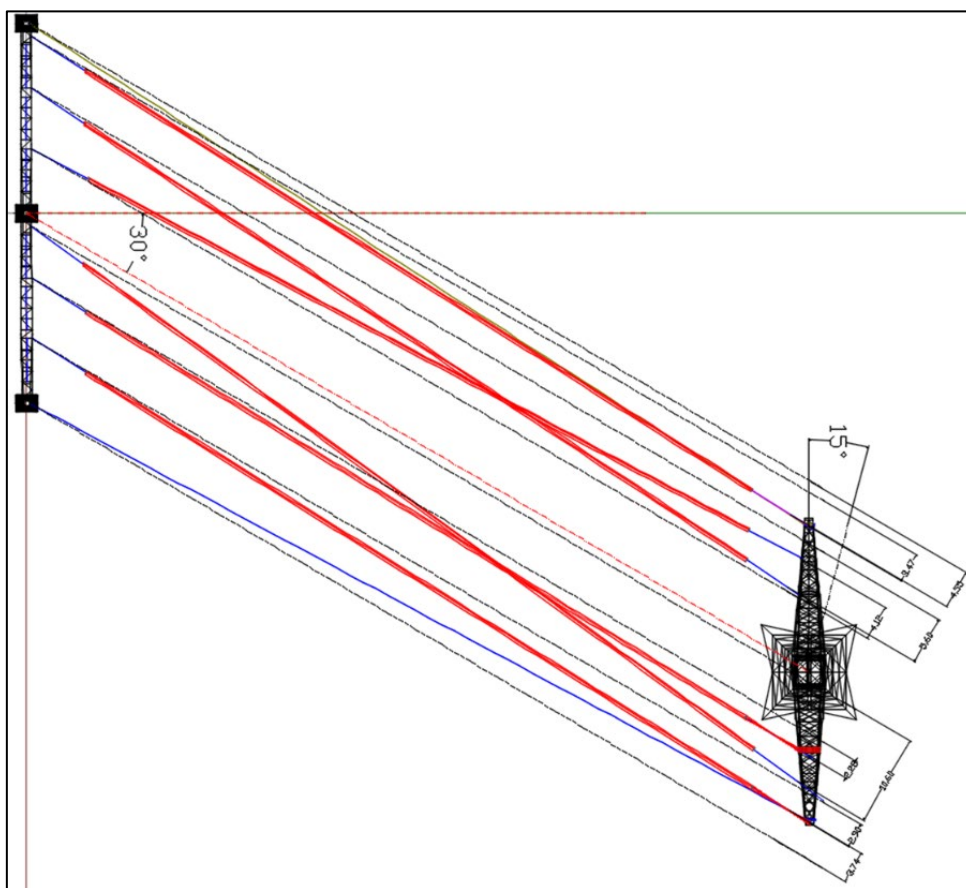
Het hierboven omschreven proces is in Figuur 2 weergegeven.



Figuur 2 Proces diagram

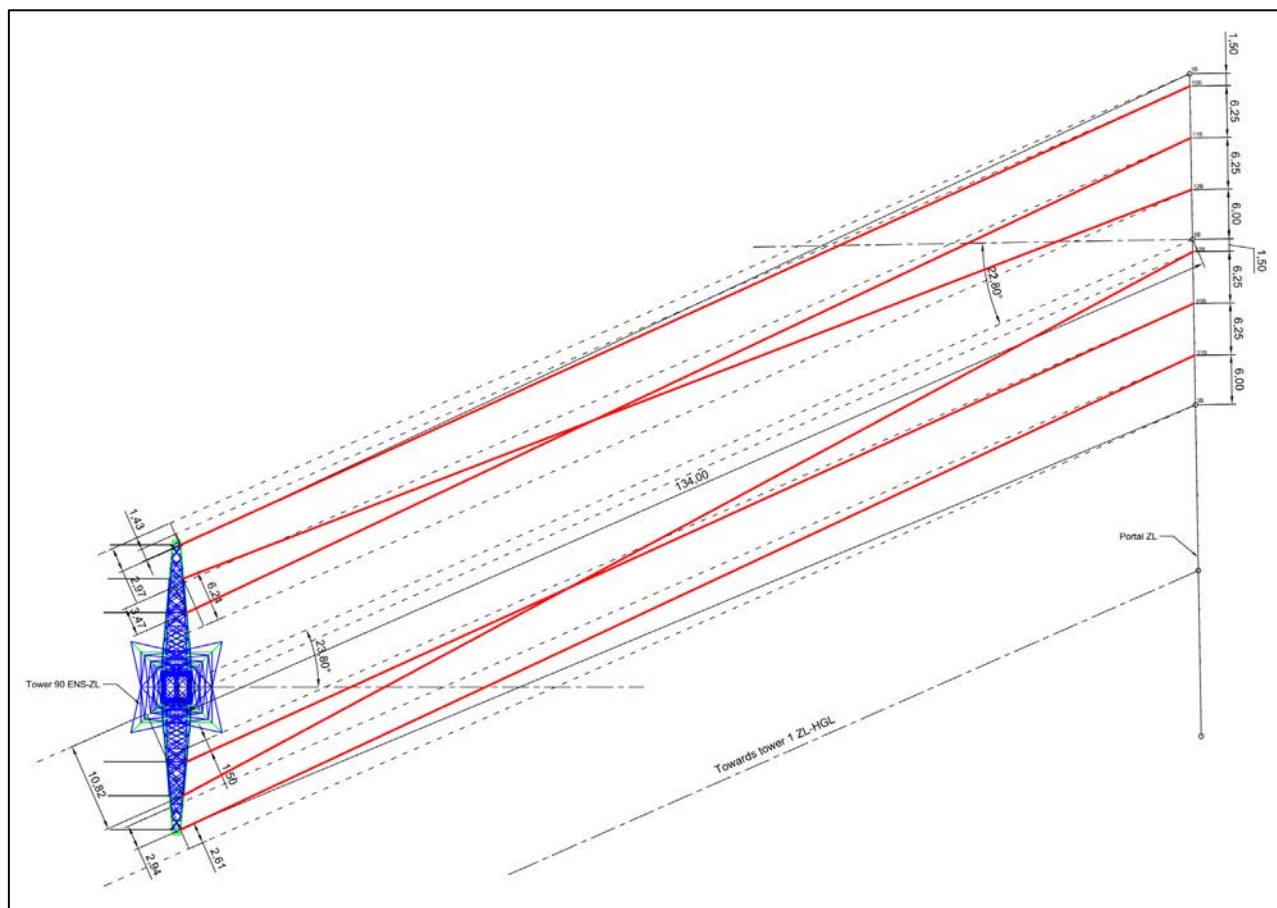
### 3.6 Geleiderbelastingen

De berekening is uitgevoerd met het geleiderbelastingprogramma van DNV. Appendix A zijn de resultaten van de geleiderbelastingen samengevat. De bijzondere situatie met wisselende geleiderposities in de eerste overspanning van portaal ENS naar mast 1 en van mast 90 naar portaal ZL is gemeten vanuit het PLS-CADD profiel en in acht genomen in de geleiderbelastingenspreadsheet. Zie Figuur 3 en Figuur 4.



Figuur 3 Situatie bij portaal ENS





**Figuur 4 Mast 90 richting Portal ZL**

### 3.7 Reacties op de fundering

De oplegreacties op de fundering worden ontleend aan de uitvoer van het geleiderbelastingenprogramma, zie ook Appendix A

### 3.8 Modelling

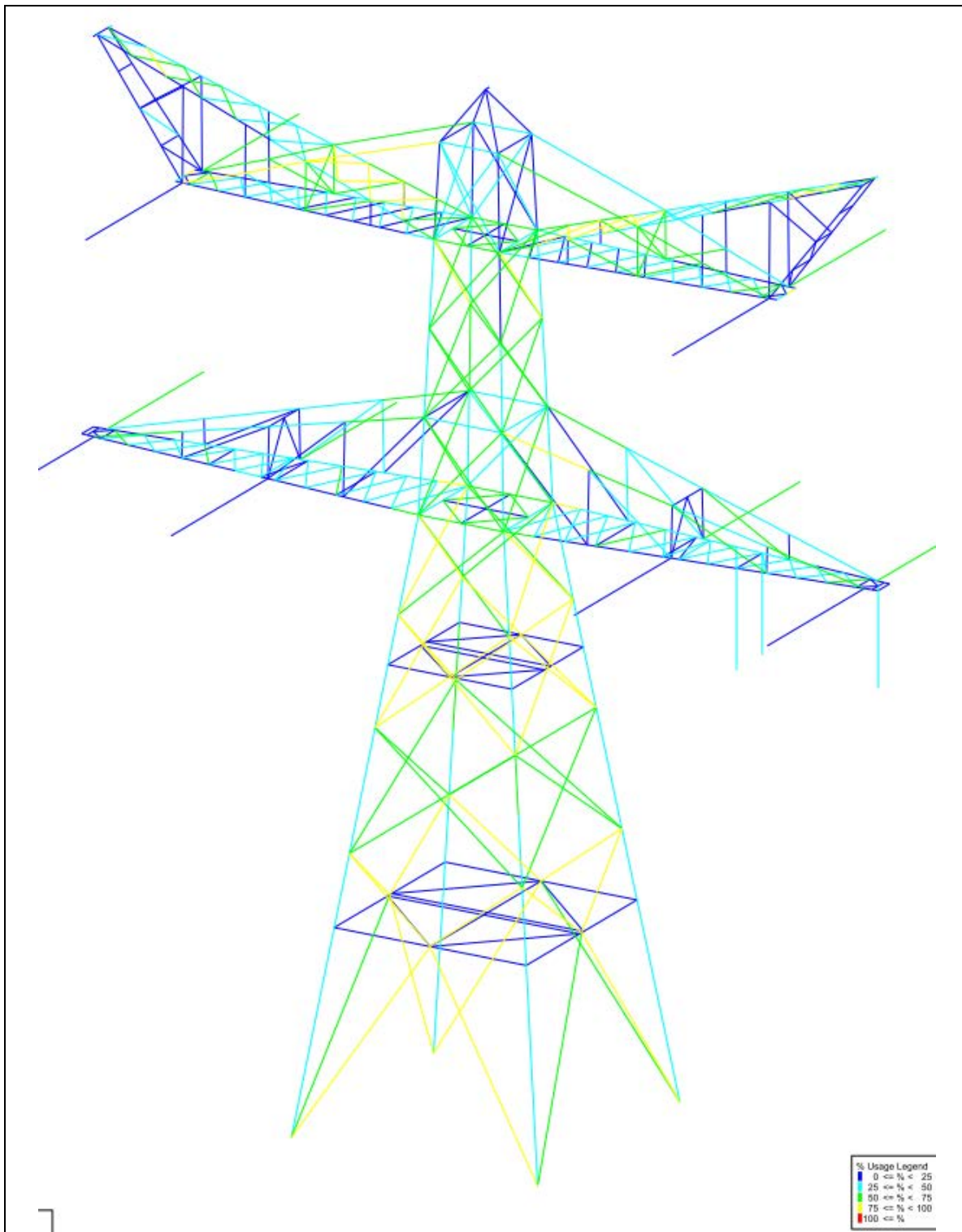
Op basis van de as-built tekeningen is de mast in PLS-TOWER ingevoerd. De hoofdelementen zijn gemodelleerd. Niet-dragende profielen als knikverkorters zijn weggelaten en worden separaat getoetst. De profielen inclusief de boutverbindingen zijn in PLS-TOWER ingevoerd en getoetst. Controle van de schetsplaten en andere detailverbindingen valt buiten de scope.

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

Diagonalen in voor- en achtervlak respectievelijk de twee zijvlakken zijn samengenomen in een groep en de toetsing wordt per staafgroep uitgevoerd. Ingeval dat een element uit een groep is overbelast, geldt dit voor alle elementen uit de betreffende groep.

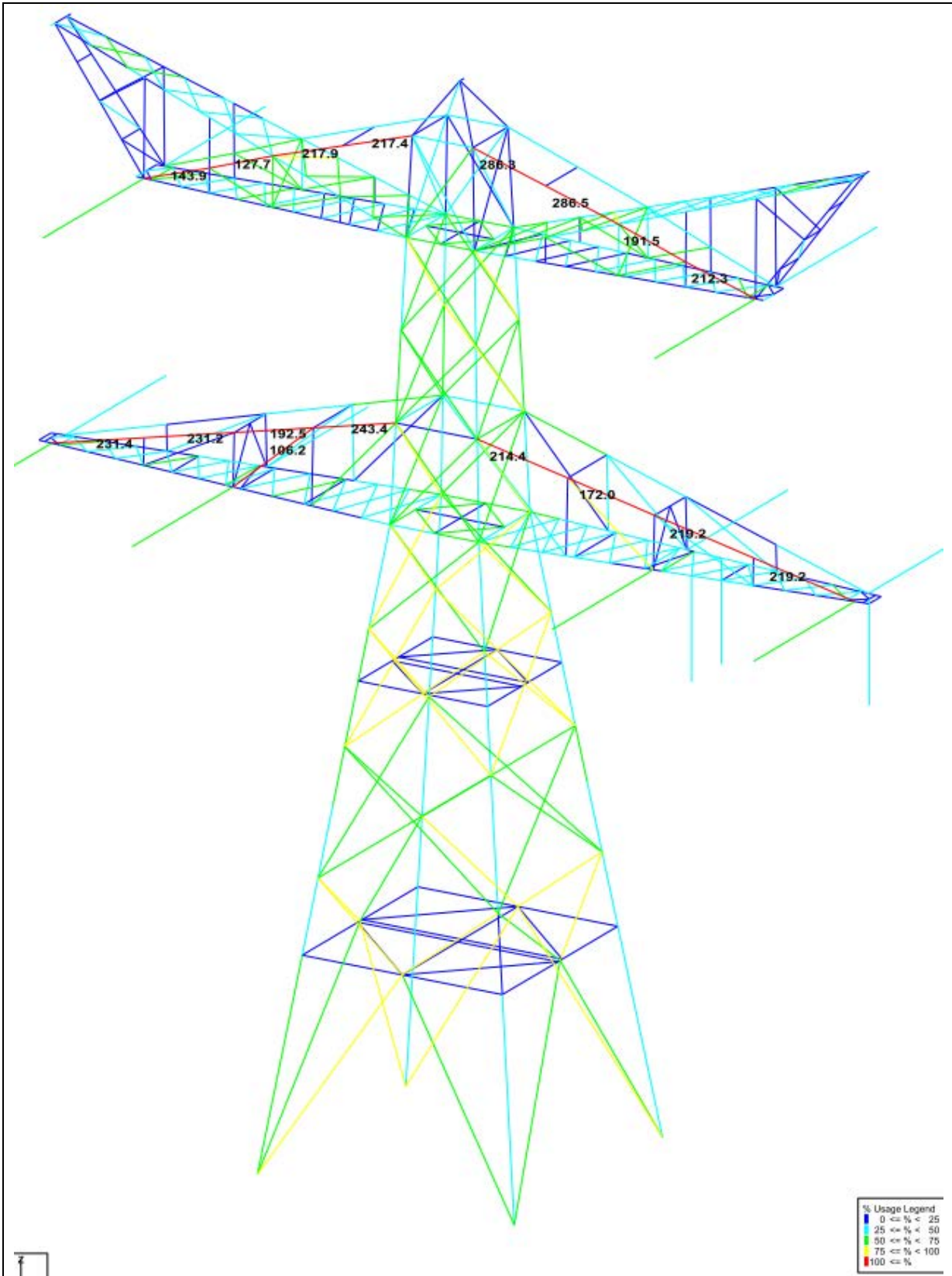
#### 4 TOETSING MASTCONSTRUCTIE

Het resultaat van de controle van de mastconstructie type EC-3/R met belastingen op afkeurniveau is weergegeven in Figuur 5 en Figuur 6. Mast 1 vertoont geen overschrijdingen.



Figuur 5 Resultaat PLS-TOWER EC-3/R (1)

Bij mast 90 veroorzaakt de nabijheid van de hogere mast 89 drukkrachten in de bovenste rand van beide traverses, hetgeen overbelasting veroorzaakt in staven die alleen voor trek zijn ontworpen.



Figuur 6 Resultaat PLS-TOWER the EC-3/R (90)

De resultaten van de controles van profielen, knikverkorters en ankers randstijl zijn opgenomen in Tabel 4.

**Tabel 4 Samenvatting controle**

Controle van	Beoordeling		Referentie
Profielen van EC-3/R (1)	Voldoen		Figuur 5 Appendix B
Profielen van EC-E/R (90)		Voldoen niet	Figuur 6 Appendix B
Knikverkorters	Voldoen		Appendix C
Blokdeuvels	Voldoen		Appendix D

## 5 AANPASSINGEN

### 5.1 Inleiding

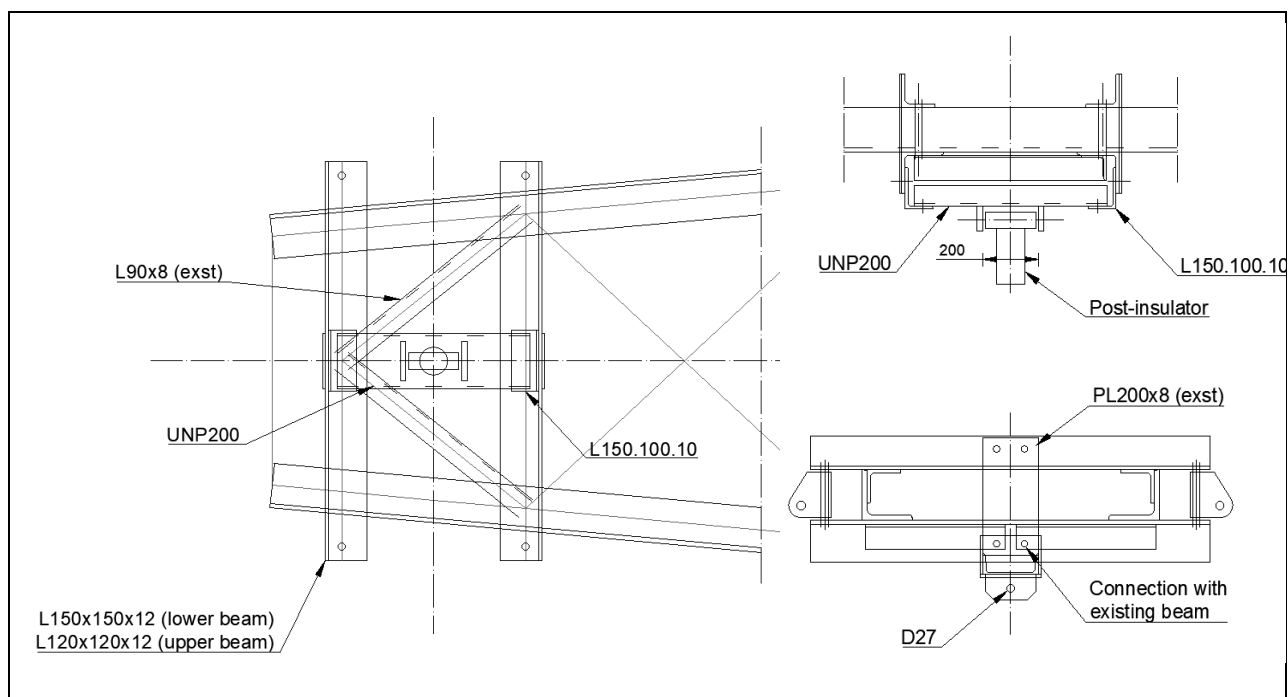
In deze paragraaf worden mastversterkingen voorgesteld om ervoor te zorgen dat de masten aan de eisen van het “afkeurniveau” voldoet. Het voorstel bevat de volgende maatregelen:

- Uitwisselen van diagonalen aan één zijde van de onderste traverse (Mast 90)
- Toevoeging van een horizontaal steungevend verband in het bovenzvlak van de onderste traverse (Mast 90)
- Toevoeging van profielen in de bovenste traverse (Mast 90)
- Toevoeging van een extra profiel aan één zijde van de onderste en bovenste traverse (Mast 90)

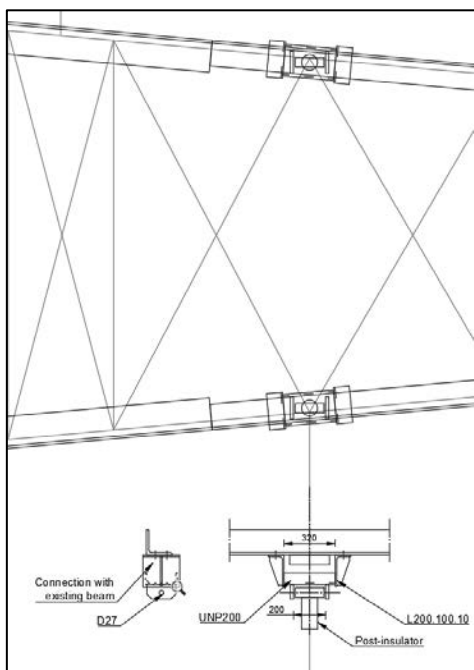
Aangezien de situatie van mast 90 sterk locatie-afhankelijk is, is het voorstel alleen gericht op het versterken van de zijde van de mast tegenover mast 89. Maatregelen aan de onderstationszijde van de mast worden niet effectief of noodzakelijk geacht en daarmee buiten beschouwing gelaten.

### 5.2 Aanpassingen

DNV heeft een voorgestelde aansluiting voor de nieuwe post-isolatoren geleverd. Zie Figuur 7.



**Figuur 7 Aansluiting van post-isolator aan einde van traverse (Masten 1&90)**



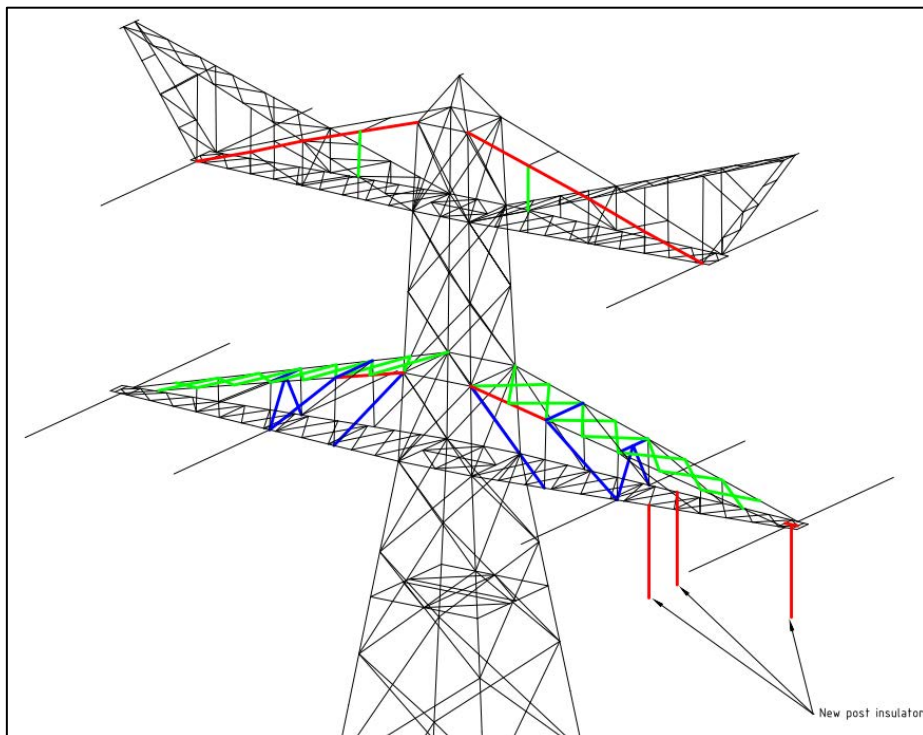
**Figuur 8 Aansluiting van post-isolator op binnenste fase (mast 1&90)**

### 5.2.1 Mast 1

Er zijn geen verdere wijzigingen nodig voor mast 1 afgezien van de wijziging van de post-isolator

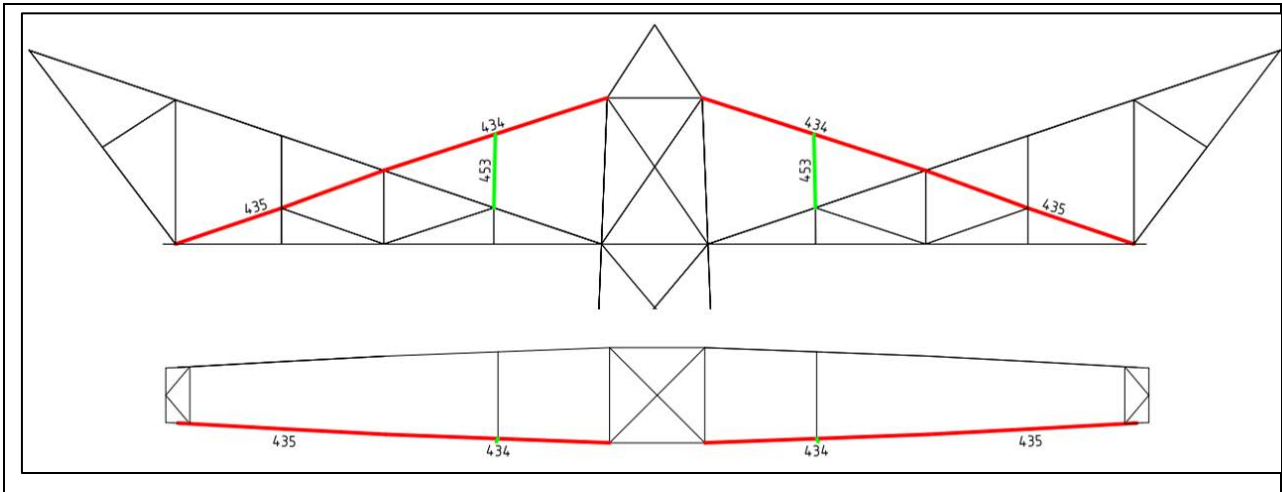
### 5.2.2 Mast 90

Overeenkomstig de resultaten in Appendix B moeten de eerder in dit hoofdstuk beschreven wijzigingen worden toegepast.



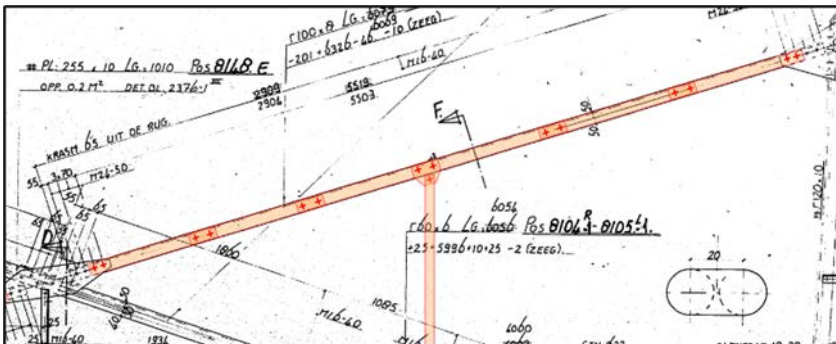
**Figuur 9 Isometrische weergave**

De extra profielen (groen) en extra verzwaringen (rood) worden weergegeven in de onderstaande afbeelding. Zie Figuur 10.

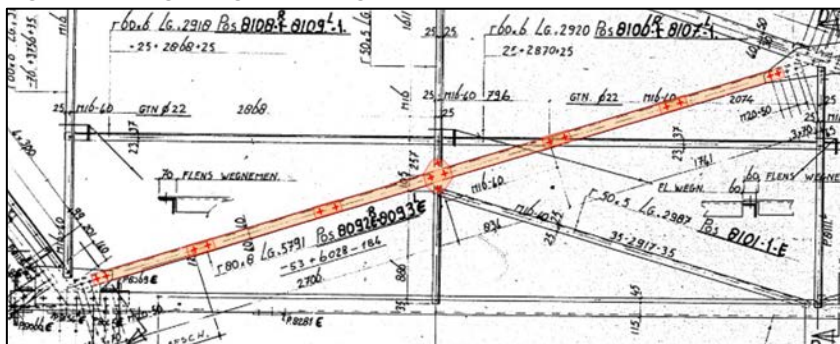


**Figuur 10 Voor- en bovenaanzicht - Bovenste traverse**

De extra profielen aan de bestaande constructie worden bevestigd door slechts twee van de vier bouten aan elke kant te verwisselen. Om de samenwerking tussen de twee profielen te garanderen, moet de verbinding tussen de profielen worden gemaakt zoals weergegeven op de onderstaande afbeeldingen.

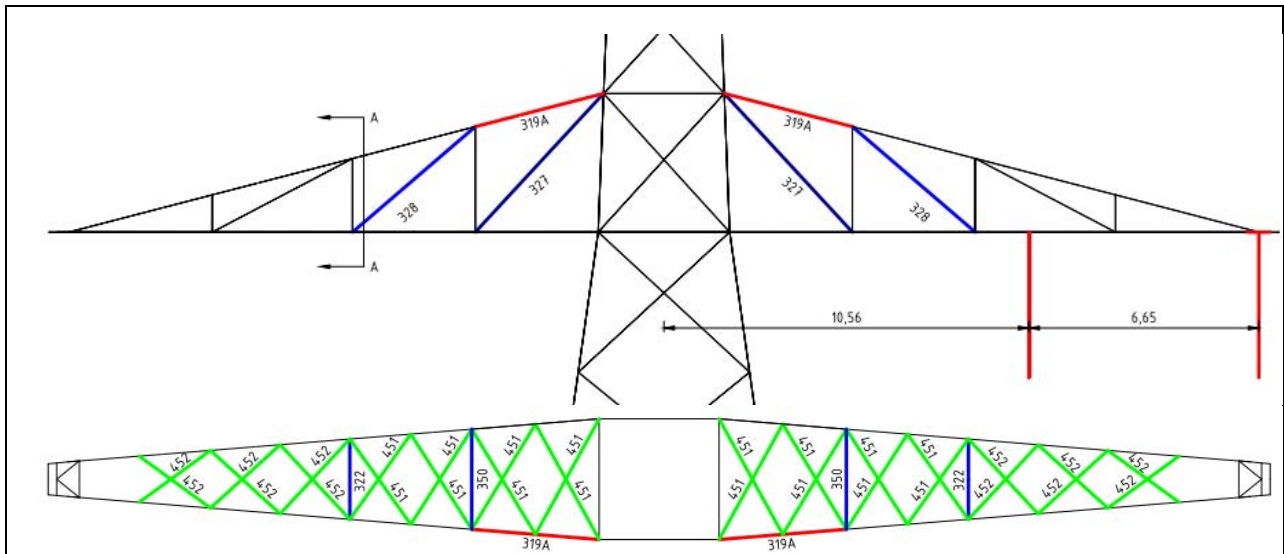


**Figuur 11 Toegevoegde profielgroep 434**



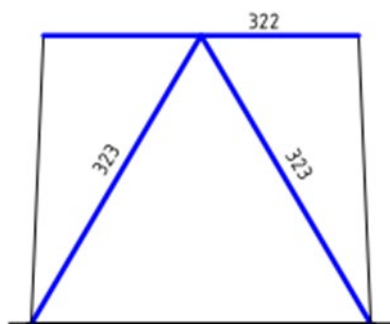
**Figuur 12 Toegevoegde profielgroep 435**

De toegevoegde profielen (groen), verzwaaarde profielen (rood) en uitgewisselde profielen (blauw) worden weergegeven in de onderstaande afbeelding.



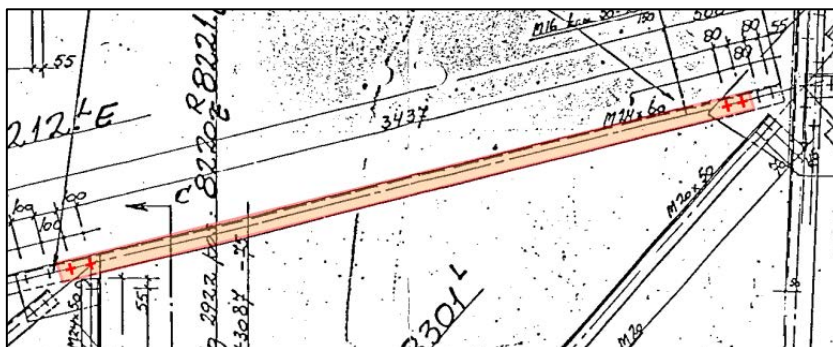
**Figuur 13 Voor- en bovenaanzicht - Bovenzijde Onderste traverse**

Het K-frame halverwege de traverse heeft een toename van krachten als de diagonalen in het bovenvlak worden opgeteld. Om die reden zullen de diagonaal en de bovenste horizontaal uitgewisseld moeten worden. Zie Figuur 14.



**Figuur 14 Sectie A-A Onderste traverse**

De extra profielen aan de bovenrand kunnen aan de bestaande staaf worden bevestigd door slechts twee van de vier bouten aan elke kant te verwisselen.



**Figuur 15 Toegevoegde profielgroep 319A**

Voor informatie over profielafmeting en boutmaten, zie tekening in Appendix E. De afmetingen zijn weergegeven in Tabel 5. Extra gewichten voor bouten en platen in de verbindingen zijn niet inbegrepen.



**Tabel 5 Gewicht van profielen vereist voor aanpassingen aan mast EC-3/R (90).**

Group Label	Profile ini.	Material ini.	Bolts ini.	Profile new	Material new	Bolts new	Mitigation	Number	Length (m)	Weight (kg)
319A	L90.8	S235	4M24-8.8t	L90.8	S355	2M24-8.8t	Extra profile added	2	3.84	85.2
327	L90.8	S235	M20-8.8t	L100.10	S355	M20-8.8t	Profile exchanged	2	5.46	167.1
328	L80.8	S235	2M20-8.8t	L100.10	S355	2M20-8.8t	Profile exchanged	2	4.68	143.2
434	L100.8	S235	4M24-8.8t	L100.8	S355	2M24-8.8t	Extra profile added	1	6.43	79.7
435	L80.8	S235	4M20-8.8t	L80.8	S355	2M20-8.8t	Extra profile added	1	6.05	59.4
451				L70.7	S355	1M16-8.8t	Profile added	16	3.45	415.1
452				L60.6	S355	1M16-8.8t	Profile added	12	2.8	185.8
453				L50.5	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	2.01	15.4
322	L60.6	S235	M16-8.8t	L60.6	S355	M16-8.8t	Profile exchanged	2	2.32	25.7
323	L50.5	S235	M16-8.8t	L70.7	S355	M16-8.8t	Profile exchanged	4	2.46	74.0
350	L50.5	S235	M16-8.8t	L50.5	S355	M16-8.8t	Profile exchanged	2	2.89	22.2
									Total:	1272.8

Opmerking: de lengte van de profielen van groep 451 tot 454 is gebaseerd op de gemiddelde lengte van de profielen binnen de groep

## 6 EISENVERIFICATIE

De verificatie van de van toepassing zijnde eisen is uitgevoerd in onderstaande Tabel 1.

**Tabel 6 Verificatie eisen**

Eis Id	Eis Tekst	Ja	Nee	N.v.t.	toelichting
BO Eis: H2.7-6	Aanpassingen uitvoerbaar?	X			De toe te voegen staalonderdelen zijn met geboude verbindingen te bevestigen. Dit is een bewezen methode.
PVE.05.001 5.14	Staaldelen in nabijheid van klimweg gewijzigd?		X		De wijzigingen in de nabijheid van de klimweg (knikverkorters) zijn in te passen zonder negatieve invloed op de begaanbaarheid.
	klimvoorziening nog in overeenstemming is met de NEN 1060:1987?			X	Geen wijzigingen



## 7 REFERENTIES

- [1] „002.515.40 0825824 - 21-0462 - Verificatie & validatieplan 380kV verbinding Ens - Zwolle”.
- [2] „002.515.40 0825812 - 20-1465 - E-studie deel 1 380kV verbinding Ens - Zwolle”.
- [3] „002.515.40 0825820 - 20-1245 - Uitgangspuntenrapport 380kV verbinding Ens - Zwolle”.



## **APPENDIX A**

### **Geleiderbelastingen**

---



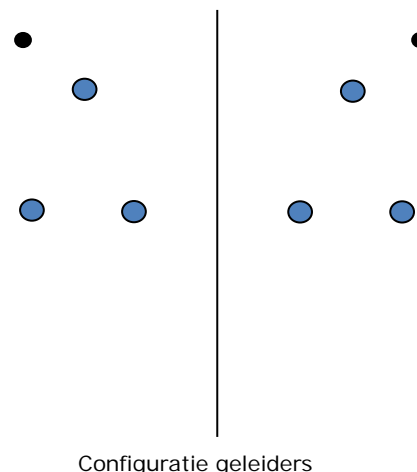
Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 1

Auteur: TBR  
 Versie: v11.7

Conductor loads

General  
 Description EC-3\_R  
 Tower type Hoekmast  
 Number of circuits 2  
 Configuration 2-circuit-donau  
 Number of earth wires 2

Starting points  
 Norm NEN-EN50341-2-15:2019  
 Consequence class CC2-0  
 Reliability level initial Afkeur CC2-0  
 Reference period initial 30 jaar  
 Consequence class modified CC2  
 Reliability level modified Verbouw  
 Reference period modified 50 jaar  
 Wind zone II  
 Wind speed (m/s) 25.0 m/s  
 Terrain category II  
 Reduction factor  $c_{dir}$  1.00  
 Ice region phase conductor B  
 Ice region earth conductor B



Conductors back

Description	Voltage	Conductor Back	Bundle Ba	Ice region	Additional weight	Additional diameter	Catenary $P_{back}$
Circuit 1	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	1760
Circuit 2	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	1760
Bliksemdraad 1		OPGW 226	1	B	3 %	3 %	2100
Bliksemdraad 2		OPGW 226	1	B	3 %	3 %	2100

Conductors ahead

Description	Voltage	Conductor Ahead	Bundle Ah	Ice region	Additional weight	Additional diameter	Catenary $P_{ahead}$
Circuit 1	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	500
Circuit 2	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	500
Bliksemdraad 1		OPGW 226	1	B	3 %	3 %	600
Bliksemdraad 2		OPGW 226	1	B	3 %	3 %	600

Insulators (1)

Description	Suspension	Weight [kN]	Length [m]	Wind area [m <sup>2</sup> ]
Circuit 1	Afspanketting	2.00	4.50	1.00
Circuit 2	Afspanketting	2.00	4.50	1.00
Bliksemdraad 1	Vast (Bliksemdraad)	0.10	0.30	0.10
Bliksemdraad 2	Vast (Bliksemdraad)	0.10	0.30	0.10

1. Properties apply to the entire isolator set

Suspension height and position in mast

Circuits	Designation	Number	Suspension height	Attach point	Position in tower Horizontal distance
Circuit 1	10	380ct1f1	25.2 m	25.2 m	-17.2 m
Circuit 1	11	380ct1f2	25.2 m	25.2 m	-9.0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	36.5 m	36.5 m	-13.1 m
Circuit 2	21	380ct2f1	25.2 m	25.2 m	17.2 m
Circuit 2	20	380ct2f2	25.2 m	25.2 m	9.0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	36.5 m	36.5 m	13.1 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	41.5 m	41.8 m	-17.1 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	41.5 m	41.8 m	17.1 m

Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 1

Height adjustment adjacent masts (wind and weight span adjustment)

	Back	Ahead	
Height increase for wind pressure	0.0 m	0.0 m	(positive: higher)
Height decrease for vertical load	0.0 m	0.0 m	(negative: decrease, more weight span)
Decrease: Niet in 0,9EG-combinaties			

Height difference adjacent tower and change of direction with respect to Line direction

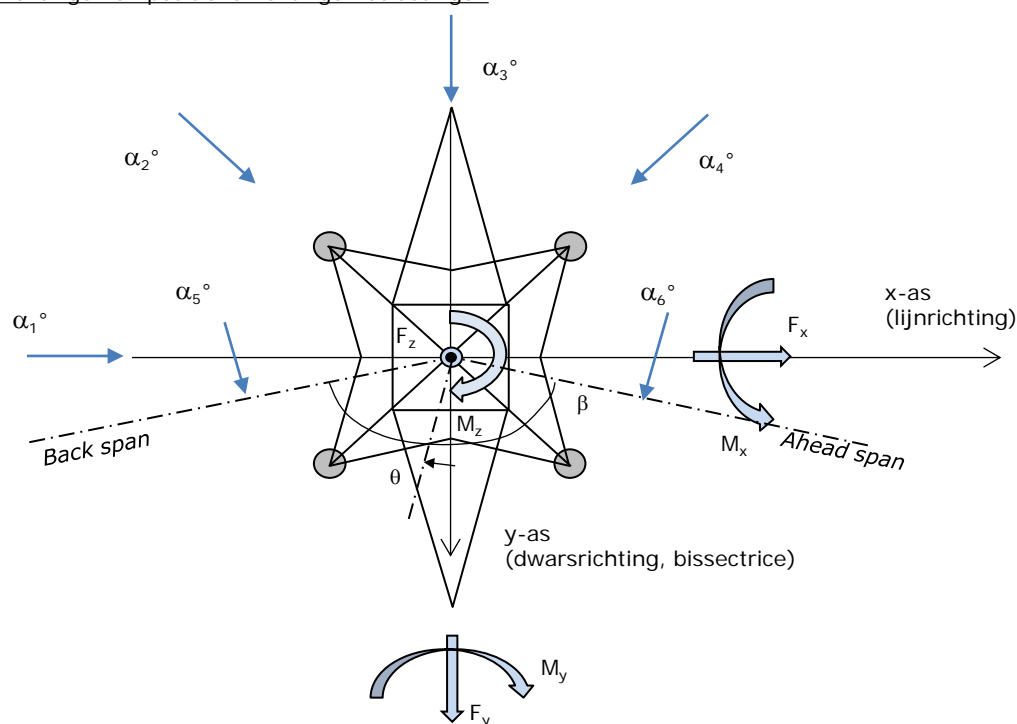
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h_{back}$	$\Delta h_{ahead}$	$\Delta y_{back}$	$\Delta y_{ahead}$
Circuit 1	10	380ct1f1	-0.1	-9.4 m	0.0	-3.5 m
Circuit 1	11	380ct1f2	-0.1	-9.4 m	0.0	-5.6 m
Circuit 1	12	380ct1f3	-0.1	-20.7 m	0.0	4.1 m
Circuit 2	21	380ct2f1	-0.1	-9.4 m	0.0	-2.9 m
Circuit 2	20	380ct2f2	-0.1	-9.4 m	0.0	-2.3 m
Circuit 2	22	380ct2f3	-0.1	-20.7 m	0.0	-10.6 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	-0.1	-19.5 m	0.0	-4.6 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	-0.1	-19.5 m	0.0	3.7 m

Line and tower data

	Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3)/\Sigma L}$	428.0	105.0 m
Line angle	383.2	105.0 m
Line angle $\beta$	210.5 °	
Tower orientation with respect to bisector	15.25 °	
Section length	2076	105 m
Height bottom of tower to ground level	0.5 m	
Wind directions considered $\alpha_1$	180 °	
Wind directions according to: $\alpha_2$	225 °	
<i>Geleiderbelastingen</i> $\alpha_3$	270 °	
$\alpha_4$	315 °	
$\alpha_5$	240 °	
$\alpha_6$	255 °	

Wind directions apply to the main direction of mast construction, not to the bisector.

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



Considered number of wind directions

1a	6
3	6
4	1
6	1
Overig	1

Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 1

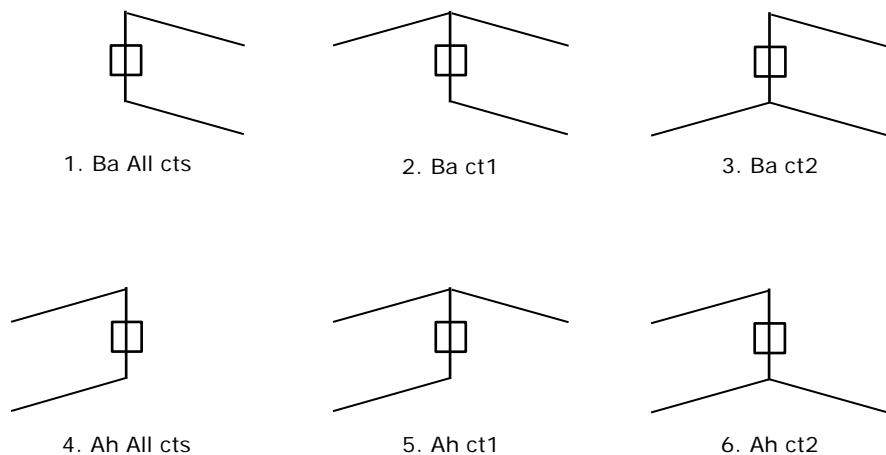
Absence of conductors

		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

Load situations SPLS

Considered situations SPLS: 1 up to 6, All possible situations

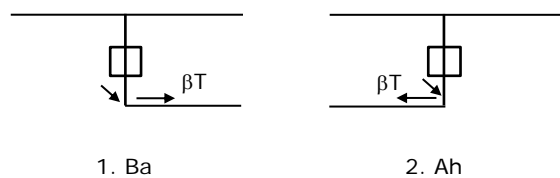
Principle of load situations:



Load situation 5a. Conductor failure

Considered situations conductor failure 5a: 1 and 2, all possible situations

Principle of load situations:



Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 1

Load situations LC6. Construction and maintenance

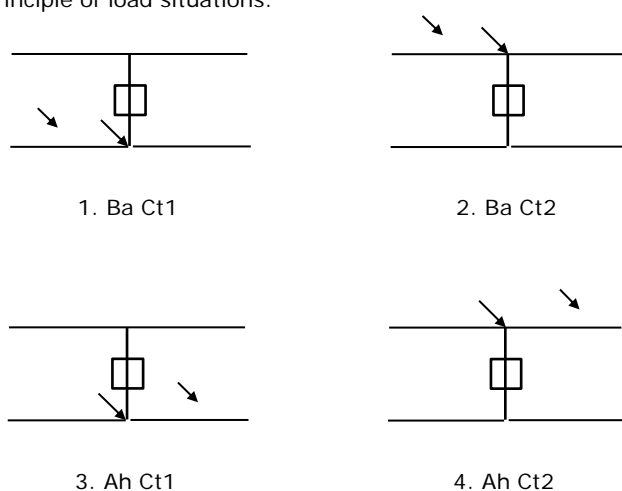
Under 6a, the load due to the presence of a line vehicle or line bicycle in combination with point load on the traverse is assessed. Combination 6b does not contain any loads in conductor or on traverse. This combination has been added to be able to combine with separate control platforms, etc. The situations are applied in ULS and in every SPLS situation (in case of angle tower).

	Phase	Earth
Line vehicle	3.0 kN	2.0 kN
Concentrated load cross arm	1.0 kN	1.0 kN

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

Presence line vehicle: Circuit, belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders per circuit.

Principle of load situations:



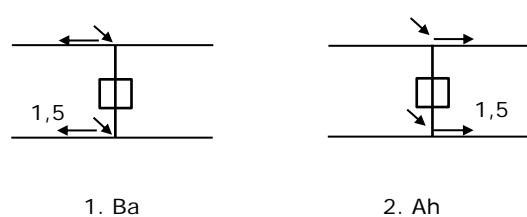
Load situations 8. Galloping as a static load

Conductor		
Suspension tower phase	0.866 W	1.5 W
Suspension tower earth	1.5 EDS	1.5 W
Strain tower phase and earth	1.5 EDS	1.5 W

Considered situations galloping 8: None (existing structure)

Belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders van het circuit.

Principle of load situations:



Load combination 8. Galloping as a dynamic load

Only applies to tension towers

Load consists of EDS tensile load in one of the conductors on one side of the tower

Can be converted by user to fatigue spectrum via the load spectrum of table 4.11 / NL.1



Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 1

Tower structure

Properties

Tower type	Hoekmast
Tower designation	EC-3_R
Base plate w.r.t. ground level	0.5 m
Tower height w.r.t. base plate	42.5 m
Tower self weight	415.0 kN

<i>Width and slope at foundation</i>	x-ri.	y-ri.
Leg spread	11.00	11.00 m
Inclination of main leg	0.143	0.143 -
Horizontal force factor	1.3	1.3 -

Calculation Wind load

Dynamic factor $G_T$	1.00 ( <i>Masthoogte &lt; 60 m</i> )
Wind load diagonally to tower body proportional to:	$(A1C1\sin^2(\phi) + A2C2\cos^2(\phi))$
Wind load diagonally on traverse proportional to:	$(A1C1\sin^2(\phi) + A2C2\cos^2(\phi))$
Magnification factor diagonal wind to tower body	$(1 + 0,2\sin^2(2\phi))$
Magnification factor diagonal wind to cross arm	$(1 + 0,2\sin^2(2\phi))$
Magnification factor wind parallel to perpendicular to cross a	0.4

Properties mast sections longitudinal direction (front view, yz plane)

Description	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	11.50	11.00	7.71	11.50	0.143	107.61	14.80	0.14	3.22
Eerste tussenstuk	16.59	7.71	6.26	5.09	0.143	35.56	6.05	0.17	3.06
Tweede tussenstuk	25.20	6.26	3.80	8.61	0.143	43.31	10.02	0.23	2.80
Bovenstuk 1	32.85	3.80	3.20	7.65	0.039	26.78	6.17	0.23	2.80
Bovenstuk 2	40.50	3.20	2.60	7.65	0.039	22.19	5.39	0.24	2.75
Topstuk	42.50	2.60		2.00		2.60	0.50	0.19	2.96
Ondertraverse	25.20	15.30		4.00		30.60	6.72	0.22	2.85
Boventraverse	36.50	15.64		5.30		41.45	7.30	0.18	3.04

Properties tower sections transversal direction (side view, xz plane)

Description	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	11.50	11.00	7.71	11.50	0.143	107.61	14.80	0.14	3.22
Eerste tussenstuk	16.59	7.71	6.26	5.09	0.143	35.56	6.05	0.17	3.06
Tweede tussenstuk	25.20	6.26	3.80	8.61	0.143	43.31	10.02	0.23	2.80
Bovenstuk 1	32.85	3.80	3.20	7.65	0.039	26.78	6.17	0.23	2.80
Bovenstuk 2	40.50	3.20	2.60	7.65	0.039	22.19	5.39	0.24	2.75
Topstuk	42.50	2.60		2.00		2.60	0.50	0.19	2.96
Ondertraverse	25.20	15.30		4.00		30.60	6.72	0.22	2.85
Boventraverse	36.50	15.64		5.30		41.45	7.30	0.18	3.04

Note: Surface transverse direction is reduced in calculation.

Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 1

Wind surface feeders telecom installations

Part	A (m <sup>2</sup> /m)	Factor	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk				
Eerste tussenstuk				
Tweede tussenstuk				
Bovenstuk 1				
Bovenstuk 2				

Input antennas

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

Tower section loads longitudinal (x-direction) per wind direction

Description	p <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>x1</sub> [kN]	F <sub>x2</sub> [kN]	F <sub>x3</sub> [kN]	F <sub>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>y1</sub> [kNm]	M <sub>y2</sub> [kNm]	M <sub>y3</sub> [kNm]	M <sub>y4</sub> [kNm]
Broekstuk	0.73	-34.8	-29.5	0.0	29.5	5.8	-200.2	-169.8	0.0	169.8
Eerste tussenstuk	0.82	-15.2	-12.9	0.0	12.9	14.0	-213.1	-180.8	0.0	180.8
Tweede tussenstuk	0.93	-26.0	-22.1	0.0	22.1	20.9	-543.1	-460.9	0.0	460.9
Bovenstuk 1	1.03	-17.7	-15.0	0.0	15.0	29.0	-514.6	-436.7	0.0	436.7
Bovenstuk 2	1.09	-16.1	-13.7	0.0	13.7	36.7	-592.1	-502.4	0.0	502.4
Topstuk	1.13	-1.7	-1.4	0.0	1.4	41.5	-69.3	-58.8	0.0	58.8
Ondertraverse	0.99	-38.0	-22.6	0.0	22.6	26.5	-1009.4	-599.5	0.0	599.5
Boventraverse	1.10	-48.9	-29.0	0.0	29.0	38.3	-1870.7	-1111.1	0.0	1111.1
<b>Totaal</b>		<b>-198.5</b>	<b>-146.3</b>	<b>0.0</b>	<b>146.3</b>		<b>-5012.6</b>	<b>-3520.1</b>	<b>0.0</b>	<b>3520.1</b>

Tower section loads transversal (y-direction) per wind direction

Description	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>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>x1</sub> [kNm]	M <sub>x2</sub> [kNm]	M <sub>x3</sub> [kNm]	M <sub>x4</sub> [kNm]
Broekstuk	0.73	0.0	-29.5	-34.8	-29.5	5.8	0.0	-169.8	-200.2	-169.8
Eerste tussenstuk	0.82	0.0	-12.9	-15.2	-12.9	14.0	0.0	-180.8	-213.1	-180.8
Tweede tussenstuk	0.93	0.0	-22.1	-26.0	-22.1	20.9	0.0	-460.9	-543.1	-460.9
Bovenstuk 1	1.03	0.0	-15.0	-17.7	-15.0	29.0	0.0	-436.7	-514.6	-436.7
Bovenstuk 2	1.09	0.0	-13.7	-16.1	-13.7	36.7	0.0	-502.4	-592.1	-502.4
Topstuk	1.13	0.0	-1.4	-1.7	-1.4	41.5	0.0	-58.8	-69.3	-58.8
Ondertraverse	0.99	0.0	-22.6	-15.2	-22.6	26.5	0.0	-599.5	-403.8	-599.5
Boventraverse	1.10	0.0	-29.0	-19.6	-29.0	38.3	0.0	-1111.1	-748.3	-1111.1
<b>Total</b>		<b>0.0</b>	<b>-146.3</b>	<b>-146.3</b>	<b>-146.3</b>		<b>0.0</b>	<b>-3520.1</b>	<b>-3284.5</b>	<b>-3520.1</b>

Resulting loads from mast construction incl. Antenna without conductors level foundation (char. Value)

Load / wind direction	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	415	0	0	0
Windrichting 180°	-198	0	0	0	-5013	0
Windrichting 225°	-146	-146	0	-3520	-3520	0
Windrichting 270°	0	-146	0	-3285	0	0
Windrichting 315°	146	-146	0	-3520	3520	0

Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 1

Intermediate results for conductor loads

Conductors back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	αT [-]
Circuit 1	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Circuit 2	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Bliksemdraad 1	OPGW 226	21.7	264.0	9.80	81000	2.30E-05
Bliksemdraad 2	OPGW 226	21.7	264.0	9.80	81000	2.30E-05

Conductors ahead

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	αT [-]
Circuit 1	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Circuit 2	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Bliksemdraad 1	OPGW 226	21.7	264.0	9.80	81000	2.30E-05
Bliksemdraad 2	OPGW 226	21.7	264.0	9.80	81000	2.30E-05

Vertical load back

Circuit	Bundle [-]	Additional [%]	w <sub>Z,G</sub> [N/m]	Ice region	Formula	w <sub>Z,ijs</sub> [N/m]	w <sub>Z,ijs,bundel</sub> [N/m]
Circuit 1	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Circuit 2	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Bliksemdraad 1	1	3	10.1	B	4+0,2d	8.3	8.3
Bliksemdraad 2	1	3	10.1	B	4+0,2d	8.3	8.3

Vertical load ahead

Circuit	Bundle [-]	Additional [%]	w <sub>Z,G</sub> [N/m]	Ice region	Formula	w <sub>Z,ijs</sub> [N/m]	w <sub>Z,ijs,bundel</sub> [N/m]
Circuit 1	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Circuit 2	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Bliksemdraad 1	1	3	10.1	B	4+0,2d	8.3	8.3
Bliksemdraad 2	1	3	10.1	B	4+0,2d	8.3	8.3

Insulators

Conductor	G <sub>isolator</sub> [kN]	Number	F <sub>v,iso</sub> [kN]	Length [m]	Wind surf. [m <sup>2</sup> ]	Wind heigth [m]	Pressure [kN/m <sup>2</sup> ]	Drag factor [-]	F <sub>h,iso</sub> [kN]
380ct1f1	2.00	1	2	4.5	1.0	25.70	0.99	1.2	1.18
380ct1f2	2.00	1	2	4.5	1.0	25.70	0.99	1.2	1.18
380ct1f3	2.00	1	2	4.5	1.0	37.00	1.09	1.2	1.31
380ct2f1	2.00	1	2	4.5	1.0	25.70	0.99	1.2	1.18
380ct2f2	2.00	1	2	4.5	1.0	25.70	0.99	1.2	1.18
380ct2f3	2.00	1	2	4.5	1.0	37.00	1.09	1.2	1.31
bl1	0.10	0.5	0.05	0.3	0.1	42.00	1.13	1.2	0.14
bl2	0.10	0.5	0.05	0.3	0.1	42.00	1.13	1.2	0.14

Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 1

Wind load back

Conductor	Height		G <sub>c,dwars</sub>	G <sub>c,trek</sub>	C <sub>c</sub>	d <sub>additional</sub>	w <sub>y</sub>	w <sub>y,section</sub>	D <sub>ij,s,additional</sub>	w <sub>y,ijs</sub>	w <sub>y,ijs,section</sub>
	wind	Pressure									
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	17.0	0.87	0.56	0.48	1.13	28.53	47.4	40.4	47.4	83.4	71.1
380ct1f2	17.0	0.87	0.56	0.48	1.13	28.53	47.4	40.4	47.4	83.4	71.1
380ct1f3	28.3	1.01	0.60	0.51	1.09	28.53	57.3	48.8	47.4	104.6	89.0
380ct2f1	17.0	0.87	0.56	0.48	1.13	28.53	47.4	40.4	47.4	83.4	71.1
380ct2f2	17.0	0.87	0.56	0.48	1.13	28.53	47.4	40.4	47.4	83.4	71.1
380ct2f3	28.3	1.01	0.60	0.51	1.09	28.53	57.3	48.8	47.4	104.6	89.0
bl1	34.7	1.07	0.62	0.53	1.20	22.35	17.9	15.2	41.8	33.5	28.5
bl2	34.7	1.07	0.62	0.53	1.20	22.35	17.9	15.2	41.8	33.5	28.5

Wind load ahead

Conductor	Height		G <sub>c,dwars</sub>	G <sub>c,trek</sub>	C <sub>c</sub>	d <sub>additional</sub>	w <sub>y</sub>	w <sub>y,section</sub>	D <sub>ij,s,additional</sub>	w <sub>y,ijs</sub>	w <sub>y,ijs,section</sub>
	wind	Pressure									
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	19.2	0.90	0.57	0.74	1.12	28.53	49.7	64.2	47.4	88.2	113.9
380ct1f2	19.2	0.90	0.57	0.74	1.12	28.53	49.7	64.2	47.4	88.2	113.9
380ct1f3	24.8	0.98	0.59	0.76	1.10	28.53	54.7	70.2	47.4	98.9	126.8
380ct2f1	19.2	0.90	0.57	0.74	1.12	28.53	49.7	64.2	47.4	88.2	113.9
380ct2f2	19.2	0.90	0.57	0.74	1.12	28.53	49.7	64.2	47.4	88.2	113.9
380ct2f3	24.8	0.98	0.59	0.76	1.10	28.53	54.7	70.2	47.4	98.9	126.8
bl1	30.7	1.04	0.61	0.78	1.20	22.35	17.0	21.7	41.8	31.9	40.6
bl2	30.7	1.04	0.61	0.78	1.20	22.35	17.0	21.7	41.8	31.9	40.6

Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 1

Conductor loads Auteur: TBR  
Versie: v11.7

Starting points  
 Consequence class Afkeur CC2-0  
 Reference period 30 jaar

ULS (strength)		NEN-EN50341-2-15:2019						
Load case	description	Temp °C	$\gamma_G$ $G_{k,mast}$	$\gamma_G$ $G_{k,geleider}$	$\gamma_Q$ $Q_{pk}$	$\gamma_Q$ $Q_{wk}$	$\gamma_Q$ $Q_{jk}$	$\gamma_a$ $A_k$
ULS 1a	Wind	10°	1.05	1.05	0.00	1.12	0.00	0.0
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk only tower	10°	0.90	1.05	0.00	1.12	0.00	0.0
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk conductors too	10°	0.90	0.90	0.00	1.12	0.00	0.0
ULS 3	Wind+ice	-5°	1.05	1.05	0.00	0.34	0.97	0.0
ULS 3_0,9	Wind+ice 0,9Gk	-5°	0.90	1.05	0.00	0.34	0.97	0.0
ULS 4	Cold+wind	-20°	1.05	1.05	0.00	0.22	0.00	0.0
ULS 4_0,9	Cold+wind 0,9Gk	-20°	0.90	1.05	0.00	0.22	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°	1.05	1.05	1.20	0.22	0.00	0.0
ULS 6_0,9	Construction + maintenance	5°	1.05	1.05	0.00	0.22	0.00	0.0
ULS 7	Permanent	10°	1.15	1.15	0.00	0.00	0.00	0.0
ULS 8	Special	10°	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.0
SPLS (strength, for angle towers: absence of conductors)			$\gamma_G$ $G_k$		$\gamma_Q$ $Q_{pk}$ $Q_{wk}$ $Q_{jk}$			$A_k$
SPLS 1a	Wind	10°	1.05	1.05	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0.90	1.05	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9	10°	0.90	1.05	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 3	Wind+ice	-5°	1.05	1.05	0.0	0.36	0.34	0.0
SPLS 3_0,9	Wind+ice 0,9	-5°	0.90	1.05	0.0	0.36	0.34	0.0
SPLS 4	Cold+wind	-20°	1.05	1.05	0.0	0.24	0.00	0.0
SPLS 4_0,9	Cold+wind 0,9	-20°	0.90	1.05	0.0	0.24	0.00	0.0
SPLS 6	Maintenance	5°	1.05	1.05	1.2	0.24	0.0	0.0
SPLS 6_0,9	Maintenance	5°	1.05	1.05	0.0	0.24	0.0	0.0
SLS (deformations, fatigue, EDS)			$G_k$		$Q_{pk}$ $Q_{wk}$ $Q_{jk}$			$A_k$
SLS 1a	Wind	10°	1.00	1.00	0.0	0.94	0.0	0.0
SLS 3	Wind+ice	-5°	1.00	1.00	0.0	0.28	0.88	0.0
SLS 4	Wind	-20°	1.00	1.00	0.0	0.19	0.0	0.0
SLS 6	Maintenance	5°	1.00	1.00	0.0	0.19	0.0	0.0
SLS 7	EDS, no wind	10°	1.00	1.00	0.0	0.00	0.0	0.0

Number of wind directions 6  
 Number of load combinations for ULS 54  
 Number of load combinations for SPLS 222  
 Number of load combinations for SLS 15  
 Number of concentrated loads 5529

Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 1

Summary table - Conductor loads

The four tables below show:

- The maximum conductor load in the global axis system, split into proportion of back and ahead span
- The combined conductor load (Ba+Ah) in the global axis system with the maximum tensile force in the local axes. Components Fx and Fy as absolute values
- The everyday (EDS) values of the combined conductor loads (Ba+Ah) with corresponding tensile forces
- Check for uplift, where a negative value indicates uplift

Note: Maximum values for Fx, Fy and Fz do not necessarily belong to the same load combination.

Maximum values for back and ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-39.6	22.0	0.0	0.0	6.2	9.1
380ct1f1	-133.9	46.7	0.0	0.0	18.5	14.4
380ct1f2	-133.9	46.1	0.0	0.0	18.5	14.4
380ct1f3	-136.5	48.8	0.0	0.0	18.5	20.5
380ct2f1	-133.9	46.9	0.0	0.0	18.5	14.4
380ct2f2	-133.9	47.1	0.0	0.0	18.5	14.4
380ct2f3	-136.5	44.6	0.0	0.0	18.5	20.4
bl2	-39.6	23.1	0.0	0.0	6.2	9.1
Post 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Post 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Post 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1				Max. Weight span (m)		
Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7	Weight spar Combinatie1		
				Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	378.9	423.5	378.4	bl1	512.7	404.2
380ct1f1	311.5	320.5	311.4	380ct1f1	343.1	318.0
380ct1f2	311.5	320.4	311.4	380ct1f2	343.0	318.0
380ct1f3	366.2	386.2	365.5	380ct1f3	445.6	382.5
380ct2f1	311.6	320.5	311.4	380ct2f1	343.1	318.0
380ct2f2	311.6	320.5	311.4	380ct2f2	343.2	318.0
380ct2f3	365.6	385.4	365.5	380ct2f3	444.3	382.2
bl2	379.8	424.5	378.4	bl2	513.0	404.3
Post 1				Post 1		
Post 2				Post 2		
Post 3				Post 3		

Envelop of weight span over all combinations (incl. 0,9 combinations)

For all conductors		Wind / Weight span ratio
Max. weight span	549.0 m	2.060 -
Min. weight span	309.2 m	1.160 -

Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 1

Maximum values back + ahead span      Maximum tension in conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	39.6	15.4	9.1	-39.6	26.3
380ct1f1	114.0	36.2	18.5	-133.9	55.8
380ct1f2	114.0	36.6	18.5	-133.9	55.7
380ct1f3	115.8	38.0	20.5	-136.5	55.8
380ct2f1	114.0	36.1	18.5	-133.9	55.8
380ct2f2	114.0	36.0	18.5	-133.9	55.8
380ct2f3	115.8	41.1	20.4	-136.5	55.7
bl2	39.6	13.6	9.1	-39.6	26.3
Post 1	1.9	0.0	4.0	0.0	
Post 2	1.9	0.0	4.0	0.0	
Post 3	1.9	0.0	4.0	0.0	

EDS-loads conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	5.1	0.0	2.2	-21.2	6.1
380ct1f1	19.5	0.0	11.9	-81.5	23.1
380ct1f2	19.3	0.0	11.9	-81.5	23.1
380ct1f3	20.4	0.0	11.9	-81.5	23.1
380ct2f1	19.6	0.0	11.9	-81.5	23.1
380ct2f2	19.7	0.0	11.9	-81.5	23.1
380ct2f3	18.7	0.0	11.9	-81.5	23.1
bl2	5.3	0.0	2.2	-21.2	6.1
Post 1	0.0	0.0	3.5	0.0	
Post 2	0.0	0.0	3.5	0.0	
Post 3	0.0	0.0	3.5	0.0	

1 Control uplift SLS-wind

Combinatie Geleider	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4		
bl1	0.0	0.0
380ct1f1	0.0	0.0
380ct1f2	0.0	0.0
380ct1f3	0.0	0.0
380ct2f1	0.0	0.0
380ct2f2	0.0	0.0
380ct2f3	0.0	0.0
bl2	0.0	0.0
Post 1	0.0	
Post 2	0.0	
Post 3	0.0	

Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 1

ULS foundation loads for LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, from conductors

Combination	Combination	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]
ULS 1a_270		-561	-239	151	-7075	-17032	-41
ULS 1a_0,9_180		-419	-99	141	-2849	-12525	-111
ULS 1a_0,9_0,9_270		-532	-232	132	-6893	-16178	-42
ULS 3_180		-627	-144	203	-4172	-18803	-53
SLS 7		-404	-80	134	-2274	-12102	-14

ULS foundation loads, LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, total conductors and tower

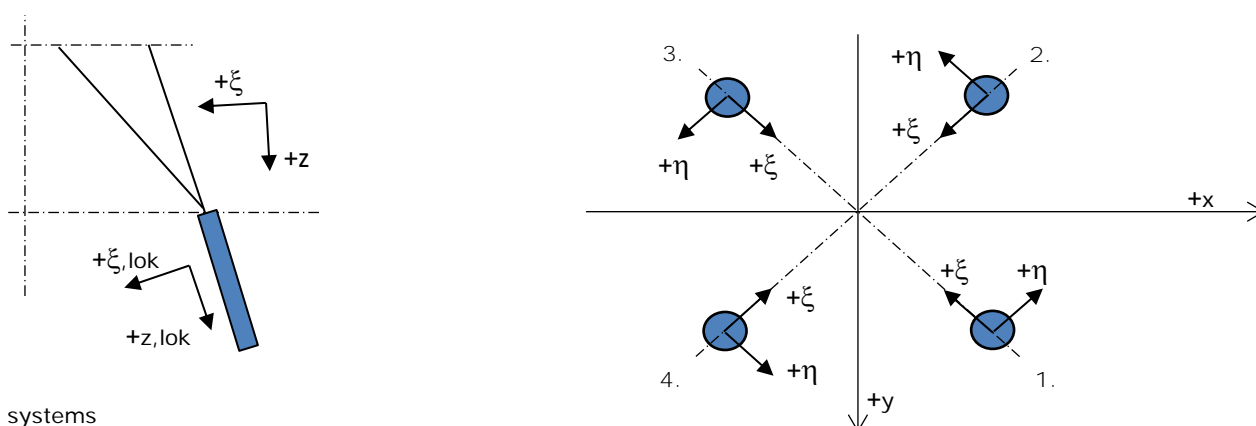
Combination	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
ULS 1a_270	-561	-403	586	-10766	-17032	-41
ULS 1a_0,9_0,9_270	-532	-396	505	-10585	-16178	-42
SLS 7	-404	-80	549	-2274	-12102	-14

Foundation loads, selection of load combinations based on greatest value

Combination	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]
ULS 1a_0,9_240	-557	-427	529	-11545	-16099	-82
SPLS 3_255 Ah All Cts	-753	-86	553	-2043	-22606	-8
SPLS 6a_270 Ba Ct1 Ah Ct1	-56	-198	591	-5522	-1553	-5180
ULS 1a_0,9_255	-563	-426	527	-11473	-16697	-66

Note: Largest values can appear in multiple combinations, one combination is displayed.

Support reactions per leg



Axis systems

Maximum compression load

Index	Combination	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 6a_270 Ba All Cts Ah Ct2	71	9	235	43	-56	-9	240
2	SPLS 6a_270 Ba All Cts Ah Ct1	162	-103	721	-41	-188	-42	736
3	ULS 1a_255	-263	-276	1427	-9	-382	-93	1456
4	SPLS 3_180 Ah All Cts	-217	214	1160	-2	-304	-70	1184

Maximum tension load

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	ULS 1a_0,9_255	-215	-221	-1149	5	308	76	-1172
2	SPLS 3_0,9_180 Ah All Cts	-167	167	-899	0	236	54	-917
3	-	0	0	0	0	0	0	0
4	SPLS 1a_0,9_315 Ba All Cts	88	-88	-443	0	124	35	-452

Maximum torsional load (positive)

Index	Combination	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 6a_270 Ba Ct2 Ah Ct2	82	-152	-183	166	50	13	-186
2	SPLS 6a_270 Ba Ct2 Ah Ct2	-55	-181	334	167	-88	-21	341
3	SPLS 6a_270 Ba Ct2 Ba Ct1	-242	-7	683	166	-176	-38	697
4	SPLS 6a_270 Ba Ct2 Ba Ct1	67	171	280	168	-74	-18	285

Maximum torsional load (negative)

Index	Combination	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 6a_270 Ba Ct1 Ah Ct1	-151	83	-174	-165	48	13	-177
2	SPLS 6a_270 Ba Ct1 Ah Ct1	178	54	328	-164	-88	-21	335
3	SPLS 6a_270 Ba Ct1 Ba Ct2	4	-242	623	-174	-169	-43	636
4	SPLS 6a_270 Ba Ct1 Ba Ct2	-179	-63	339	-171	-82	-13	346



Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 1

Combination Ftensile+Fhor

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	ULS 1a_0,9_255	-215	-221	-1149	5	308	76	-1172
2	SPLS 3_0,9_180 Ah All Cts	-167	167	-899	0	236	54	-917
3	SPLS 6a_270 Ba All Cts Ah Ct2	-39	15	44	38	-17	-8	45
4	SPLS 6a_270 Ba All Cts Ah Ct1	51	-111	-442	-43	114	25	-451

Permanent load

Index	Combination	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	-95	-96	-516	1	135	31	-527
2	SLS 7	-56	57	-310	-1	80	17	-316
3	SLS 7	-145	-148	791	-2	-207	-48	807
4	SLS 7	-108	107	584	0	-152	-34	596

Envelope of load combinations for all of the legs

Index	Combination	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. pressure	ULS 1a_255	-263	-276	1427	-9	-382	-93	1456
Max. tension	ULS 1a_0,9_255	-215	-221	-1149	5	308	76	-1172
Max. pos. torsie	SPLS 6a_270 Ba Ct2 Ba Ct1	67	171	280	168	-74	-18	285
Max. neg. torsie	SPLS 6a_270 Ba Ct1 Ba Ct2	4	-242	623	-174	-169	-43	636
Comb. tension+torsie	ULS 1a_0,9_255	-215	-221	-1149	5	308	76	-1172

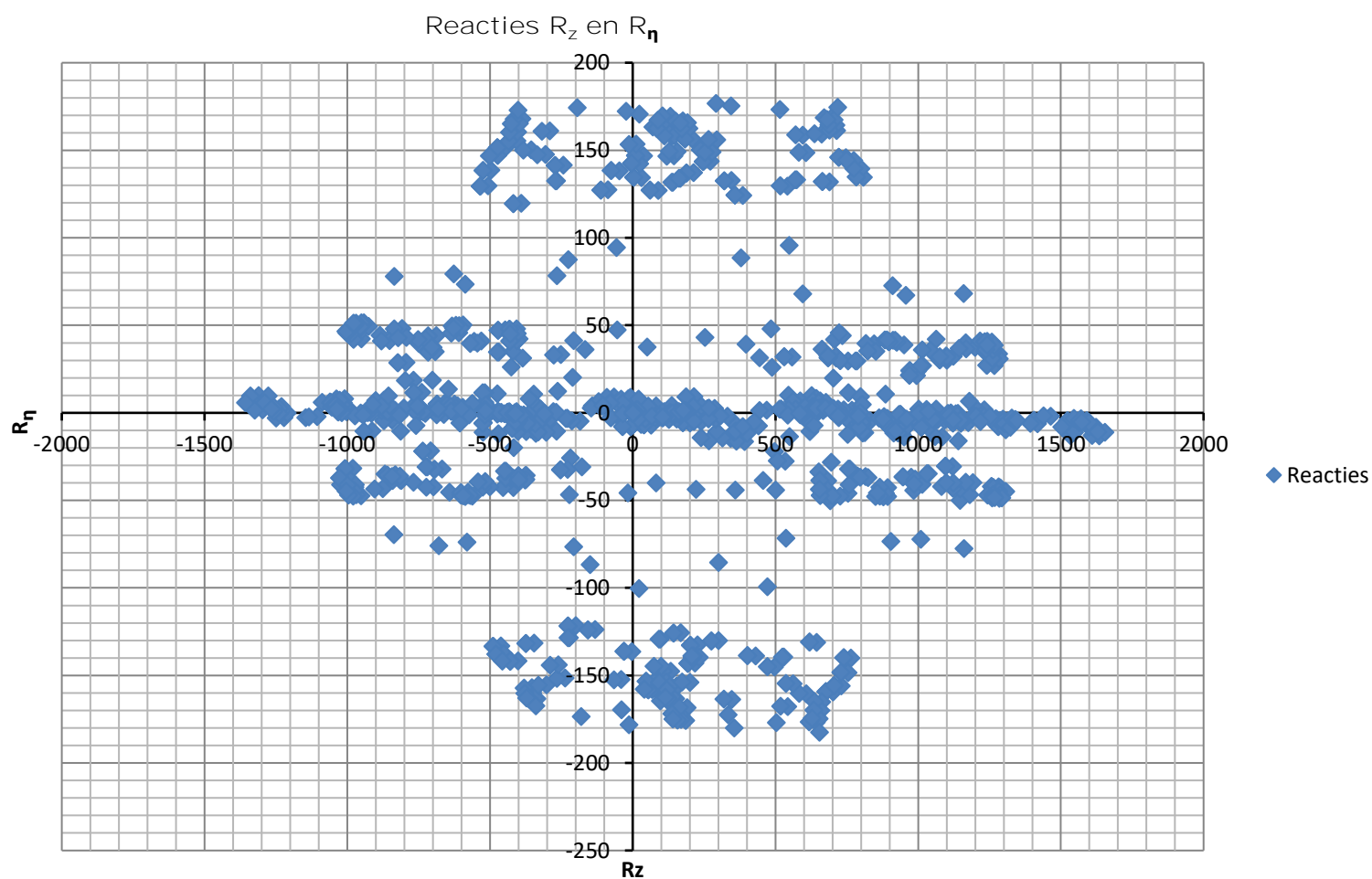
Maximum tension load - SLS

Index	Combination	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	-95	-96	-516	1	135	31	-527
2	SLS 7	-56	57	-310	-1	80	17	-316
3	SLS 7	-145	-148	791	-2	-207	-48	807
4	SLS 7	-108	107	584	0	-152	-34	596

Maximum compression load - SLS

Index	Combination	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	-95	-96	-516	1	135	31	-527
2	SLS 7	-56	57	-310	-1	80	17	-316
3	SLS 7	-145	-148	791	-2	-207	-48	807
4	SLS 7	-108	107	584	0	-152	-34	596

Project: ENS-ZL  
Tower: EC-3\_R  
Number: 1



Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 1

Conductor loads Auteur: TBR  
Versie: v11.7

Starting points  
 Consequence class Verbouw CC2  
 Reference period 50 jaar

ULS (strength)		NEN-EN50341-2-15:2019						
Load case	description	Temp °C	$\gamma_G$ $G_{k,mast}$	$\gamma_G$ $G_{k,geleider}$	$\gamma_Q$ $Q_{pk}$	$\gamma_Q$ $Q_{wk}$	$\gamma_Q$ $Q_{jk}$	$\gamma_a$ $A_k$
ULS 1a	Wind	10°	1.15	1.15	0.00	1.40	0.00	0.0
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk only tower	10°	0.90	1.15	0.00	1.40	0.00	0.0
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk conductors too	10°	0.90	0.90	0.00	1.40	0.00	0.0
ULS 3	Wind+ice	-5°	1.15	1.15	0.00	0.42	1.30	0.0
ULS 3_0,9	Wind+ice 0,9Gk	-5°	0.90	1.15	0.00	0.42	1.30	0.0
ULS 4	Cold+wind	-20°	1.15	1.15	0.00	0.28	0.00	0.0
ULS 4_0,9	Cold+wind 0,9Gk	-20°	0.90	1.15	0.00	0.28	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°	1.15	1.15	1.30	0.28	0.00	0.0
ULS 6_0,9	Construction + maintenance	5°	1.15	1.15	0.00	0.28	0.00	0.0
ULS 7	Permanent	10°	1.30	1.30	0.00	0.00	0.00	0.0
ULS 8	Special	10°	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.0
SPLS (strength, for angle towers: absence of conductors)			$\gamma_G$ $G_k$		$\gamma_Q$ $Q_{pk}$ $Q_{wk}$ $Q_{jk}$			$A_k$
SPLS 1a	Wind	10°	1.15	1.15	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0.90	1.15	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9	10°	0.90	1.15	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 3	Wind+ice	-5°	1.15	1.15	0.0	0.36	0.34	0.0
SPLS 3_0,9	Wind+ice 0,9	-5°	0.90	1.15	0.0	0.36	0.34	0.0
SPLS 4	Cold+wind	-20°	1.15	1.15	0.0	0.24	0.00	0.0
SPLS 4_0,9	Cold+wind 0,9	-20°	0.90	1.15	0.0	0.24	0.00	0.0
SPLS 6	Maintenance	5°	1.15	1.15	1.2	0.24	0.0	0.0
SPLS 6_0,9	Maintenance	5°	1.15	1.15	0.0	0.24	0.0	0.0
SLS (deformations, fatigue, EDS)			$G_k$		$Q_{pk}$ $Q_{wk}$ $Q_{jk}$			$A_k$
SLS 1a	Wind	10°	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0
SLS 3	Wind+ice	-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	Maintenance	5°	1.00	1.00	0.0	0.20	0.0	0.0
SLS 7	EDS, no wind	10°	1.00	1.00	0.0	0.00	0.0	0.0

Number of wind directions 6  
 Number of load combinations for ULS 54  
 Number of load combinations for SPLS 222  
 Number of load combinations for SLS 15  
 Number of concentrated loads 5529

Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 1

Summary table - Conductor loads

The four tables below show:

- The maximum conductor load in the global axis system, split into proportion of back and ahead span
- The combined conductor load (Ba+Ah) in the global axis system with the maximum tensile force in the local axes. Components Fx and Fy as absolute values
- The everyday (EDS) values of the combined conductor loads (Ba+Ah) with corresponding tensile forces
- Check for uplift, where a negative value indicates uplift

Note: Maximum values for Fx, Fy and Fz do not necessarily belong to the same load combination.

Maximum values for back and ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-43.6	23.4	0.0	0.0	6.8	9.8
380ct1f1	-153.3	50.4	0.0	0.0	21.7	15.6
380ct1f2	-153.3	49.7	0.0	0.0	21.7	15.6
380ct1f3	-156.5	52.6	0.0	0.0	21.7	22.2
380ct2f1	-153.3	50.5	0.0	0.0	21.7	15.6
380ct2f2	-153.3	50.7	0.0	0.0	21.7	15.6
380ct2f3	-156.5	48.0	0.0	0.0	21.7	22.1
bl2	-43.6	24.6	0.0	0.0	6.8	9.8
Post 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Post 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Post 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1				Max. Weight span (m)		
Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7	Weight spar Combinatie1		
				Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	378.9	424.1	378.4	bl1	531.9	400.3
380ct1f1	311.6	320.6	311.4	380ct1f1	349.0	317.5
380ct1f2	311.5	320.5	311.4	380ct1f2	348.9	317.5
380ct1f3	366.3	386.5	365.5	380ct1f3	460.1	381.5
380ct2f1	311.6	320.6	311.4	380ct2f1	349.1	317.5
380ct2f2	311.6	320.6	311.4	380ct2f2	349.1	317.5
380ct2f3	365.6	385.6	365.5	380ct2f3	458.6	381.2
bl2	380.0	425.2	378.4	bl2	532.3	400.4
Post 1				Post 1		
Post 2				Post 2		
Post 3				Post 3		

Envelop of weight span over all combinations (incl. 0,9 combinations)

For all conductors	Wind / Weight span ratio	
Max. weight span	599.1 m	2.248 -
Min. weight span	308.9 m	1.159 -

Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 1

Maximum values back + ahead span      Maximum tension in conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	40.8	16.5	9.8	-43.6	28.1
380ct1f1	120.1	43.6	21.7	-153.3	60.1
380ct1f2	120.1	44.1	21.7	-153.3	60.1
380ct1f3	121.4	46.1	22.2	-156.5	60.2
380ct2f1	120.1	43.5	21.7	-153.3	60.1
380ct2f2	120.1	43.4	21.7	-153.3	60.1
380ct2f3	121.4	49.6	22.1	-156.5	60.1
bl2	40.8	14.7	9.8	-43.6	28.1
Post 1	2.3	0.0	4.6	0.0	
Post 2	2.3	0.0	4.6	0.0	
Post 3	2.3	0.0	4.6	0.0	

EDS-loads conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	5.1	0.0	2.2	-21.2	6.1
380ct1f1	19.5	0.0	11.9	-81.5	23.1
380ct1f2	19.3	0.0	11.9	-81.5	23.1
380ct1f3	20.4	0.0	11.9	-81.5	23.1
380ct2f1	19.6	0.0	11.9	-81.5	23.1
380ct2f2	19.7	0.0	11.9	-81.5	23.1
380ct2f3	18.7	0.0	11.9	-81.5	23.1
bl2	5.3	0.0	2.2	-21.2	6.1
Post 1	0.0	0.0	3.5	0.0	
Post 2	0.0	0.0	3.5	0.0	
Post 3	0.0	0.0	3.5	0.0	

1 Control uplift SLS-wind

Combinatie Geleider	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4 bl1	0.0	0.0
380ct1f1	0.0	0.0
380ct1f2	0.0	0.0
380ct1f3	0.0	0.0
380ct2f1	0.0	0.0
380ct2f2	0.0	0.0
380ct2f3	0.0	0.0
bl2	0.0	0.0
Post 1	0.0	
Post 2	0.0	
Post 3	0.0	

Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 1

ULS foundation loads for LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, from conductors

Combination	Combination	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]
ULS 1a_270		-635	-287	167	-8531	-19265	-51
ULS 1a_0,9_180		-449	-111	154	-3216	-13392	-134
ULS 1a_0,9_0,9_270		-592	-277	136	-8270	-18037	-52
ULS 3_180		-710	-168	237	-4881	-21283	-64
SLS 7		-404	-80	134	-2274	-12102	-14

ULS foundation loads, LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, total conductors and tower

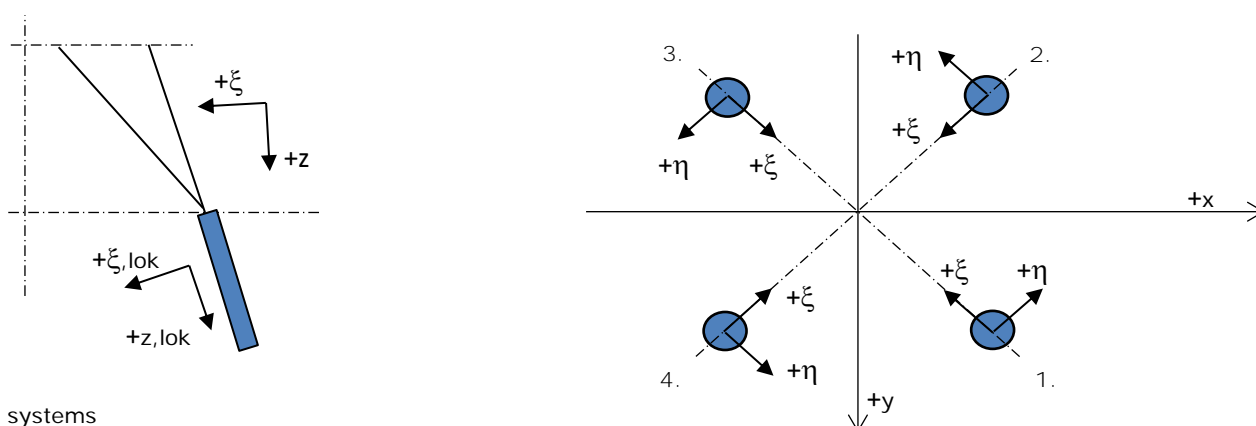
Combination	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
ULS 1a_270	-635	-492	644	-13130	-19265	-51
ULS 1a_0,9_0,9_270	-592	-482	510	-12868	-18037	-52
SLS 7	-404	-80	549	-2274	-12102	-14

Foundation loads, selection of load combinations based on greatest value

Combination	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]
ULS 1a_0,9_240	-627	-522	546	-14119	-18031	-101
SPLS 3_255 Ah All Cts	-790	-86	604	-2029	-23713	-8
SPLS 6a_270 Ba Ct1 Ah Ct1	-66	-205	643	-5673	-1852	-5454
ULS 1a_0,9_255	-636	-521	544	-14028	-18823	-82

Note: Largest values can appear in multiple combinations, one combination is displayed.

Support reactions per leg



Axis systems

Maximum compression load

Index	Combination	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 6a_270 Ba All Cts Ah Ct2	74	13	253	43	-61	-10	258
2	SPLS 6a_270 Ba All Cts Ah Ct1	168	-110	757	-41	-197	-44	773
3	ULS 1a_255	-305	-321	1654	-11	-443	-109	1688
4	SPLS 3_180 Ah All Cts	-230	227	1231	-2	-323	-74	1256

Maximum tension load

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	ULS 1a_0,9_255	-254	-262	-1357	6	365	91	-1385
2	SPLS 3_0,9_180 Ah All Cts	-177	177	-954	0	250	57	-973
3	-	0	0	0	0	0	0	0
4	SPLS 1a_0,9_315 Ba All Cts	93	-92	-468	0	131	36	-478

Maximum torsional load (positive)

Index	Combination	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 6a_270 Ba Ct2 Ah Ct2	86	-161	-194	174	53	13	-198
2	SPLS 6a_270 Ba Ct2 Ah Ct2	-60	-188	344	175	-91	-21	351
3	SPLS 6a_270 Ba Ct2 Ba Ct1	-254	-8	717	174	-185	-40	732
4	SPLS 6a_270 Ba Ct2 Ba Ct1	70	180	291	177	-77	-18	297

Maximum torsional load (negative)

Index	Combination	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 6a_270 Ba Ct1 Ah Ct1	-158	87	-181	-174	51	14	-185
2	SPLS 6a_270 Ba Ct1 Ah Ct1	185	59	334	-172	-90	-22	341
3	SPLS 6a_270 Ba Ct1 Ba Ct2	4	-254	654	-182	-177	-45	667
4	SPLS 6a_270 Ba Ct1 Ba Ct2	-188	-67	355	-180	-86	-14	362

Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 1

Combination Ftensile+Fhor

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	ULS 1a_0,9_255	-254	-262	-1357	6	365	91	-1385
2	SPLS 3_0,9_180 Ah All Cts	-177	177	-954	0	250	57	-973
3	SPLS 6a_270 Ba All Cts Ah Ct2	-40	14	50	38	-18	-8	51
4	SPLS 6a_270 Ba All Cts Ah Ct1	53	-113	-454	-43	117	26	-463

Permanent load

Index	Combination	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	-95	-96	-516	1	135	31	-527
2	SLS 7	-56	57	-310	-1	80	17	-316
3	SLS 7	-145	-148	791	-2	-207	-48	807
4	SLS 7	-108	107	584	0	-152	-34	596

Envelope of load combinations for all of the legs

Index	Combination	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. pressure	ULS 1a_255	-305	-321	1654	-11	-443	-109	1688
Max. tension	ULS 1a_0,9_255	-254	-262	-1357	6	365	91	-1385
Max. pos. torsie	SPLS 6a_270 Ba Ct2 Ba Ct1	70	180	291	177	-77	-18	297
Max. neg. torsie	SPLS 6a_270 Ba Ct1 Ba Ct2	4	-254	654	-182	-177	-45	667
Comb. tension+torsie	ULS 1a_0,9_255	-254	-262	-1357	6	365	91	-1385

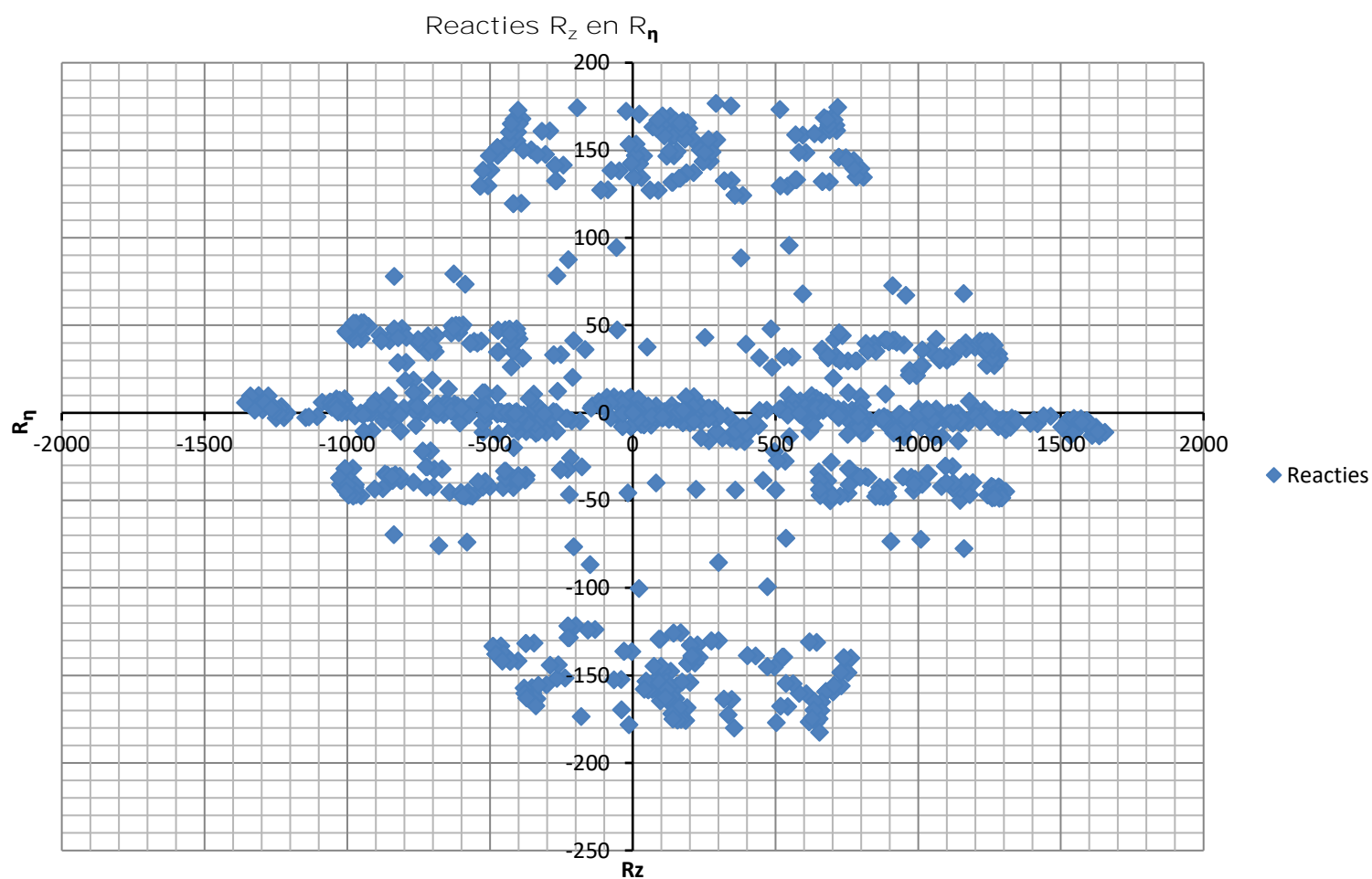
Maximum tension load - SLS

Index	Combination	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	-95	-96	-516	1	135	31	-527
2	SLS 7	-56	57	-310	-1	80	17	-316
3	SLS 7	-145	-148	791	-2	-207	-48	807
4	SLS 7	-108	107	584	0	-152	-34	596

Maximum compression load - SLS

Index	Combination	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	-95	-96	-516	1	135	31	-527
2	SLS 7	-56	57	-310	-1	80	17	-316
3	SLS 7	-145	-148	791	-2	-207	-48	807
4	SLS 7	-108	107	584	0	-152	-34	596

Project: ENS-ZL  
Tower: EC-3\_R  
Number: 1







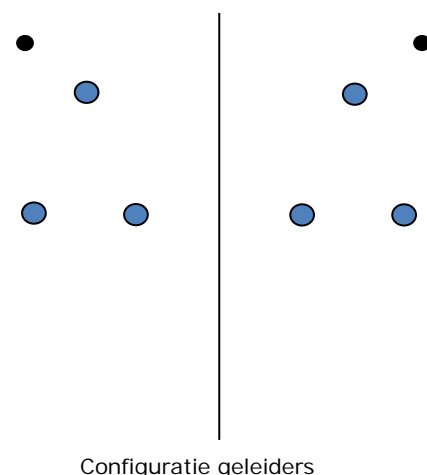
Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 90

Auteur: TBR  
 Versie: v11.7

Conductor loads

General  
 Description EC-3\_R  
 Tower type Hoekmast  
 Number of circuits 2  
 Configuration 2-circuit-donau  
 Number of earth wires 3

Starting points  
 Norm NEN-EN50341-2-15:2019  
 Consequence class CC2-0  
 Reliability level initial Afkeur CC2-0  
 Reference period initial 30 jaar  
 Consequence class modified CC2  
 Reliability level modified Verbouw  
 Reference period modified 50 jaar  
 Wind zone III  
 Wind speed (m/s) 24.5 m/s  
 Terrain category II  
 Reduction factor  $c_{dir}$  1.00  
 Ice region phase conductor B  
 Ice region earth conductor B



Conductors back

Description	Voltage	Conductor Back	Bundle Ba	Ice region	Additional weight	Additional diameter	Catenary $P_{back}$
Circuit 1	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	1000
Circuit 2	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	1000
Bliksemdraad 1		OPGW 226	1	B	3 %	3 %	1000
Bliksemdraad 2		OPGW 226	1	B	3 %	3 %	1000
Bliksemdraad 3		OPGW AFL-226/38	1	B	3 %	3 %	1000

Conductors ahead

Description	Voltage	Conductor Ahead	Bundle Ah	Ice region	Additional weight	Additional diameter	Catenary $P_{ahead}$
Circuit 1	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	1760
Circuit 2	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	1760
Bliksemdraad 1		OPGW 226	1	B	3 %	3 %	2100
Bliksemdraad 2		OPGW 226	1	B	3 %	3 %	2100
Bliksemdraad 3		Niet aanwezig	1	B	3 %	3 %	2100

Insulators (1)

Description	Suspension	Weight [kN]	Length [m]	Wind area [m <sup>2</sup> ]
Circuit 1	Afspanketting	2.00	4.50	1.00
Circuit 2	Afspanketting	2.00	4.50	1.00
Bliksemdraad 1	Vast (Bliksemdraad)	0.10	0.30	0.10
Bliksemdraad 2	Vast (Bliksemdraad)	0.10	0.30	0.10
Bliksemdraad 3	Vast (Bliksemdraad)	0.10	0.30	0.10

1. Properties apply to the entire isolator set

Suspension height and position in mast

Circuits	Designation	Number	Suspension height	Attach point	Position in tower Horizontal distance
Circuit 1	10	380ct1f1	25.2 m	25.2 m	-17.2 m
Circuit 1	11	380ct1f2	25.2 m	25.2 m	-9.0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	36.5 m	36.5 m	-13.1 m
Circuit 2	21	380ct2f1	25.2 m	25.2 m	17.2 m
Circuit 2	20	380ct2f2	25.2 m	25.2 m	9.0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	36.5 m	36.5 m	13.1 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	41.5 m	41.8 m	-17.1 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	41.5 m	41.8 m	17.1 m
Bliksemdraad 3	5	bl3	42.2 m	42.5 m	0.0 m

Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 90

Height adjustment adjacent masts	(wind and weight span adjustment)		
	Back	Ahead	
Height increase for wind pressure	0.0 m	0.0 m	(positive: higher)
Height decrease for vertical load	0.0 m	0.0 m	(negative: decrease, more weight span)
Decrease: Niet in 0,9EG-combinaties			

Height difference adjacent tower and change of direction with respect to Line direction

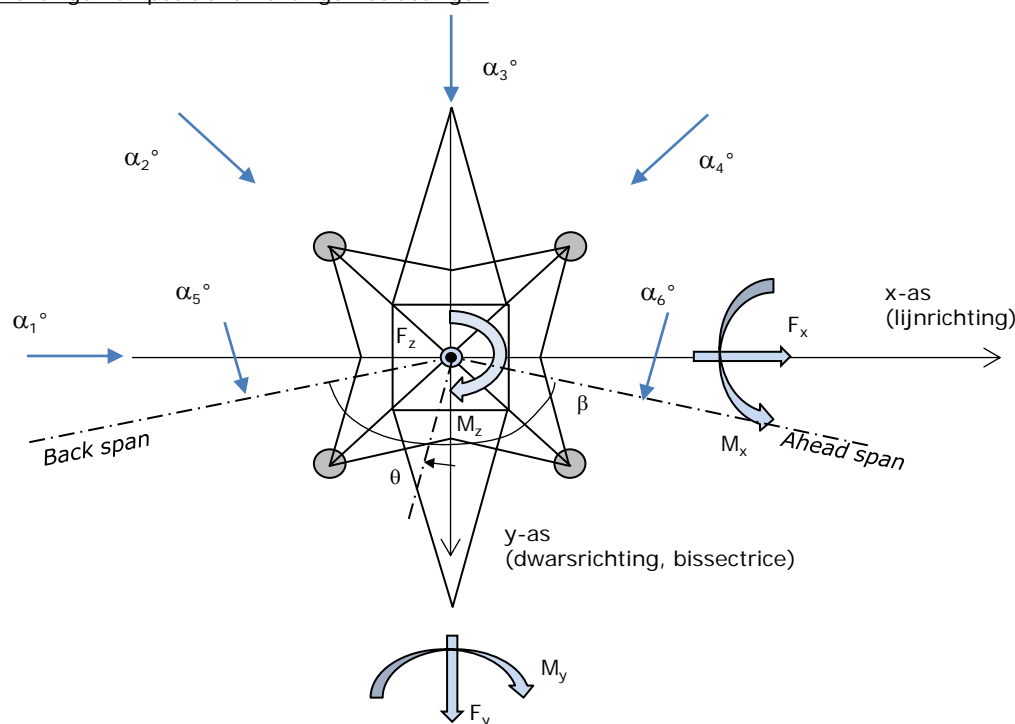
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h_{back}$	$\Delta h_{ahead}$	$\Delta y_{back}$	$\Delta y_{ahead}$
Circuit 1	10	380ct1f1	-9.2	17.5 m	-1.4	0.0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	-9.2	17.5 m	-3.5	0.0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	-20.5	17.5 m	6.2	0.0 m
Circuit 2	21	380ct2f1	-9.2	17.5 m	-2.9	0.0 m
Circuit 2	20	380ct2f2	-9.2	17.5 m	-1.5	0.0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	-20.5	17.5 m	-10.8	0.0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	-19.8	17.5 m	-3.0	0.0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	-19.8	17.5 m	2.6	0.0 m
Bliksemdraad 3	5	bl3	-20.5	0.0 m	0.0	0.0 m

Line and tower data

	Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3)/\Sigma L}$	134.0	68.5 m
Line angle	134.0	414.6 m
Line angle $\beta$	227.6 °	
Tower orientation with respect to bisector	0 °	
Section length	134	513 m
Height bottom of tower to ground level	0.5 m	
Wind directions considered $\alpha_1$	180 °	
Wind directions according to: $\alpha_2$	225 °	
<i>Geleiderbelastingen</i> $\alpha_3$	270 °	
$\alpha_4$	315 °	
$\alpha_5$	246.2 °	
$\alpha_6$	293.8 °	

Wind directions apply to the main direction of mast construction, not to the bisector.

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



Considered number of wind directions

1a	6
3	6
4	1
6	1
Overig	1

Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 90

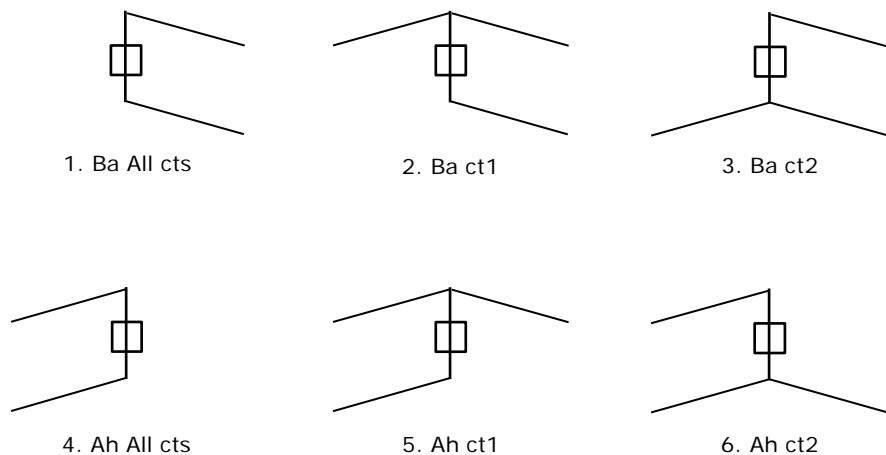
Absence of conductors

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	380ct1f1	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f2	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f3	1	0	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f1	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f2	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f3	0	1	1	0	1	0
Bliksemdraad 1	bl1	1	0	1	0	1	0
Bliksemdraad 2	bl2	0	1	1	0	1	0
Bliksemdraad 3	bl3	0	1	1	0	1	0

Load situations SPLS

Considered situations SPLS: 1 up to 6, All possible situations

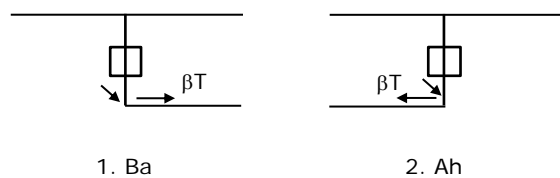
Principle of load situations:



Load situation 5a. Conductor failure

Considered situations conductor failure 5a: 1 and 2, all possible situations

Principle of load situations:



Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 90

Load situations LC6. Construction and maintenance

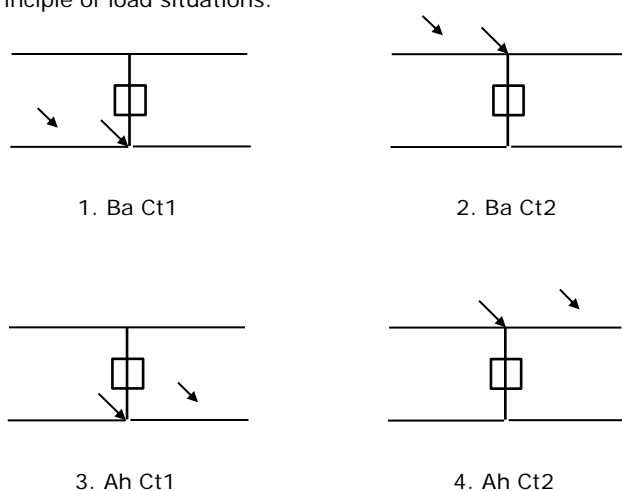
Under 6a, the load due to the presence of a line vehicle or line bicycle in combination with point load on the traverse is assessed. Combination 6b does not contain any loads in conductor or on traverse. This combination has been added to be able to combine with separate control platforms, etc. The situations are applied in ULS and in every SPLS situation (in case of angle tower).

	Phase	Earth
Line vehicle	3.0 kN	2.0 kN
Concentrated load cross arm	1.0 kN	1.0 kN

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

Presence line vehicle: Circuit, belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders per circuit.

Principle of load situations:



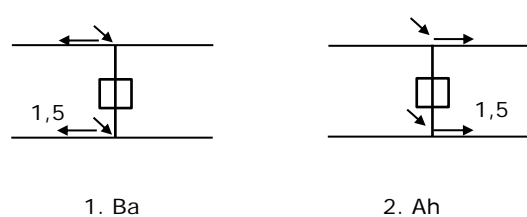
Load situations 8. Galloping as a static load

Conductor		
Suspension tower phase	0.866 W	1.5 W
Suspension tower earth	1.5 EDS	1.5 W
Strain tower phase and earth	1.5 EDS	1.5 W

Considered situations galloping 8: None (existing structure)

Belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders van het circuit.

Principle of load situations:



Load combination 8. Galloping as a dynamic load

Only applies to tension towers

Load consists of EDS tensile load in one of the conductors on one side of the tower

Can be converted by user to fatigue spectrum via the load spectrum of table 4.11 / NL.1

Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 90

Tower structure

Properties

Tower type	Hoekmast
Tower designation	EC-3_R
Base plate w.r.t. ground level	0.5 m
Tower height w.r.t. base plate	42.5 m
Tower self weight	425.0 kN

<i>Width and slope at foundation</i>	x-ri.	y-ri.
Leg spread	11.00	11.00 m
Inclination of main leg	0.143	0.143 -
Horizontal force factor	1.3	1.3 -

Calculation Wind load

Dynamic factor $G_T$	1.00 ( <i>Masthoogte &lt; 60 m</i> )
Wind load diagonally to tower body proportional to:	$(A1C1\sin^2(\phi) + A2C2\cos^2(\phi))$
Wind load diagonally on traverse proportional to:	$(A1C1\sin^2(\phi) + A2C2\cos^2(\phi))$
Magnification factor diagonal wind to tower body	$(1 + 0,2\sin^2(2\phi))$
Magnification factor diagonal wind to cross arm	$(1 + 0,2\sin^2(2\phi))$
Magnification factor wind parallel to perpendicular to cross a	0.4

Properties mast sections longitudinal direction (front view, yz plane)

Description	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	11.50	11.00	7.71	11.50	0.143	107.61	14.80	0.14	3.22
Eerste tussenstuk	16.59	7.71	6.26	5.09	0.143	35.56	6.05	0.17	3.06
Tweede tussenstuk	25.20	6.26	3.80	8.61	0.143	43.31	10.02	0.23	2.80
Bovenstuk 1	32.85	3.80	3.20	7.65	0.039	26.78	6.17	0.23	2.80
Bovenstuk 2	40.50	3.20	2.60	7.65	0.039	22.19	5.39	0.24	2.75
Topstuk	42.50	2.60		2.00		2.60	0.50	0.19	2.96
Ondertraverse	25.20	15.30		4.00		30.60	6.72	0.22	2.85
Boventraverse	36.50	15.64		5.30		41.45	7.30	0.18	3.04

Properties tower sections transversal direction (side view, xz plane)

Description	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	11.50	11.00	7.71	11.50	0.143	107.61	14.80	0.14	3.22
Eerste tussenstuk	16.59	7.71	6.26	5.09	0.143	35.56	6.05	0.17	3.06
Tweede tussenstuk	25.20	6.26	3.80	8.61	0.143	43.31	10.02	0.23	2.80
Bovenstuk 1	32.85	3.80	3.20	7.65	0.039	26.78	6.17	0.23	2.80
Bovenstuk 2	40.50	3.20	2.60	7.65	0.039	22.19	5.39	0.24	2.75
Topstuk	42.50	2.60		2.00		2.60	0.50	0.19	2.96
Ondertraverse	25.20	15.30		4.00		30.60	6.72	0.22	2.85
Boventraverse	36.50	15.64		5.30		41.45	7.30	0.18	3.04

Note: Surface transverse direction is reduced in calculation.

Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 90

Wind surface feeders telecom installations

Part	A (m <sup>2</sup> /m)	Factor	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk				
Eerste tussenstuk				
Tweede tussenstuk				
Bovenstuk 1				
Bovenstuk 2				

Input antennas

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

Tower section loads longitudinal (x-direction) per wind direction

Description	p <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>x1</sub> [kN]	F <sub>x2</sub> [kN]	F <sub>x3</sub> [kN]	F <sub>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>y1</sub> [kNm]	M <sub>y2</sub> [kNm]	M <sub>y3</sub> [kNm]	M <sub>y4</sub> [kNm]
Broekstuk	0.70	-33.4	-28.3	0.0	28.3	5.8	-192.0	-162.9	0.0	162.9
Eerste tussenstuk	0.79	-14.6	-12.4	0.0	12.4	14.0	-204.5	-173.5	0.0	173.5
Tweede tussenstuk	0.89	-24.9	-21.2	0.0	21.2	20.9	-521.0	-442.1	0.0	442.1
Bovenstuk 1	0.98	-17.0	-14.4	0.0	14.4	29.0	-493.7	-418.9	0.0	418.9
Bovenstuk 2	1.05	-15.5	-13.1	0.0	13.1	36.7	-568.0	-482.0	0.0	482.0
Topstuk	1.08	-1.6	-1.4	0.0	1.4	41.5	-66.5	-56.4	0.0	56.4
Ondertraverse	0.95	-36.5	-21.7	0.0	21.7	26.5	-968.3	-575.2	0.0	575.2
Boventraverse	1.06	-46.9	-27.9	0.0	27.9	38.3	-1794.6	-1065.9	0.0	1065.9
<b>Totaal</b>		<b>-190.4</b>	<b>-140.3</b>	<b>0.0</b>	<b>140.3</b>		<b>-4808.6</b>	<b>-3376.9</b>	<b>0.0</b>	<b>3376.9</b>

Tower section loads transversal (y-direction) per wind direction

Description	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>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>x1</sub> [kNm]	M <sub>x2</sub> [kNm]	M <sub>x3</sub> [kNm]	M <sub>x4</sub> [kNm]
Broekstuk	0.70	0.0	-28.3	-33.4	-28.3	5.8	0.0	-162.9	-192.0	-162.9
Eerste tussenstuk	0.79	0.0	-12.4	-14.6	-12.4	14.0	0.0	-173.5	-204.5	-173.5
Tweede tussenstuk	0.89	0.0	-21.2	-24.9	-21.2	20.9	0.0	-442.1	-521.0	-442.1
Bovenstuk 1	0.98	0.0	-14.4	-17.0	-14.4	29.0	0.0	-418.9	-493.7	-418.9
Bovenstuk 2	1.05	0.0	-13.1	-15.5	-13.1	36.7	0.0	-482.0	-568.0	-482.0
Topstuk	1.08	0.0	-1.4	-1.6	-1.4	41.5	0.0	-56.4	-66.5	-56.4
Ondertraverse	0.95	0.0	-21.7	-14.6	-21.7	26.5	0.0	-575.2	-387.3	-575.2
Boventraverse	1.06	0.0	-27.9	-18.8	-27.9	38.3	0.0	-1065.9	-717.8	-1065.9
<b>Total</b>		<b>0.0</b>	<b>-140.3</b>	<b>-140.3</b>	<b>-140.3</b>		<b>0.0</b>	<b>-3376.9</b>	<b>-3150.9</b>	<b>-3376.9</b>

Resulting loads from mast construction incl. Antenna without conductors level foundation (char. Value)

Load / wind direction	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	425	0	0	0
Windrichting 180°	-190	0	0	0	-4809	0
Windrichting 225°	-140	-140	0	-3377	-3377	0
Windrichting 270°	0	-140	0	-3151	0	0
Windrichting 315°	140	-140	0	-3377	3377	0

Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 90

Intermediate results for conductor loads

Conductors back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	αT [-]
Circuit 1	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Circuit 2	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Bliksemdraad 1	OPGW 226	21.7	264.0	9.80	81000	2.30E-05
Bliksemdraad 2	OPGW 226	21.7	264.0	9.80	81000	2.30E-05
Bliksemdraad 3	OPGW AFL-226/38	21.7	264.0	9.13	72000	1.98E-05

Conductors ahead

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	αT [-]
Circuit 1	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Circuit 2	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Bliksemdraad 1	OPGW 226	21.7	264.0	9.80	81000	2.30E-05
Bliksemdraad 2	OPGW 226	21.7	264.0	9.80	81000	2.30E-05
Bliksemdraad 3	Niet aanwezig					

Vertical load back

Circuit	Bundle [-]	Additional [%]	w <sub>Z,G</sub> [N/m]	Ice region	Formula	w <sub>Z,ijs</sub> [N/m]	w <sub>Z,ijs,bundel</sub> [N/m]
Circuit 1	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Circuit 2	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Bliksemdraad 1	1	3	10.1	B	4+0,2d	8.3	8.3
Bliksemdraad 2	1	3	10.1	B	4+0,2d	8.3	8.3
Bliksemdraad 3	1	3	9.4	B	4+0,2d	8.3	8.3

Vertical load ahead

Circuit	Bundle [-]	Additional [%]	w <sub>Z,G</sub> [N/m]	Ice region	Formula	w <sub>Z,ijs</sub> [N/m]	w <sub>Z,ijs,bundel</sub> [N/m]
Circuit 1	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Circuit 2	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Bliksemdraad 1	1	3	10.1	B	4+0,2d	8.3	8.3
Bliksemdraad 2	1	3	10.1	B	4+0,2d	8.3	8.3
Bliksemdraad 3	1	3		B	4+0,2d		

Insulators

Conductor	G <sub>isolator</sub> [kN]	Number	F <sub>v,iso</sub> [kN]	Length [m]	Wind surf. [m <sup>2</sup> ]	Wind heigth [m]	Pressure [kN/m <sup>2</sup> ]	Drag factor [-]	F <sub>h,iso</sub> [kN]
380ct1f1	2.00	1		2	4.5	1.0	25.70	0.95	1.2
380ct1f2	2.00	1		2	4.5	1.0	25.70	0.95	1.2
380ct1f3	2.00	1		2	4.5	1.0	37.00	1.05	1.2
380ct2f1	2.00	1		2	4.5	1.0	25.70	0.95	1.2
380ct2f2	2.00	1		2	4.5	1.0	25.70	0.95	1.2
380ct2f3	2.00	1		2	4.5	1.0	37.00	1.05	1.2
bl1	0.10	0.5	0.05	0.3	0.3	0.1	42.00	1.08	1.2
bl2	0.10	0.5	0.05	0.3	0.3	0.1	42.00	1.08	1.2
bl3	0.10	0.5	0.05	0.3	0.3	0.1	42.70	1.09	1.2



Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 90

Wind load back

Conductor	Height		G <sub>c,dwars</sub>	G <sub>c,trek</sub>	C <sub>c</sub>	d <sub>additional</sub>	w <sub>y</sub>	w <sub>y,section</sub>	D <sub>ij,s,additional</sub>	w <sub>y,ijs</sub>	w <sub>y,ijs,section</sub>
	wind	Pressure									
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	19.6	0.87	0.67	0.71	1.13	28.53	56.4	60.3	47.4	99.2	106.1
380ct1f2	19.6	0.87	0.67	0.71	1.13	28.53	56.4	60.3	47.4	99.2	106.1
380ct1f3	25.3	0.94	0.69	0.74	1.11	28.53	61.8	65.9	47.4	110.7	118.1
380ct2f1	19.6	0.87	0.67	0.71	1.13	28.53	56.4	60.3	47.4	99.2	106.1
380ct2f2	19.6	0.87	0.67	0.71	1.13	28.53	56.4	60.3	47.4	99.2	106.1
380ct2f3	25.3	0.94	0.69	0.74	1.11	28.53	61.8	65.9	47.4	110.7	118.1
bl1	30.6	0.99	0.71	0.75	1.20	22.35	18.8	20.1	41.8	35.3	37.6
bl2	30.6	0.99	0.71	0.75	1.20	22.35	18.8	20.1	41.8	35.3	37.6
bl3	31.0	1.00	0.71	0.75	1.20	22.35	18.9	20.2	41.8	35.4	37.7

Wind load ahead

Conductor	Height		G <sub>c,dwars</sub>	G <sub>c,trek</sub>	C <sub>c</sub>	d <sub>additional</sub>	w <sub>y</sub>	w <sub>y,section</sub>	D <sub>ij,s,additional</sub>	w <sub>y,ijs</sub>	w <sub>y,ijs,section</sub>
	wind	Pressure									
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	34.2	1.03	0.72	0.62	1.09	28.53	68.5	59.7	47.4	125.4	109.2
380ct1f2	34.2	1.03	0.72	0.62	1.09	28.53	68.5	59.7	47.4	125.4	109.2
380ct1f3	45.5	1.11	0.74	0.65	1.07	28.53	75.0	65.5	47.4	140.1	122.4
380ct2f1	34.2	1.03	0.72	0.62	1.09	28.53	68.5	59.7	47.4	125.4	109.2
380ct2f2	34.2	1.03	0.72	0.62	1.09	28.53	68.5	59.7	47.4	125.4	109.2
380ct2f3	45.5	1.11	0.74	0.65	1.07	28.53	75.0	65.5	47.4	140.1	122.4
bl1	50.6	1.14	0.75	0.66	1.19	22.35	22.7	19.8	41.8	42.9	37.5
bl2	50.6	1.14	0.75	0.66	1.19	22.35	22.7	19.8	41.8	42.9	37.5
bl3	42.5	1.09	0.74	0.64							

Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 90

Conductor loads Auteur: TBR  
Versie: v11.7

Starting points  
 Consequence class Afkeur CC2-0  
 Reference period 30 jaar

ULS (strength)		NEN-EN50341-2-15:2019		$\gamma_Q$			$\gamma_a$	
Load case	description	Temp °C	$\gamma_G$ $G_{k,mast}$	$\gamma_G$ $G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{jk}$	$A_k$
ULS 1a	Wind	10°	1.05	1.05	0.00	1.12	0.00	0.0
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk only tower	10°	0.90	1.05	0.00	1.12	0.00	0.0
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk conductors too	10°	0.90	0.90	0.00	1.12	0.00	0.0
ULS 3	Wind+ice	-5°	1.05	1.05	0.00	0.34	0.97	0.0
ULS 3_0,9	Wind+ice 0,9Gk	-5°	0.90	1.05	0.00	0.34	0.97	0.0
ULS 4	Cold+wind	-20°	1.05	1.05	0.00	0.22	0.00	0.0
ULS 4_0,9	Cold+wind 0,9Gk	-20°	0.90	1.05	0.00	0.22	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°	1.05	1.05	1.20	0.22	0.00	0.0
ULS 6_0,9	Construction + maintenance	5°	1.05	1.05	0.00	0.22	0.00	0.0
ULS 7	Permanent	10°	1.15	1.15	0.00	0.00	0.00	0.0
ULS 8	Special	10°	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.0
SPLS (strength, for angle towers: absence of conductors)			$\gamma_G$ $G_k$		$\gamma_Q$			$A_k$
SPLS 1a	Wind	10°	1.05	1.05	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0.90	1.05	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9	10°	0.90	1.05	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 3	Wind+ice	-5°	1.05	1.05	0.0	0.36	0.34	0.0
SPLS 3_0,9	Wind+ice 0,9	-5°	0.90	1.05	0.0	0.36	0.34	0.0
SPLS 4	Cold+wind	-20°	1.05	1.05	0.0	0.24	0.00	0.0
SPLS 4_0,9	Cold+wind 0,9	-20°	0.90	1.05	0.0	0.24	0.00	0.0
SPLS 6	Maintenance	5°	1.05	1.05	1.2	0.24	0.0	0.0
SPLS 6_0,9	Maintenance	5°	1.05	1.05	0.0	0.24	0.0	0.0
SLS (deformations, fatigue, EDS)			$G_k$		$\gamma_Q$			$A_k$
SLS 1a	Wind	10°	1.00	1.00	0.0	0.94	0.0	0.0
SLS 3	Wind+ice	-5°	1.00	1.00	0.0	0.28	0.88	0.0
SLS 4	Wind	-20°	1.00	1.00	0.0	0.19	0.0	0.0
SLS 6	Maintenance	5°	1.00	1.00	0.0	0.19	0.0	0.0
SLS 7	EDS, no wind	10°	1.00	1.00	0.0	0.00	0.0	0.0

Number of wind directions 6  
 Number of load combinations for ULS 56  
 Number of load combinations for SPLS 222  
 Number of load combinations for SLS 15  
 Number of concentrated loads 6153

Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 90

Summary table - Conductor loads

The four tables below show:

- The maximum conductor load in the global axis system, split into proportion of back and ahead span
- The combined conductor load (Ba+Ah) in the global axis system with the maximum tensile force in the local axes. Components Fx and Fy as absolute values
- The everyday (EDS) values of the combined conductor loads (Ba+Ah) with corresponding tensile forces
- Check for uplift, where a negative value indicates uplift

Note: Maximum values for Fx, Fy and Fz do not necessarily belong to the same load combination.

Maximum values for back and ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-28.4	37.2	0.0	0.0	9.0	1.3
380ct1f1	-79.3	128.1	0.1	0.0	16.2	3.3
380ct1f2	-78.7	128.1	0.1	0.0	16.2	3.3
380ct1f3	-81.3	130.5	0.2	0.0	23.5	3.3
380ct2f1	-78.8	128.1	0.1	0.0	16.2	3.3
380ct2f2	-79.2	128.1	0.1	0.0	16.2	3.3
380ct2f3	-76.6	130.5	0.1	0.0	23.6	3.3
bl2	-29.0	37.2	0.0	0.0	9.0	1.3
bl3	-27.4	0.0	0.0	0.0	8.9	1.3
Post 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Post 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Post 3	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	-652.4	-329.3	-288.4
380ct1f1	-482.5	-313.0	-280.5
380ct1f2	-482.1	-313.0	-280.5
380ct1f3	-422.1	-192.8	-196.2
380ct2f1	-482.2	-313.0	-280.5
380ct2f2	-482.5	-313.0	-280.5
380ct2f3	-411.8	-192.2	-196.2
bl2	-657.6	-329.7	-288.4
bl3	223.9	291.8	220.0
Post 1			
Post 2			
Post 3			

Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	-194.9	-231.2
380ct1f1	-257.0	-262.1
380ct1f2	-257.5	-262.2
380ct1f3	-128.0	-170.9
380ct2f1	-257.3	-262.2
380ct2f2	-257.0	-262.1
380ct2f3	-138.7	-172.8
bl2	-190.4	-230.4
bl3	361.4	231.4
Post 1		
Post 2		
Post 3		

Envelop of weight span over all combinations (incl. 0,9 combinations)

For all conductors

Max. weight span	405.1 m
Min. weight span	-832.9 m

Wind / Weight span ratio

4.001 -
-8.226 -

Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 90

Maximum values back + ahead span      Maximum tension in conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	35.9	25.4	9.0	-31.5	41.1
380ct1f1	110.5	92.1	16.2	-87.5	140.9
380ct1f2	110.5	93.2	16.2	-87.5	140.9
380ct1f3	114.0	89.1	23.5	-87.5	143.5
380ct2f1	110.5	92.9	16.2	-87.5	140.9
380ct2f2	110.5	92.1	16.2	-87.5	140.9
380ct2f3	114.0	98.9	23.6	-87.6	143.5
bl2	35.9	24.5	9.0	-31.5	41.1
bl3	27.4	12.4	8.9	-30.1	0.0
Post 1	1.8	0.0	4.0	0.0	
Post 2	1.8	0.0	4.0	0.0	
Post 3	1.8	0.0	4.0	0.0	

EDS-loads conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	19.4	-4.3	2.2	-10.1	21.2
380ct1f1	74.5	-19.1	8.3	-46.3	81.5
380ct1f2	74.5	-19.8	8.3	-46.3	81.5
380ct1f3	74.5	-16.7	12.2	-46.3	81.5
380ct2f1	74.5	-19.6	8.3	-46.3	81.5
380ct2f2	74.5	-19.2	8.3	-46.3	81.5
380ct2f3	74.5	-22.0	12.2	-46.3	81.5
bl2	19.4	-3.9	2.2	-10.1	21.2
bl3	0.0	0.0	2.1	-9.4	0.0
Post 1	0.0	0.0	3.5	0.0	
Post 2	0.0	0.0	3.5	0.0	
Post 3	0.0	0.0	3.5	0.0	

1 Control uplift SLS-wind

Combinatie Geleider	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4 bl1	0.0	-6.3
380ct1f1	0.0	-20.2
380ct1f2	0.0	-20.2
380ct1f3	0.0	-20.3
380ct2f1	0.0	-20.2
380ct2f2	0.0	-20.2
380ct2f3	0.0	-20.3
bl2	0.0	-6.3
bl3	0.0	0.0
Post 1	0.0	
Post 2	0.0	
Post 3	0.0	

Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 90

ULS foundation loads for LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, from conductors

Combination	Combination	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]
ULS 1a_270		330	-576	-91	-17294	9855	18
ULS 1a_0,9_180		211	-363	-45	-10809	6300	-52
ULS 1a_0,9_0,9_270		313	-554	-93	-16654	9360	13
ULS 3_180		309	-557	-78	-16640	9175	23
SLS 7		207	-343	-39	-10166	6142	31

ULS foundation loads, LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, total conductors and tower

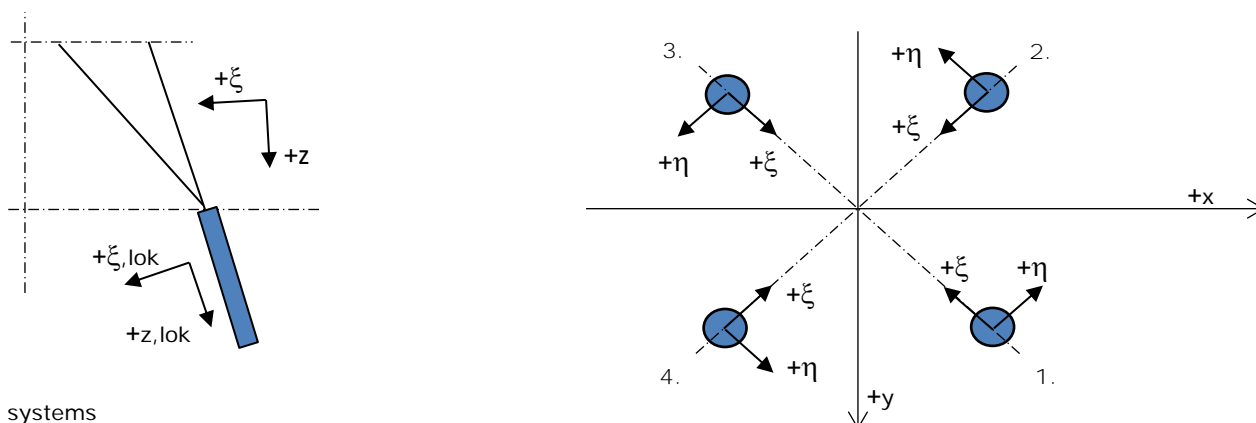
Combination	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
ULS 1a_270	330	-733	355	-20813	9855	18
ULS 1a_0,9_0,9_270	313	-710	289	-20172	9360	13
SLS 7	207	-343	386	-10166	6142	31

Foundation loads, selection of load combinations based on greatest value

Combination	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]
ULS 1a_0,9_270	330	-733	290	-20833	9855	18
SPLS 3_246.2 Ba All Cts	711	-391	289	-11268	21642	-13
SPLS 6a_270 Ah Ct1 Ba Ct1	-180	-365	524	-12001	-5800	5182
ULS 1a_0,9_246.2	395	-730	260	-20732	12482	-36

Note: Largest values can appear in multiple combinations, one combination is displayed.

Support reactions per leg



Axis systems

Maximum compression load

Index	Combination	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_315 Ba All Cts	105	101	559	3	-145	-32	571
2	ULS 1a_246.2	290	-302	1590	9	-418	-97	1622
3	SPLS 6a_270 Ah All Cts Ba Ct1	-239	-168	1115	50	-288	-63	1137
4	SPLS 1a_180 Ah All Cts	-105	99	541	-4	-145	-35	552

Maximum tension load

Index	Combination	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 6a_270 Ah All Cts Ba Ct1	-110	-187	-818	55	210	45	-835
2	SPLS 1a_0,9_180 Ah All Cts	-57	54	-288	2	78	20	-294
3	SPLS 3_0,9_270 Ba All Cts	75	75	-420	0	106	21	-429
4	ULS 1a_0,9_246.2	261	-277	-1445	-11	380	88	-1474

Maximum torsional load (positive)

Index	Combination	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 6a_270 Ah Ct1 Ba Ct1	-4	-234	-678	162	168	31	-692
2	SPLS 6a_270 Ah Ct1 Ba Ct1	-37	-184	413	156	-104	-21	421
3	SPLS 6a_270 Ah Ct1 Ba Ct1	-288	-47	940	171	-237	-47	959
4	SPLS 6a_270 Ah Ct1 Ba Ct1	150	100	-151	177	35	5	-154

Maximum torsional load (negative)

Index	Combination	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 6a_270 Ah Ct2 Ba Ct2	-216	0	-563	-153	153	39	-574
2	SPLS 6a_270 Ah Ct2 Ba Ct2	176	48	303	-158	-91	-29	309
3	SPLS 6a_270 Ah Ct2 Ba Ct2	-33	-281	825	-175	-222	-55	842
4	SPLS 6a_270 Ah Ct2 Ba Ct2	-104	-135	-41	-169	22	13	-42

Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 90

Combination Ftensile+Fhor

Index	Combination	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 6a_270 Ah Ct1 Ba Ct1	-4	-234	-678	162	168	31	-692
2	SPLS 6a_270 Ah All Cts Ba Ct2	10	61	-160	-50	36	3	-164
3	SPLS 6a_270 Ba All Cts Ah Ct1	89	36	-356	-37	88	16	-363
4	SPLS 3_0,9_246.2 Ba Ct2	297	-183	-1308	81	339	75	-1334

Permanent load

Index	Combination	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	-15	-17	-86	1	23	5	-88
2	SLS 7	155	-156	838	1	-220	-51	855
3	SLS 7	-53	-51	279	1	-73	-17	285
4	SLS 7	120	-119	-645	1	169	39	-658

Envelope of load combinations for all of the legs

Index	Combination	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. pressure	ULS 1a_246.2	290	-302	1590	9	-418	-97	1622
Max. tension	ULS 1a_0,9_246.2	261	-277	-1445	-11	380	88	-1474
Max. pos. torsie	SPLS 6a_270 Ah Ct1 Ba Ct1	150	100	-151	177	35	5	-154
Max. neg. torsie	SPLS 6a_270 Ah Ct2 Ba Ct2	-33	-281	825	-175	-222	-55	842
Comb. tension+torsie	SPLS 3_0,9_246.2 Ba Ct2	297	-183	-1308	81	339	75	-1334

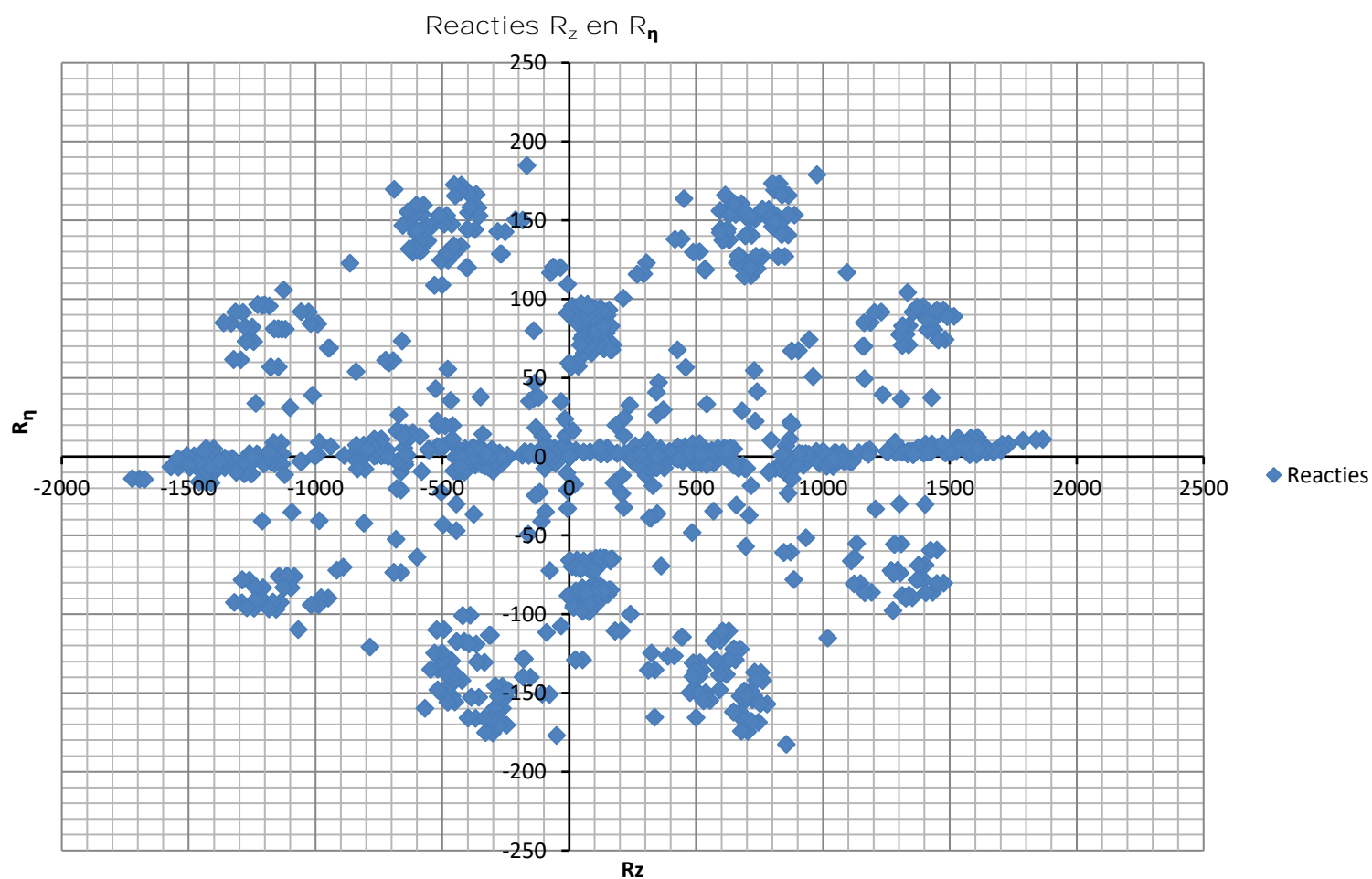
Maximum tension load - SLS

Index	Combination	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	-15	-17	-86	1	23	5	-88
2	SLS 7	155	-156	838	1	-220	-51	855
3	SLS 7	-53	-51	279	1	-73	-17	285
4	SLS 7	120	-119	-645	1	169	39	-658

Maximum compression load - SLS

Index	Combination	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	-15	-17	-86	1	23	5	-88
2	SLS 7	155	-156	838	1	-220	-51	855
3	SLS 7	-53	-51	279	1	-73	-17	285
4	SLS 7	120	-119	-645	1	169	39	-658

Project: ENS-ZL  
Tower: EC-3\_R  
Number: 90



Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 90

Conductor loads Auteur: TBR  
Versie: v11.7

Starting points  
 Consequence class Verbouw CC2  
 Reference period 50 jaar

ULS (strength)		NEN-EN50341-2-15:2019		$\gamma_Q$			$\gamma_a$	
Load case	description	Temp °C	$\gamma_G$ $G_{k,mast}$	$\gamma_G$ $G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{jk}$	$A_k$
ULS 1a	Wind	10°	1.15	1.15	0.00	1.40	0.00	0.0
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk only tower	10°	0.90	1.15	0.00	1.40	0.00	0.0
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk conductors too	10°	0.90	0.90	0.00	1.40	0.00	0.0
ULS 3	Wind+ice	-5°	1.15	1.15	0.00	0.42	1.30	0.0
ULS 3_0,9	Wind+ice 0,9Gk	-5°	0.90	1.15	0.00	0.42	1.30	0.0
ULS 4	Cold+wind	-20°	1.15	1.15	0.00	0.28	0.00	0.0
ULS 4_0,9	Cold+wind 0,9Gk	-20°	0.90	1.15	0.00	0.28	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°	1.15	1.15	1.30	0.28	0.00	0.0
ULS 6_0,9	Construction + maintenance	5°	1.15	1.15	0.00	0.28	0.00	0.0
ULS 7	Permanent	10°	1.30	1.30	0.00	0.00	0.00	0.0
ULS 8	Special	10°	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.0
SPLS (strength, for angle towers: absence of conductors)			$\gamma_G$ $G_k$		$\gamma_Q$			$A_k$
SPLS 1a	Wind	10°	1.15	1.15	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0.90	1.15	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9	10°	0.90	1.15	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 3	Wind+ice	-5°	1.15	1.15	0.0	0.36	0.34	0.0
SPLS 3_0,9	Wind+ice 0,9	-5°	0.90	1.15	0.0	0.36	0.34	0.0
SPLS 4	Cold+wind	-20°	1.15	1.15	0.0	0.24	0.00	0.0
SPLS 4_0,9	Cold+wind 0,9	-20°	0.90	1.15	0.0	0.24	0.00	0.0
SPLS 6	Maintenance	5°	1.15	1.15	1.2	0.24	0.0	0.0
SPLS 6_0,9	Maintenance	5°	1.15	1.15	0.0	0.24	0.0	0.0
SLS (deformations, fatigue, EDS)			$G_k$		$Q_{pk}$			$A_k$
SLS 1a	Wind	10°	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0
SLS 3	Wind+ice	-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	Maintenance	5°	1.00	1.00	0.0	0.20	0.0	0.0
SLS 7	EDS, no wind	10°	1.00	1.00	0.0	0.00	0.0	0.0

Number of wind directions 6  
 Number of load combinations for ULS 56  
 Number of load combinations for SPLS 222  
 Number of load combinations for SLS 15  
 Number of concentrated loads 6153



Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 90

Summary table - Conductor loads

The four tables below show:

- The maximum conductor load in the global axis system, split into proportion of back and ahead span
- The combined conductor load (Ba+Ah) in the global axis system with the maximum tensile force in the local axes. Components Fx and Fy as absolute values
- The everyday (EDS) values of the combined conductor loads (Ba+Ah) with corresponding tensile forces
- Check for uplift, where a negative value indicates uplift

Note: Maximum values for Fx, Fy and Fz do not necessarily belong to the same load combination.

Maximum values for back and ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-30.1	43.1	0.0	0.0	9.7	1.3
380ct1f1	-84.3	147.9	0.1	0.0	17.5	3.5
380ct1f2	-83.7	147.9	0.1	0.0	17.5	3.5
380ct1f3	-86.4	150.8	0.2	0.0	25.3	3.5
380ct2f1	-83.8	147.9	0.1	0.0	17.5	3.5
380ct2f2	-84.3	147.9	0.1	0.0	17.5	3.5
380ct2f3	-81.4	150.8	0.1	0.0	25.3	3.5
bl2	-30.7	43.1	0.0	0.0	9.7	1.3
bl3	-29.0	0.0	0.0	0.0	9.6	1.4
Post 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Post 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Post 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1				Max. Weight span (m)		
Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7	Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	-680.6	-331.0	-288.4	bl1	-174.1	-213.6
380ct1f1	-501.4	-313.9	-280.5	380ct1f1	-248.9	-251.0
380ct1f2	-500.9	-313.8	-280.5	380ct1f2	-249.5	-251.1
380ct1f3	-442.3	-193.7	-196.2	380ct1f3	-113.7	-164.0
380ct2f1	-501.0	-313.9	-280.5	380ct2f1	-249.3	-251.1
380ct2f2	-501.4	-313.9	-280.5	380ct2f2	-248.9	-251.0
380ct2f3	-431.1	-193.0	-196.2	380ct2f3	-125.8	-165.9
bl2	-686.3	-331.4	-288.4	bl2	-169.1	-212.8
bl3	224.4	292.5	220.0	bl3	378.4	222.4
Post 1				Post 1		
Post 2				Post 2		
Post 3				Post 3		

Envelop of weight span over all combinations (incl. 0,9 combinations)

For all conductors	Wind / Weight span ratio	
Max. weight span	457.8 m	4.521 -
Min. weight span	-988.0 m	-9.758 -

Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 90

Maximum values back + ahead span      Maximum tension in conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	37.0	29.1	9.7	-33.4	47.6
380ct1f1	115.4	105.7	17.5	-93.1	162.6
380ct1f2	115.4	107.0	17.5	-93.1	162.6
380ct1f3	118.7	102.4	25.3	-93.6	165.9
380ct2f1	115.4	106.6	17.5	-93.1	162.6
380ct2f2	115.4	105.7	17.5	-93.1	162.6
380ct2f3	118.7	113.6	25.3	-93.6	165.9
bl2	37.0	28.2	9.7	-33.4	47.6
bl3	29.0	13.2	9.6	-31.9	0.0
Post 1	2.2	0.0	4.6	0.0	
Post 2	2.2	0.0	4.6	0.0	
Post 3	2.2	0.0	4.6	0.0	

EDS-loads conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	19.4	-4.3	2.2	-10.1	21.2
380ct1f1	74.5	-19.1	8.3	-46.3	81.5
380ct1f2	74.5	-19.8	8.3	-46.3	81.5
380ct1f3	74.5	-16.7	12.2	-46.3	81.5
380ct2f1	74.5	-19.6	8.3	-46.3	81.5
380ct2f2	74.5	-19.2	8.3	-46.3	81.5
380ct2f3	74.5	-22.0	12.2	-46.3	81.5
bl2	19.4	-3.9	2.2	-10.1	21.2
bl3	0.0	0.0	2.1	-9.4	0.0
Post 1	0.0	0.0	3.5	0.0	
Post 2	0.0	0.0	3.5	0.0	
Post 3	0.0	0.0	3.5	0.0	

1 Control uplift SLS-wind

Combinatie Geleider	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4 bl1	0.0	-6.3
380ct1f1	0.0	-20.2
380ct1f2	0.0	-20.2
380ct1f3	0.0	-20.3
380ct2f1	0.0	-20.2
380ct2f2	0.0	-20.2
380ct2f3	0.0	-20.3
bl2	0.0	-6.3
bl3	0.0	0.0
Post 1	0.0	
Post 2	0.0	
Post 3	0.0	

Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 90

ULS foundation loads for LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, from conductors

Combination	Combination	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]
ULS 1a_270		386	-668	-110	-20063	11530	18
ULS 1a_0,9_180		230	-394	-49	-11722	6869	-69
ULS 1a_0,9_0,9_270		362	-636	-115	-19166	10823	11
ULS 3_180		364	-633	-90	-18920	10802	23
SLS 7		207	-343	-39	-10166	6142	31

ULS foundation loads, LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, total conductors and tower

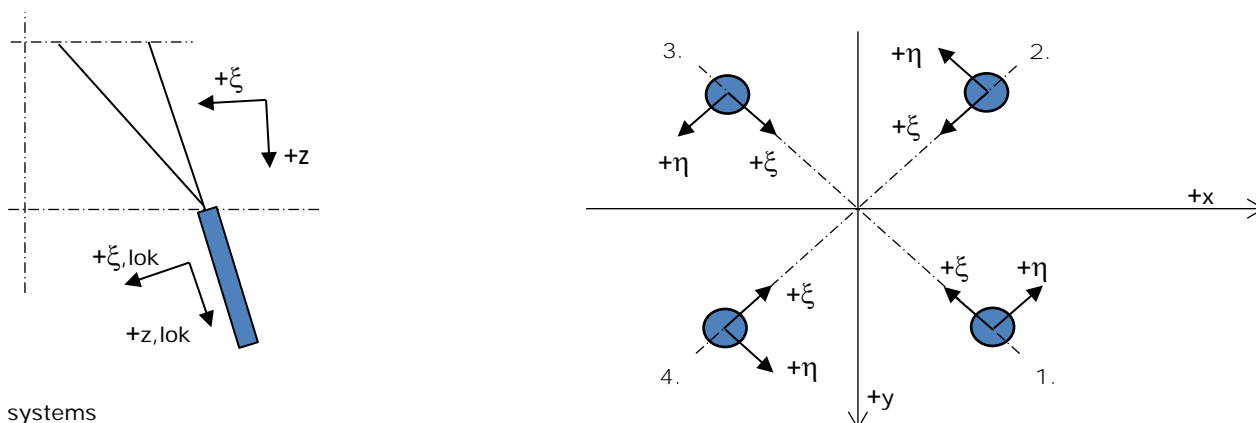
Combination	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
ULS 1a_270	386	-864	379	-24474	11530	18
ULS 1a_0,9_0,9_270	362	-833	267	-23577	10823	11
SLS 7	207	-343	386	-10166	6142	31

Foundation loads, selection of load combinations based on greatest value

Combination	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]
ULS 1a_0,9_270	386	-864	270	-24508	11530	18
SPLS 3_246.2 Ba All Cts	742	-405	327	-11657	22555	-13
SPLS 6a_270 Ah Ct1 Ba Ct1	-178	-382	569	-12563	-5761	5421
ULS 1a_0,9_246.2	469	-860	233	-24357	14835	-52

Note: Largest values can appear in multiple combinations, one combination is displayed.

Support reactions per leg



Axis systems

Maximum compression load

Index	Combination	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_315 Ba All Cts	112	108	599	3	-155	-34	611
2	ULS 1a_246.2	340	-355	1865	11	-491	-114	1903
3	SPLS 6a_270 Ah All Cts Ba Ct1	-247	-178	1163	49	-301	-66	1186
4	SPLS 1a_180 Ah All Cts	-110	105	570	-4	-152	-37	582

Maximum tension load

Index	Combination	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 6a_270 Ah All Cts Ba Ct1	-115	-191	-841	54	216	46	-858
2	SPLS 1a_0,9_180 Ah All Cts	-59	56	-302	2	82	21	-308
3	SPLS 3_0,9_270 Ba All Cts	80	80	-447	0	113	23	-456
4	ULS 1a_0,9_246.2	311	-331	-1723	-14	454	105	-1758

Maximum torsional load (positive)

Index	Combination	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 6a_270 Ah Ct1 Ba Ct1	-1	-241	-691	170	171	31	-705
2	SPLS 6a_270 Ah Ct1 Ba Ct1	-35	-196	451	164	-114	-23	461
3	SPLS 6a_270 Ah Ct1 Ba Ct1	-300	-47	975	179	-246	-49	995
4	SPLS 6a_270 Ah Ct1 Ba Ct1	158	103	-167	185	39	5	-170

Maximum torsional load (negative)

Index	Combination	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 6a_270 Ah Ct2 Ba Ct2	-223	3	-570	-160	155	40	-581
2	SPLS 6a_270 Ah Ct2 Ba Ct2	187	47	336	-166	-100	-32	343
3	SPLS 6a_270 Ah Ct2 Ba Ct2	-34	-292	854	-183	-230	-58	872
4	SPLS 6a_270 Ah Ct2 Ba Ct2	-108	-143	-51	-177	25	15	-52

Project: ENS-ZL  
 Tower: EC-3\_R  
 Number: 90

Combination Ftensile+Fhor

Index	Combination	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 6a_270 Ah Ct1 Ba Ct1	-1	-241	-691	170	171	31	-705
2	SPLS 6a_270 Ah All Cts Ba Ct2	9	60	-162	-49	36	3	-165
3	SPLS 6a_270 Ba All Cts Ah Ct1	92	40	-376	-37	94	18	-384
4	ULS 1a_0,9_246.2	311	-331	-1723	-14	454	105	-1758

Permanent load

Index	Combination	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	-15	-17	-86	1	23	5	-88
2	SLS 7	155	-156	838	1	-220	-51	855
3	SLS 7	-53	-51	279	1	-73	-17	285
4	SLS 7	120	-119	-645	1	169	39	-658

Envelope of load combinations for all of the legs

Index	Combination	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. pressure	ULS 1a_246.2	340	-355	1865	11	-491	-114	1903
Max. tension	ULS 1a_0,9_246.2	311	-331	-1723	-14	454	105	-1758
Max. pos. torsie	SPLS 6a_270 Ah Ct1 Ba Ct1	158	103	-167	185	39	5	-170
Max. neg. torsie	SPLS 6a_270 Ah Ct2 Ba Ct2	-34	-292	854	-183	-230	-58	872
Comb. tension+torsie	ULS 1a_0,9_246.2	311	-331	-1723	-14	454	105	-1758

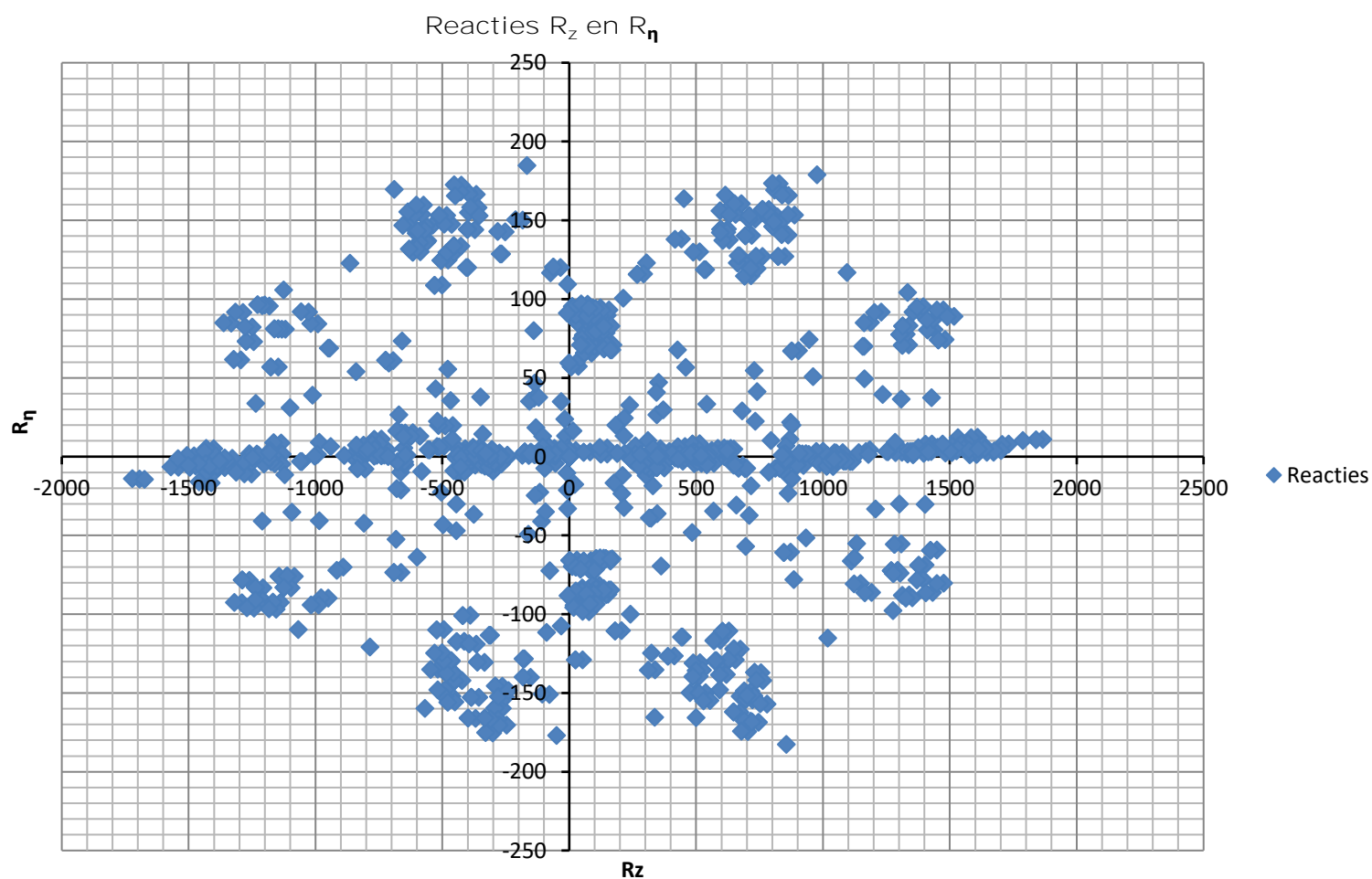
Maximum tension load - SLS

Index	Combination	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	-15	-17	-86	1	23	5	-88
2	SLS 7	155	-156	838	1	-220	-51	855
3	SLS 7	-53	-51	279	1	-73	-17	285
4	SLS 7	120	-119	-645	1	169	39	-658

Maximum compression load - SLS

Index	Combination	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	-15	-17	-86	1	23	5	-88
2	SLS 7	155	-156	838	1	-220	-51	855
3	SLS 7	-53	-51	279	1	-73	-17	285
4	SLS 7	120	-119	-645	1	169	39	-658

Project: ENS-ZL  
Tower: EC-3\_R  
Number: 90

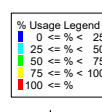
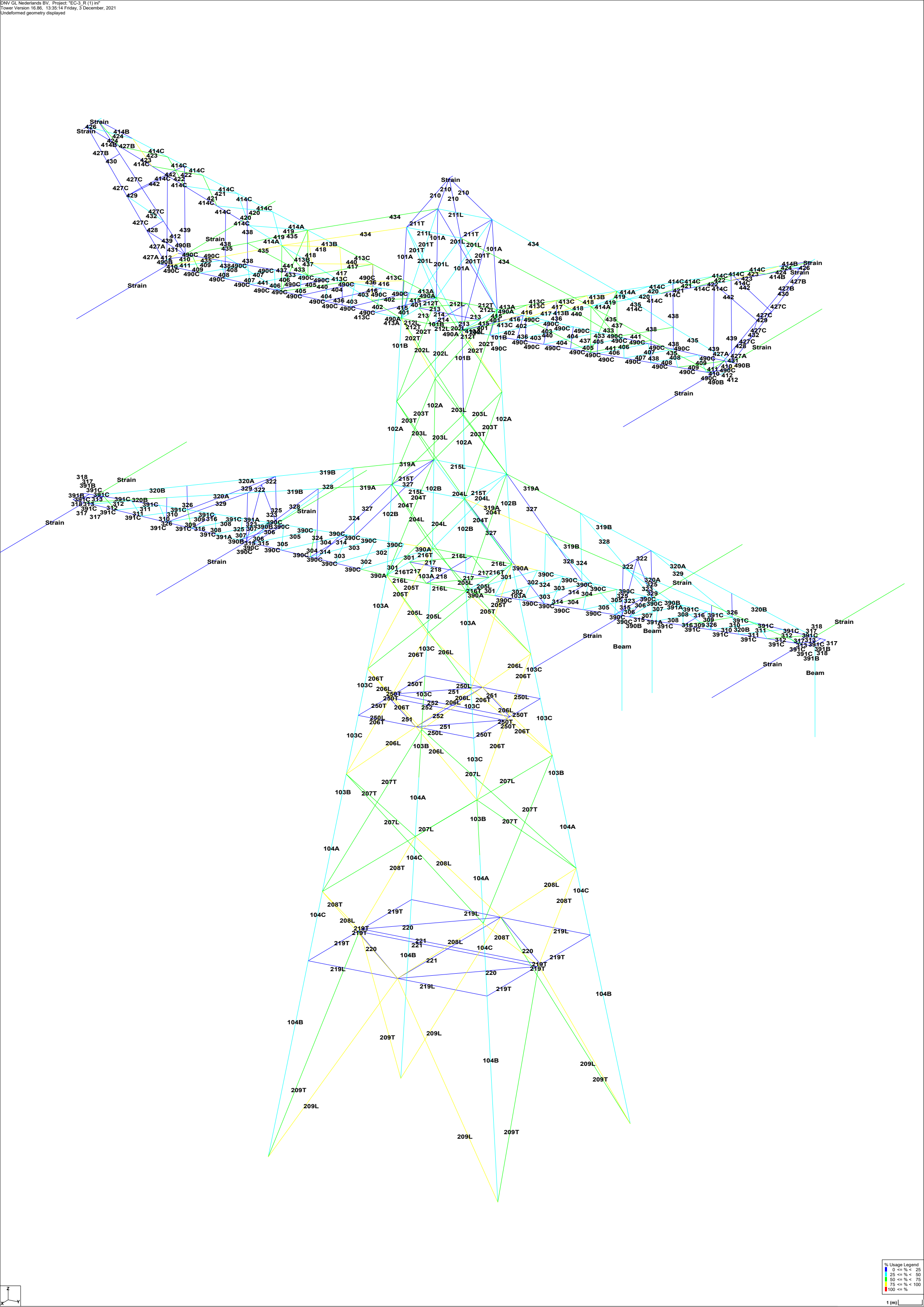




## **APPENDIX B**

### **Uitvoer PLS-TOWER**

---



Assessment of groups for initial mast (afkeur level)

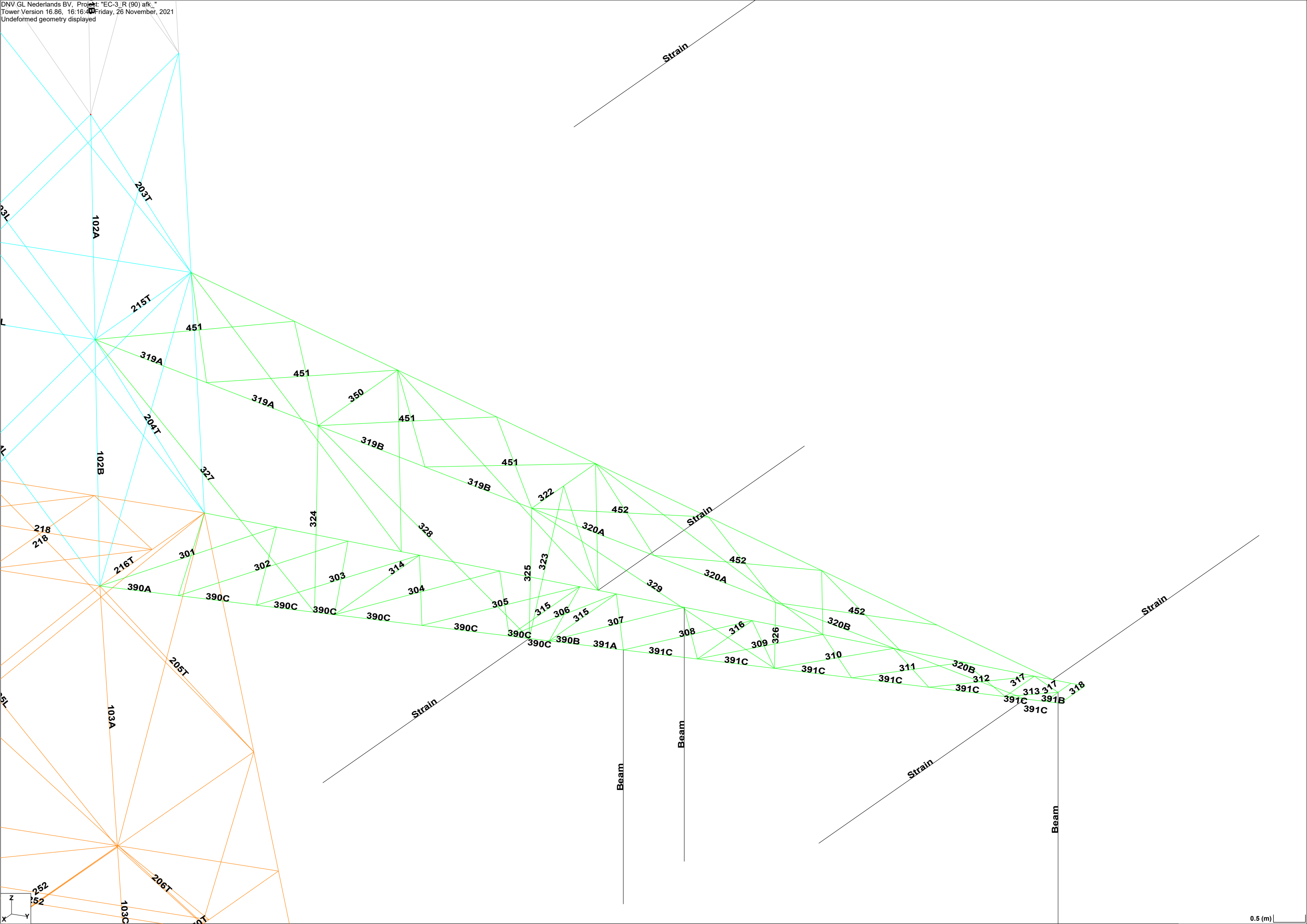
Date 03-12-21
Author MRE
Version 1.0

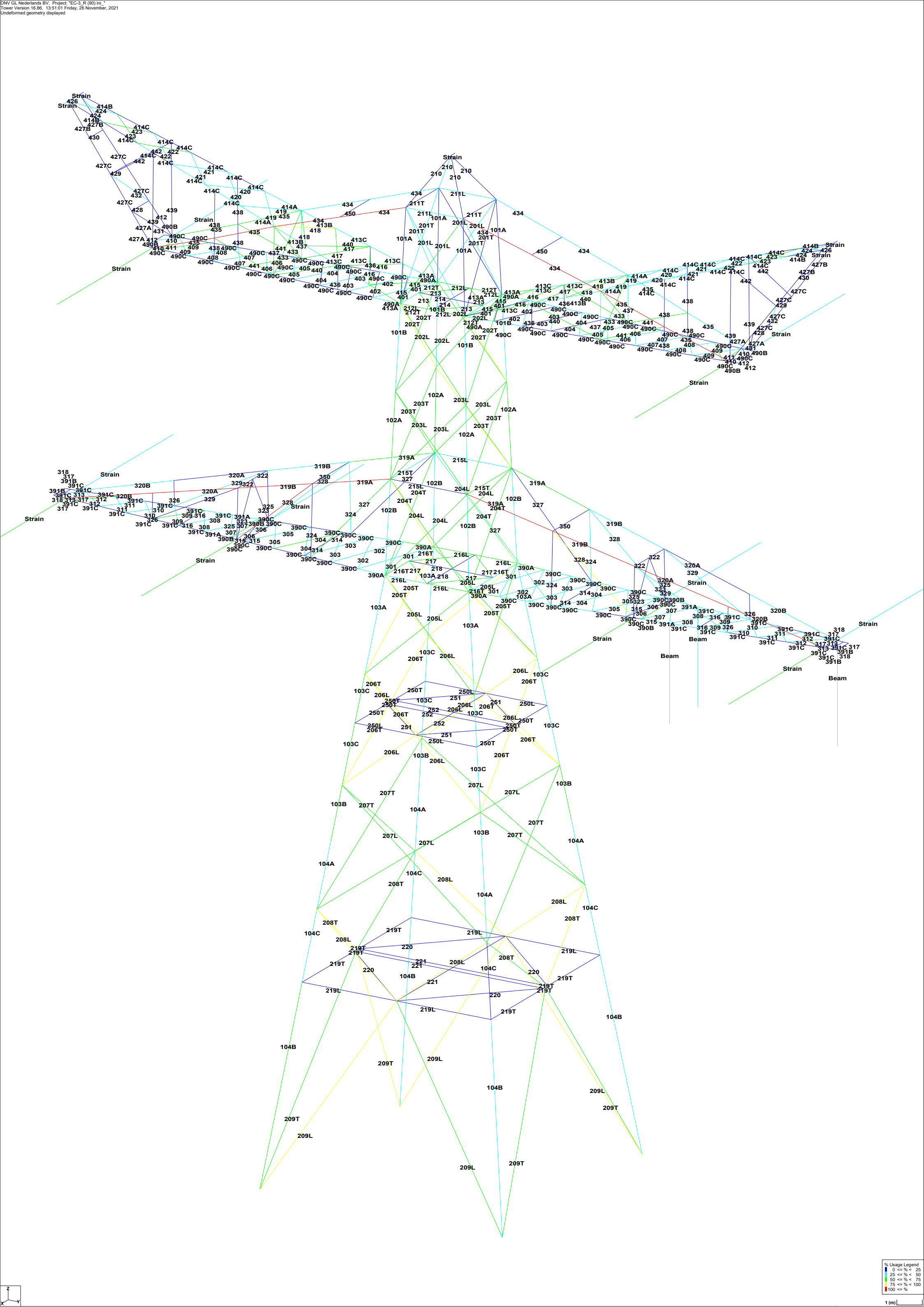
ENS-ZL 380
EC-3/R
1

Table with columns: Group Label, Description, Profile, Steel Quality, Bolts, RLX, RLY, RLZ, Slenderness, Compression, Load Case (Compression), Buckling, Shear (Comp), Bearing (Comp), U.C. (Comp), Exceedance (Comp), Tension, Load Case (Tension), Net Section, Shear (Tens), Bearing (Tens), U.C. (Tens), Exceedance (Tens). Rows include various structural members like legs, CD, and ladders.















Assessment of groups for strengthened mast (afkeur level)

Date 26-11-21
Author KCh
Version 1.0

ENS-ZL 380
EC-3/R
90

Table with columns: Staafgroep, Omschrijving, Profiel, Staalsoort, Bouten, RLX, RLY, RLZ, Slankheid, Druk, Combinatie druk, Knik, Afschuuring, Stuik (druk), U.C. (druk), Opm., Trek, Combinatie trek, Nettodsn, Afschuif, Stuik (trek), U.C. (trek). Rows include detailed data for various components like DWSRM, Bovenregel, Vertical, and Hor. onderregel.

Assessment of groups for strengthened mast (verbouw level)

Date 26-11-21  
 Author KCh  
 Version 1.0

ENS-ZL 380  
 EC-3/R  
 90

Staafgroep	Omschrijving	Profiel	Staalsoort	Bouten	RLX	RLY	RLZ	Slankheid	Druk	Combinatie druk	Knik	Afschuiving	Stuik (druk)	U.C. (druk)	Opm.	Trek	Combinatie trek	Nettods.	Afschuif	Stuik (trek)	U.C. (trek)
434	Bovenregel	100x100x8(12,0.2)	S235	4M24-8.8t	1.00	2.00	1.00	156	-145.4	SPLS 3_0,9_246.2 Ba /	232.6	2168.8	414.7	0.63		153.7	SPLS 6a_270 Ah All Ct:	602.5	2168.8	378.3	0.41
435	Bovenregel	80x80x8(12,0.2)	S235	4M20-8.8t	1.00	2.00	1.00	181	-133.0	ULS 1a_0,9_246.2	153.0	376.3	345.6	0.87		118.1	SPLS 6a_270 Ah Ct1 B:	473.5	376.3	314.2	0.38
319A	Eerste DWSRM	90x90x8(12,0.33)	S235	4M24-8.8t	1.00	2.00	1.00	118	-221.3	SPLS 3_0,9_246.2 Ba /	286.1	542.2	414.7	0.77		222.5	SPLS 6a_270 Ah All Ct:	536.3	542.2	355.3	0.63
319B	Eerste DWSRM	90x90x8	S235	4M24-8.8t	1.00	2.00	1.00	134	-120.9	SPLS 3_0,9_246.2 Ba /	124.6	542.2	414.7	0.97		130.8	SPLS 6a_270 Ah All Ct:	252.5	542.2	389.9	0.52
320A	Eerste DWSRM	90x90x8	S235	4M24-8.8t	1.00	2.00	1.00	153	-83.6	SPLS 3_0,9_246.2 Ba /	106.8	542.2	414.7	0.78		85.2	SPLS 6a_270 Ah All Ct:	252.5	542.2	389.9	0.34
320B	Eerste DWSRM	90x90x8	S235	3M24-8.8t	1.00	2.00	1.00	157	-86.4	ULS 1a_0,9_246.2	104.0	406.7	311.0	0.83		78.9	SPLS 6a_270 Ah All Ct:	185.9	406.7	264.5	0.42
322	Hor. bovenrege	60x60x6	S355	1M16-8.8t	1.00	2.00	1.00	127	-22.8	SPLS 6a_270 Ah Ct1 B:	70.2	60.3	70.6	0.38		21.7	SPLS 6a_270 Ah Ct2 B:	65.9	60.3	45.8	0.47
323	B-B CD	70x70x7	S355	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	181	-43.5	SPLS 6a_270 Ah Ct2 B:	55.5	60.3	82.3	0.78		42.5	SPLS 6a_270 Ah Ct2 B:	87.8	60.3	62.3	0.71
327	CD	100x100x10	S355	2M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	280	-50.5	SPLS 3_0,9_246.2 Ba /	71.6	188.2	294.0	0.71		55.9	SPLS 6a_270 Ba Ct1 Al	321.1	188.2	267.3	0.30
328	CD	100x100x10	S355	2M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	240	-80.0	SPLS 3_0,9_246.2 Ba /	91.9	188.2	294.0	0.87		76.4	SPLS 6a_270 Ba Ct1 Al	321.1	188.2	267.3	0.41
350		50x50x5	S355	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	298	-4.8	ULS 1a_0,9_270	12.9	60.3	58.8	0.37		5.0	ULS 1a_270	62.7	60.3	44.5	0.11
451		70x70x7	S355	1M16-8.8t	0.53	0.53	0.53	120	-26.3	SPLS 6a_270 Ah Ct2 B:	96.9	60.3	82.3	0.44		26.8	SPLS 6a_270 Ah Ct1 B:	87.8	60.3	62.3	0.44
452		60x60x6	S355	1M16-8.8t	0.54	0.54	0.54	121	-3.5	SPLS 6a_270 Ah All Ct:	70.4	60.3	70.6	0.06		4.2	SPLS 6a_270 Ah All Ct:	75.3	60.3	53.4	0.08
453		50x50x5	S355	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	208	-1.1	SPLS 6a_270 Ah Ct1 B:	23.1	60.3	58.8	0.05		0.0	SPLS 3_0,9_246.2 Ba (	62.7	60.3	44.5	0.00





## **APPENDIX C**

### **Toetsing knikverkorters**

---

**Knikverkorters initial construction (afkeur)**

Date: 2021-01-15  
 Author: M Rekers  
 Version: 1.8

ENS - ZL  
 EC-3/R  
 Masts: 1/90

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt	Quality	Length (m)	Angle (°)	Slenderness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Exceedance Type	Notes
93-1-E	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	0.64	0	66	29.0	0.16	59.9	60.3	30.3	31.7	0.72	0.95		
92E	Broekstuk	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	1.85	80	158	29.0	0.00	43.1	60.3	38.4	72.6	1.24	0.75		
91E	Broekstuk	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	1.59	0	136	29.0	0.40	51.8	60.3	38.4	72.6	1.24	0.75		
90E	Broekstuk	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	2.22	55	190	29.0	0.00	33.9	60.3	38.4	72.6	1.24	0.85		
89-1	Broekstuk	Enkele staaf	L70.6	S235	M16	8.8	2.45	0	179	29.0	0.61	43.3	60.3	38.4	89.9	1.71	0.75		
88E	Broekstuk	Enkele staaf	L80.6	S235	M16	8.8	2.82	40	179	29.0	0.00	49.6	60.3	38.4	107.1	2.25	0.75		
87E	Broekstuk	Enkele staaf	L80.6	S235	M16	8.8	3.31	0	211	29.0	0.83	39.6	60.3	38.4	107.1	2.25	0.75		
86E	Broekstuk	Enkele staaf	L80.6	S235	M16	8.8	3.53	30	225	29.0	0.76	36.0	60.3	38.4	107.1	2.25	0.80		
85E	Broekstuk	Enkele staaf	L70.6	S235	M16	8.8	2.71	30	197	29.0	0.59	37.7	60.3	38.4	89.9	1.71	0.77		
84E	Broekstuk	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	2.10	0	179	29.0	0.52	36.6	60.3	38.4	72.6	1.24	0.79		
75E	Pootverband	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	0.92	0	94	4.1	0.23	51.0	60.3	30.3	31.7	0.72	0.32		
79E	Pootverband	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	2.01	77	207	4.1	0.00	20.9	60.3	30.3	31.7	0.72	0.19		
74-1	Pootverband	Kniksteun en verticale steun	L60.6	S235	M16	8.8	2.03	0	112	4.1	0.25	48.8	60.3	38.4	72.6	0.93	0.28		
78E	Pootverband	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	2.19	62	225	4.1	0.00	18.5	60.3	30.3	31.7	0.72	0.22		
73E	Pootverband	Kniksteun en verticale steun	L70.6	S235	M16	8.8	3.15	0	148	4.1	0.39	43.2	60.3	38.4	89.9	1.32	0.31		
77E	Pootverband	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	2.49	51	256	4.1	0.00	15.2	60.3	30.3	31.7	0.72	0.27		
72-1	Pootverband	Kniksteun en verticale steun	L80.6	S235	M16	8.8	4.27	0	175	4.1	0.53	40.9	60.3	38.4	107.1	1.77	0.32		
76E	Pootverband	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	2.82	41	290	4.1	0.00	12.5	60.3	30.3	31.7	0.72	0.32		
68E	Tussenschot	Kniksteun en verticale steun	L80.8	S235	M16	8.8	5.80	0	239	0.7	0.73	35.8	60.3	51.2	142.8	2.20	0.34		
115E	Tussenschot	Kruisende staaf halverwege	L80.8	S235	M16	8.8	4.14	0	171	0.7	0.52	55.4	60.3	51.2	142.8	2.95	0.18		
83E	Eerste TSNSTK	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	1.64	0	140	29.0	0.41	49.8	60.3	38.4	72.6	1.24	0.76		
82E	Eerste TSNSTK	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	1.88	45	160	4.1	0.00	42.3	60.3	38.4	72.6	1.24	0.11		
71E	Eerste TSNSTK	Enkele staaf	L80.8	S235	M16	8.8	3.36	0	216	29.0	0.84	50.3	60.3	51.2	142.8	2.95	0.58		
81E	Eerste TSNSTK	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	1.97	30	168	4.1	0.43	39.9	60.3	38.4	72.6	1.24	0.34		
80E	Eerste TSNSTK	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	1.64	0	140	29.0	0.41	49.8	60.3	38.4	72.6	1.24	0.76		
146E	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.30	0	133	29.0	0.32	36.7	60.3	30.3	31.7	0.72	0.96		
145E	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.73	50	178	4.1	0.00	25.7	60.3	30.3	31.7	0.7	0.16		
137E	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L80.6	S235	M16	8.8	2.59	0	164	29.0	0.65	55.5	60.3	38.4	107.1	2.25	0.76		
144E	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.72	35	176	4.1	0.00	26.0	60.3	30.3	31.7	0.72	0.16		
143E	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.30	0	133	21.0	0.32	36.7	60.3	30.3	31.7	0.72	0.69		
140E	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.30	0	134	21.0	0.33	36.6	60.3	30.3	31.7	0.72	0.69		
142E	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.45	60	149	6.8	0.00	32.2	60.3	30.3	31.7	0.72	0.22		
139E	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	2.14	0	183	21.0	0.53	35.7	60.3	38.4	72.6	1.24	0.59		
141E	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.38	40	142	6.8	0.00	34.2	60.3	30.3	31.7	0.7	0.22		
140E	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	0.99	0	102	21.0	0.25	47.8	60.3	30.3	31.7	0.7	0.69		
137E	Tussenschot	Enkele staaf	L80.6	S235	M16	8.8	2.59	0	164	16.9	0.65	55.5	60.3	38.4	107.1	2.2	0.44		
136E	Tussenschot	Enkele staaf	L100.8	S235	M16	8.8	3.72	0	189	16.9	0.93	76.6	60.3	51.2	188.9	4.76	0.33		
138-1-E	Tussenschot	Kruisende staaf halverwege	L60.6	S235	M16	8.8	2.82	0	155	16.9	0.35	34.8	60.3	38.4	72.6	1.24	0.48		
187E	Bovenstuk 1	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.86	0	191	10.9	0.47	23.3	60.3	30.3	31.7	0.7	0.65		
188E	Bovenstuk 1	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.71	0	176	10.9	0.43	26.1	60.3	30.3	31.7	0.7	0.60		
189E	Bovenstuk 2	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.61	0	166	5.4	0.40	28.2	60.3	30.3	31.7	0.7	0.56		
190E	Bovenstuk 2	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.43	0	147	5.4	0.36	32.8	60.3	30.3	31.7	0.7	0.50		



## **APPENDIX D**

### **Toetsing blokdeuvels**

---

Project: ENS-ZL380  
 Mast: EC-3/R (1&90)

<b>Shear blocks</b>	NEN-EN 1993-1-1 en NEN-EN 1994-1-1	Datum: 2021-04-06
		Auteur: TBR
		Versie: 1.4

Load		Results	
Compression	$F_{Ed,c}$ <b>1628</b> kN	Compression	U.C. <b>0.81</b> < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$ <b>1475</b> kN	Tension	U.C. <b>0.80</b> < 1,00 OK

**Main leg**

Profile	<b>L200.24</b>
Steel material	S355
Cross section	9059 mm <sup>2</sup>
Axial capacity	$N_{pl}$ 3216 kN
Width	b 200 mm
Thickness	t 24 mm
Length in concrete	1800 mm

**Capacity shear blocks main leg**

$A_{f1} =$	6300 mm <sup>2</sup>
$A_{f2} =$	20300 mm <sup>2</sup>
Slope	1: 5
$C_A = \sqrt{(A_{f2}/A_{f1})} =$	1.80
$f_{jd} = C_A \times f_{cd} =$	19.1 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} =$	1448 kN
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} =$	1448 kN

**Shear blocks main leg**

Width	b 50 mm
Thickness	h 30 mm
Length	L 210 mm
Welds	a 5 mm
c.t.c. separation	s 250 mm
Number for compr.	$n_c$ 12 -
Number for tension	$n_t$ 12 -

**Capacity foot plate**

$k_d =$	1.73 -
$f_{jd} = C_A \times f_{cd} =$	18.5 N/mm <sup>2</sup>
$c = t\sqrt{(f_{yd} / 3f_{jd})} =$	62 mm
$m^* = \min(c,m) =$	30 mm
Type foot plate	Diagonally cut
Effective for	Compr. and tension
$A_{p,c} =$	30971 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = A_{p,druk} \times f_{jd} =$	572 kN
$A_{p,t} =$	21912 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd} =$	405 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	S235
Capacity	6674 kN
Concrete strength	C20/25

**Capacities**

$F_{rd,c,plate} =$	572 kN
$F_{rd,blocks,c} =$	1448 kN
$F_{rd,c} = F_{rd,blk} + F_{rd,footplate} =$	<b>2020</b> kN
U.C. compression	0.81 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)	946 kN
$F_{rd,t} = \min. (welds / foot plate) =$	405 kN
$F_{rd,blocks,t} =$	1448 kN
$F_{rd,t} = F_{rd,blk} + F_{rd,footplate} =$	<b>1852</b> kN
U.C. tension	0.80 < 1,00 OK
U.C. welds	0.36 < 1,00 OK

**Shear blocks pile**

Width	b 20 mm
Thickness	h 20 mm
Length	L 2746 mm
Welds	a 5 mm
c.t.c. separation	s 950 mm
Number for compr.	$n_c$ 3 -
Number for tension	$n_t$ 2 -

**Capacity shear blocks pile**

$A_{f1} =$	54915 mm <sup>2</sup>
$A_{f2} =$	164745 mm <sup>2</sup>
$C_A = \sqrt{(A_{f2}/A_{f1})} =$	1.73 -
$f_{jd} = k_d \times f_{cd} =$	18.5 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} =$	<b>3044</b> kN
U.C. compression	0.53 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} =$	<b>2029</b> kN
U.C. tension	0.73 < 1,00 OK
U.C. welds	0.26 < 1,00 OK

**Design value concrete strength**

Material factor	$\gamma_c$ 1.5
Add. mat. factor	$\gamma_m$ 1.25 -
$f_{cd} =$	10.7 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	$45^\circ$
Length force flow	1353 mm
Splitting force	545 kN/m
Yield strength wall	$f_{vd} =$ 235 N/mm <sup>2</sup>
Capacity tubular pile	4700 kN/m
U.C.	0.12 < 1,00 OK

Project: ENS-ZL380  
 Mast: EC-3/R (1&90)

**Welds of shear blocks of main leg**  
 Out-of-plane loading

**Plate**

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

**Member forces**

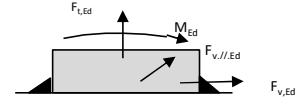
Factor 1.2  
 $F_{t,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = F_{rd,c} / n = 145 \text{ kN}$   
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 2.17 \text{ kNm}$

**Check**

$\sigma_{w,Ed} = 158 \text{ N/mm}^2 \leq$   
 $\sigma_1 = 79 \text{ N/mm}^2 \leq$

**Welds**

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



**Stress components**

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 4al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 4al = 51 \text{ N/mm}^2$   


---

 $51 \text{ N/mm}^2$   
 $b^* = b + 2/3av2 = 54.7 \text{ mm}$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = 0.706M_{Ed} / al b^* = 28 \text{ N/mm}^2$   
 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{w,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 158 \text{ N/mm}^2$

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.36 OK**  
 $0.9f_u / \gamma_{M2} = 353 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.22 OK**

**Welds of shear blocks of pile**  
 Out-of-plane loading

**Plate**

t = 20 mm  
 Grade S235  
 $f_{yd} = 235 \text{ N/mm}^2$   
 $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$

**Member forces**

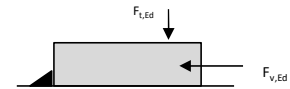
Factor 1.2  
 $F_{t,Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 609 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = 1217 \text{ kN}$   
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 0.00 \text{ kNm}$

**Check**

$\sigma_{w,Ed} = 94 \text{ N/mm}^2 \leq$   
 $\sigma_1 = 47 \text{ N/mm}^2 \leq$

**Welds**

a = 5 mm  
 l = 2746 mm  
 $\beta_w = 0.8 -$   
 $\gamma_{M2} = 1.25 -$



**Stress components**

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 2al = 16 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 2al = 31 \text{ N/mm}^2$   


---

 $47 \text{ N/mm}^2$   
 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{w,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 94 \text{ N/mm}^2$

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 360 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.26 OK**  
 $0.9f_u / \gamma_{M2} = 259 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.18 OK**

**Welds of foot plate**

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$   
 Weld size a = 5 mm  
 Length l = 2b + 2b - t = 752 mm  
 Capacity  $F_{Rd} = a \times l \times f_{w,d} / \sqrt{3} = 946 \text{ kN}$

## CALCULATION OF POST INSULATOR LOADS

The following parameters are calculated:

- The forces on the insulator attachment due to wind loading and weight
- The required measurements of the components

The diagram below is a representation of the loads on the insulator:

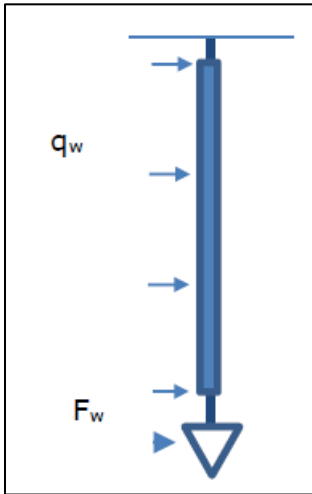


Figure 1: Diagrammatic representation of the loads on the post insulator

### 1. Forces on the insulator attachment

Wind pressure based on non-urban terrain in wind zone II at a height of 25.2 m:  $q_h = 1.14 \text{ kN/m}^2$

Wind load per meter based on an insulator diameter of 0.2 m and a drag factor of 1.2:

$$q_w = 1.2 \times 0.2 \times 1.14 = \underline{0.27 \text{ kN/m}}$$

Then calculate  $F_w$  based on a supported length of 9 m, a dragfactor of 0,9 and a structural factor of 1,0:

$$F_w = 9 \times 0.9 \times 1.0 \times 3 \times 0.036 \times 1.14 = 0.99 \text{ kN}$$

Calculate the moment based on the wind loading and the point load:

$$M_w = 0.5 \times 0.24 \times 4^2 + 4 \times 0.99 = 5.88 \text{ kNm}$$

Design values:

$$M_{ED} = 1.4 \times 5.88 = 8.23 \text{ kNm}$$

$$V_{ED} = 1.4 \times (0.99 + 3.5 \times 0.24) = 2.56 \text{ kN}$$

### 2. Assessment of the pin

The figure below is a sketch of the insulator attachment mechanism indicating the location of the pin.

Calculation of the shear force on the pin:

Assuming a total vertical weight of 5 kN and an attachment fit of 200 mm:

$$F_v = 8.23 / 0.2 + 5/2 = 43.65 \text{ kN}$$

Using a pin with a diameter of 24 mm is sufficient; see the attached spreadsheet calculation at the end of this appendix. A minimum flange thickness of 15 mm is required.

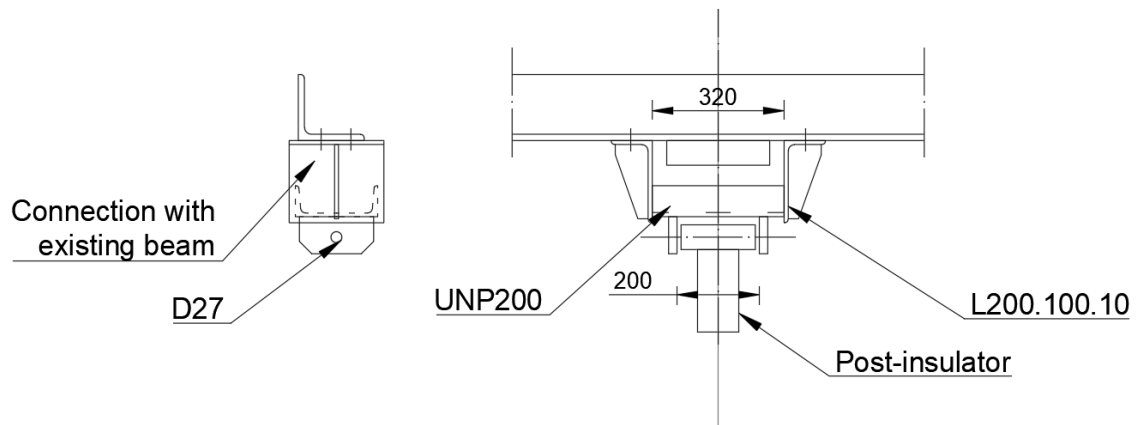


Figure 2: Overview of the new members required for attachment – inner phase

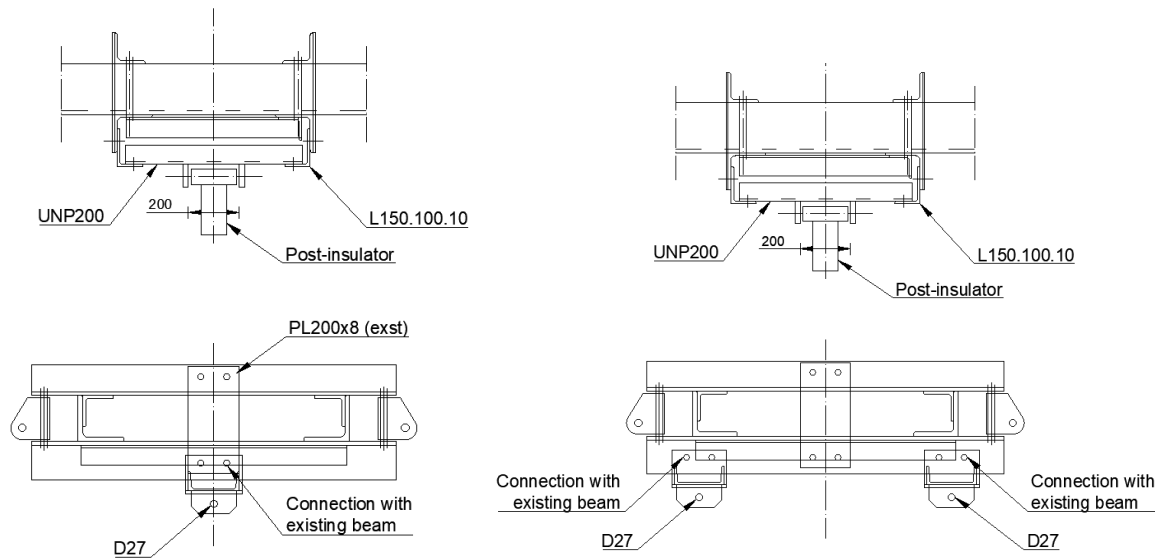


Figure 3: Overview of the new members required for attachment – outer phase

### 3. Console thickness

This will be determined in the subsequent design phases.

### 4. Attachment to the crossarm

Check of UNP200 profile (outer phase is ruling):

$$M = 0.5 \times 8.23 + 0.25 \times 5 \times 0.66 = 4.94 \text{ kNm}$$

$$\text{Proposition: } 1 \times \text{UNP200: } M_{rd} = 26900 \times 355 = 9.55 \text{ kNm}$$

$$\text{U.C.} = 4.94 / 9.55 = 0.51 < 1 \text{ OK}$$

Force on the bolts (inner phase):

$$F_{\text{bolt}} = 8.23 / 0.42 + 5 / 2 = 22.1 \text{ kN. Some prying effect can occur, so the total force can be around } 30\text{kN} \rightarrow 15 \text{ kN per bolt. Bolt diameter M16 (8.8)} \rightarrow \text{capacity: } F_{T,Rd} = 90.4\text{kN.}$$

$$\text{U.C.} = 15 / 90.4 = 0,17.$$

Project: BBB - ENS-ZL  
Mast: EC-3

DNV·GL

**Pen-gatverbinding**

Datum: 2021-03-10  
Auteur: MRE  
Versie: 1.3

<b>Onderwerp</b>	<b>Post Insulator Attachment</b>	Toetsing sterkte	0.67 < 1,0 OK
------------------	----------------------------------	------------------	---------------

**Input**

Dikte 15 mm  
Gat 27 mm  
Pendiameter 24 mm  
Ringdikte 5 mm  
Eindafstand 45 mm  
Randafstand 35 mm

Staalsoort S235  
Kwaliteit pen 8.8

**Belasting**

$F_{Ed} = 43.7$  kN

$\gamma_{m0, \text{staal}} = 1.20$   
 $\gamma_{m0, \text{pen}} = 1.00$   
 $\gamma_{m2} = 1.25$   
 $\gamma_{m6, \text{ser}} = 1.00$

**Toetsing**

*Afstanden*

Randafstand OK  
Eindafstand OK  
Dikte OK

*Sterkte-eisen*

Afschuifsterkte pen 0.25 < 1,0 OK  
Buigsterkte pen 0.67 < 1,0 OK  
Combinatie M + V 0.51 < 1,0 OK  
Stuik plaat 0.41 < 1,0 OK

Berekeningen

**Controle eind- en randafstand**

*Aan de eisen van óf A óf B moet voldaan worden*

Type A

Rand  $a > F_{Ed} \gamma_{m0} / 2t f_y + 2 d_0 / 3 = 25$  mm OK  
Eind  $c > F_{Ed} \gamma_{m0} / 2t f_y + d_0 / 3 = 16$  mm OK

Type B

Min. eindafstand  $e > 1,6d_0 = 43$  mm OK  
Min. randafstand  $e > 1,25d_0 = 34$  mm OK  
Min. dikte  $t > 0,7\sqrt{(F_{Ed} \gamma_{m0} / f_y)} = 10$  mm OK

Pen

A = 452 mm<sup>2</sup>  
 $W_{el} = 1357$  mm<sup>2</sup>  
Excentriciteit  
 $e = (132-102) + t_{clip} / 2 = 20$  mm

Materiaalsterktes

$f_y = \min(f_{y, \text{staal}}, f_{yp}) = 235$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{yp} = 640$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{up} = 800$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{y, \text{staal}} = 235$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{t, \text{staal}} = 360$  N/mm<sup>2</sup>

**Afschuiving**

$F_{v, Rd} = 0,6A f_{up} / \gamma_{m2} = 174$  kN  
U.C. 0.25 < 1,0 OK

**Buigweerstand**

$M_{Ed} = F_{Ed} e = 0.87$  kNm  
 $M_{Rd} = 1,5 W_{el} f_{yp} / \gamma_{m0} = 1.30$  kNm

**Stuik**

$F_{b, Rd} = 1,5 t d f_y / \gamma_{m0} = 106$  kN  
U.C. 0.41 < 1,0 OK

U.C. = 0.67 < 1,0 OK

$(M_{Ed} / M_{Rd})^2 + (F_{v, Ed} / F_{v, Rd})^2 = 0.51 < 1,0$  OK

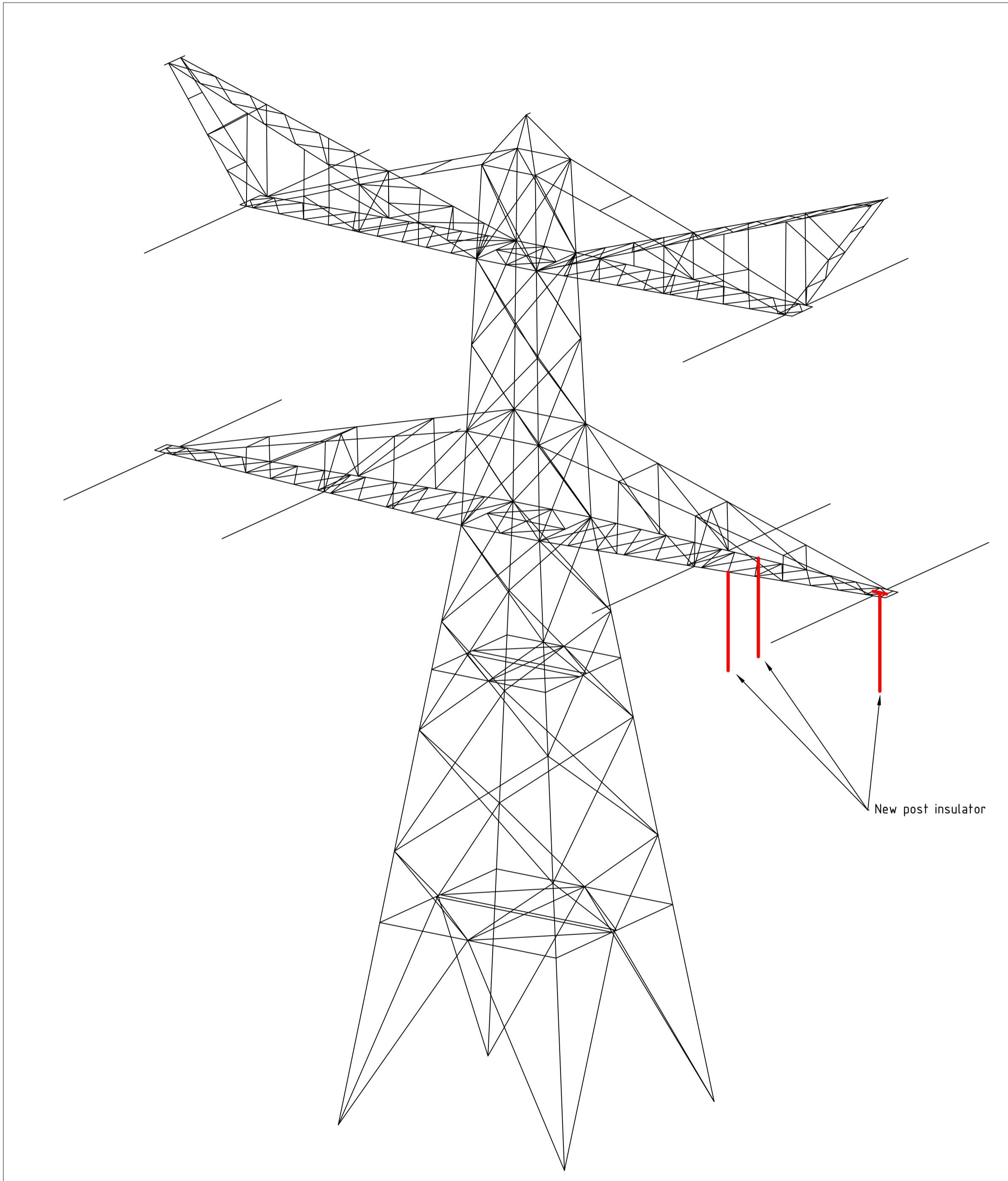




## **APPENDIX E**

### **Tekeningen**

---


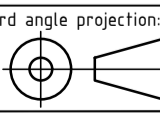


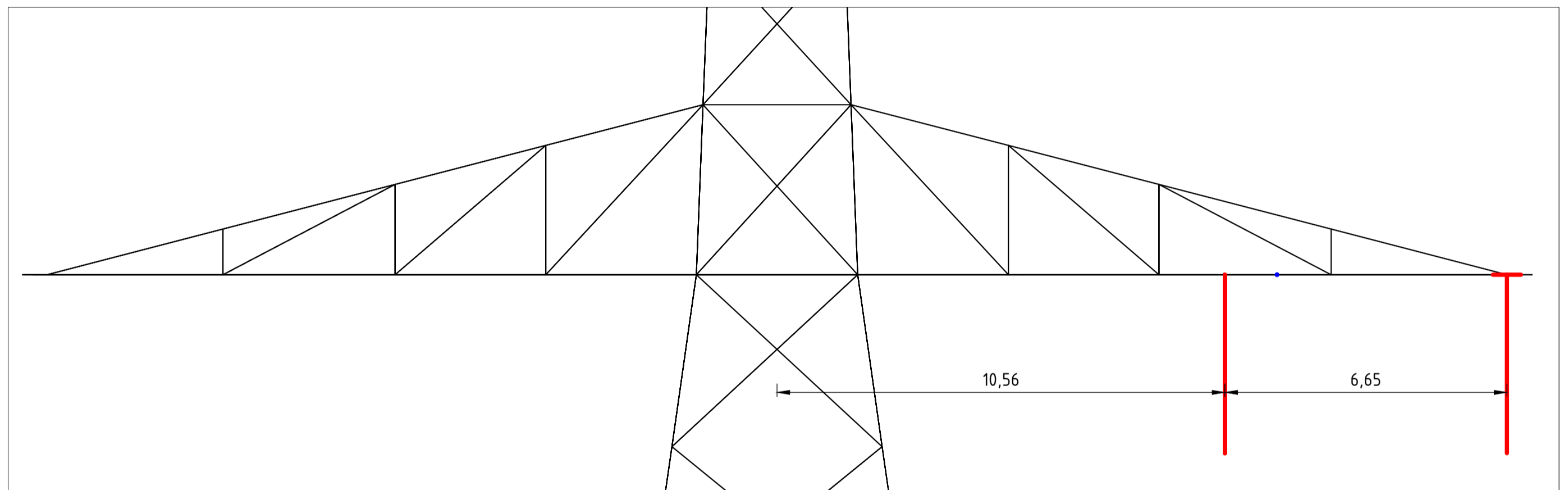
Overview

Notes and legend:

- New redundants according to drawing
- Size for new redundants is L50x50x5 unless otherwise indicated
- Other changes according to the table
- All changes are symmetrical unless otherwise indicated
- Material quality  $t \leq 16\text{mm}$  S355J0
- Material quality  $t > 16\text{mm}$  S355J2
- Bolt quality 8.8 rolled

- Added profile to existing
- Profile exchanged
- New redundant
- Bolt exchanged

01	10-3-2021	Version 2.0		
02	29-11-2021	Version 3.0		
		Projectname: Mast constructions ENS - ZL 380 kV		
		Third angle projection: 	Drawing no.: 10166260-051	
Design state: FINAL		Scale: -	Description:	
Drawn by: KCh	29-11-2021	Units: m	Modifications overview for mast type EC-3_R (Mast 1) page 1 of 2	
Checked by: TBR	29-11-2021	Project no: 10166260		
Approved by: JHu	29-11-2021	Company: TenneT		
				Revision: 02
				Format: A2


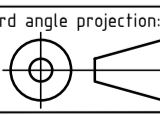


Front View - Lower Crossarm

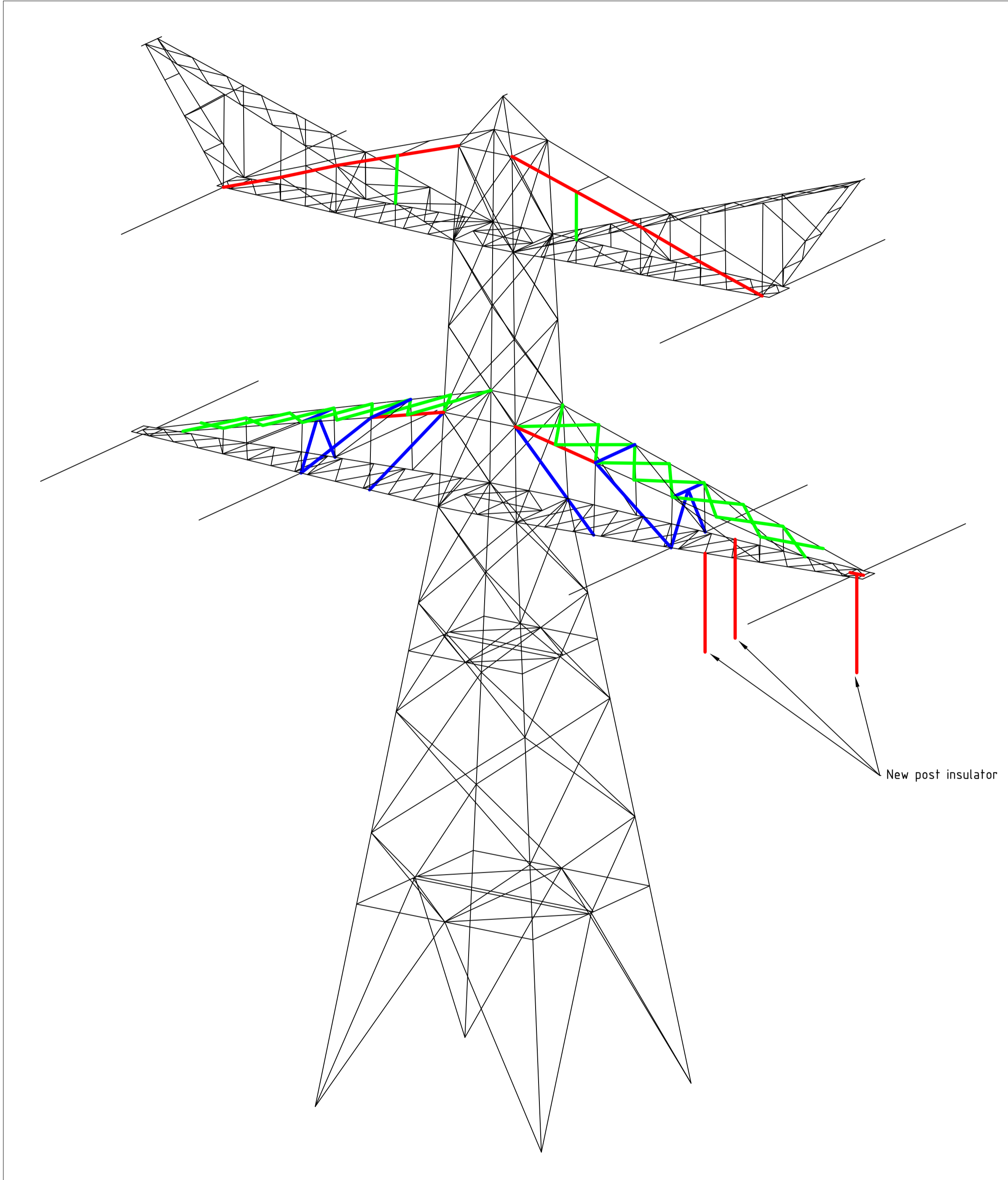
Notes and legend:

- New redundants according to drawing
- Size for new redundants is L50x50x5 unless otherwise indicated
- Other changes according to the table
- All changes are symmetrical unless otherwise indicated
- Material quality  $t \leq 16\text{mm}$  S355J0
- Material quality  $t > 16\text{mm}$  S355J2
- Bolt quality 8.8 rolled

- Added profile to existing
- Profile exchanged
- New redundant
- Bolt exchanged

01	10-3-2021	Version 2.0		
02	29-11-2021	Version 3.0		
		Projectname: <b>Mast constructions ENS - ZL 380 kV</b>		
		Third angle projection: 	Drawing no.: 10166260-051	
Design state: FINAL		Scale: -	Description:	
Drawn by: KCh	29-11-2021	Units: m	Modifications overview for mast type EC-3_R (Mast 1) page 2 of 2	
Checked by: TBR	29-11-2021	Project no: 10166260		
Approved by: JHu	29-11-2021	Company: TenneT		
				Revision: <b>02</b>
				Format: <b>A2</b>
DNV-GL Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvgl.com				

Initial Profiles and Bolts					Final Profiles and Bolts			
Group label	Profile type (ini)	Profile size (ini)	Steel quality (ini)	Bolt size and quality (ini)	Profile type (new)	Profile size (new)	Steel quality (new)	Bolt size and quality (new)
319A	EA	L90x8	S235 t<=40	M16-8.8t-NEN2012	DEA	L90x8	S355 t<=40	M16-8.8t-NEN2012
327	EA	L90x8	S235 t<=40	M20-8.8t-NEN2012	EA	L100x10	S355 t<=40	M20-8.8t-NEN2012
328	EA	L80x8	S235 t<=40	M24-8.8t-NEN2012	EA	L100x10	S355 t<=40	M20-8.8t-NEN2012
434	EA	L100x8	S235 t<=40	M24-8.8t-NEN2012	DEA	L100x8	S355 t<=40	M24-8.8t-NEN2012
435	EA	L80x8	S235 t<=40	M20-8.8t-NEN2012	DEA	L80x8	S355 t<=40	M20-8.8t-NEN2012
451					EA	L70x7	S355 t<=40	M16-8.8t-NEN2012
452					EA	L60x6	S355 t<=40	M16-8.8t-NEN2012
453					EA	L50x5	S355 t<=40	M16-8.8t-NEN2012
322	EA	L60x6	S235 t<=40	M16-8.8t-NEN2012	EA	L60x6	S355 t<=40	M16-8.8t-NEN2012
323	EA	L50x5	S235 t<=40	M16-8.8t-NEN2012	EA	L70x7	S355 t<=40	M16-8.8t-NEN2012
350	EA	L50x5	S235 t<=40	M16-8.8t-NEN2012	EA	L50x5	S355 t<=40	M16-8.8t-NEN2012



Overview

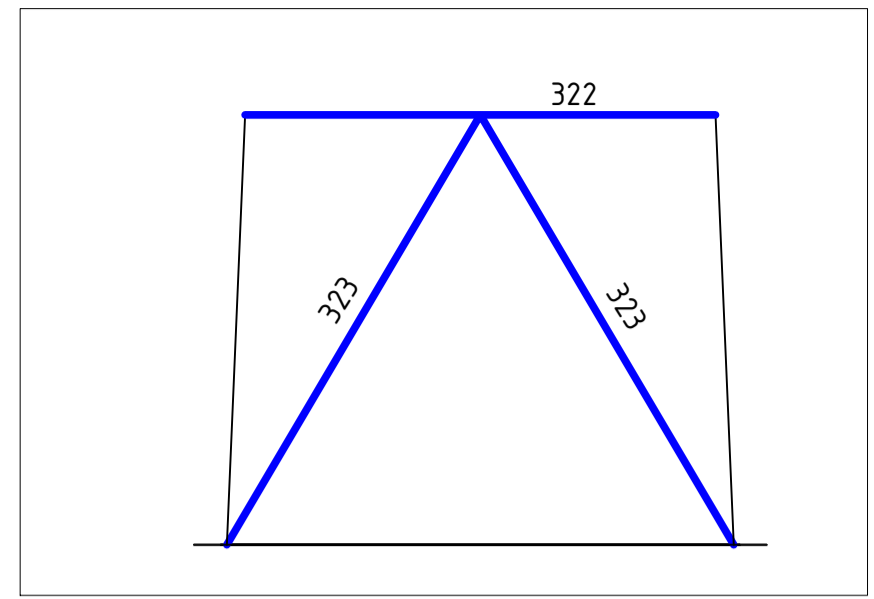
Notes and legend:

- New redundants according to drawing
- Size for new redundants is L50x50x5 unless otherwise indicated
- Other changes according to the table
- All changes are symmetrical unless otherwise indicated
- Material quality  $t \leq 16\text{mm}$  S355J0
- Material quality  $t > 16\text{mm}$  S355J2
- Bolt quality 8.8 rolled

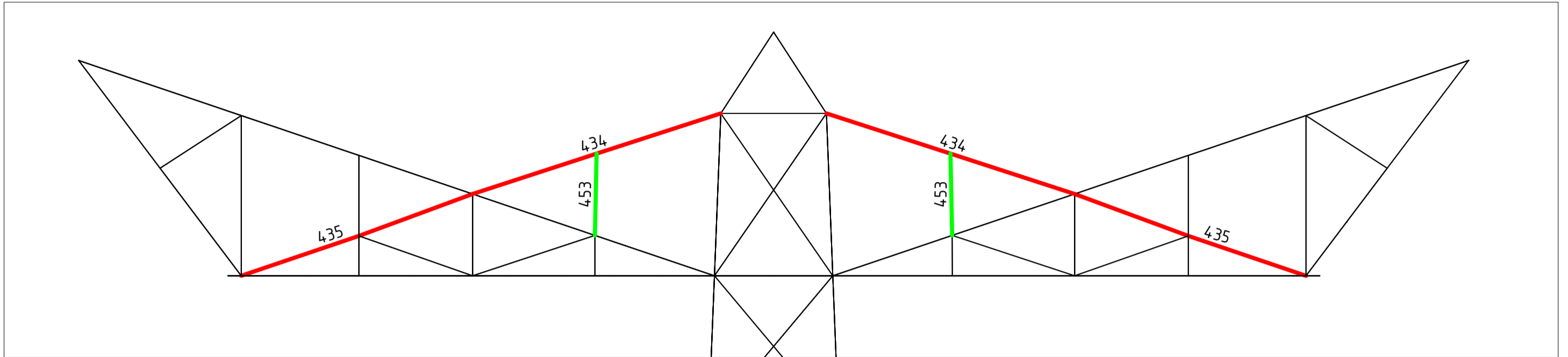
- Added profile to existing
- Profile exchanged
- New redundant
- Bolt exchanged

01	10-3-2021	Version 2.0		
02	29-11-2021	Version 3.0		
		Projectname: Mast constructions ENS - ZL 380 kV		
		Third angle projection:	Drawing no.: 10166260-052	
Design state: FINAL	Scale: -	Description: Modifications overview for mast type EC-3_R (Mast 90) page 1 of 2		Revision: 02
Drawn by: KCh 29-11-2021	Units: m	Approved by: JHu 29-11-2021		Format: A2
Checked by: TBR 29-11-2021	Project no: 10166260	Company: TenneT		
DNV GL Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvgl.com				

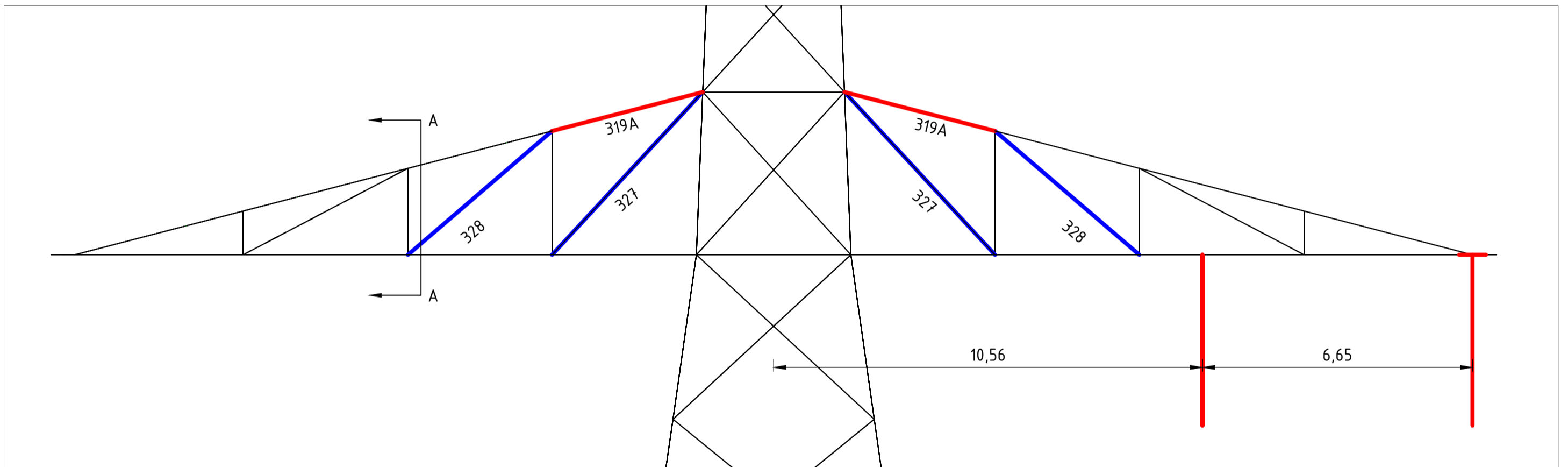
Initial Profiles and Bolts					Final Profiles and Bolts			
Group label	Profile type (ini)	Profile size (ini)	Steel quality (ini)	Bolt size and quality (ini)	Profile type (new)	Profile size (new)	Steel quality (new)	Bolt size and quality (new)
319A	EA	L90x8	S235 t<40	M16-8.8t-NEN2012	DEA	L90x8	S355 t<40	M16-8.8t-NEN2012
327	EA	L90x8	S235 t<40	M20-8.8t-NEN2012	EA	L100x10	S355 t<40	M20-8.8t-NEN2012
328	EA	L80x8	S235 t<40	M24-8.8t-NEN2012	EA	L100x10	S355 t<40	M20-8.8t-NEN2012
434	EA	L100x8	S235 t<40	M24-8.8t-NEN2012	DEA	L100x8	S355 t<40	M24-8.8t-NEN2012
435	EA	L80x8	S235 t<40	M20-8.8t-NEN2012	DEA	L80x8	S355 t<40	M20-8.8t-NEN2012
451					EA	L70x7	S355 t<40	M16-8.8t-NEN2012
452					EA	L60x6	S355 t<40	M16-8.8t-NEN2012
453					EA	L50x5	S355 t<40	M16-8.8t-NEN2012
322	EA	L60x6	S235 t<40	M16-8.8t-NEN2012	EA	L60x6	S355 t<40	M16-8.8t-NEN2012
323	EA	L50x5	S235 t<40	M16-8.8t-NEN2012	EA	L70x7	S355 t<40	M16-8.8t-NEN2012
350	EA	L50x5	S235 t<40	M16-8.8t-NEN2012	EA	L50x5	S355 t<40	M16-8.8t-NEN2012



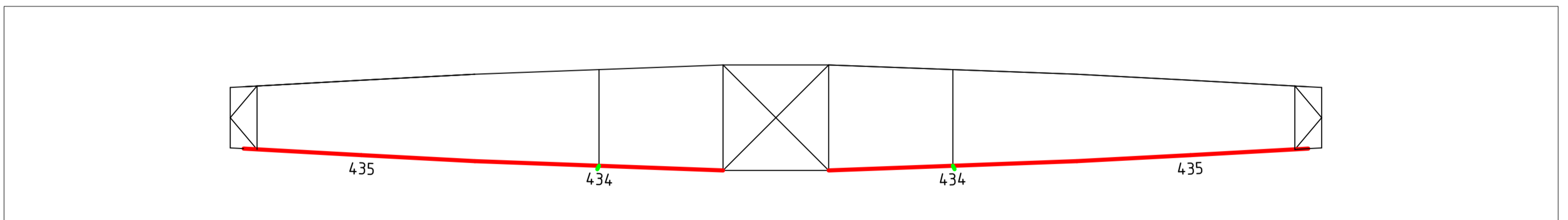
Section A-A



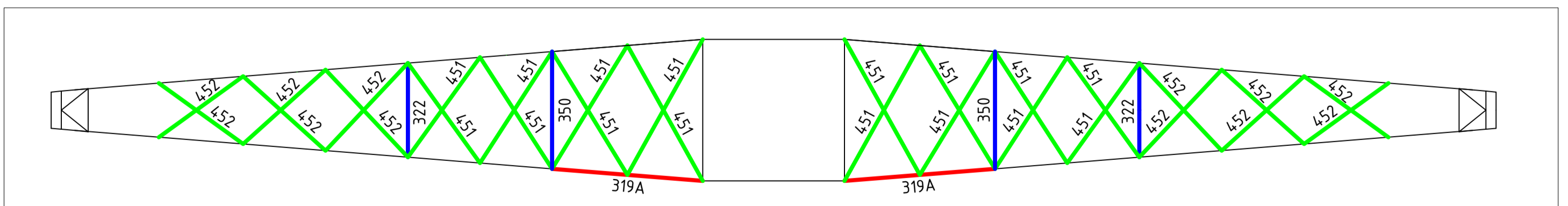
Front View - Upper Crossarm



Front View - Lower Crossarm



Top View - Upper Crossarm



Top View - Lower Crossarm

Notes and legend:

- New redundants according to drawing
- Size for new redundants is L50x50x5 unless otherwise indicated
- Other changes according to the table
- All changes are symmetrical unless otherwise indicated
- Material quality  $t \leq 16\text{mm}$  S355J0
- Material quality  $t > 16\text{mm}$  S355J2
- Bolt quality 8.8 rolled

- Added profile to existing
- Profile exchanged
- New redundant
- Bolt exchanged

01	10-3-2021	Version 2.0		
02	29-11-2021	Version 3.0		
		Projectname: Mast constructions ENS - ZL 380 kV		
		Third angle projection:	Drawing no.: 10166260-052	
Design state: FINAL	Scale: -	Description: Modifications overview for mast type EC-3_R (Mast 90) page 2 of 2		Revision: 02
Drawn by: KCh 29-11-2021	Units: m	Project no: 10166260		Format: A2
Checked by: TBR 29-11-2021	Company: TenneT			
Approved by: JHu 29-11-2021				



## **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.

TOETSING EN HERONTWERP MASTEN EN FUNDATIES BBB380

# ENS-ZL380 – Rapportage masttype HB-3/R & HB-3/R\_X

TenneT TSO B.V.

Rapport nr.: 22-0512, Rev. 0

Meridian doc.nr.: 002.515.40 1007988

Datum: 2022-04-01



Projectnaam: Toetsing en herontwerp masten en fundaties BBB380 Energy Systems  
Rapport titel: ENS-ZL380 – Rapportage masttype HB-3/R & HB-3/R\_X DNV Netherlands B.V.  
Klant: TenneT TSO B.V., Utrechtseweg 310-B50  
Contactpersoon klant: P. v.d. Horst 6812 AR Arnhem  
Datum uitgave: 2022-04-01  
Project nr.: 10166260  
Organisatie unit: TDT Tel: 026 356 9111  
Meridian doc.nr.: 002.515.40 1007988 Handelsregister Arnhem 09006404  
Rapport nr.: 22-0512, Rev. 0

Geschreven door: Beoordeeld door: Goedgekeurd door:

M.H. Khan

A.J. Börger

C. Schutte

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

DNV Distributie:

- Open  
 Intern  
 Commercieel vertrouwelijk  
 Vertrouwelijk  
 Geheim

\*Specificatie distributie: --

Rev.	Datum	Reden van uitgave	Auteur	Beoordeeld	Goedgekeurd
0	2022-04-01	Eerste uitgave	M.H. Khan	A.J. Börger	C. Schutte



## Inhoudsopgave

1	INLEIDING .....	1
1.1	Inleiding	1
1.2	Doel van dit rapport	1
1.3	Gerelateerde documenten	2
2	EISEN .....	3
3	BEREKENINGEN.....	4
3.1	Mastbeeld	4
3.2	Missende 'as-built' gegevens	5
3.3	Mastenlijst	5
3.4	Uitgangspunten berekening	5
3.5	Proces stappen	5
3.6	Geleiderbelastingen	6
3.7	Reacties op de fundering	6
3.8	Modellering	6
4	TOETSING MASTCONSTRUCTIE .....	7
5	AANPASSINGEN.....	10
5.1	Inleiding	10
5.2	Aanpassingen	10
5.3	Eisenverificatie	14
6	REFERENTIES .....	15
Appendix A	Geleiderbelastingen	
Appendix B	Uitvoer PLS-TOWER	
Appendix C	Toetsing knikverkorters	
Appendix D	Toetsing blokdeuvels	
Appendix E	Tekeningen	

## 1 INLEIDING

### 1.1 Inleiding

Om in de toekomst meer elektriciteit te kunnen transporteren is het noodzakelijk om naast de nieuwbouw van verbindingen bestaande hoogspanningsverbindingen aan te passen zodat er een grotere transportcapaciteit mogelijk wordt gemaakt.

Om die reden is de opdrachtgever (OG) voornemens de bestaande 380 kV-koppeling op te waarderen. Het opwaarderen van de bestaande verbindingen valt onder het programma “Beter benutten bestaande 380 kV-ring” en omvat de volgende deelprojecten:

- Opwaardering 380 kV-verbinding Lelystad – Ens (LLS-ENS380)
- Opwaardering 380 kV-verbinding Diemen – Lelystad (DIM-LLS380)
- Opwaardering 380 kV-verbinding Rilland – Zandvliet (RLL-ZVL380)
- Opwaardering 380 kV-verbinding Krimpen aan den IJssel - Geertruidenberg (KIJ-GT380)
- Opwaardering 380 kV-verbinding Ens - Zwolle (ENS-ZL380)
- Opwaardering 380 kV-verbinding Maasbracht - Eindhoven (MBT-EHV380)

Om te komen tot een DO waarmee de werkzaamheden kunnen worden gestart is door TenneT aan DNV opdracht verstrekt voor de volgende onderdelen:

1. In eerste fase het opstellen en creëren van:

- 1.1 E-studie deel 1
- 1.2 Uitgangspuntenrapporten ten behoeve van de constructieve analyse van masten en fundaties
- 1.3 Sonderingmodellen
- 1.4 Fundatiemodellen
- 1.5 Mastmodellen

2. In tweede fase de uitvoering van de DO-fase bevattende:

- 2.1 Toetsing conform het uitgangspuntenrapport van de bestaande fundaties
- 2.2 Globale specificatie van benodigde fundatieversterkingen ten behoeve van aanbesteding
- 2.3 Toetsing conform het uitgangspuntenrapport van de bestaande masten
- 2.4 Globale specificatie van benodigde mastversterkingen ten behoeve van aanbesteding
- 2.5 E-studie deel 2

### 1.2 Doel van dit rapport

In dit rapport wordt voor de hoogspanningslijn Ens - Zwolle de controle van de mastconstructie van masttype HB-3/R en HB-3/R\_X gerapporteerd. Het doel is om te bepalen of de in dit rapport beschreven bestaande mast geschikt is om te worden uitgerust met de nieuwe ACCC-Warsaw geleider waarmee een hogere capaciteit kan worden gerealiseerd.

Nadat de wijzigingen zijn toegepast dient aantoonbaar geverifieerd te worden dat het systeem voldoet aan de vigerende eisen.

In de definitief-ontwerpfase zijn ten behoeve van de contractvorming Engelstalige rapporten geleverd. Het voorliggende rapport is bedoeld voor vergunningsaanvraag en is inhoudelijk ongewijzigd ten opzichte van de Engelse versie. Om deze reden zijn de bijlagen in dit rapport één op één overgenomen uit de Engelse versie. Hierdoor wijkt het revisienummer van de bijlagen af van het revisienummer van de rapportage.

## 1.3 Gerelateerde documenten

### 1.3.1 Verificatie & validatieplan

De door TenneT aangeleverde set met eisen is beoordeeld op relevantie en voor de relevante eisen is aangegeven in welk document wordt aangetoond dat er aan de eis wordt voldaan. De resultaten hiervan zijn opgenomen in het rapport "Verificatie & Validatieplan 380 kV verbinding Ens - Zwolle".

### 1.3.2 E-studie deel 1

In de rapportage "ENS-ZL380 - E-studie deel 1" [1] is bepaald welke aanpassingen benodigd zijn om de ACCC-Warsaw geleider toe te passen binnen de verbinding Ens – Zwolle.

Uit de E-studie volgen de volgende zaken welke relevant zijn voor de constructie van masttype HB-3/R.

- Toepassen van een verticale 'post-isolator' aan de binnenzijde van de buitenste fase van de onderste traverse. De 'post-isolator' is benodigd bij de traverse aan de buitenzijde van de hoeklijn.
- Mast 6 zal worden omgebouwd tot "wisselmast" en aangeduid als HB-3/R\_X.

De aanpassingen welke hierboven benoemd zijn, zijn de enige aanpassingen welke relevant zijn voor de structurele analyse in dit rapport. Een complete opsomming van de veranderingen gerelateerd aan HB-3/R is te vinden in "ENS-ZL380 – E-studie deel 1".

### 1.3.3 Uitgangspuntendocument

De uitgangspunten op basis waarvan de berekeningen in deze rapportage zijn uitgevoerd zijn opgenomen in het rapport "Uitgangspuntenrapport 380kV verbinding Ens - Zwolle" [2].

## 2 EISEN

In onderstaande Tabel 1 zijn de eisen opgenomen die binnen deze rapportage worden getoetst.

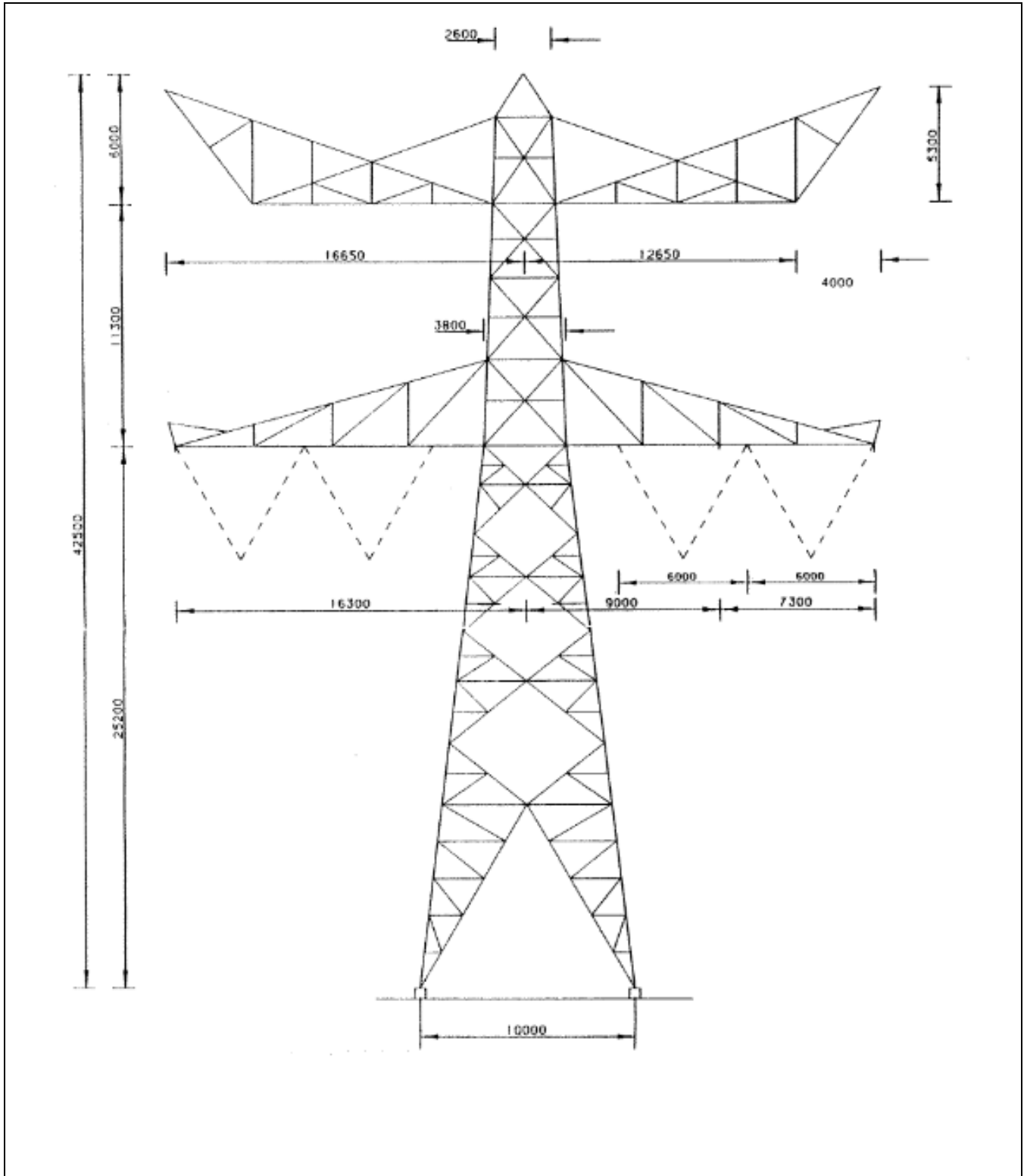
**Tabel 1 Relevante eisen**

Req. Id	Title	Req. text	Verification
BO Eis: H2.7-6	Omgeving, beperkingsf actoren	Het ontwerp dient geverifieerd te worden op de uitvoerbaarheid.	Tabel 7
PVE.05.001 5.14	Masten	Aanwijzingen t.a.v. klimvoorziening en valbeveiliging: Huidige klimweg blijft gehandhaafd en zal voldoen aan de eisen zoals opgenomen in de NEN 1060:1987. Valbeveiliging is/zal worden uitgevoerd in het type "latch way".  Indien staaldelen in de nabijheid (aangrenzend profiel) van de klimweg gewijzigd worden, dient geverifieerd te worden dat de klimvoorziening in overeenstemming is met de NEN 1060:1987.	Tabel 7

### 3 BEREKENINGEN

#### 3.1 Mastbeeld

Het mastbeeld op basis van de Asset-data is weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1 Mastbeeld HB-3/R (beoogde fasewisseling niet weergegeven)

### 3.2 Missende ‘as-built’ gegevens

DNV heeft onvoldoende ‘as-built’ gegevens ontvangen met betrekking tot de blokdeuvels op de funderingspalen in de poer van mastnummer 40. Er is aangenomen dat het blokdeuvels vergelijkbaar zijn aan de blokdeuvels van enkele paalfunderingen. Aangezien twee palen in de poer worden ingebracht, is er met de helft van de blokdeuvels rekening gehouden.

### 3.3 Mastenlijst

In deze rapportage wordt masttype HB-3/R getoetst. Mast HB-3/R\_X valt binnen windgebied II en HB-3/R valt onder windgebied III. De berekening is uitgevoerd voor windgebied II en windgebied III. De wind en weight span van de verschillende masten zijn in Tabel 2 weergegeven. De maatgevende mastnummers 6 (windgebied II) en 40 (windgebied III) zijn aangegeven. Bij zowel de masten in windgebied II als III is rekening gehouden met verhoogde windbelasting als gevolg van een hogere aangrenzende mast (hoger is een negatieve waarde).

De masten zijn vergeleken voor de maximale uitnutting en mast 40 is leidend. Ook is de hoek van de geleider het hoogst voor mast 40 waardoor deze leidend is.

**Tabel 2 Mastnummers**

Tower number	Tower type	Governing tower number	Wind span (m)	Weight span (m)	Height difference back (m)	Height difference ahead (m)
6	HB-3_R_X II	6	257	122	9.4	2.4
40	HB-3_R	40	319	346	0.0	-2.7
49	HB-3_R	40	335	371	-3.0	-2.8
51	HB-3_R	40	342	377	-2.7	-3.1

### 3.4 Uitgangspunten berekening

De berekening is uitgevoerd op basis van de uitgangspunten zoals opgenomen in het uitgangspuntenrapport [2]. Hierin is een volledig overzicht opgenomen van de belastingcombinaties en toegepaste belastingfactoren:

**Tabel 3 Uitgangspunten berekening**

Algemeen	Norm	NEN-EN50341-2-15:2019
	Windgebied	II/III
	Terreincategorie	II (onbebouwde omgeving)
	Reductiefactor cdir	1,00
Situatie initieel	Gevolgklasse	CC2-0
	Betrouwbaarheidsniveau	Afkeur CC2-0
	Referentieperiode	30 jaar
Situatie na aanpassingen	Gevolgklasse	CC2
	Betrouwbaarheidsniveau	Verbouw
	Referentieperiode	50 jaar

### 3.5 Proces stappen

Het proces van het bepalen van eventueel benodigde verstevigingen bestaat uit de volgende stappen:

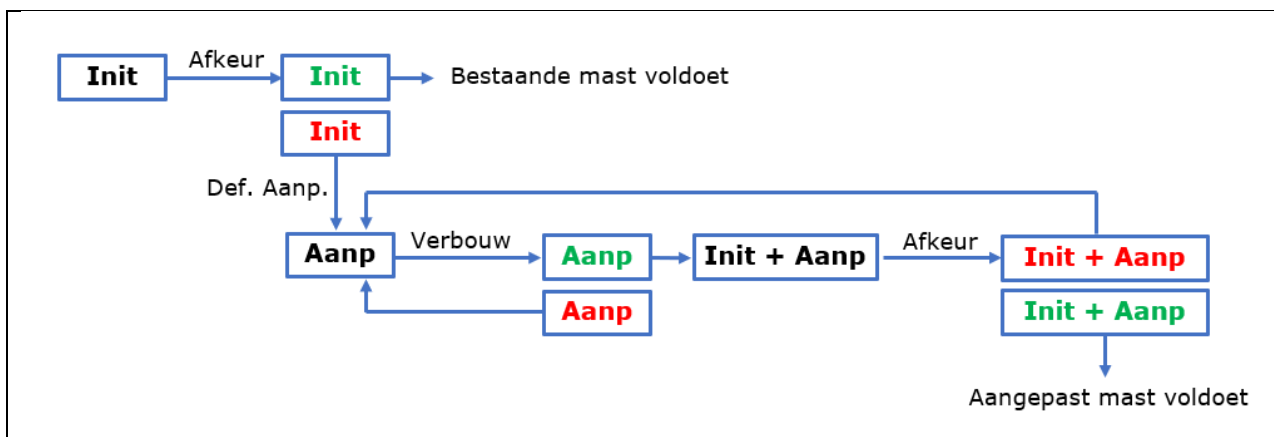
Stap 1: Toets bestaande (Init) mast op Afkeur

Stap 2: Definiëren benodigde aanpassingen indien initiële mast niet voldoet aan toets op Afkeur (Def. Aanp.)

Stap 3: Het toetsen van (alleen) de uitgewerkte aanpassingen (Aanp) op Verbouw

Stap 4: Het opnieuw toetsen van de complete mast inclusief aanpassingen (Initi + Aanp) op Afkeur

Het hierboven omschreven proces is in Figuur 2 weergegeven.



Figuur 2 Proces diagram

### 3.6 Geleiderbelastingen

De berekening is uitgevoerd met het geleiderbelastingprogramma van DNV. In Appendix A zijn de resultaten van de geleiderbelastingen samengevat.

### 3.7 Reacties op de fundering

De oplegreacties op de fundering worden ontleend aan de uitvoer van het geleiderbelastingprogramma, zie ook Appendix A.

### 3.8 Modelling

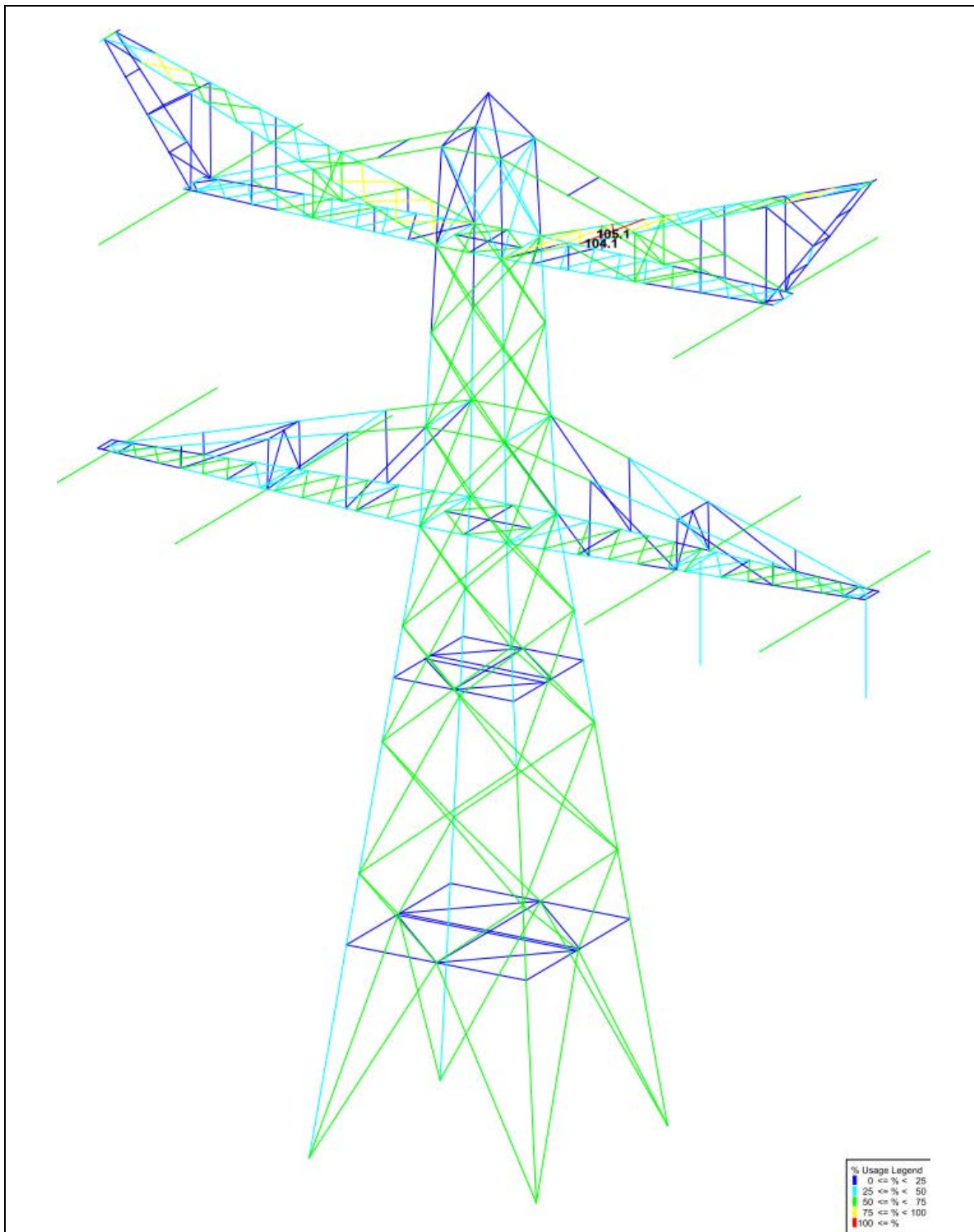
Op basis van de as-built tekeningen is de mast in PLS-TOWER ingevoerd. De hoofdelementen zijn gemodelleerd. Niet-dragende profielen als knikverkorters zijn weggelaten en worden separaat getoetst. De profielen inclusief de boutverbindingen zijn in PLS-TOWER ingevoerd en getoetst. Controle van de schetsplaten en andere detailverbindingen valt buiten de scope.

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

Diagonalen in voor- en achtervlak respectievelijk de twee zijvlakken zijn samengenomen in een groep en de toetsing wordt per staafgroep uitgevoerd. Ingeval dat een element uit een groep is overbelast, geldt dit voor alle elementen uit de betreffende groep.

## 4 TOETSING MASTCONSTRUCTIE

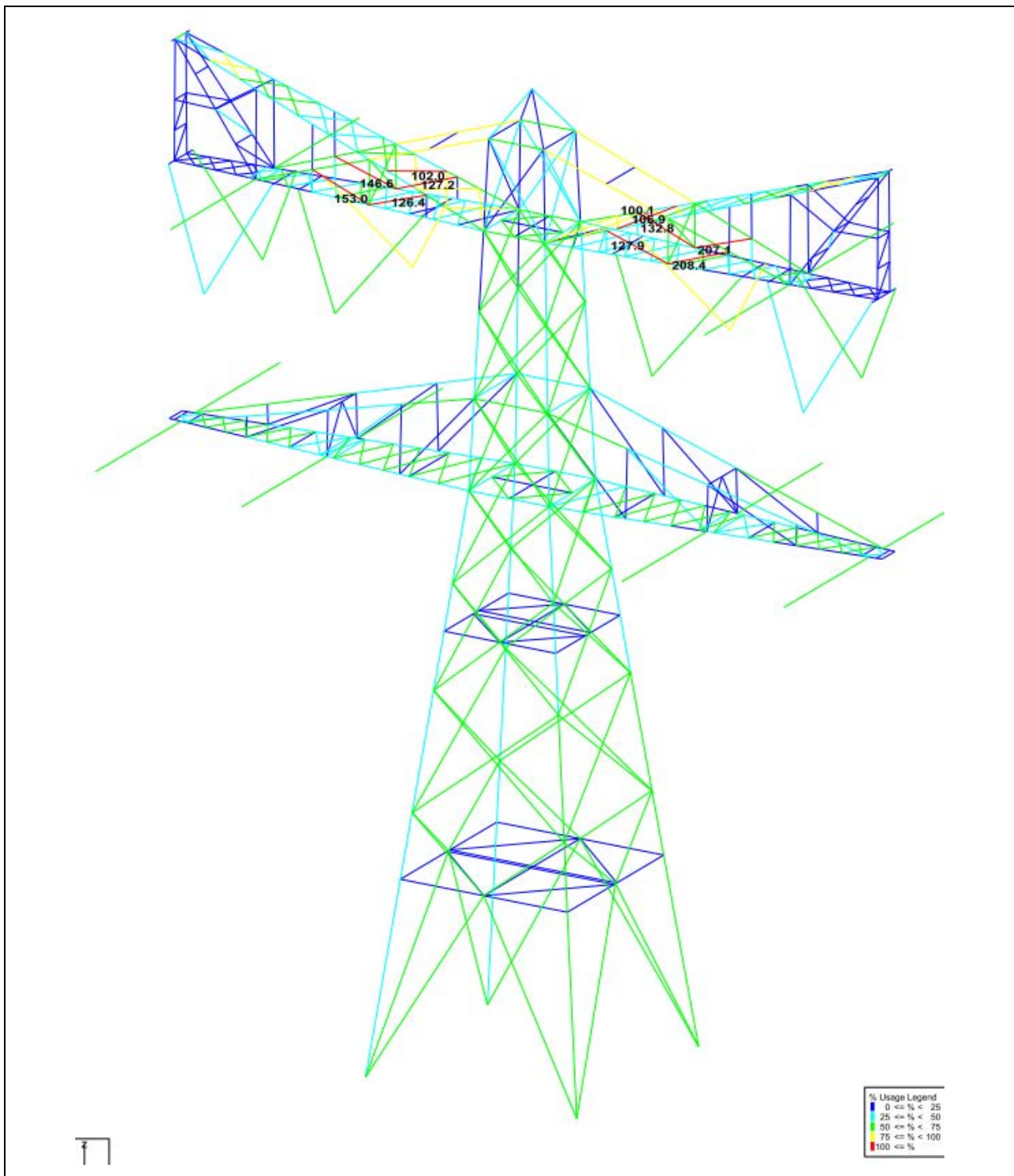
Het resultaat van de controle van de mastconstructie type HB-3/R en HB-3/R\_X met belastingen op afkeurniveau is weergegeven in Figuur 3 en Figuur 4.



**Figuur 3 Resultaat PLS-TOWER HB-3/R (40)**

De diagonalen in één paneel op de boventransverse falen vanwege een te kleine eindafstand van de enkele bout (22mm)





**Figuur 4 Resultaat PLS-TOWER HB-3/R\_X II (6)**

De toegevoegde constructie van de faseomzetting resulteert in een overbelaste knikverkort in de boventransverse. De hoofdprofielen hebben voldoende capaciteit.

De resultaten van de controles van profielen, knikverkorters en ankers randstijl zijn opgenomen in Tabel 4.

**Tabel 4 Samenvatting controle**

Controle van	Beoordeling		Referentie
Profielen		Voldoen niet	Figuur 3 Figuur 4 Appendix B
Knikverkorters	Voldoen		Appendix C
Blokdeuvels	Voldoen		Appendix D

## 5 AANPASSINGEN

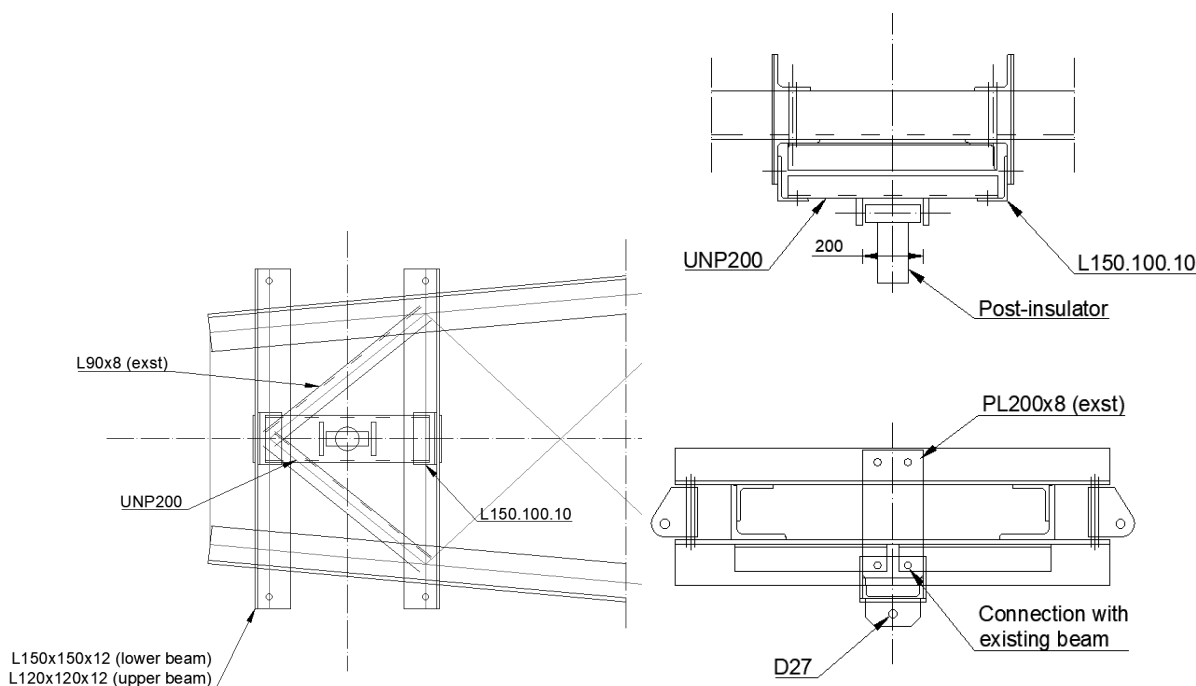
### 5.1 Inleiding

Een versterkingsvoorstel om de mast aan afkeurniveau te laten voldoen is uitgewerkt. Dit voorstel bevat de volgende maatregelen:

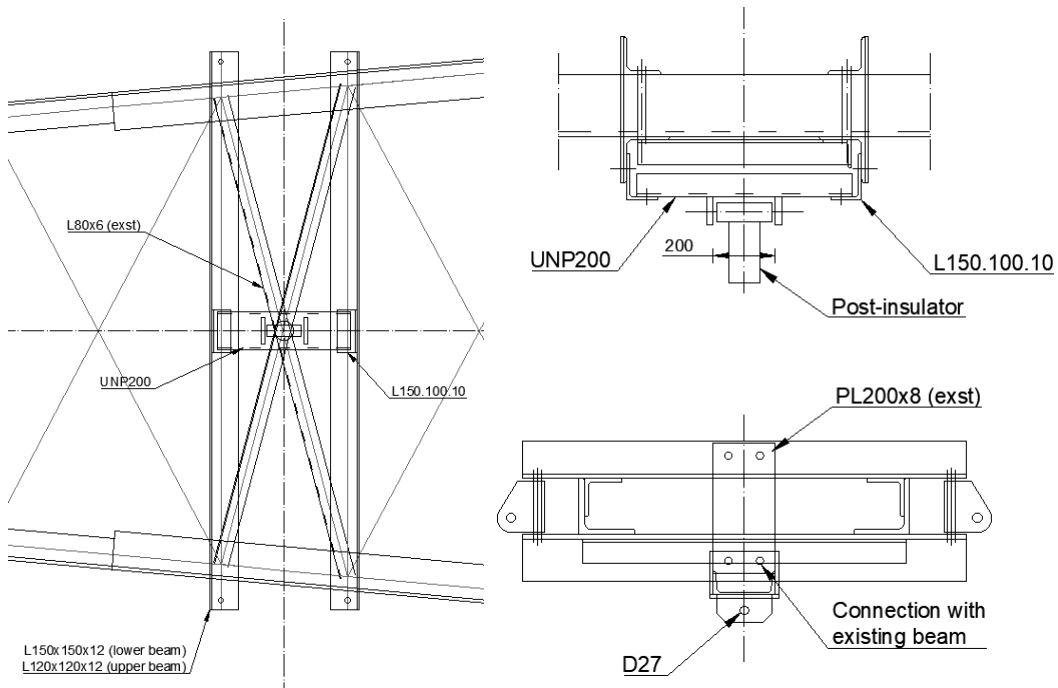
- Voorstel voor de verbinding van de 'post-isolator' (voor mast nummer 40)
- Vervangen van de horizontale diagonalen in de bovenzijde van de boventraverse (voor mastnummer 6 en 40)
- Vervangen van verschillende verticale verzwaringen in de boventraverse (enkel voor mast nummer 6)
- Extra profielen toevoegen voor het dragen van de fasewisseling (enkel voor mastnummer 6)
- Verlengen van het horizontale profiel in de boventraverse (enkel voor mast nummer 6)

### 5.2 Aanpassingen

Volgens de resultaten in Appendix B dienen de aanpassingen welke toegepast worden in dit hoofdstuk toegelicht te worden. DNV heeft een voorstel voorzien met betrekking tot de verbinding van de 'post-isolators' deze zijn weergegeven in Figuur 5 en Figuur 6.

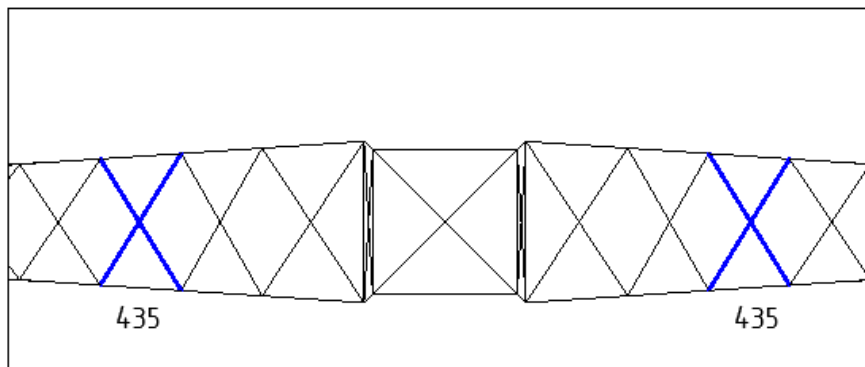


**Figuur 5** Verbinding van de 'post-isolator' aan het einde van de traverse

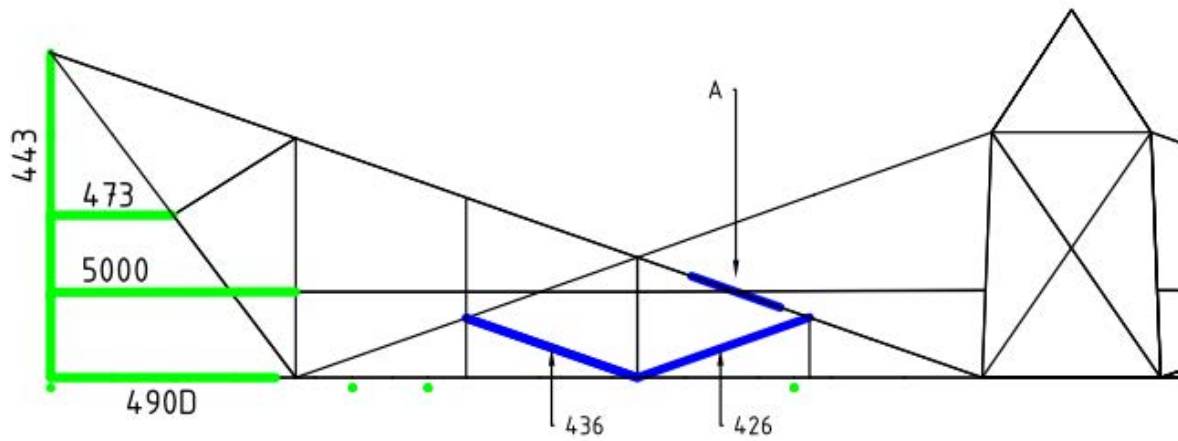


**Figuur 6** Verbinding van de 'post-insulator' in het midden van de traverse

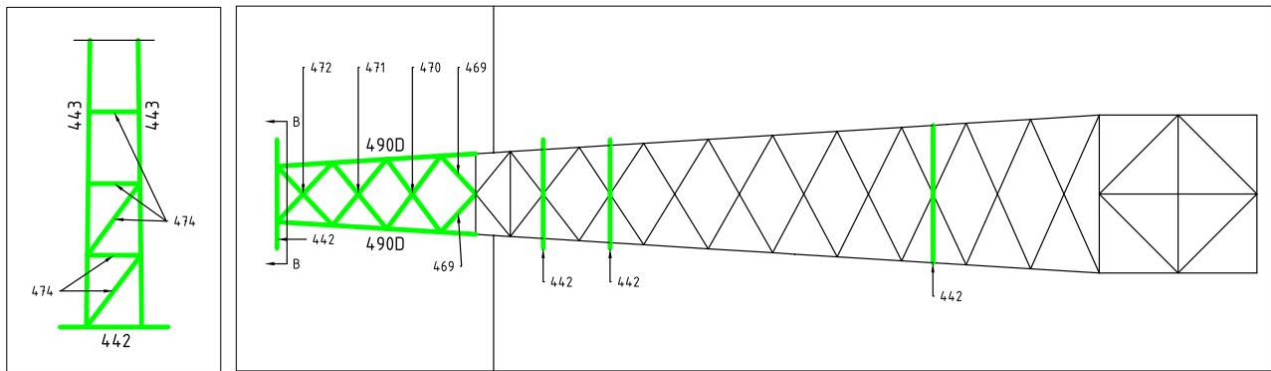
In de volgende figuur zijn de horizontale diagonalen weergegeven welke vervangen dienen te worden voor beide masten.



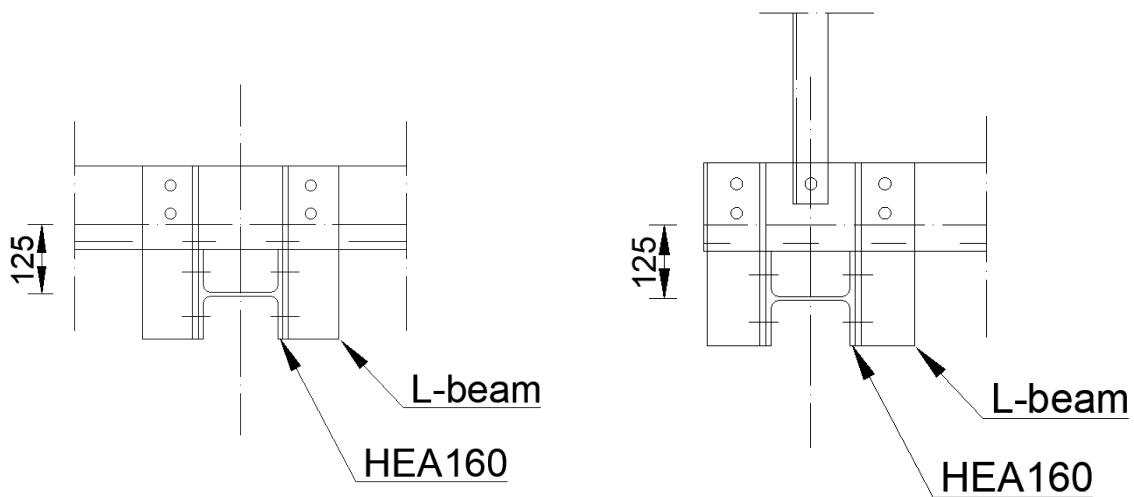
**Figuur 7** Bovenaanzicht – boventraverse HB-3/R (40) en HB-3/R\_X (6)

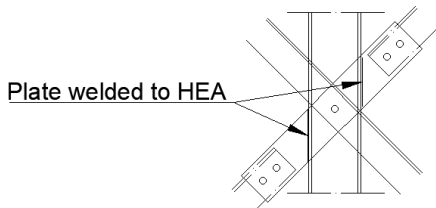
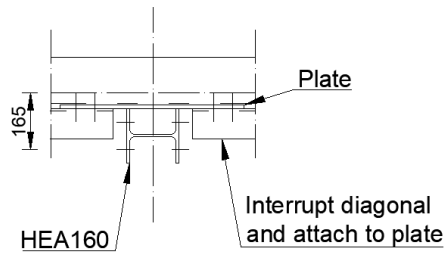


Figuur 8 Vooraanzicht – boventraverse van mast 6



Figuur 9 Bovenaanzicht – Boventraverse mast 6





**Figuur 10 Principedetails voor mast 6**

Informatie met betrekking tot de profielmaten en de boutmaten zijn te vinden in de tekeningen in Appendix E. De maten zijn weergegeven in Tabel 5 en Tabel 6. Het gewicht van eventueel benodigde schetsplaten en ander hulpstaal als onderdeel van de verbinding is niet meegenomen.

**Tabel 5 Gewichten HB-3/R\_X II (6) van toegevoegde knikverkorters en uitgewisselde profielen**

Group Label	Profile ini.	Material ini.	Bolts ini.	Profile new	Material new	Bolts new	Mitigation	Number	Length (m)	Weight (kg)
435	L60x6	S235	1M16-8.8t	L60x6	S355	1M16-8.8t	Profile exchanged	4	2.83	61.3
426	L50x5	S235	1M16-8.8t	L70x7	S355	1M16-8.8t	Profile exchanged	4	2.98	88.0
436	L50x5	S235	1M16-8.8t	L70x7	S355	1M16-8.8t	Profile exchanged	4	2.96	87.4
490D				L150x14	S355	M20-8.8t	Profile added	4	3.67	463.9
469				L50x5	S355	M16-8.8t	Profile added	4	0.95	14.3
470				L50x5	S355	M16-8.8t	Profile added	4	1.67	25.2
471				L50x5	S355	M16-8.8t	Profile added	4	1.57	23.7
472				L50x5	S355	M16-8.8t	Profile added	4	1.49	22.5
473				L60x6	S355	M16-8.8t	Profile added	4	2.0	43.4
474				L50x5	S355	M16-8.8t	Profile added	10	1.32	49.7
442				HEA160	S355	M20-8.8t	Profile added	8	2.0	486.4
443				L60x6	S355	M16-8.8t	Profile added	4	5.3	114.9
5000				L60x6	S355	M16-8.8t	Profile added	4	4.0	86.7
									146.9	1567.5

**Tabel 6 Gewichten HB-3/R (40) van toegevoegde knikverkorters en uitgewisselde profielen**

Group Label	Profile ini.	Material ini.	Bolts ini.	Profile new	Material new	Bolts new	Mitigation	Number	Length (m)	Weight (kg)
435	L60x6	S235	1M16-8.8t	L60x6	S355	1M16-8.8t	Profile exchanged	4	2.83	61.3
									11.32	61.3

### 5.3 Eisenverificatie

De verificatie van de van toepassing zijnde eisen is uitgevoerd in onderstaande Tabel 7.

**Tabel 7 Verificatie eisen**

Eis Id	Eis Tekst	Ja	Nee	N.v.t.	Toelichting
BO Eis: H2.7-6	Aanpassingen uitvoerbaar?	X			De toe te voegen staalonderdelen zijn met geboute verbindingen te bevestigen. Dit is een bewezen methode.
PVE.05.001 5.14	Staaldelen in nabijheid van klimweg gewijzigd?			X	De wijzigingen in de nabijheid van de klimweg (knikverkorters) zijn in te passen zonder negatieve invloed op de begaanbaarheid.
	Klimvoorziening nog in overeenstemming is met de NEN 1060:1987?			X	Geen wijzigingen



## 6 REFERENTIES

- [1] „002.515.40 0825824 - 21-0462 - Verificatie & validatieplan 380kV verbinding Ens - Zwolle”.
- [2] „002.515.40 0825812 - 20-1465 - E-studie deel 1 380kV verbinding Ens - Zwolle”.
- [3] „002.515.40 0825820 - 20-1245 - Uitgangspuntenrapport 380kV verbinding Ens - Zwolle”.





## **APPENDIX A**

### **Geleiderbelastingen**

---



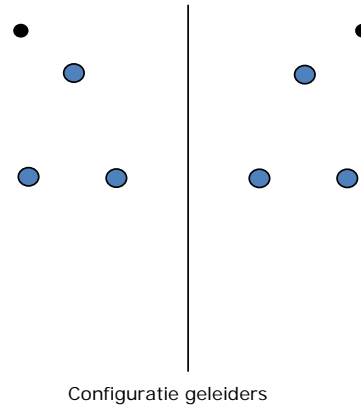
Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R  
 Number: 40

Auteur: TBR  
 Versie: v11.6

Conductor loads

General  
 Description HB-3\_R  
 Tower type Hoekmast  
 Number of circuits 2  
 Configuration 2-circuit-donau  
 Number of earth wires 2

Starting points  
 Norm NEN-EN50341-2-15:2019  
 Consequence class CC2-0  
 Reliability level initial Afkeur CC2-0  
 Reference period initial 30 jaar  
 Consequence class modified CC2  
 Reliability level modified Verbouw  
 Reference period modified 50 jaar  
 Wind zone III  
 Terrain category 24.5 m/s  
 Reduction factor  $C_{dir}$  II  
 Ice region phase conductor 1.00  
 Ice region earth conductor B  
 B



Conductors back

Description	Voltage	Conductor Back	Bundle Ba	Ice region	Additional weight	Additional diameter	Catenary $P_{back}$
Circuit 1	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	1760
Circuit 2	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	1760
Bliksemdraad 1		OPGW 226	1	B	3 %	3 %	2100
Bliksemdraad 2		OPGW 226	1	B	3 %	3 %	2100

Conductors ahead

Description	Voltage	Conductor Ahead	Bundle Ah	Ice region	Additional weight	Additional diameter	Catenary $P_{ahead}$
Circuit 1	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	1760
Circuit 2	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	1760
Bliksemdraad 1		OPGW 226	1	B	3 %	3 %	2100
Bliksemdraad 2		OPGW 226	1	B	3 %	3 %	2100

Insulators (1)

Description	Suspension	Weight [kN]	Length [m]	Wind area [m <sup>2</sup> ]
Circuit 1	Afspanketting	2.00	4.50	1.00
Circuit 2	Afspanketting	2.00	4.50	1.00
Bliksemdraad 1	Vast (Bliksemdraad)	0.10	0.30	0.10
Bliksemdraad 2	Vast (Bliksemdraad)	0.10	0.30	0.10

1. Properties apply to the entire isolator set

Suspension height and position in mast

Circuits	Designation	Number	Suspension height	Attach point	Position in tower Horizontal distance
Circuit 1	10	38Oct1f1	25.2 m	25.2 m	-16.3 m
Circuit 1	11	38Oct1f2	25.2 m	25.2 m	-9.0 m
Circuit 1	12	38Oct1f3	36.5 m	36.5 m	-12.7 m
Circuit 2	21	38Oct2f1	25.2 m	25.2 m	16.3 m
Circuit 2	20	38Oct2f2	25.2 m	25.2 m	9.0 m
Circuit 2	22	38Oct2f3	36.5 m	36.5 m	12.7 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	41.5 m	41.8 m	-16.7 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	41.5 m	41.8 m	16.7 m

Project: ENS-ZL  
Tower: HB-3\_R  
Number: 40

---

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R  
 Number: 40

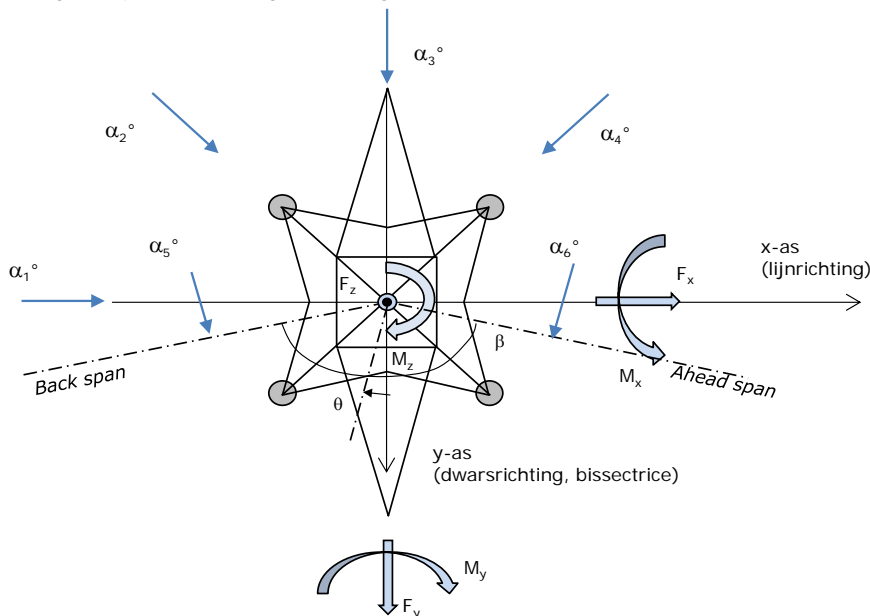
Height adjustment adjacent masts	(wind and weight span adjustment)		
	Back	Ahead	
Height increase for wind pressure	0.0 m	0.0 m	(positive: higher)
Height decrease for vertical load	0.0 m	0.0 m	(negative: decrease, more weight span)
Decrease:	Niet in 0,9EG-combinaties		

Height difference adjacent tower and change of direction with respect to Line direction						
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h_{back}$	$\Delta h_{ahead}$	$\Delta y_{back}$	$\Delta y_{ahead}$
Circuit 1	10	380ct1f1	9.4	2.5 m	0.0	0.0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	9.4	2.5 m	0.0	0.0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	9.4	2.5 m	0.0	0.0 m
Circuit 2	21	380ct2f1	9.4	2.5 m	0.0	0.0 m
Circuit 2	20	380ct2f2	9.4	2.5 m	0.0	0.0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	9.4	2.5 m	0.0	0.0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	9.4	2.5 m	0.0	0.0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	9.4	2.5 m	0.0	0.0 m

Line and tower data		
	Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3/\Sigma L)}$	414.2	222.9 m
Line angle	443.5	338.9 m
Tower orientation with respect to bis $\theta$	$146.1^\circ$	$0^\circ$
Section length	2214	2994 m
Height bottom of tower to ground level	0.5 m	
Wind directions considered	$\alpha_1$	$0^\circ$
Wind directions according to:	$\alpha_2$	$45^\circ$
<i>Geleiderbelastingen</i>	$\alpha_3$	$90^\circ$
	$\alpha_4$	$135^\circ$
	$\alpha_5$	$73.05^\circ$
	$\alpha_6$	$106.95^\circ$

Wind directions apply to the main direction of mast construction, not to the bisector.

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



Project: ENS-ZL  
Tower: HB-3\_R  
Number: 40

Considered number of wind directions

1a	6
3	6
4	1
6	1
Overig	1

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R  
 Number: 40

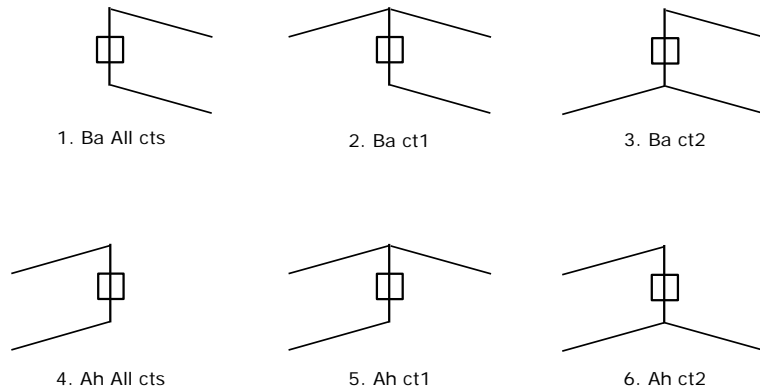
Absence of conductors

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	380ct1f1	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f2	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f3	1	0	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f1	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f2	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f3	0	1	1	0	1	0
Bliksemdraad 1	bl1	1	0	1	0	1	0
Bliksemdraad 2	bl2	0	1	1	0	1	0

Load situations SPLS

Considered situations SPLS: 1 up to 6, All possible situations

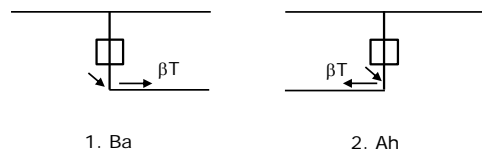
Principle of load situations:



Load situation 5a. Conductor failure

Considered situations conductor failure 5a: 1 and 2, all possible situations

Principle of load situations:



Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R  
 Number: 40

Load situations LC6. Construction and maintenance

Under 6a, the load due to the presence of a line vehicle or line bicycle in combination with point load on the traverse is assessed.

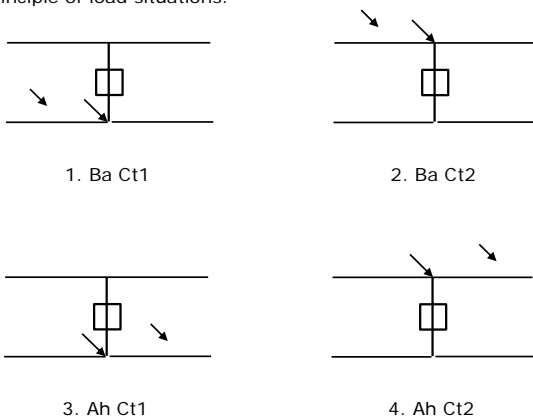
Combination 6b does not contain any loads in conductor or on traverse. This combination has been added to be able to combine with separate control platforms, etc. The situations are applied in ULS and in every SPLS situation (in case of angle tower).

3.0 kN                      2.0 kN  
 1.0 kN                      1.0 kN

Considered situations construction and maintenance 6a: 1 up to 4, all possible situations

Presence line vehicle: Circuit, load present in all conductors of a circuit

Principle of load situations:



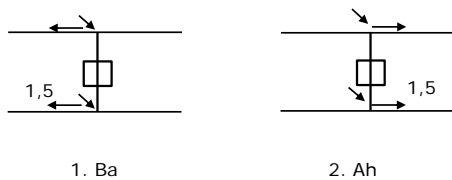
Load situations 8. Galloping as a static load

Conductor		
Suspension tower phase	0.866 W	1.5 W
Suspension tower earth	1.5 EDS	1.5 W
Strain tower phase and earth	1.5 EDS	1.5 W

Considered situations galloping 8: None (existing structure)

Belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders van het circuit.

Principle of load situations:



Load combination 8. Galloping as a dynamic load

Only applies to tension towers

Load consists of EDS tensile load in one of the conductors on one side of the tower

Can be converted by user to fatigue spectrum via the load spectrum of table 4.11 / NL.1



Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R  
 Number: 40

Tower structure

Properties

Tower type	Hoekmast
Tower designation	HB-3_R
Base plate w.r.t. ground level	0.5 m
Tower height w.r.t. base plate	42.5 m
Tower self weight	440.0 kN

<i>Width and slope at foundation</i>	x-ri.	y-ri.
Leg spread	10.00	10.00 m
Inclination of main leg	0.123	0.123 -
Horizontal force factor	1.3	1.3 -

Calculation Wind load

Dynamic factor $G_T$	1.00 ( <i>Masthoogte &lt; 60 m</i> )
Wind load diagonally to tower body proportional to:	$(A1C1\sin^2(\phi) + A2C2\cos^2(\phi))$
Wind load diagonally on traverse proportional to:	$(A1C1\sin^2(\phi) + A2C2\cos^2(\phi))$
Magnification factor diagonal wind to tower body	$(1 + 0,2\sin^2(2\phi))$
Magnification factor diagonal wind to cross arm	$(1 + 0,2\sin^2(2\phi))$
Magnification factor wind parallel to perpendicular to cross ar	0.4

Properties mast sections longitudinal direction (front view, yz plane)

Description	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	11.36	10.00	7.21	11.36	0.123	97.72	16.23	0.17	3.08
Eerste tussenstuk	16.61	7.21	5.91	5.25	0.123	34.43	5.93	0.17	3.05
Tweede tussenstuk	25.20	5.91	3.80	8.59	0.123	41.72	10.36	0.25	2.73
Bovenstuk 1	33.00	3.80	3.19	7.80	0.039	27.25	6.48	0.24	2.77
Bovenstuk 2	40.50	3.19	2.60	7.50	0.039	21.70	5.22	0.24	2.76
Topstuk	42.50	2.60		2.00		2.60	0.40	0.15	3.14
Ondertraverse	25.20	14.40		4.00		28.80	6.32	0.22	2.85
Boventraverse	36.50	15.20		5.30		40.28	6.91	0.17	3.06

Properties tower sections transversal direction (side view, xz plane)

Description	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	11.36	10.00	7.21	11.36	0.123	97.72	16.23	0.17	3.08
Eerste tussenstuk	16.61	7.21	5.91	5.25	0.123	34.43	5.93	0.17	3.05
Tweede tussenstuk	25.20	5.91	3.80	8.59	0.123	41.72	10.36	0.25	2.73
Bovenstuk 1	33.00	3.80	3.19	7.80	0.039	27.25	6.48	0.24	2.77
Bovenstuk 2	40.50	3.19	2.60	7.50	0.039	21.70	5.22	0.24	2.76
Topstuk	42.50	2.60		2.00		2.60	0.40	0.15	3.14
Ondertraverse	25.20	14.40		4.00		28.80	6.32	0.22	2.85
Boventraverse	36.50	15.20		5.30		40.28	6.91	0.17	3.06

Note: Surface transverse direction is reduced in calculation.

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R  
 Number: 40

Wind surface feeders telecom installations

Part	A (m <sup>2</sup> /m)	Factor	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk				
Eerste tussenstuk				
Tweede tussenstuk				
Bovenstuk 1				
Bovenstuk 2				

Input antennas

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

Tower section loads longitudinal (x-direction) per wind direction

Description	p <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>x1</sub> [kN]	F <sub>x2</sub> [kN]	F <sub>x3</sub> [kN]	F <sub>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>y1</sub> [kNm]	M <sub>y2</sub> [kNm]	M <sub>y3</sub> [kNm]	M <sub>y4</sub> [kNm]
Broekstuk	0.70	35.1	29.8	0.0	-29.8	5.7	199.3	169.1	0.0	-169.1
Eerste tussenstuk	0.78	14.2	12.1	0.0	-12.1	14.0	198.8	168.7	0.0	-168.7
Tweede tussenstuk	0.89	25.2	21.3	0.0	-21.3	20.9	525.8	446.2	0.0	-446.2
Bovenstuk 1	0.98	17.7	15.0	0.0	-15.0	29.1	514.6	436.7	0.0	-436.7
Bovenstuk 2	1.05	15.1	12.8	0.0	-12.8	36.8	553.8	469.9	0.0	-469.9
Topstuk	1.08	1.4	1.2	0.0	-1.2	41.5	56.3	47.8	0.0	-47.8
Ondertraverse	0.95	34.3	20.4	0.0	-20.4	26.5	911.4	541.3	0.0	-541.3
Boventraverse	1.06	44.7	26.5	0.0	-26.5	38.3	1710.0	1015.7	0.0	-1015.7
<b>Totaal</b>		<b>187.6</b>	<b>139.1</b>	<b>0.0</b>	<b>-139.1</b>		<b>4670.0</b>	<b>3295.3</b>	<b>0.0</b>	<b>-3295.3</b>

Tower section loads transversal (y-direction) per wind direction

Description	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>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>x1</sub> [kNm]	M <sub>x2</sub> [kNm]	M <sub>x3</sub> [kNm]	M <sub>x4</sub> [kNm]
Broekstuk	0.70	0.0	29.8	35.1	29.8	5.7	0.0	169.1	199.3	169.1
Eerste tussenstuk	0.78	0.0	12.1	14.2	12.1	14.0	0.0	168.7	198.8	168.7
Tweede tussenstuk	0.89	0.0	21.3	25.2	21.3	20.9	0.0	446.2	525.8	446.2
Bovenstuk 1	0.98	0.0	15.0	17.7	15.0	29.1	0.0	436.7	514.6	436.7
Bovenstuk 2	1.05	0.0	12.8	15.1	12.8	36.8	0.0	469.9	553.8	469.9
Topstuk	1.08	0.0	1.2	1.4	1.2	41.5	0.0	47.8	56.3	47.8
Ondertraverse	0.95	0.0	20.4	13.7	20.4	26.5	0.0	541.3	364.5	541.3
Boventraverse	1.06	0.0	26.5	17.9	26.5	38.3	0.0	1015.7	684.0	1015.7
<b>Total</b>		<b>0.0</b>	<b>139.1</b>	<b>140.2</b>	<b>139.1</b>		<b>0.0</b>	<b>3295.3</b>	<b>3097.2</b>	<b>3295.3</b>

Resulting loads from mast construction incl. Antenna without conductors level foundation (char. Value)

Load / wind direction	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	440	0	0	0
Windrichting 0°	188	0	0	0	4670	0
Windrichting 45°	139	139	0	3295	3295	0
Windrichting 90°	0	140	0	3097	0	0
Windrichting 135°	-139	139	0	3295	-3295	0

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R  
 Number: 40

Intermediate results for conductor loads

Conductors back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	αT [-]
Circuit 1	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Circuit 2	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Bliksemdraad 1	OPGW 226	21.7	264.0	9.80	81000	2.30E-05
Bliksemdraad 2	OPGW 226	21.7	264.0	9.80	81000	2.30E-05

Conductors ahead

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	αT [-]
Circuit 1	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Circuit 2	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Bliksemdraad 1	OPGW 226	21.7	264.0	9.80	81000	2.30E-05
Bliksemdraad 2	OPGW 226	21.7	264.0	9.80	81000	2.30E-05

Vertical load back

Circuit	Bundle [-]	Additional [%]	w <sub>z,G</sub> [N/m]	Ice region	Formula	w <sub>z,ijs</sub> [N/m]	w <sub>z,ijs,bundel</sub> [N/m]
Circuit 1	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Circuit 2	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Bliksemdraad 1	1	3	10.1	B	4+0,2d	8.3	8.3
Bliksemdraad 2	1	3	10.1	B	4+0,2d	8.3	8.3

Vertical load ahead

Circuit	Bundle [-]	Additional [%]	w <sub>z,G</sub> [N/m]	Ice region	Formula	w <sub>z,ijs</sub> [N/m]	w <sub>z,ijs,bundel</sub> [N/m]
Circuit 1	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Circuit 2	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Bliksemdraad 1	1	3	10.1	B	4+0,2d	8.3	8.3
Bliksemdraad 2	1	3	10.1	B	4+0,2d	8.3	8.3

Insulators

Conductor	G <sub>isolator</sub> [kN]	Number	F <sub>v,iso</sub> [kN]	Length [m]	Wind surf. [m <sup>2</sup> ]	Wind height [m]	Pressure [kN/m <sup>2</sup> ]	Drag factor [-]	F <sub>h,iso</sub> [kN]
380ct1f1	2.00	1	2	4.5	1.0	25.70	0.95	1.2	1.13
380ct1f2	2.00	1	2	4.5	1.0	25.70	0.95	1.2	1.13
380ct1f3	2.00	1	2	4.5	1.0	37.00	1.05	1.2	1.26
380ct2f1	2.00	1	2	4.5	1.0	25.70	0.95	1.2	1.13
380ct2f2	2.00	1	2	4.5	1.0	25.70	0.95	1.2	1.13
380ct2f3	2.00	1	2	4.5	1.0	37.00	1.05	1.2	1.26
bl1	0.10	0.5	0.05	0.3	0.1	42.00	1.08	1.2	0.13
bl2	0.10	0.5	0.05	0.3	0.1	42.00	1.08	1.2	0.13

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R  
 Number: 40

Wind load back

Conductor	Height		G <sub>c_dwars</sub> [-]	G <sub>c_trek</sub> [-]	C <sub>c</sub> [-]	d <sub>additional</sub> [mm]	W <sub>y</sub> [N/m]	W <sub>y,section</sub> [N/m]	D <sub>ijs,additional</sub> [mm]	W <sub>y,ijs</sub> [N/m]	W <sub>y,ijs,section</sub> [N/m]
	wind [m]	Pressure [kN/m <sup>2</sup> ]									
380ct1f1	22.3	0.91	0.57	0.50	1.12	28.53	49.7	43.1	47.4	88.3	76.6
380ct1f2	22.3	0.91	0.57	0.50	1.12	28.53	49.7	43.1	47.4	88.3	76.6
380ct1f3	33.6	1.02	0.60	0.52	1.09	28.53	57.5	49.8	47.4	105.1	91.1
380ct2f1	22.3	0.91	0.57	0.50	1.12	28.53	49.7	43.1	47.4	88.3	76.6
380ct2f2	22.3	0.91	0.57	0.50	1.12	28.53	49.7	43.1	47.4	88.3	76.6
380ct2f3	33.6	1.02	0.60	0.52	1.09	28.53	57.5	49.8	47.4	105.1	91.1
bl1	39.9	1.07	0.62	0.54	1.20	22.35	17.7	15.4	41.8	33.2	28.7
bl2	39.9	1.07	0.62	0.54	1.20	22.35	17.7	15.4	41.8	33.2	28.7

Wind load ahead

Conductor	Height		G <sub>c_dwars</sub> [-]	G <sub>c_trek</sub> [-]	C <sub>c</sub> [-]	d <sub>additional</sub> [mm]	W <sub>y</sub> [N/m]	W <sub>y,section</sub> [N/m]	D <sub>ijs,additional</sub> [mm]	W <sub>y,ijs</sub> [N/m]	W <sub>y,ijs,section</sub> [N/m]
	wind [m]	Pressure [kN/m <sup>2</sup> ]									
380ct1f1	24.6	0.93	0.58	0.49	1.11	28.53	51.5	43.6	47.4	92.1	77.9
380ct1f2	24.6	0.93	0.58	0.49	1.11	28.53	51.5	43.6	47.4	92.1	77.9
380ct1f3	35.9	1.04	0.61	0.51	1.09	28.53	58.8	49.6	47.4	108.0	91.1
380ct2f1	24.6	0.93	0.58	0.49	1.11	28.53	51.5	43.6	47.4	92.1	77.9
380ct2f2	24.6	0.93	0.58	0.49	1.11	28.53	51.5	43.6	47.4	92.1	77.9
380ct2f3	35.9	1.04	0.61	0.51	1.09	28.53	58.8	49.6	47.4	108.0	91.1
bl1	41.3	1.08	0.62	0.52	1.20	22.35	18.0	15.1	41.8	33.6	28.4
bl2	41.3	1.08	0.62	0.52	1.20	22.35	18.0	15.1	41.8	33.6	28.4

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R  
 Number: 40

Conductor loads

Auteur: TBR  
 Versie: v11.6

Starting points  
 Consequence class Afkeur CC2-0  
 Reference period 30 jaar

ULS (strength)		NEN-EN50341-2-15:2019		$\gamma_0$			$\gamma_a$	
Load case	description	Temp °C	$\gamma_G$ $G_{k,mast}$	$\gamma_G$ $G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{jk}$	$A_k$
ULS 1a	Wind	10°	1.05	1.05	0.00	1.12	0.00	0.0
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk only tower	10°	0.90	1.05	0.00	1.12	0.00	0.0
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk conductors too	10°	0.90	0.90	0.00	1.12	0.00	0.0
ULS 3	Wind+ice	-5°	1.05	1.05	0.00	0.34	0.97	0.0
ULS 3_0,9	Wind+ice 0,9Gk	-5°	0.90	1.05	0.00	0.34	0.97	0.0
ULS 4	Cold+wind	-20°	1.05	1.05	0.00	0.22	0.00	0.0
ULS 4_0,9	Cold+wind 0,9Gk	-20°	0.90	1.05	0.00	0.22	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°	1.05	1.05	1.20	0.22	0.00	0.0
ULS 6_0,9	Construction + maintenance	5°	1.05	1.05	0.00	0.22	0.00	0.0
ULS 7	Permanent	10°	1.15	1.15	0.00	0.00	0.00	0.0
ULS 8	Special	10°	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.0
SPLS (strength, for angle towers: absence of conductors)			$\gamma_G$ $G_k$		$\gamma_0$			$A_k$
SPLS 1a	Wind	10°	1.05	1.05	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0.90	1.05	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9	10°	0.90	1.05	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 3	Wind+ice	-5°	1.05	1.05	0.0	0.36	0.34	0.0
SPLS 3_0,9	Wind+ice 0,9	-5°	0.90	1.05	0.0	0.36	0.34	0.0
SPLS 4	Cold+wind	-20°	1.05	1.05	0.0	0.24	0.00	0.0
SPLS 4_0,9	Cold+wind 0,9	-20°	0.90	1.05	0.0	0.24	0.00	0.0
SPLS 6	Maintenance	5°	1.05	1.05	1.2	0.24	0.0	0.0
SPLS 6_0,9	Maintenance	5°	1.05	1.05	0.0	0.24	0.0	0.0
SLS (deformations, fatigue, EDS)			$G_k$		$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{jk}$	$A_k$
SLS 1a	Wind	10°	1.00	1.00	0.0	0.94	0.0	0.0
SLS 3	Wind+ice	-5°	1.00	1.00	0.0	0.28	0.88	0.0
SLS 4	Wind	-20°	1.00	1.00	0.0	0.19	0.0	0.0
SLS 6	Maintenance	5°	1.00	1.00	0.0	0.19	0.0	0.0
SLS 7	EDS, no wind	10°	1.00	1.00	0.0	0.00	0.0	0.0

Number of wind directions 6  
 Number of load combinations for ULS 54  
 Number of load combinations for SPLS 222  
 Number of load combinations for SLS 15  
 Number of concentrated loads 5238

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R  
 Number: 40

Summary table - Conductor loads

The four tables below show:

- The maximum conductor load in the global axis system, split into proportion of back and ahead span
- The combined conductor load (Ba+Ah) in the global axis system with the maximum tensile force in the local axes. Components Fx and Fy as absolute values
- The everyday (EDS) values of the combined conductor loads (Ba+Ah) with corresponding tensile forces
- Check for uplift, where a negative value indicates uplift

Note: Maximum values for Fx, Fy and Fz do not necessarily belong to the same load combination.

Maximum values for back and ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
b11	-36.8	38.2	14.5	12.1	4.8	3.6
38Oct1f1	-128.1	126.5	45.9	42.6	14.9	9.8
38Oct1f2	-128.1	126.5	45.9	42.6	14.9	9.8
38Oct1f3	-130.0	128.1	49.4	43.7	14.9	9.8
38Oct2f1	-128.1	126.5	45.9	42.6	14.9	9.8
38Oct2f2	-128.1	126.5	45.9	42.6	14.9	9.8
38Oct2f3	-130.0	128.1	49.4	43.7	14.9	9.8
b12	-36.8	38.2	14.5	12.1	4.8	3.6
Post 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Post 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

Min. Weight span (m)				Max. Weight span (m)		
Weight spar Combinatie1				Weight spar Combinatie1		
Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7	Geleider	ULS 1a	ULS 3
b11	216.1	231.3	247.9	b11	248.2	254.3
38Oct1f1	245.4	251.0	259.3	38Oct1f1	259.6	261.4
38Oct1f2	245.4	251.0	259.3	38Oct1f2	259.6	261.4
38Oct1f3	241.6	250.7	259.3	38Oct1f3	259.5	261.4
38Oct2f1	245.4	251.0	259.3	38Oct2f1	259.6	261.4
38Oct2f2	245.4	251.0	259.3	38Oct2f2	259.6	261.4
38Oct2f3	241.6	250.7	259.3	38Oct2f3	259.5	261.4
b12	216.1	231.3	247.9	b12	248.2	254.3
Post 1				Post 1		
Post 2				Post 2		

Envelop of weight span over all combinations (incl. 0,9 combinations)			
For all conductors		Wind / Weight span ratio	
Max. weight span		261.4 m	0.821 -
Min. weight span		197.4 m	0.620 -

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R  
 Number: 40

Maximum values back + ahead span      Maximum tension in conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	38.2	25.2	4.8	-39.2	40.1
380ct1f1	110.4	87.1	14.9	-135.9	133.4
380ct1f2	110.4	87.1	14.9	-135.9	133.4
380ct1f3	110.6	89.6	14.9	-138.3	135.3
380ct2f1	110.4	87.1	14.9	-135.9	133.4
380ct2f2	110.4	87.1	14.9	-135.9	133.4
380ct2f3	110.6	89.6	14.9	-138.3	135.3
bl2	38.2	25.2	4.8	-39.2	40.1
Post 1	2.5	2.5	4.0	0.0	
Post 2	2.5	2.5	4.0	0.0	

EDS-loads conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	20.3	6.2	1.7	-21.2	21.2
380ct1f1	77.9	23.8	9.7	-81.5	81.5
380ct1f2	77.9	23.8	9.7	-81.5	81.5
380ct1f3	77.9	23.8	9.7	-81.5	81.5
380ct2f1	77.9	23.8	9.7	-81.5	81.5
380ct2f2	77.9	23.8	9.7	-81.5	81.5
380ct2f3	77.9	23.8	9.7	-81.5	81.5
bl2	20.3	6.2	1.7	-21.2	21.2
Post 1	0.0	0.0	3.5	0.0	
Post 2	0.0	0.0	3.5	0.0	

1 Control uplift SLS-wind

Combinatie	Geleider	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4	bl1	0.0	0.0
	380ct1f1	0.0	0.0
	380ct1f2	0.0	0.0
	380ct1f3	0.0	0.0
	380ct2f1	0.0	0.0
	380ct2f2	0.0	0.0
	380ct2f3	0.0	0.0
	bl2	0.0	0.0
	Post 1	0.0	
	Post 2	0.0	

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R  
 Number: 40

ULS foundation loads for LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, from conductors

Combination	Combination	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]
ULS 1a_90		-10	556	108	16906	-346	0
ULS 1a_0,9_0		6	327	113	9879	169	65
ULS 1a_0,9_0,9_90		-6	531	90	16182	-214	0
ULS 3_0		-11	495	162	14956	-338	20
SLS 7		0	310	108	9380	0	0

ULS foundation loads, LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, total conductors and tower

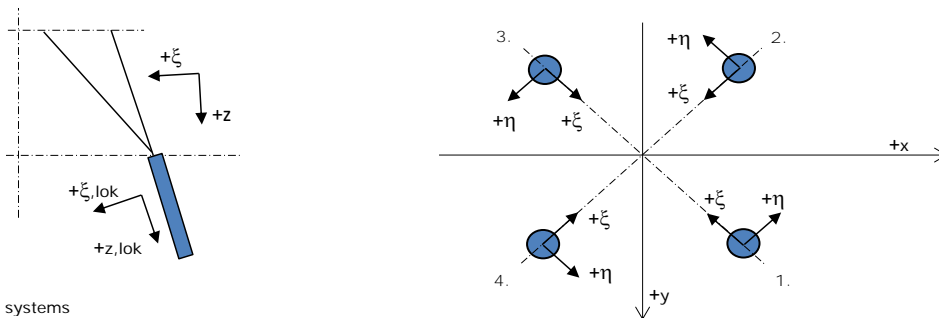
Combination	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
ULS 1a_90	-10	712	570	20365	-346	0
ULS 1a_0,9_0,9_90	-6	688	486	19640	-214	0
SLS 7	0	310	548	9380	0	0

Foundation loads, selection of load combinations based on greatest value

Combination	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]
ULS 1a_90	-10	712	570	20365	-346	0
SPLS 3_0 Ba All Cts	725	199	529	6060	21422	21
SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ah Ct2	-175	338	588	10284	-5139	4830
SPLS 3_73.05 Ah All Cts	-695	303	556	8820	-21105	6

Note: Largest values can appear in multiple combinations, one combination is displayed.

Support reactions per leg



Maximum compression load

Index	Combination	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_106.95 Ba All Cts	263	263	1610	0	-372	-91	1634
2	SPLS 3_0 Ba All Cts	153	-143	900	-7	-210	-53	914
3	SPLS 3_135 Ah All Cts	-137	-124	803	9	-185	-46	815
4	SPLS 3_73.05 Ah All Cts	-266	267	1635	0	-377	-93	1660

Maximum tension load

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_0,9_135 Ah All Cts	-96	-82	-542	-10	126	32	-550
2	SPLS 3_0,9_73.05 Ah All Cts	-225	225	-1373	0	318	79	-1394
3	SPLS 3_0,9_106.95 Ba All Cts	223	223	-1362	0	316	79	-1383
4	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	115	-103	-653	9	154	40	-663

Maximum torsional load (positive)

Index	Combination	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 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	313	77	1190	167	-276	-69	1208
2	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ah Ct2	-223	-19	-624	171	145	36	-634
3	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ah Ct2	-106	141	-110	174	25	5	-112
4	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	113	137	65	176	-17	-6	66

Maximum torsional load (negative)

Index	Combination	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 6a_90 Ah Ct2 Ah Ct1	-63	188	376	-177	-88	-23	381
2	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ah Ct1	23	223	-596	-174	141	38	-605
3	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	271	31	-926	-170	213	52	-940
4	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ah Ct1	-266	28	889	-168	-208	-53	903



Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R  
 Number: 40

Combination Ftensile+Fhor

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_0_9_135 Ah All Cts	-96	-82	-542	-10	126	32	-550
2	SPLS 3_0_9_73.05 Ah Ct1	-278	58	-1031	155	238	58	-1047
3	SPLS 3_0_9_90 Ba Ct1	281	52	-1021	-162	235	58	-1036
4	SPLS 3_0_9_0 Ba All Cts	115	-103	-653	9	154	40	-663

Permanent load

Index	Combination	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	97	99	606	-2	-139	-33	615
2	SLS 7	-53	56	-332	-2	77	19	-337
3	SLS 7	53	56	-332	2	77	19	-337
4	SLS 7	-97	99	606	2	-139	-33	615

Envelope of load combinations for all of the legs

Index	Combination	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. pressure	SPLS 3_73.05 Ah All Cts	-266	267	1635	0	-377	-93	1660
Max. tension	SPLS 3_0_9_73.05 Ah All Cts	-225	225	-1373	0	318	79	-1394
Max. pos. torsie	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	113	137	65	176	-17	-6	66
Max. neg. torsie	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ah Ct1	-63	188	376	-177	-88	-23	381
Comb. tension+torsie	SPLS 3_0_9_90 Ba Ct1	281	52	-1021	-162	235	58	-1036

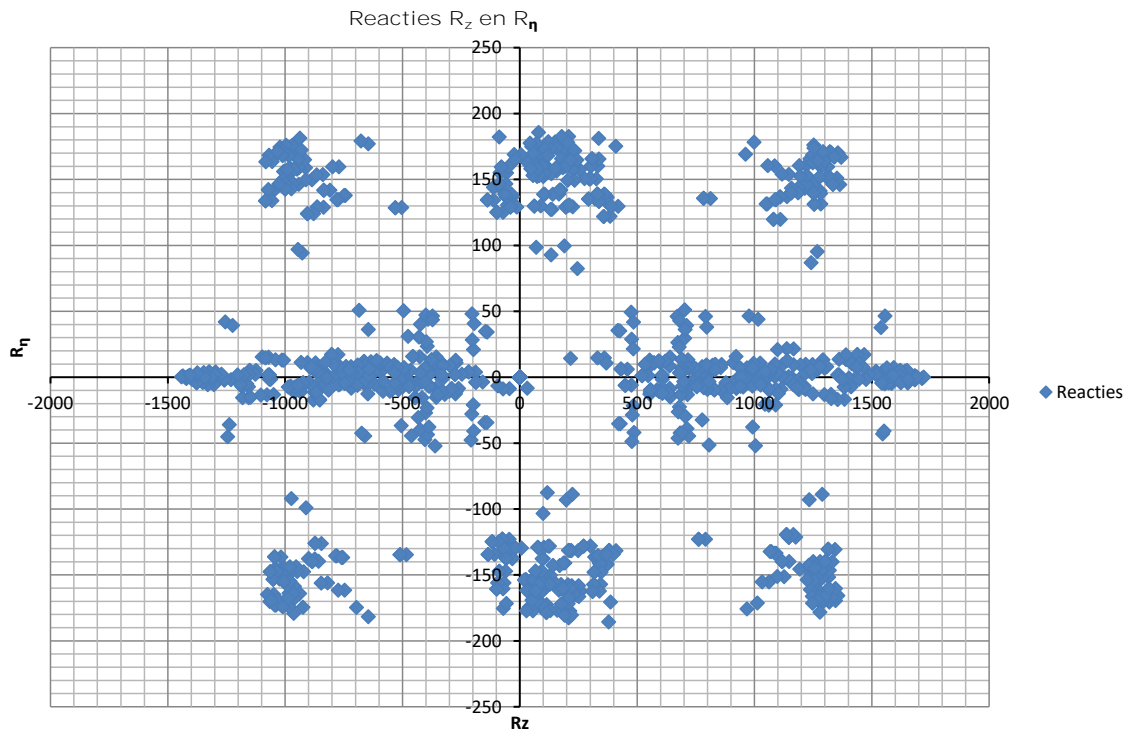
Maximum tension load - SLS

Index	Combination	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	97	99	606	-2	-139	-33	615
2	SLS 1a_90	-125	138	-782	-9	186	50	-794
3	SLS 1a_90	122	135	-763	9	182	49	-774
4	SLS 1a_0	-50	65	381	10	-81	-15	387

Maximum compression load - SLS

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 1a_90	166	178	1034	-9	-243	-63	1050
2	SLS 1a_0	-9	18	-107	-6	19	1	-109
3	SLS 7	53	56	-332	2	77	19	-337
4	SLS 1a_90	-168	182	1054	9	-247	-64	1069

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R  
 Number: 40



Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R  
 Number: 40

Conductor loads Auteur: TBR  
Versie: v11.6

Starting points  
 Consequence class Verbouw CC2  
 Reference period 50 jaar

ULS (strength)		NEN-EN50341-2-15:2019						
Load case	description	Temp °C	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_O$			
			$G_{k,mast}$	$G_{k,geleider}$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{jk}$	$\gamma_a$
								$A_k$
ULS 1a	Wind	10°	1.15	1.15	0.00	1.40	0.00	0.0
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk only tower	10°	0.90	1.15	0.00	1.40	0.00	0.0
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk conductors too	10°	0.90	0.90	0.00	1.40	0.00	0.0
ULS 3	Wind+ice	-5°	1.15	1.15	0.00	0.42	1.30	0.0
ULS 3_0,9	Wind+ice 0,9Gk	-5°	0.90	1.15	0.00	0.42	1.30	0.0
ULS 4	Cold+wind	-20°	1.15	1.15	0.00	0.28	0.00	0.0
ULS 4_0,9	Cold+wind 0,9Gk	-20°	0.90	1.15	0.00	0.28	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°	1.15	1.15	1.30	0.28	0.00	0.0
ULS 6_0,9	Construction + maintenance	5°	1.15	1.15	0.00	0.28	0.00	0.0
ULS 7	Permanent	10°	1.30	1.30	0.00	0.00	0.00	0.0
ULS 8	Special	10°	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.0
SPLS (strength, for angle towers: absence of conductors)				$\gamma_G$	$\gamma_O$			
				$G_k$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{jk}$	$A_k$
SPLS 1a	Wind	10°	1.15	1.15	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0.90	1.15	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9	10°	0.90	1.15	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 3	Wind+ice	-5°	1.15	1.15	0.0	0.36	0.34	0.0
SPLS 3_0,9	Wind+ice 0,9	-5°	0.90	1.15	0.0	0.36	0.34	0.0
SPLS 4	Cold+wind	-20°	1.15	1.15	0.0	0.24	0.00	0.0
SPLS 4_0,9	Cold+wind 0,9	-20°	0.90	1.15	0.0	0.24	0.00	0.0
SPLS 6	Maintenance	5°	1.15	1.15	1.2	0.24	0.0	0.0
SPLS 6_0,9	Maintenance	5°	1.15	1.15	0.0	0.24	0.0	0.0
SLS (deformations, fatigue, EDS)				$G_k$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{jk}$	$A_k$
SLS 1a	Wind	10°	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0
SLS 3	Wind+ice	-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	Maintenance	5°	1.00	1.00	0.0	0.20	0.0	0.0
SLS 7	EDS, no wind	10°	1.00	1.00	0.0	0.00	0.0	0.0

Number of wind directions 6  
 Number of load combinations for ULS 54  
 Number of load combinations for SPLS 222  
 Number of load combinations for SLS 15  
 Number of concentrated loads 5238

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R  
 Number: 40

Summary table - Conductor loads

The four tables below show:

- The maximum conductor load in the global axis system, split into proportion of back and ahead span
- The combined conductor load (Ba+Ah) in the global axis system with the maximum tensile force in the local axes. Components Fx and Fy as absolute values
- The everyday (EDS) values of the combined conductor loads (Ba+Ah) with corresponding tensile forces
- Check for uplift, where a negative value indicates uplift

Note: Maximum values for Fx, Fy and Fz do not necessarily belong to the same load combination.

Maximum values for back and ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-42.2	40.5	17.2	14.0	5.3	3.9
38Oct1f1	-147.7	143.9	53.5	48.9	17.6	10.8
38Oct1f2	-147.7	143.9	53.5	48.9	17.6	10.8
38Oct1f3	-150.1	145.9	58.4	50.3	17.6	10.8
38Oct2f1	-147.7	143.9	53.5	48.9	17.6	10.8
38Oct2f2	-147.7	143.9	53.5	48.9	17.6	10.8
38Oct2f3	-150.1	145.9	58.4	50.3	17.6	10.8
bl2	-42.2	40.5	17.2	14.0	5.3	3.9
Post 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Post 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

Min. Weight span (m)				Max. Weight span (m)		
Weight spar Combinatie1				Weight spar Combinatie1		
Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7	Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	213.2	231.1	247.9	bl1	249.6	257.9
38Oct1f1	243.9	250.9	259.3	38Oct1f1	260.3	263.4
38Oct1f2	243.9	250.9	259.3	38Oct1f2	260.3	263.4
38Oct1f3	239.8	250.6	259.3	38Oct1f3	260.3	263.4
38Oct2f1	243.9	250.9	259.3	38Oct2f1	260.3	263.4
38Oct2f2	243.9	250.9	259.3	38Oct2f2	260.3	263.4
38Oct2f3	239.8	250.6	259.3	38Oct2f3	260.3	263.4
bl2	213.2	231.1	247.9	bl2	249.6	257.9
Post 1				Post 1		
Post 2				Post 2		

Envelop of weight span over all combinations (incl. 0,9 combinations)			
For all conductors		Wind / Weight span ratio	
Max. weight span		263.4 m	0.827 -
Min. weight span		180.6 m	0.567 -

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R  
 Number: 40

Maximum values back + ahead span      Maximum tension in conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	39.3	29.4	5.3	-45.0	42.5
380ct1f1	115.9	100.7	17.6	-156.9	151.9
380ct1f2	115.9	100.7	17.6	-156.9	151.9
380ct1f3	116.0	103.9	17.6	-159.8	154.2
380ct2f1	115.9	100.7	17.6	-156.9	151.9
380ct2f2	115.9	100.7	17.6	-156.9	151.9
380ct2f3	116.0	103.9	17.6	-159.8	154.2
bl2	39.3	29.4	5.3	-45.0	42.5
Post 1	3.2	3.2	4.6	0.0	
Post 2	3.2	3.2	4.6	0.0	

EDS-loads conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	20.3	6.2	1.7	-21.2	21.2
380ct1f1	77.9	23.8	9.7	-81.5	81.5
380ct1f2	77.9	23.8	9.7	-81.5	81.5
380ct1f3	77.9	23.8	9.7	-81.5	81.5
380ct2f1	77.9	23.8	9.7	-81.5	81.5
380ct2f2	77.9	23.8	9.7	-81.5	81.5
380ct2f3	77.9	23.8	9.7	-81.5	81.5
bl2	20.3	6.2	1.7	-21.2	21.2
Post 1	0.0	0.0	3.5	0.0	
Post 2	0.0	0.0	3.5	0.0	

1 Control uplift SLS-wind

Combinatie	Geleider	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4	bl1	0.0	0.0
	380ct1f1	0.0	0.0
	380ct1f2	0.0	0.0
	380ct1f3	0.0	0.0
	380ct2f1	0.0	0.0
	380ct2f2	0.0	0.0
	380ct2f3	0.0	0.0
	bl2	0.0	0.0
	Post 1	0.0	
	Post 2	0.0	

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R  
 Number: 40

ULS foundation loads for LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, from conductors

Combination	Combination	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]
ULS 1a_90		-19	647	117	19704	-630	0
ULS 1a_0_9_0		5	353	123	10667	106	82
ULS 1a_0_9_0_9_90		-12	612	87	18655	-424	0
ULS 3_0		-25	565	190	17062	-765	25
SLS 7		0	310	108	9380	0	0

ULS foundation loads, LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, total conductors and tower

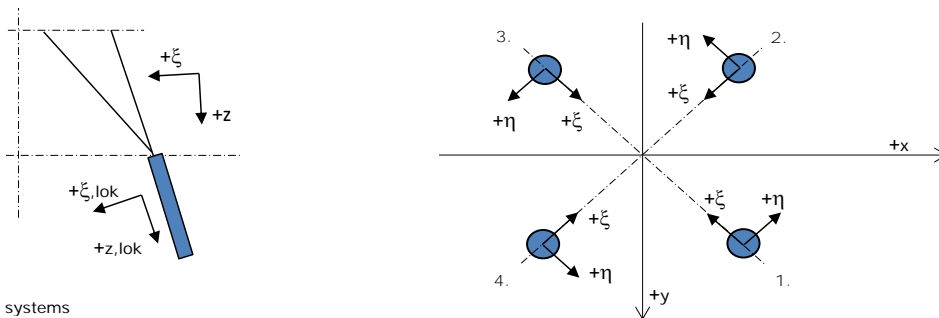
Combination	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
ULS 1a_90	-19	844	623	24040	-630	0
ULS 1a_0_9_0_9_90	-12	809	483	22991	-424	0
SLS 7	0	310	548	9380	0	0

Foundation loads, selection of load combinations based on greatest value

Combination	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]
ULS 1a_90	-19	844	623	24040	-630	0
SPLS 3_0 Ba All Cts	763	210	579	6414	22553	21
SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	387	352	629	10704	11717	-5055
SPLS 3_73.05 Ah All Cts	-732	314	608	9162	-22197	6

Note: Largest values can appear in multiple combinations, one combination is displayed.

Support reactions per leg



Axis systems

Maximum compression load

Index	Combination	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_106.95 Ba All Cts	275	275	1686	0	-389	-96	1712
2	SPLS 3_0 Ba All Cts	162	-151	952	-8	-222	-56	966
3	SPLS 3_135 Ah All Cts	-147	-133	859	10	-198	-49	872
4	SPLS 3_73.05 Ah All Cts	-280	280	1720	0	-397	-97	1746

Maximum tension load

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_0_9_135 Ah All Cts	-104	-88	-584	-11	136	34	-592
2	SPLS 3_0_9_73.05 Ah All Cts	-236	236	-1443	0	334	83	-1464
3	SPLS 3_0_9_106.95 Ba All Cts	234	233	-1424	0	330	82	-1445
4	SPLS 3_0_9_0 Ba All Cts	122	-109	-691	9	163	42	-702

Maximum torsional load (positive)

Index	Combination	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 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	330	80	1252	176	-290	-72	1270
2	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ah Ct2	-237	-16	-677	179	157	39	-687
3	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ah Ct2	-115	143	-88	182	19	4	-89
4	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	117	146	80	186	-21	-7	81

Maximum torsional load (negative)

Index	Combination	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 6a_90 Ah Ct2 Ah Ct1	-69	194	378	-186	-89	-23	384
2	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	163	96	208	-183	-47	-11	211
3	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	284	30	-964	-179	222	54	-978
4	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ah Ct1	-284	35	967	-176	-226	-57	982

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R  
 Number: 40

Combination Ftensile+Fhor

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_0_9_135 Ah All Cts	-104	-88	-584	-11	136	34	-592
2	SPLS 3_0_9_90 Ah Ct1	-294	56	-1069	168	247	61	-1085
3	SPLS 3_0_9_90 Ba Ct1	294	53	-1066	-170	246	60	-1082
4	SPLS 3_0_9_0 Ba All Cts	122	-109	-691	9	163	42	-702

Permanent load

Index	Combination	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	97	99	606	-2	-139	-33	615
2	SLS 7	-53	56	-332	-2	77	19	-337
3	SLS 7	53	56	-332	2	77	19	-337
4	SLS 7	-97	99	606	2	-139	-33	615

Envelope of load combinations for all of the legs

Index	Combination	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. pressure	SPLS 3_73.05 Ah All Cts	-280	280	1720	0	-397	-97	1746
Max. tension	SPLS 3_0_9_73.05 Ah All Cts	-236	236	-1443	0	334	83	-1464
Max. pos. torsie	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	117	146	80	186	-21	-7	81
Max. neg. torsie	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ah Ct1	-69	194	378	-186	-89	-23	384
Comb. tension+torsie	SPLS 3_0_9_90 Ba Ct1	294	53	-1066	-170	246	60	-1082

Maximum tension load - SLS

Index	Combination	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	97	99	606	-2	-139	-33	615
2	SLS 1a_90	-130	144	-815	-10	194	52	-828
3	SLS 1a_90	127	141	-793	10	189	51	-805
4	SLS 1a_0	-48	63	368	11	-78	-14	373

Maximum compression load - SLS

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 1a_90	170	184	1064	-10	-251	-65	1080
2	SLS 1a_0	-7	16	-94	-7	16	0	-95
3	SLS 7	53	56	-332	2	77	19	-337
4	SLS 1a_90	-174	188	1087	10	-255	-66	1103





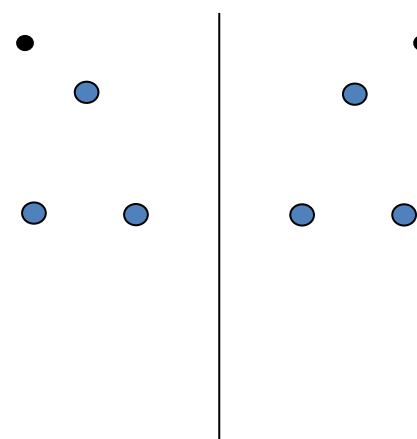
Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R\_X  
 Number: 6

Auteur: TBR  
 Versie: v11.7

Conductor loads

General  
 Description HB-3\_R\_X  
 Tower type Hoekmast  
 Number of circuits 2  
 Configuration 2-circuit-donau  
 Number of earth wires 2

Starting points  
 Norm NEN-EN50341-2-15:2019  
 Consequence class CC2-0  
 Reliability level initial Afkeur CC2-0  
 Reference period initial 30 jaar  
 Consequence class modified CC2  
 Reliability level modified Verbouw  
 Reference period modified 50 jaar  
 Wind zone II  
 Wind speed (m/s) 25.0 m/s  
 Terrain category II  
 Reduction factor  $c_{dir}$  1.00  
 Ice region phase conductor B  
 Ice region earth conductor B



Configuratie geleiders

Conductors back

Description	Voltage	Conductor Back	Bundle Ba	Ice region	Additional weight	Additional diameter	Catenary $P_{back}$
Circuit 1	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	1760
Circuit 2	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	1760
Bliksemdraad 1		OPGW 226	1	B	3 %	3 %	2100
Bliksemdraad 2		OPGW 226	1	B	3 %	3 %	2100

Conductors ahead

Description	Voltage	Conductor Ahead	Bundle Ah	Ice region	Additional weight	Additional diameter	Catenary $P_{ahead}$
Circuit 1	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	1760
Circuit 2	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	1760
Bliksemdraad 1		OPGW 226	1	B	3 %	3 %	2100
Bliksemdraad 2		OPGW 226	1	B	3 %	3 %	2100

Insulators (1)

Description	Suspension	Weight [kN]	Length [m]	Wind area [m <sup>2</sup> ]
Circuit 1	Afspanketting	2.00	4.50	1.00
Circuit 2	Afspanketting	2.00	4.50	1.00
Bliksemdraad 1	Vast (Bliksemdraad)	0.10	0.30	0.10
Bliksemdraad 2	Vast (Bliksemdraad)	0.10	0.30	0.10

1. Properties apply to the entire isolator set

Suspension height and position in mast

Circuits	Designation	Number	Suspension height	Attach point	Position in tower Horizontal distance
Circuit 1	10	380ct1f1	25.2 m	25.2 m	-16.3 m
Circuit 1	11	380ct1f2	25.2 m	25.2 m	-9.0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	36.5 m	36.5 m	-12.7 m
Circuit 2	21	380ct2f1	25.2 m	25.2 m	16.3 m
Circuit 2	20	380ct2f2	25.2 m	25.2 m	9.0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	36.5 m	36.5 m	12.7 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	41.5 m	41.8 m	-16.7 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	41.5 m	41.8 m	16.7 m

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R\_X  
 Number: 6

Height adjustment adjacent masts	(wind and weight span adjustment)		
	Back	Ahead	
Height increase for wind pressure	0.0 m	0.0 m	(positive: higher)
Height decrease for vertical load	0.0 m	0.0 m	(negative: decrease, more weight span)
Decrease: Niet in 0,9EG-combinaties			

Height difference adjacent tower and change of direction with respect to Line direction

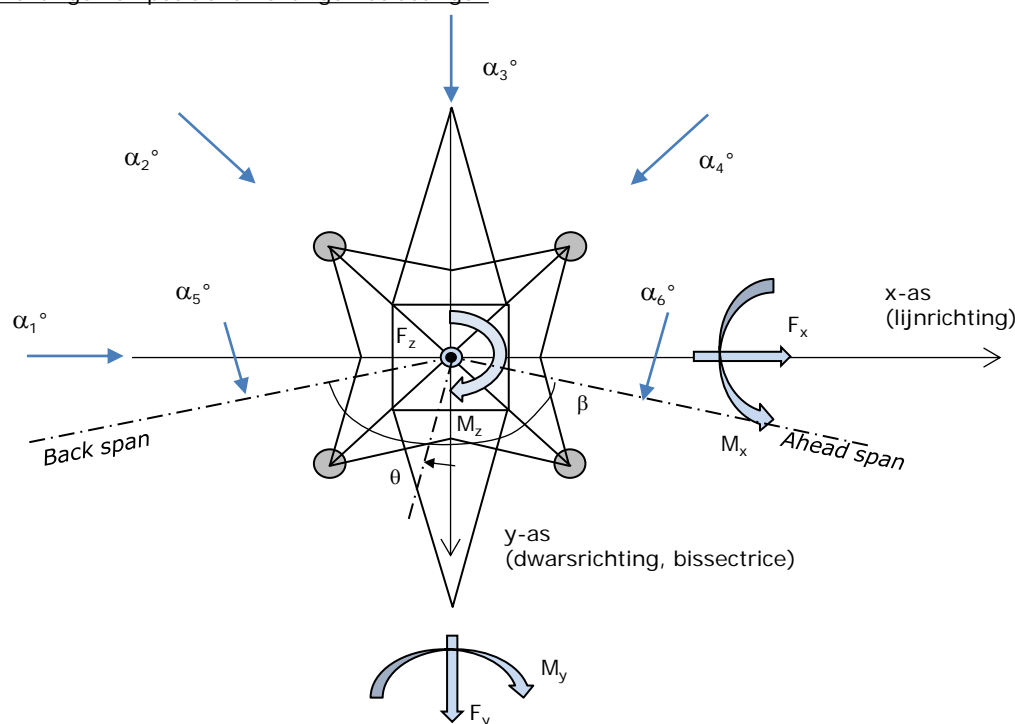
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h_{back}$	$\Delta h_{ahead}$	$\Delta y_{back}$	$\Delta y_{ahead}$
Circuit 1	10	380ct1f1	9.4	2.5 m	0.0	0.0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	9.4	2.5 m	0.0	0.0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	9.4	2.5 m	0.0	0.0 m
Circuit 2	21	380ct2f1	9.4	2.5 m	0.0	0.0 m
Circuit 2	20	380ct2f2	9.4	2.5 m	0.0	0.0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	9.4	2.5 m	0.0	0.0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	9.4	2.5 m	0.0	0.0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	9.4	2.5 m	0.0	0.0 m

Line and tower data

	Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3)/\Sigma L}$	150.0	362.9 m
Line angle	383.2	400.3 m
Line angle $\beta$	157.3 °	
Tower orientation with respect to bis: $\theta$	0 °	
Section length	2076	1455 m
Height bottom of tower to ground level	0.5 m	
Wind directions considered $\alpha_1$	0 °	
Wind directions according to: $\alpha_2$	45 °	
<i>Geleiderbelastingen</i> $\alpha_3$	90 °	
$\alpha_4$	135 °	
$\alpha_5$	78.65 °	
$\alpha_6$	101.35 °	

Wind directions apply to the main direction of mast construction, not to the bisector.

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



Considered number of wind directions

1a	6
3	6
4	1
6	1
Overig	1

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R\_X  
 Number: 6

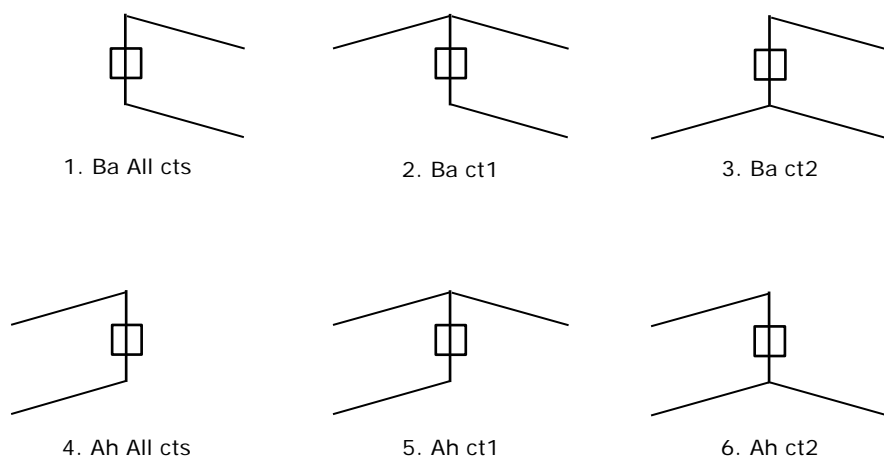
Absence of conductors

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	380ct1f1	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f2	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f3	1	0	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f1	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f2	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f3	0	1	1	0	1	0
Bliksemdraad 1	bl1	1	0	1	0	1	0
Bliksemdraad 2	bl2	0	1	1	0	1	0

Load situations SPLS

Considered situations SPLS: 1 up to 6, All possible situations

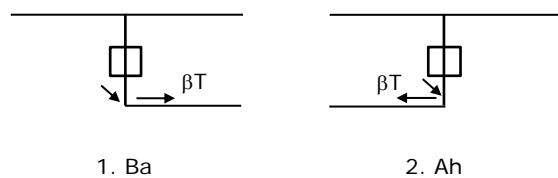
Principle of load situations:



Load situation 5a. Conductor failure

Considered situations conductor failure 5a: 1 and 2, all possible situations

Principle of load situations:



Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R\_X  
 Number: 6

Load situations LC6. Construction and maintenance

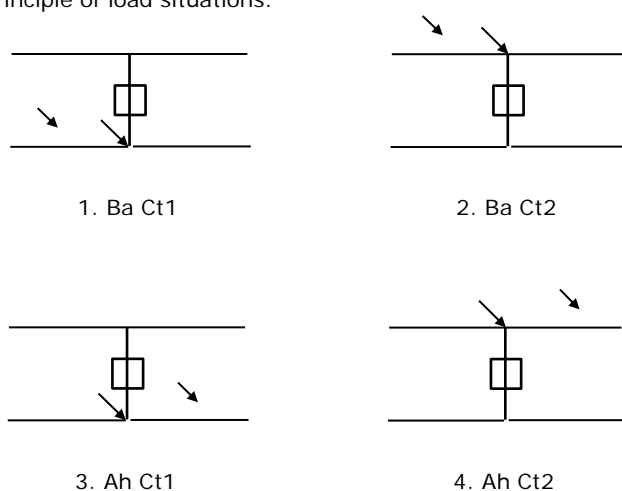
Under 6a, the load due to the presence of a line vehicle or line bicycle in combination with point load on the traverse is assessed. Combination 6b does not contain any loads in conductor or on traverse. This combination has been added to be able to combine with separate control platforms, etc. The situations are applied in ULS and in every SPLS situation (in case of angle tower).

	Phase	Earth
Line vehicle	3.0 kN	2.0 kN
Concentrated load cross arm	1.0 kN	1.0 kN

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

Presence line vehicle: Circuit, belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders per circuit.

Principle of load situations:



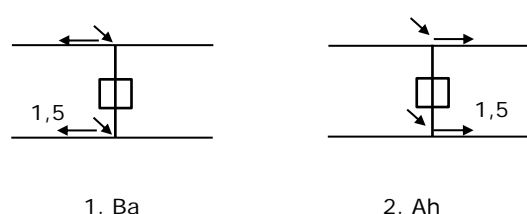
Load situations 8. Galloping as a static load

Conductor		
Suspension tower phase	0.866 W	1.5 W
Suspension tower earth	1.5 EDS	1.5 W
Strain tower phase and earth	1.5 EDS	1.5 W

Considered situations galloping 8: None (existing structure)

Belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders van het circuit.

Principle of load situations:



Load combination 8. Galloping as a dynamic load

Only applies to tension towers

Load consists of EDS tensile load in one of the conductors on one side of the tower

Can be converted by user to fatigue spectrum via the load spectrum of table 4.11 / NL.1

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R\_X  
 Number: 6

Tower structure

Properties

Tower type	Hoekmast
Tower designation	HB-3_R_X
Base plate w.r.t. ground level	0.5 m
Tower height w.r.t. base plate	42.5 m
Tower self weight	484.0 kN

<i>Width and slope at foundation</i>	x-ri.	y-ri.
Leg spread	10.00	10.00 m
Inclination of main leg	0.123	0.123 -
Horizontal force factor	1.3	1.3 -

Calculation Wind load

Dynamic factor $G_T$	1.00 ( <i>Masthoogte &lt; 60 m</i> )
Wind load diagonally to tower body proportional to:	$(A1C1\sin^2(\phi) + A2C2\cos^2(\phi))$
Wind load diagonally on traverse proportional to:	$(A1C1\sin^2(\phi) + A2C2\cos^2(\phi))$
Magnification factor diagonal wind to tower body	$(1 + 0,2\sin^2(2\phi))$
Magnification factor diagonal wind to cross arm	$(1 + 0,2\sin^2(2\phi))$
Magnification factor wind parallel to perpendicular to cross a	0.4

Properties mast sections longitudinal direction (front view, yz plane)

Description	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	11.36	10.00	7.21	11.36	0.123	97.72	16.18	0.17	3.09
Eerste tussenstuk	16.61	7.21	5.91	5.25	0.123	34.43	5.95	0.17	3.05
Tweede tussenstuk	25.20	5.91	3.80	8.59	0.123	41.72	10.35	0.25	2.73
Bovenstuk 1	33.00	3.80	3.19	7.80	0.039	27.25	6.37	0.23	2.79
Bovenstuk 2	40.50	3.19	2.60	7.50	0.039	21.70	5.23	0.24	2.76
Topstuk	42.50	2.60		2.00		2.60	0.38	0.15	3.17
Ondertraverse	25.20	14.40		4.00		28.80	6.32	0.22	2.85
Boventraverse	36.50	15.20		5.30		40.28	7.88	0.20	2.95

Properties tower sections transversal direction (side view, xz plane)

Description	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	11.36	10.00	7.21	11.36	0.123	97.72	16.18	0.17	3.09
Eerste tussenstuk	16.61	7.21	5.91	5.25	0.123	34.43	5.95	0.17	3.05
Tweede tussenstuk	25.20	5.91	3.80	8.59	0.123	41.72	10.35	0.25	2.73
Bovenstuk 1	33.00	3.80	3.19	7.80	0.039	27.25	6.37	0.23	2.79
Bovenstuk 2	40.50	3.19	2.60	7.50	0.039	21.70	5.23	0.24	2.76
Topstuk	42.50	2.60		2.00		2.60	0.38	0.15	3.17
Ondertraverse	25.20	14.40		4.00		28.80	6.32	0.22	2.85
Boventraverse	36.50	15.20		5.30		40.28	7.88	0.20	2.95

Note: Surface transverse direction is reduced in calculation.

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R\_X  
 Number: 6

Wind surface feeders telecom installations

Part	A (m <sup>2</sup> /m)	Factor	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk				
Eerste tussenstuk				
Tweede tussenstuk				
Bovenstuk 1				
Bovenstuk 2				

Input antennas

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

Tower section loads longitudinal (x-direction) per wind direction

Description	p <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>x1</sub> [kN]	F <sub>x2</sub> [kN]	F <sub>x3</sub> [kN]	F <sub>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>y1</sub> [kNm]	M <sub>y2</sub> [kNm]	M <sub>y3</sub> [kNm]	M <sub>y4</sub> [kNm]
Broekstuk	0.73	36.5	31.0	0.0	-31.0	5.7	207.2	175.9	0.0	-175.9
Eerste tussenstuk	0.82	14.9	12.6	0.0	-12.6	14.0	207.8	176.3	0.0	-176.3
Tweede tussenstuk	0.93	26.2	22.2	0.0	-22.2	20.9	548.0	465.0	0.0	-465.0
Bovenstuk 1	1.03	18.2	15.5	0.0	-15.5	29.1	530.2	449.9	0.0	-449.9
Bovenstuk 2	1.09	15.7	13.3	0.0	-13.3	36.8	578.0	490.4	0.0	-490.4
Topstuk	1.13	1.4	1.2	0.0	-1.2	41.5	56.7	48.1	0.0	-48.1
Ondertraverse	0.99	35.8	21.3	0.0	-21.3	26.5	950.2	564.4	0.0	-564.4
Boventraverse	1.10	51.2	30.4	0.0	-30.4	38.3	1960.9	1164.7	0.0	-1164.7
<b>Totaal</b>		<b>199.9</b>	<b>147.5</b>	<b>0.0</b>	<b>-147.5</b>		<b>5039.0</b>	<b>3534.7</b>	<b>0.0</b>	<b>-3534.7</b>

Tower section loads transversal (y-direction) per wind direction

Description	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>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>x1</sub> [kNm]	M <sub>x2</sub> [kNm]	M <sub>x3</sub> [kNm]	M <sub>x4</sub> [kNm]
Broekstuk	0.73	0.0	31.0	36.5	31.0	5.7	0.0	175.9	207.2	175.9
Eerste tussenstuk	0.82	0.0	12.6	14.9	12.6	14.0	0.0	176.3	207.8	176.3
Tweede tussenstuk	0.93	0.0	22.2	26.2	22.2	20.9	0.0	465.0	548.0	465.0
Bovenstuk 1	1.03	0.0	15.5	18.2	15.5	29.1	0.0	449.9	530.2	449.9
Bovenstuk 2	1.09	0.0	13.3	15.7	13.3	36.8	0.0	490.4	578.0	490.4
Topstuk	1.13	0.0	1.2	1.4	1.2	41.5	0.0	48.1	56.7	48.1
Ondertraverse	0.99	0.0	21.3	14.3	21.3	26.5	0.0	564.4	380.1	564.4
Boventraverse	1.10	0.0	30.4	20.5	30.4	38.3	0.0	1164.7	784.3	1164.7
<b>Total</b>		<b>0.0</b>	<b>147.5</b>	<b>147.7</b>	<b>147.5</b>		<b>0.0</b>	<b>3534.7</b>	<b>3292.3</b>	<b>3534.7</b>

Resulting loads from mast construction incl. Antenna without conductors level foundation (char. Value)

Load / wind direction	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	484	0	0	0
Windrichting 0°	200	0	0	0	5039	0
Windrichting 45°	147	147	0	3535	3535	0
Windrichting 90°	0	148	0	3292	0	0
Windrichting 135°	-147	147	0	3535	-3535	0

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R\_X  
 Number: 6

Intermediate results for conductor loads

Conductors back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	αT [-]
Circuit 1	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Circuit 2	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Bliksemdraad 1	OPGW 226	21.7	264.0	9.80	81000	2.30E-05
Bliksemdraad 2	OPGW 226	21.7	264.0	9.80	81000	2.30E-05

Conductors ahead

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	αT [-]
Circuit 1	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Circuit 2	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Bliksemdraad 1	OPGW 226	21.7	264.0	9.80	81000	2.30E-05
Bliksemdraad 2	OPGW 226	21.7	264.0	9.80	81000	2.30E-05

Vertical load back

Circuit	Bundle [-]	Additional [%]	w <sub>Z,G</sub> [N/m]	Ice region	Formula	w <sub>Z,ijs</sub> [N/m]	w <sub>Z,ijs,bundel</sub> [N/m]
Circuit 1	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Circuit 2	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Bliksemdraad 1	1	3	10.1	B	4+0,2d	8.3	8.3
Bliksemdraad 2	1	3	10.1	B	4+0,2d	8.3	8.3

Vertical load ahead

Circuit	Bundle [-]	Additional [%]	w <sub>Z,G</sub> [N/m]	Ice region	Formula	w <sub>Z,ijs</sub> [N/m]	w <sub>Z,ijs,bundel</sub> [N/m]
Circuit 1	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Circuit 2	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Bliksemdraad 1	1	3	10.1	B	4+0,2d	8.3	8.3
Bliksemdraad 2	1	3	10.1	B	4+0,2d	8.3	8.3

Insulators

Conductor	G <sub>isolator</sub> [kN]	Number	F <sub>v,iso</sub> [kN]	Length [m]	Wind surf. [m <sup>2</sup> ]	Wind heigth [m]	Pressure [kN/m <sup>2</sup> ]	Drag factor [-]	F <sub>h,iso</sub> [kN]
380ct1f1	2.00	1	2	4.5	1.0	25.70	0.99	1.2	1.18
380ct1f2	2.00	1	2	4.5	1.0	25.70	0.99	1.2	1.18
380ct1f3	2.00	1	2	4.5	1.0	37.00	1.09	1.2	1.31
380ct2f1	2.00	1	2	4.5	1.0	25.70	0.99	1.2	1.18
380ct2f2	2.00	1	2	4.5	1.0	25.70	0.99	1.2	1.18
380ct2f3	2.00	1	2	4.5	1.0	37.00	1.09	1.2	1.31
bl1	0.10	0.5	0.05	0.3	0.1	42.00	1.13	1.2	0.14
bl2	0.10	0.5	0.05	0.3	0.1	42.00	1.13	1.2	0.14

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R\_X  
 Number: 6

Wind load back

Conductor	Height		$G_{c\_dwars}$	$G_{c\_trek}$	$C_c$	$d_{additional}$	$w_y$	$w_{y,section}$	$D_{ijs,additional}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,section}$
	wind	Pressure									
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	29.3	1.02	0.61	0.52	1.09	28.53	58.4	49.4	47.4	106.8	90.4
380ct1f2	29.3	1.02	0.61	0.52	1.09	28.53	58.4	49.4	47.4	106.8	90.4
380ct1f3	40.6	1.12	0.64	0.54	1.06	28.53	65.1	55.1	47.4	122.0	103.2
380ct2f1	29.3	1.02	0.61	0.52	1.09	28.53	58.4	49.4	47.4	106.8	90.4
380ct2f2	29.3	1.02	0.61	0.52	1.09	28.53	58.4	49.4	47.4	106.8	90.4
380ct2f3	40.6	1.12	0.64	0.54	1.06	28.53	65.1	55.1	47.4	122.0	103.2
bl1	45.8	1.16	0.65	0.55	1.18	22.35	19.8	16.8	41.8	37.6	31.8
bl2	45.8	1.16	0.65	0.55	1.18	22.35	19.8	16.8	41.8	37.6	31.8

Wind load ahead

Conductor	Height		$G_{c\_dwars}$	$G_{c\_trek}$	$C_c$	$d_{additional}$	$w_y$	$w_{y,section}$	$D_{ijs,additional}$	$w_{y,ijs}$	$w_{y,ijs,section}$
	wind	Pressure									
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	20.7	0.92	0.58	0.51	1.12	28.53	51.4	45.2	47.4	91.8	80.6
380ct1f2	20.7	0.92	0.58	0.51	1.12	28.53	51.4	45.2	47.4	91.8	80.6
380ct1f3	32.0	1.05	0.62	0.54	1.08	28.53	60.1	52.8	47.4	110.7	97.1
380ct2f1	20.7	0.92	0.58	0.51	1.12	28.53	51.4	45.2	47.4	91.8	80.6
380ct2f2	20.7	0.92	0.58	0.51	1.12	28.53	51.4	45.2	47.4	91.8	80.6
380ct2f3	32.0	1.05	0.62	0.54	1.08	28.53	60.1	52.8	47.4	110.7	97.1
bl1	38.0	1.10	0.63	0.56	1.19	22.35	18.6	16.3	41.8	35.0	30.7
bl2	38.0	1.10	0.63	0.56	1.19	22.35	18.6	16.3	41.8	35.0	30.7



Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R\_X  
 Number: 6

Conductor loads Auteur: TBR  
Versie: v11.7

Starting points  
 Consequence class Afkeur CC2-0  
 Reference period 30 jaar

ULS (strength)		NEN-EN50341-2-15:2019						
Load case	description	Temp °C	$\gamma_G$ $G_{k,mast}$	$\gamma_G$ $G_{k,geleider}$	$\gamma_Q$ $Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{jk}$	$\gamma_a$ $A_k$
ULS 1a	Wind	10°	1.05	1.05	0.00	1.12	0.00	0.0
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk only tower	10°	0.90	1.05	0.00	1.12	0.00	0.0
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk conductors too	10°	0.90	0.90	0.00	1.12	0.00	0.0
ULS 3	Wind+ice	-5°	1.05	1.05	0.00	0.34	0.97	0.0
ULS 3_0,9	Wind+ice 0,9Gk	-5°	0.90	1.05	0.00	0.34	0.97	0.0
ULS 4	Cold+wind	-20°	1.05	1.05	0.00	0.22	0.00	0.0
ULS 4_0,9	Cold+wind 0,9Gk	-20°	0.90	1.05	0.00	0.22	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°	1.05	1.05	1.20	0.22	0.00	0.0
ULS 6_0,9	Construction + maintenance	5°	1.05	1.05	0.00	0.22	0.00	0.0
ULS 7	Permanent	10°	1.15	1.15	0.00	0.00	0.00	0.0
ULS 8	Special	10°	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.0
SPLS (strength, for angle towers: absence of conductors)			$\gamma_G$ $G_k$		$\gamma_Q$ $Q_{pk}$ $Q_{wk}$ $Q_{jk}$			$A_k$
SPLS 1a	Wind	10°	1.05	1.05	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0.90	1.05	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9	10°	0.90	1.05	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 3	Wind+ice	-5°	1.05	1.05	0.0	0.36	0.34	0.0
SPLS 3_0,9	Wind+ice 0,9	-5°	0.90	1.05	0.0	0.36	0.34	0.0
SPLS 4	Cold+wind	-20°	1.05	1.05	0.0	0.24	0.00	0.0
SPLS 4_0,9	Cold+wind 0,9	-20°	0.90	1.05	0.0	0.24	0.00	0.0
SPLS 6	Maintenance	5°	1.05	1.05	1.2	0.24	0.0	0.0
SPLS 6_0,9	Maintenance	5°	1.05	1.05	0.0	0.24	0.0	0.0
SLS (deformations, fatigue, EDS)			$G_k$		$Q_{pk}$ $Q_{wk}$ $Q_{jk}$			$A_k$
SLS 1a	Wind	10°	1.00	1.00	0.0	0.94	0.0	0.0
SLS 3	Wind+ice	-5°	1.00	1.00	0.0	0.28	0.88	0.0
SLS 4	Wind	-20°	1.00	1.00	0.0	0.19	0.0	0.0
SLS 6	Maintenance	5°	1.00	1.00	0.0	0.19	0.0	0.0
SLS 7	EDS, no wind	10°	1.00	1.00	0.0	0.00	0.0	0.0

Number of wind directions 6  
 Number of load combinations for ULS 54  
 Number of load combinations for SPLS 222  
 Number of load combinations for SLS 15  
 Number of concentrated loads 5820

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R\_X  
 Number: 6

Summary table - Conductor loads

The four tables below show:

- The maximum conductor load in the global axis system, split into proportion of back and ahead span
- The combined conductor load (Ba+Ah) in the global axis system with the maximum tensile force in the local axes. Components Fx and Fy as absolute values
- The everyday (EDS) values of the combined conductor loads (Ba+Ah) with corresponding tensile forces
- Check for uplift, where a negative value indicates uplift

Note: Maximum values for Fx, Fy and Fz do not necessarily belong to the same load combination.

Maximum values for back and ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-38.8	38.5	8.9	11.0	1.3	5.1
380ct1f1	-133.4	131.8	29.9	34.3	3.3	15.1
380ct1f2	-133.4	131.8	29.9	34.3	3.3	15.1
380ct1f3	-135.5	134.2	31.5	37.7	3.3	15.1
380ct2f1	-133.4	131.8	29.9	34.3	3.3	15.1
380ct2f2	-133.4	131.8	29.9	34.3	3.3	15.1
380ct2f3	-135.5	134.2	31.5	37.7	3.3	15.1
bl2	-38.8	38.5	8.9	11.0	1.3	5.1
Post 40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Post 41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Post 42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Post 43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Min. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1				Max. Weight span (m)		
Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7	Weight spar Combinatie1		
				Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	29.9	73.3	110.8	bl1	112.4	125.0
380ct1f1	94.8	115.4	134.4	380ct1f1	135.3	139.0
380ct1f2	94.8	115.4	134.4	380ct1f2	135.3	139.0
380ct1f3	86.9	114.9	134.4	380ct1f3	135.2	139.0
380ct2f1	94.8	115.4	134.4	380ct2f1	135.3	139.0
380ct2f2	94.8	115.4	134.4	380ct2f2	135.3	139.0
380ct2f3	86.9	114.9	134.4	380ct2f3	135.2	139.0
bl2	29.9	73.3	110.8	bl2	112.4	125.0
Post 40				Post 40		
Post 41				Post 41		
Post 42				Post 42		
Post 43				Post 43		

Envelop of weight span over all combinations (incl. 0,9 combinations)

For all conductors	Wind / Weight span ratio	
Max. weight span	139.0 m	0.542 -
Min. weight span	-15.3 m	-0.060 -

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R\_X  
 Number: 6

Maximum values back + ahead span      Maximum tension in conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	38.8	19.4	5.1	-39.7	39.4
380ct1f1	113.5	62.5	15.1	-136.7	135.7
380ct1f2	113.5	62.5	15.1	-136.7	135.7
380ct1f3	116.6	67.5	15.1	-138.9	138.3
380ct2f1	113.5	62.5	15.1	-136.7	135.7
380ct2f2	113.5	62.5	15.1	-136.7	135.7
380ct2f3	116.6	67.5	15.1	-138.9	138.3
bl2	38.8	19.4	5.1	-39.7	39.4
Post 40	1.9	1.9	5.8	0.0	
Post 41	1.9	1.9	5.8	0.0	
Post 42	1.9	1.9	5.8	0.0	
Post 43	1.9	1.9	5.8	0.0	

EDS-loads conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	20.8	4.2	1.7	-21.2	21.2
380ct1f1	79.9	16.0	9.8	-81.5	81.5
380ct1f2	79.9	16.0	9.8	-81.5	81.5
380ct1f3	79.9	16.0	9.8	-81.5	81.5
380ct2f1	79.9	16.0	9.8	-81.5	81.5
380ct2f2	79.9	16.0	9.8	-81.5	81.5
380ct2f3	79.9	16.0	9.8	-81.5	81.5
bl2	20.8	4.2	1.7	-21.2	21.2
Post 40	0.0	0.0	5.0	0.0	
Post 41	0.0	0.0	5.0	0.0	
Post 42	0.0	0.0	5.0	0.0	
Post 43	0.0	0.0	5.0	0.0	

1 Control uplift SLS-wind

Combinatie Geleider	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4 bl1	-0.9	0.0
380ct1f1	-0.4	0.0
380ct1f2	-0.4	0.0
380ct1f3	-0.4	0.0
380ct2f1	-0.4	0.0
380ct2f2	-0.4	0.0
380ct2f3	-0.4	0.0
bl2	-0.9	0.0
Post 40	0.0	
Post 41	0.0	
Post 42	0.0	
Post 43	0.0	

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R\_X  
 Number: 6

ULS foundation loads for LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, from conductors

Combination	Combination	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]
ULS 1a_90		-27	431	72	12903	-761	0
ULS 1a_0,9_0		9	216	85	6295	315	-83
ULS 1a_0,9_0,9_90		-29	417	57	12498	-836	0
ULS 3_0		5	332	115	9755	169	-25
SLS 7		0	209	84	6054	0	0

ULS foundation loads, LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, total conductors and tower

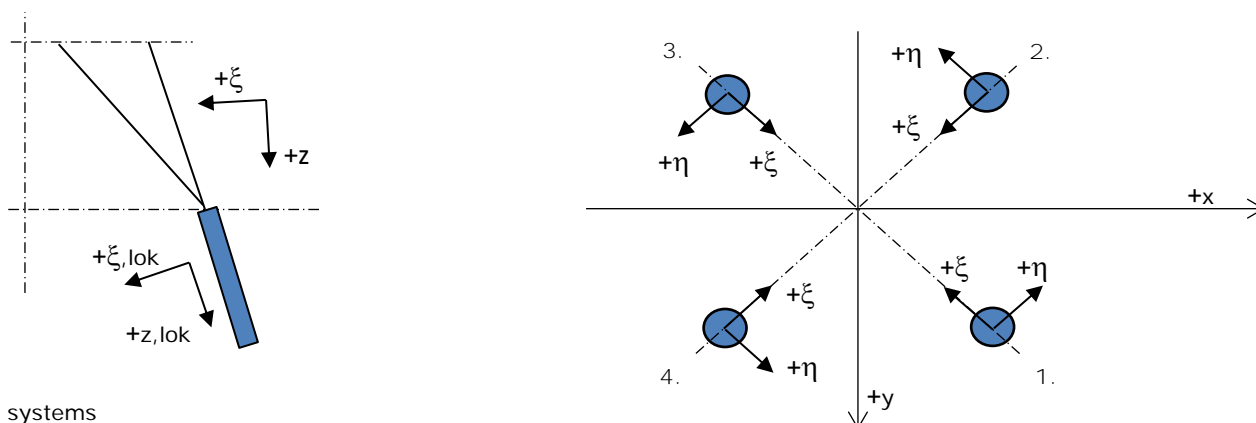
Combination	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
ULS 1a_90	-27	598	580	16604	-761	0
ULS 1a_0,9_0,9_90	-29	583	492	16199	-836	0
SLS 7	0	209	568	6054	0	0

Foundation loads, selection of load combinations based on greatest value

Combination	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]
ULS 1a_0,9_90	-27	598	505	16636	-761	0
SPLS 3_90 Ah All Cts	-748	221	535	6046	-22553	0
SPLS 3_78.65 Ba Ct1	355	308	608	8535	10618	-4907
SPLS 3_0,9_78.65 Ah All Cts	-742	224	459	6157	-22474	-5

Note: Largest values can appear in multiple combinations, one combination is displayed.

Support reactions per leg



Axis systems

Maximum compression load

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_90 Ba All Cts	259	260	1580	0	-367	-92	1604
2	SPLS 3_0 Ba All Cts	181	-167	1065	-10	-246	-60	1081
3	SPLS 3_90 Ah All Cts	-160	-146	959	10	-217	-50	973
4	SPLS 3_90 Ah All Cts	-257	257	1564	0	-363	-91	1587

Maximum tension load

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	-120	-107	-709	-9	160	37	-720
2	SPLS 3_0,9_78.65 Ah All Cts	-216	218	-1317	-1	307	78	-1337
3	SPLS 3_0,9_90 Ba All Cts	213	213	-1292	0	301	77	-1311
4	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	133	-121	-773	8	180	45	-785

Maximum torsional load (positive)

Index	Combination	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_78.65 Ba Ct2	303	61	1106	171	-257	-65	1122
2	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	-250	7	-784	172	182	45	-796
3	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	-182	68	357	177	-80	-18	362
4	SPLS 3_78.65 Ba Ct2	117	139	61	181	-16	-5	62

Maximum torsional load (negative)

Index	Combination	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 6a_90 Ah Ct2 Ba Ct2	-140	115	-98	-181	18	1	-100
2	SPLS 3_78.65 Ba Ct1	167	91	256	-182	-54	-10	260
3	SPLS 3_0,9_78.65 Ba Ct1	259	18	-826	-170	196	52	-839
4	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ba Ct2	-291	54	1042	-168	-244	-63	1058

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R\_X  
 Number: 6

Combination Ftensile+Fhor

Index	Combination	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 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	-133	-61	-607	-51	137	32	-616
2	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct1	-267	29	-904	168	210	53	-918
3	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct2	19	265	-858	174	201	51	-871
4	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	133	-121	-773	8	180	45	-785

Permanent load

Index	Combination	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	71	75	445	-3	-103	-26	451
2	SLS 7	-26	30	-161	-3	39	11	-163
3	SLS 7	26	30	-161	3	39	11	-163
4	SLS 7	-71	75	445	3	-103	-26	451

Envelope of load combinations for all of the legs

Index	Combination	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. pressure	SPLS 3_90 Ba All Cts	259	260	1580	0	-367	-92	1604
Max. tension	SPLS 3_0,9_78.65 Ah All Cts	-216	218	-1317	-1	307	78	-1337
Max. pos. torsie	SPLS 3_78.65 Ba Ct2	117	139	61	181	-16	-5	62
Max. neg. torsie	SPLS 3_78.65 Ba Ct1	167	91	256	-182	-54	-10	260
Comb. tension+torsie	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct1	-267	29	-904	168	210	53	-918

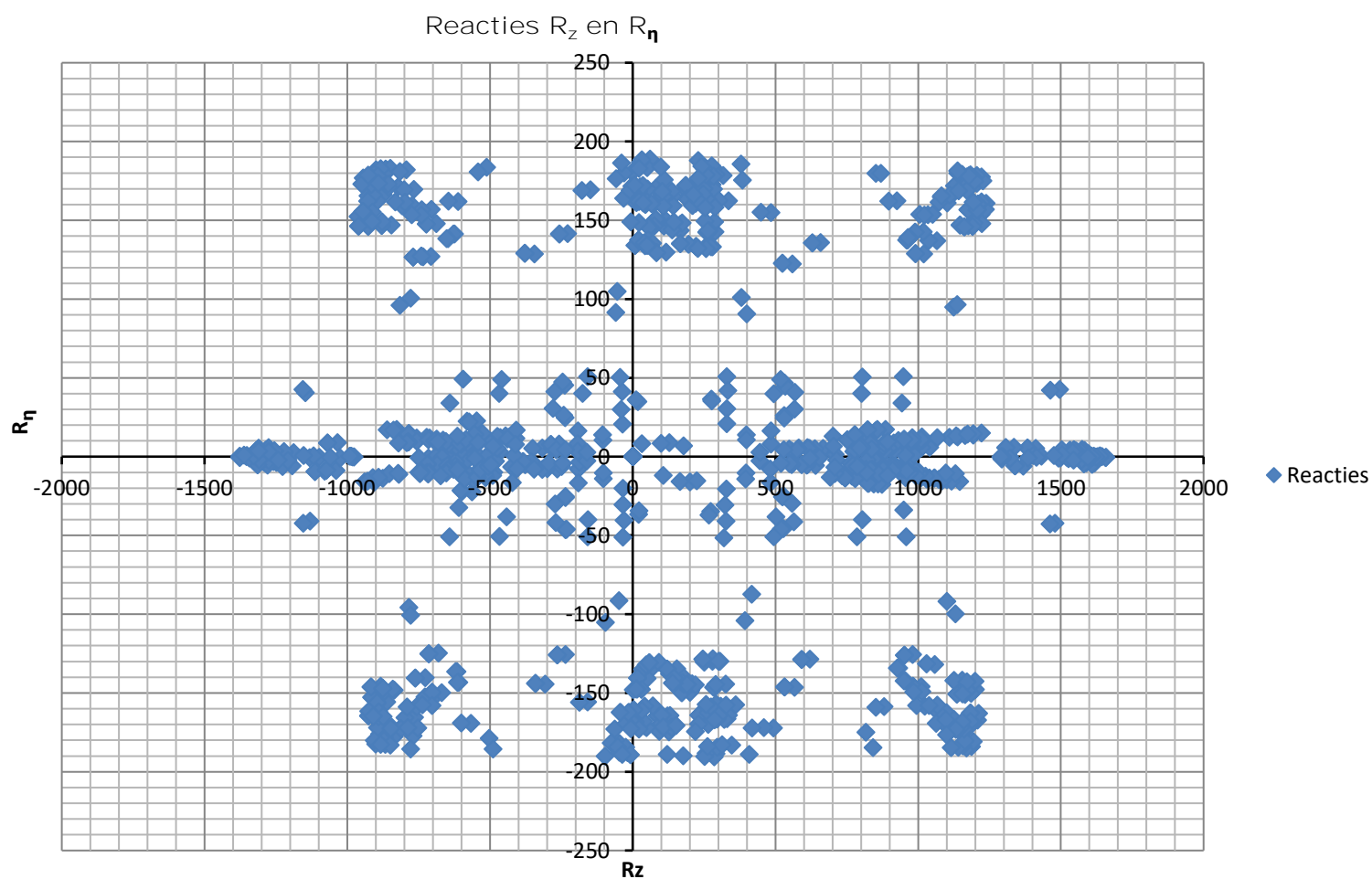
Maximum tension load - SLS

Index	Combination	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	71	75	445	-3	-103	-26	451
2	SLS 1a_90	-100	114	-621	-10	151	43	-631
3	SLS 1a_90	89	103	-557	10	136	39	-566
4	SLS 1a_0	-24	33	192	7	-40	-6	195

Maximum compression load - SLS

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 1a_90	133	148	835	-10	-199	-53	847
2	SLS 1a_0	25	-9	91	-11	-24	-8	93
3	SLS 7	26	30	-161	3	39	11	-163
4	SLS 1a_90	-144	158	899	10	-214	-57	912

Project: ENS-ZL  
Tower: HB-3\_R\_X  
Number: 6



Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R\_X  
 Number: 6

Conductor loads Auteur: TBR  
Versie: v11.7

Starting points  
 Consequence class Verbouw CC2  
 Reference period 50 jaar

ULS (strength)		NEN-EN50341-2-15:2019						
Load case	description	Temp °C	$\gamma_G$ $G_{k,mast}$	$\gamma_G$ $G_{k,geleider}$	$\gamma_Q$ $Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{jk}$	$\gamma_a$ $A_k$
ULS 1a	Wind	10°	1.15	1.15	0.00	1.40	0.00	0.0
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk only tower	10°	0.90	1.15	0.00	1.40	0.00	0.0
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk conductors too	10°	0.90	0.90	0.00	1.40	0.00	0.0
ULS 3	Wind+ice	-5°	1.15	1.15	0.00	0.42	1.30	0.0
ULS 3_0,9	Wind+ice 0,9Gk	-5°	0.90	1.15	0.00	0.42	1.30	0.0
ULS 4	Cold+wind	-20°	1.15	1.15	0.00	0.28	0.00	0.0
ULS 4_0,9	Cold+wind 0,9Gk	-20°	0.90	1.15	0.00	0.28	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°	1.15	1.15	1.30	0.28	0.00	0.0
ULS 6_0,9	Construction + maintenance	5°	1.15	1.15	0.00	0.28	0.00	0.0
ULS 7	Permanent	10°	1.30	1.30	0.00	0.00	0.00	0.0
ULS 8	Special	10°	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.0
SPLS (strength, for angle towers: absence of conductors)			$\gamma_G$ $G_k$		$\gamma_Q$ $Q_{pk}$ $Q_{wk}$ $Q_{jk}$			$A_k$
SPLS 1a	Wind	10°	1.15	1.15	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0.90	1.15	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9	10°	0.90	1.15	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 3	Wind+ice	-5°	1.15	1.15	0.0	0.36	0.34	0.0
SPLS 3_0,9	Wind+ice 0,9	-5°	0.90	1.15	0.0	0.36	0.34	0.0
SPLS 4	Cold+wind	-20°	1.15	1.15	0.0	0.24	0.00	0.0
SPLS 4_0,9	Cold+wind 0,9	-20°	0.90	1.15	0.0	0.24	0.00	0.0
SPLS 6	Maintenance	5°	1.15	1.15	1.2	0.24	0.0	0.0
SPLS 6_0,9	Maintenance	5°	1.15	1.15	0.0	0.24	0.0	0.0
SLS (deformations, fatigue, EDS)			$G_k$		$Q_{pk}$ $Q_{wk}$ $Q_{jk}$			$A_k$
SLS 1a	Wind	10°	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0
SLS 3	Wind+ice	-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	Maintenance	5°	1.00	1.00	0.0	0.20	0.0	0.0
SLS 7	EDS, no wind	10°	1.00	1.00	0.0	0.00	0.0	0.0

Number of wind directions 6  
 Number of load combinations for ULS 54  
 Number of load combinations for SPLS 222  
 Number of load combinations for SLS 15  
 Number of concentrated loads 5820

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R\_X  
 Number: 6

Summary table - Conductor loads

The four tables below show:

- The maximum conductor load in the global axis system, split into proportion of back and ahead span
- The combined conductor load (Ba+Ah) in the global axis system with the maximum tensile force in the local axes. Components Fx and Fy as absolute values
- The everyday (EDS) values of the combined conductor loads (Ba+Ah) with corresponding tensile forces
- Check for uplift, where a negative value indicates uplift

Note: Maximum values for Fx, Fy and Fz do not necessarily belong to the same load combination.

Maximum values for back and ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-43.2	43.1	10.4	13.0	1.3	5.5
380ct1f1	-153.0	151.3	34.6	40.4	3.5	17.7
380ct1f2	-153.0	151.3	34.6	40.4	3.5	17.7
380ct1f3	-155.5	154.2	36.8	44.6	3.5	17.7
380ct2f1	-153.0	151.3	34.6	40.4	3.5	17.7
380ct2f2	-153.0	151.3	34.6	40.4	3.5	17.7
380ct2f3	-155.5	154.2	36.8	44.6	3.5	17.7
bl2	-43.2	43.1	10.4	13.0	1.3	5.5
Post 40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Post 41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Post 42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Post 43	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	23.0	72.7	110.8
380ct1f1	90.8	115.1	134.4
380ct1f2	90.8	115.1	134.4
380ct1f3	82.3	114.6	134.4
380ct2f1	90.8	115.1	134.4
380ct2f2	90.8	115.1	134.4
380ct2f3	82.3	114.6	134.4
bl2	23.0	72.7	110.8
Post 40			
Post 41			
Post 42			
Post 43			

Max. Weight span (m)

Weight spar Combinatie1

Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	115.8	132.6
380ct1f1	137.0	143.4
380ct1f2	137.0	143.4
380ct1f3	137.0	143.4
380ct2f1	137.0	143.4
380ct2f2	137.0	143.4
380ct2f3	137.0	143.4
bl2	115.8	132.6
Post 40		
Post 41		
Post 42		
Post 43		

Envelop of weight span over all combinations (incl. 0,9 combinations)

For all conductors

Max. weight span	143.4 m
Min. weight span	-53.2 m

Wind / Weight span ratio

0.559 -
-0.207 -



Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R\_X  
 Number: 6

Maximum values back + ahead span      Maximum tension in conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	40.0	22.8	5.5	-44.3	44.5
380ct1f1	119.0	73.1	17.7	-156.8	155.8
380ct1f2	119.0	73.1	17.7	-156.8	155.8
380ct1f3	121.9	79.3	17.7	-159.5	159.1
380ct2f1	119.0	73.1	17.7	-156.8	155.8
380ct2f2	119.0	73.1	17.7	-156.8	155.8
380ct2f3	121.9	79.3	17.7	-159.5	159.1
bl2	40.0	22.8	5.5	-44.3	44.5
Post 40	2.4	2.4	6.5	0.0	
Post 41	2.4	2.4	6.5	0.0	
Post 42	2.4	2.4	6.5	0.0	
Post 43	2.4	2.4	6.5	0.0	

EDS-loads conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	20.8	4.2	1.7	-21.2	21.2
380ct1f1	79.9	16.0	9.8	-81.5	81.5
380ct1f2	79.9	16.0	9.8	-81.5	81.5
380ct1f3	79.9	16.0	9.8	-81.5	81.5
380ct2f1	79.9	16.0	9.8	-81.5	81.5
380ct2f2	79.9	16.0	9.8	-81.5	81.5
380ct2f3	79.9	16.0	9.8	-81.5	81.5
bl2	20.8	4.2	1.7	-21.2	21.2
Post 40	0.0	0.0	5.0	0.0	
Post 41	0.0	0.0	5.0	0.0	
Post 42	0.0	0.0	5.0	0.0	
Post 43	0.0	0.0	5.0	0.0	

1 Control uplift SLS-wind

Combinatie Geleider	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4 bl1	-0.9	0.0
380ct1f1	-0.4	0.0
380ct1f2	-0.4	0.0
380ct1f3	-0.5	0.0
380ct2f1	-0.4	0.0
380ct2f2	-0.4	0.0
380ct2f3	-0.5	0.0
bl2	-0.9	0.0
Post 40	0.0	
Post 41	0.0	
Post 42	0.0	
Post 43	0.0	

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R\_X  
 Number: 6

ULS foundation loads for LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, from conductors

Combination	Combination	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]
ULS 1a_90		-32	506	76	15160	-919	0
ULS 1a_0_9_0		12	233	92	6796	410	-103
ULS 1a_0_9_0_9_90		-37	485	50	14588	-1040	0
ULS 3_0		8	379	135	11145	268	-31
SLS 7		0	209	84	6054	0	0

ULS foundation loads, LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, total conductors and tower

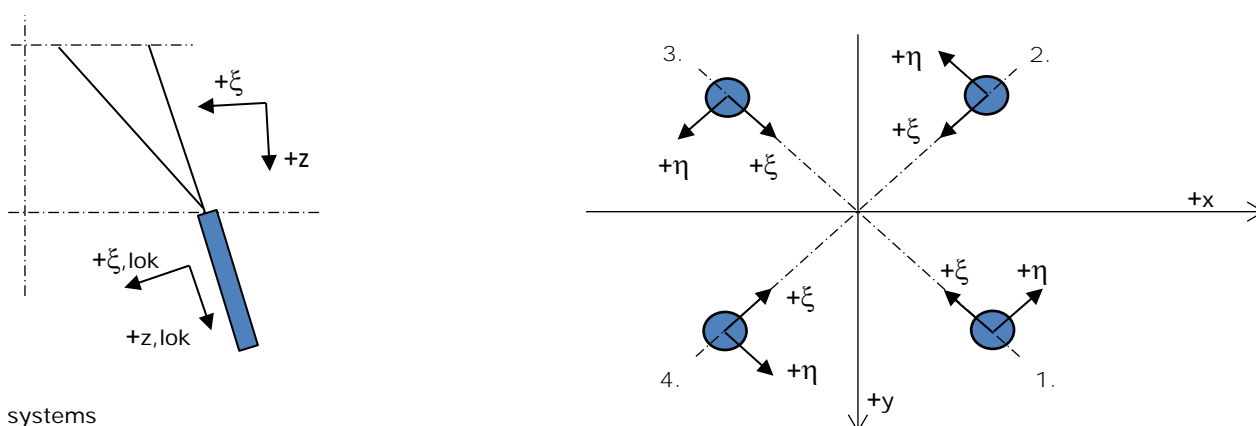
Combination	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
ULS 1a_90	-32	713	633	19769	-919	0
ULS 1a_0_9_0_9_90	-37	691	485	19198	-1040	0
SLS 7	0	209	568	6054	0	0

Foundation loads, selection of load combinations based on greatest value

Combination	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]
ULS 1a_0_9_90	-32	713	507	19823	-919	0
SPLS 3_90 Ah All Cts	-783	228	588	6230	-23578	0
SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ba Ct1	211	260	677	7411	6230	5140
SPLS 3_0_9_90 Ah All Cts	-783	228	462	6284	-23578	0

Note: Largest values can appear in multiple combinations, one combination is displayed.

Support reactions per leg



Axis systems

Maximum compression load

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_90 Ba All Cts	272	272	1658	0	-385	-97	1683
2	SPLS 3_0 Ba All Cts	192	-177	1131	-11	-261	-64	1148
3	SPLS 3_90 Ah All Cts	-169	-155	1014	10	-229	-53	1030
4	SPLS 3_90 Ah All Cts	-269	269	1637	0	-380	-96	1662

Maximum tension load

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_0_9_90 Ah All Cts	-127	-113	-749	-10	170	39	-761
2	SPLS 3_0_9_90 Ah All Cts	-227	227	-1378	0	321	82	-1398
3	SPLS 3_0_9_90 Ba All Cts	223	223	-1354	0	316	80	-1374
4	SPLS 3_0_9_0 Ba All Cts	141	-129	-821	9	191	48	-834

Maximum torsional load (positive)

Index	Combination	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 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	313	59	1139	180	-263	-65	1156
2	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	-262	6	-816	181	189	47	-829
3	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	-192	71	379	186	-86	-20	385
4	SPLS 3_78.65 Ba Ct2	122	145	61	189	-16	-5	62

Maximum torsional load (negative)

Index	Combination	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 6a_90 Ah Ct2 Ba Ct2	-147	122	-97	-190	17	1	-98
2	SPLS 3_78.65 Ba Ct1	178	92	285	-191	-61	-11	290
3	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	212	-41	-503	-179	121	33	-511
4	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ba Ct2	-307	57	1099	-177	-258	-66	1116

Project: ENS-ZL  
 Tower: HB-3\_R\_X  
 Number: 6

Combination Ftensile+Fhor

Index	Combination	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 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	-139	-67	-642	-51	145	34	-652
2	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct1	-280	30	-945	177	219	55	-959
3	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct2	20	278	-900	182	211	54	-913
4	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	141	-129	-821	9	191	48	-834

Permanent load

Index	Combination	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	71	75	445	-3	-103	-26	451
2	SLS 7	-26	30	-161	-3	39	11	-163
3	SLS 7	26	30	-161	3	39	11	-163
4	SLS 7	-71	75	445	3	-103	-26	451

Envelope of load combinations for all of the legs

Index	Combination	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. pressure	SPLS 3_90 Ba All Cts	272	272	1658	0	-385	-97	1683
Max. tension	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	-227	227	-1378	0	321	82	-1398
Max. pos. torsie	SPLS 3_78.65 Ba Ct2	122	145	61	189	-16	-5	62
Max. neg. torsie	SPLS 3_78.65 Ba Ct1	178	92	285	-191	-61	-11	290
Comb. tension+torsie	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct1	-280	30	-945	177	219	55	-959

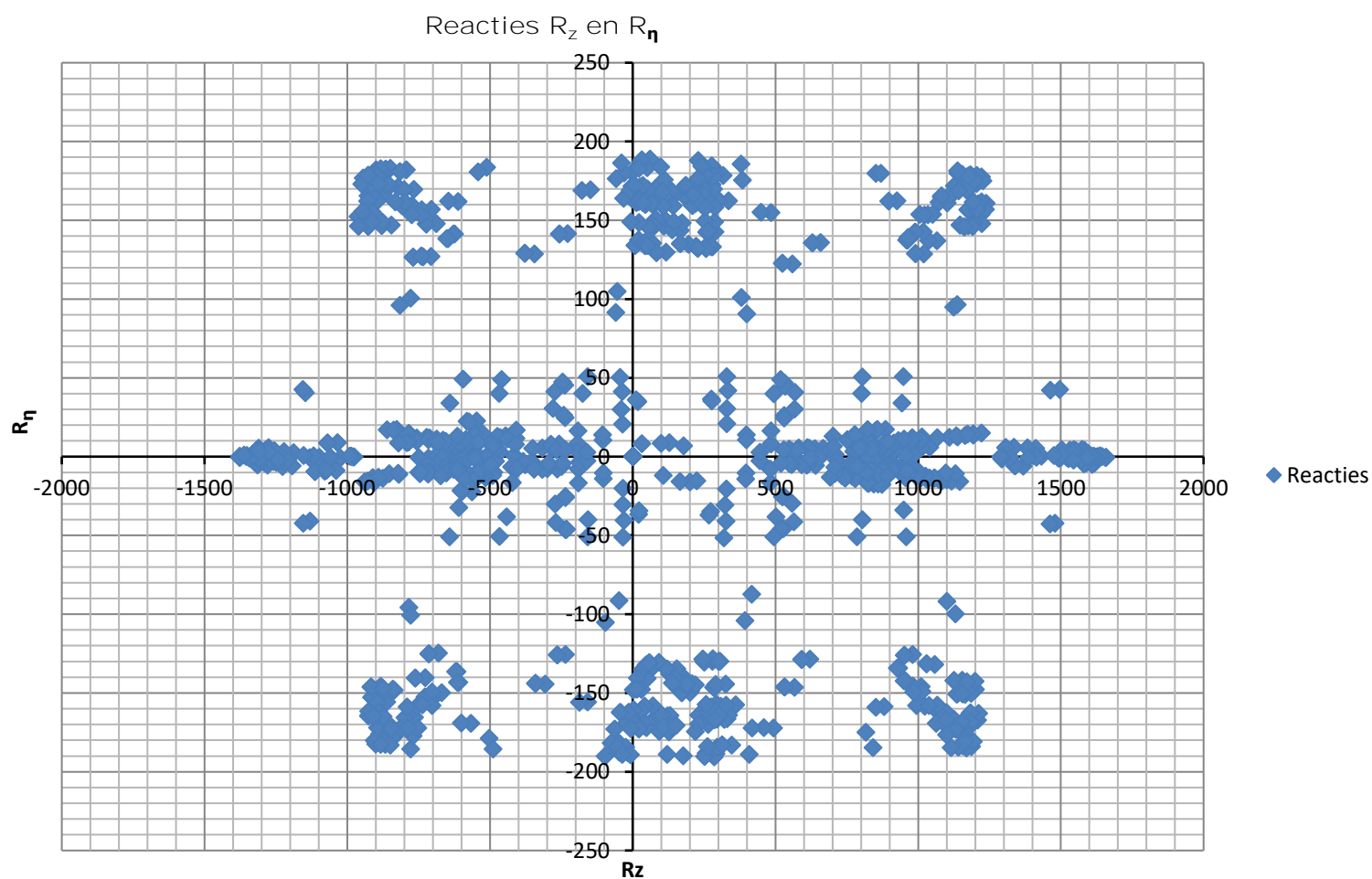
Maximum tension load - SLS

Index	Combination	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	71	75	445	-3	-103	-26	451
2	SLS 1a_90	-105	120	-654	-10	159	45	-664
3	SLS 1a_90	93	109	-585	11	143	41	-594
4	SLS 1a_0	-21	30	177	7	-36	-5	180

Maximum compression load - SLS

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 1a_90	137	153	862	-11	-205	-55	875
2	SLS 1a_0	28	-11	107	-12	-28	-9	108
3	SLS 7	26	30	-161	3	39	11	-163
4	SLS 1a_90	-149	164	931	10	-221	-60	945

Project: ENS-ZL  
Tower: HB-3\_R\_X  
Number: 6

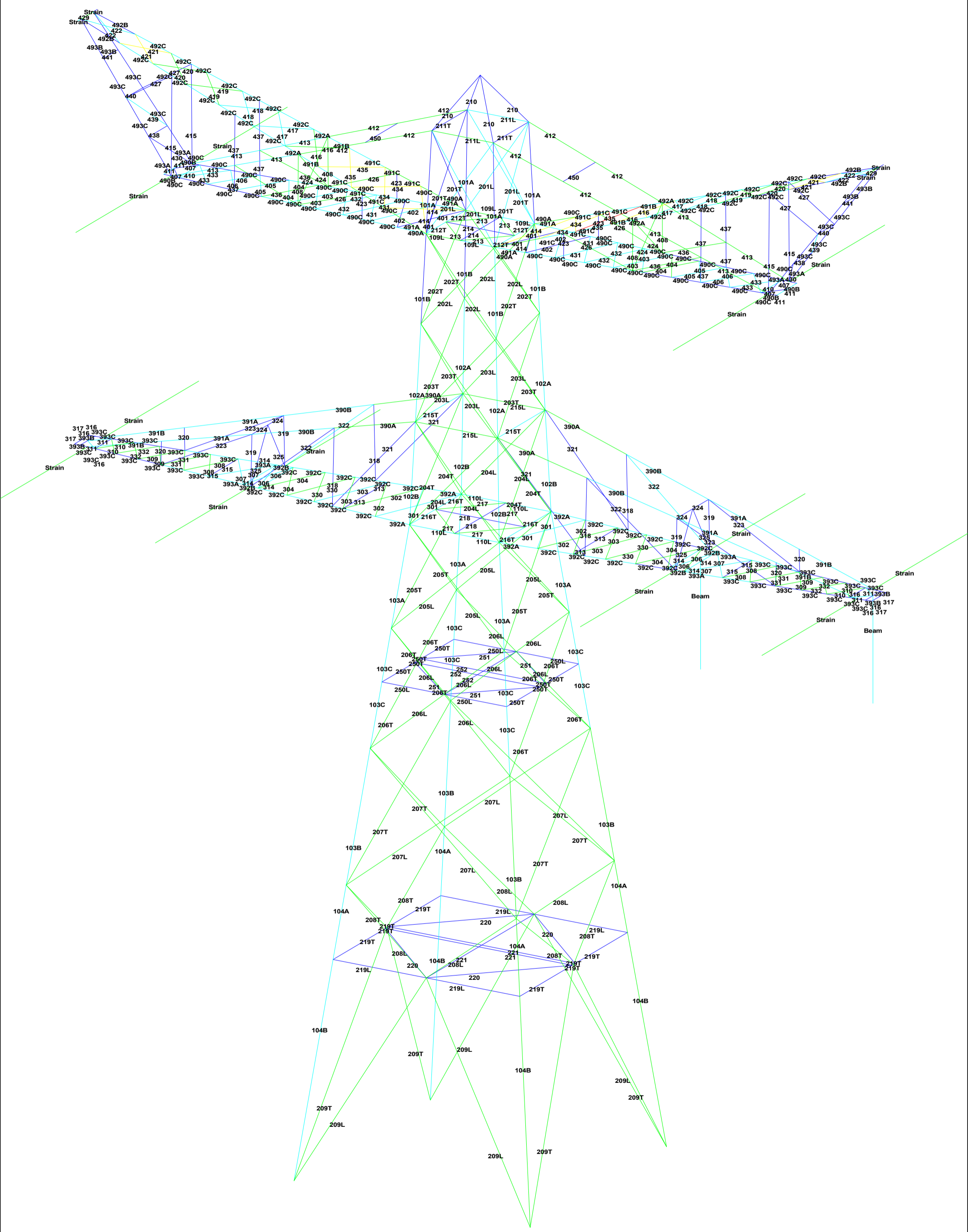




## **APPENDIX B**

### **Uitvoer PLS-TOWER**

---



Assessment of groups for initial mast (afkeur level)

Date 25-02-21  
 Author MKh  
 Version 1.0

ENS-ZL 380  
 HB-3 R  
 40

Group Label	Description	Profile	Steel Quality	Bolts	RLX	RLY	RLZ	Slenderness	Compression	Load Case (Compression)	Buckling	Shear (Comp)	Bearing (Comp)	U.C. (Comp)	Exceedance (Comp)	Tension	Load Case (Tension)	Net Section	Shear (Tens)	Bearing (Tens)	U.C. (Tens)	Exceedance (Tens)
101A	Leg	120x120x10	S355	7M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	88	-66.1	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct2	462.0	945.9	1234.8	0.14		31.7	3_0,9_106.95 Ba All Cts	635.0	945.9	1160.9	0.05	
101B	Leg	120x120x10	S355	8M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	77	-178.4	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	538.8	1084.4	1411.2	0.33		149.5	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct1	635.0	1084.4	1326.8	0.24	
102A	Leg	150x150x14	S355	8M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	67	-455.6	SPLS 3_90 Ah All Cts	1038.6	1084.4	1975.7	0.44		371.1	S_3_0,9_73.05 Ah All Cts	1159.3	1084.4	1857.5	0.34	
102B	Leg	150x150x14	S355	11M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	71	-409.4	SPLS 3_73.05 Ah All Cts	1001.6	2910.7	2716.6	0.41		319.2	S_3_0,9_73.05 Ah All Cts	1159.3	2910.7	2461.2	0.28	
103A	Leg	200x200x20	S355	8M24-8.8t	0.28	0.28	0.28	29	-905.0	SPLS 3_73.05 Ah All Cts	2574.7	2168.8	2822.4	0.42		740.6	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	2328.5	2168.8	2653.5	0.34	
103B	Leg	200x200x20	S355	10M24-8.8t	0.28	0.28	0.28	38	-1359.7	SPLS 3_73.05 Ah All Cts	2458.4	2660.2	2458.4	0.55		1144.4	S_3_0,9_73.05 Ah All Cts	2328.5	2660.2	3528.0	0.49	
103C	Leg	200x200x20	S355		0.52	0.52	0.52	34	-1123.8	SPLS 3_73.05 Ah All Cts	2507.1	0.0	0.0	0.45		943.8	S_3_0,9_73.05 Ah All Cts	2712.2	0.0	0.0	0.35	
104A	Leg	250x250x18	S355	12M24-8.8t	0.55	0.55	0.55	32	-1467.9	SPLS 3_90 Ah All Cts	2823.6	2975.4	3810.2	0.52		1243.0	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	2763.8	2975.4	3810.2	0.45	
104B	Leg	250x250x18	S355	12M24-8.8t	0.20	0.20	0.20	35	-1472.6	SPLS 3_90 Ah All Cts	2788.0	2975.4	3810.2	0.53		1236.4	SPLS 3_0,9_90 Ah All Cts	2763.8	2975.4	3582.3	0.45	
392A	Onderregel eerste dwarsarm	200x200x16	S355	13M24-8.8t	2.26	1.00	1.00	56	-724.9	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	1764.6	1696.1	3669.1	0.43		531.2	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	1886.8	1696.1	3449.6	0.31	
392B	Onderregel eerste dwarsarm	200x200x16	S355	6M24-8.8t	12.18	2.00	1.00	66	-386.6	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	1622.8	813.3	1693.4	0.48		274.9	SPLS 3_0,9_106.95 Ba Ct2	1886.8	813.3	1592.1	0.34	
392C	Onderregel eerste dwarsarm	200x200x16	S355		2.38	1.00	1.00	56	-679.1	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	1764.7	0.0	0.0	0.38		484.5	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	2193.9	0.0	0.0	0.22	
393A	Onderregel eerste dwarsarm	160x160x15	S355	6M24-8.8t	2.59	1.00	1.00	82	-357.5	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	1015.5	813.3	1587.6	0.44		243.6	SPLS 3_0,9_106.95 Ba Ct2	1372.7	813.3	1370.5	0.30	
393B	Onderregel eerste dwarsarm	160x160x15	S355		2.32	1.00	1.00	12	-1.7	ULS 3_90	1658.2	0.0	0.0	0.00		0.2	SPLS 1a_0,9_0 Ah Ct1	1658.2	0.0	0.0	0.00	
393C	Onderregel eerste dwarsarm	160x160x15	S355		3.62	1.00	1.00	82	-323.5	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	1014.6	0.0	0.0	0.32		207.4	SPLS 3_0,9_106.95 Ba Ct2	1658.2	0.0	0.0	0.13	
490A	Onderregel tweede dwarsarm	150x150x14	S355	15M24-8.8t	2.22	1.00	1.00	62	-405.9	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	1096.6	1918.9	3704.4	0.37		304.0	SPLS 3_0,9_106.95 Ba Ct2	1159.3	1918.9	3704.4	0.26	
490B	Onderregel tweede dwarsarm	150x150x14	S355		1.00	1.00	1.00	14	0.0		1425.0	0.0	0.0	0.00		12.5	ULS 3_106.95	1425.0	0.0	0.0	0.01	
490C	Onderregel tweede dwarsarm	150x150x14	S355		2.36	1.00	1.00	62	-390.0	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	1096.7	0.0	0.0	0.36		286.9	SPLS 3_0,9_106.95 Ba Ct2	1425.0	0.0	0.0	0.20	
390A	Bovenregel eerste dwarsarm	90x90x8	S235	4M24-8.8t	2.01	1.00	1.00	275	0.0		47.2	542.2	414.7	0.00		120.1	SPLS 3_0 Ba Ct1	185.9	542.2	357.1	0.65	
390B	Bovenregel eerste dwarsarm	90x90x8	S235	4M20-8.8t	2.00	1.00	1.00	277	0.0		46.8	376.3	345.6	0.00		91.1	SPLS 3_0 Ba Ct1	269.1	376.3	314.2	0.34	
391A	Bovenregel eerste dwarsarm	80x80x8	S235	4M20-8.8t	1.82	1.00	1.00	313	-1.4	SPLS 3_0,9_106.95 Ba All Cts	34.3	376.3	345.6	0.04		78.5	SPLS 3_0 Ba Ct1	227.6	376.3	314.2	0.34	
391B	Bovenregel eerste dwarsarm	80x80x8	S235	4M20-8.8t	2.23	1.00	1.00	313	-1.4	SPLS 3_0,9_106.95 Ba All Cts	34.3	376.3	345.6	0.04		78.5	SPLS 3_0 Ba Ct1	168.3	376.3	304.4	0.47	
491A	Bovenregel tweede dwarsarm	120x120x10	S355	3M24-8.8t	1.54	1.00	1.00	82	-256.9	SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct1	419.0	406.7	529.2	0.63		232.1	S_6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	441.0	406.7	493.6	0.57	
491B	Bovenregel tweede dwarsarm	120x120x10	S355	5M24-8.8t	1.65	3.19	1.00	81	-173.3	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	418.9	677.8	882.0	0.41		152.9	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	635.0	677.8	829.2	0.24	
491C	Bovenregel tweede dwarsarm	120x120x10	S355		1.49	2.87	1.00	81	-232.0	SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct1	419.0	0.0	0.0	0.55		207.8	S_6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	823.6	0.0	0.0	0.25	
492A	Bovenregel tweede dwarsarm	120x120x10	S355	5M24-8.8t	2.54	4.87	1.00	81	-201.5	SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct1	421.9	677.8	882.0	0.48		203.4	S_6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	635.0	677.8	829.2	0.32	
492B	Bovenregel tweede dwarsarm	120x120x10	S355	4M24-8.8t	2.33	1.00	1.00	116	-45.3	SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct1	294.4	542.2	705.6	0.15		36.5	S_6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	635.0	542.2	663.4	0.07	
492C	Bovenregel tweede dwarsarm	120x120x10	S355		1.92	1.00	1.00	81	-184.1	SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct1	421.6	0.0	0.0	0.44		184.5	S_6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	823.6	0.0	0.0	0.22	
493A	Tussenregel tweede dwarsarm	90x90x8	S235	2M20-8.8t	2.00	1.00	1.00	121	-22.3	ULS 5a Ah 22	156.1	188.2	172.8	0.14		10.5	S_3_0,9_106.95 Ba All Cts	187.5	188.2	172.8	0.06	
493B	Tussenregel tweede dwarsarm	90x90x8	S235	2M20-8.8t	2.00	1.00	1.00	121	-15.5	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	156.1	188.2	172.8	0.10		7.3	S_3_0,9_106.95 Ba All Cts	168.5	188.2	172.8	0.04	
493C	Tussenregel tweede dwarsarm	90x90x8	S235		2.00	1.00	1.00	121	-21.0	ULS 5a Ah 22	156.1	0.0	0.0	0.13		10.2	S_3_0,9_106.95 Ba All Cts	326.7	0.0	0.0	0.03	
201L	Diagonaal	100x100x8	S235	2M20-8.8t	0.53	0.53	0.53	131	-64.4	SPLS 3_106.95 Ba Ct1	150.4	188.2	172.8	0.43		47.0	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	190.7	188.2	157.1	0.30	
201T	Diagonaal	100x100x8	S235	1M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	131	-31.5	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	120.3	135.6	103.7	0.30		22.0	SPLS 3_0,9_73.05 Ba Ct1	170.5	135.6	97.5	0.23	
202L	Diagonaal	160x160x15	S235	4M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	78	-347.8	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	702.9	542.2	777.6	0.64		304.4	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	673.4	542.2	691.1	0.56	
202T	Diagonaal	150x150x12	S235	4M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	83	-297.8	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	502.9	542.2	622.1	0.59		307.1	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	498.3	542.2	535.6	0.62	
203L	Diagonaal	150x150x12	S235	4M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	89	-277.9	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	480.6	542.2	622.1	0.58		316.3	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	498.3	542.2	535.6	0.63	
203T	Diagonaal	150x150x12	S235	4M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	89	-280.1	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	480.6	542.2	622.1	0.58		270.6	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	498.3	542.2	535.6	0.54	
204L	Diagonaal	160x160x17	S235	4M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	90	-382.5	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	714.2	542.2	881.3	0.71		329.8	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	746.8	542.2	783.2	0.61	
204T	Diagonaal	160x160x17	S235	4M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	90	-333.0	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	714.2	542.2	881.3	0.61		310.9	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct1	746.8	542.2	783.2	0.57	
205L	Diagonaal	180x180x16	S235	5M24-8.8t	0.28	0.56	0.28	60	-468.5	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ah Ct1	906.7	677.8	1036.8	0.69		456.3	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	783.3	677.8	867.4	0.67	
205T	Diagonaal	180x180x16	S235	5M24-8.8t	0.28	0.56	0.28	60	-482.9	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	906.7	677.8	1036.8	0.71		469.7	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	783.3	677.8	867.4	0.69	
206L	Diagonaal	160x160x17	S235	4M24-8.8t	0.55	1.00	0.55	65	-363.5	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	819.3	542.2	881.3	0.67		364.7	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	725.8	542.2	736.4	0.67	
206T	Diagonaal	160x160x17	S235	4M24-8.8t	0.55	1.00	0.55	80	-379.8	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	729.6	542.2	881.3	0.70		377.4	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	725.8	542.2	736.4	0.70	
207L	Diagonaal	150x150x14	S235	3M24-8.8t	0.27	0.55	0.27	101	-288.4	SPLS 3_0,9_73.05 Ba Ct2	475.0	406.7	544.3	0.71		286.9	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	557.9	406.7	453.9	0.71	
207T	Diagonaal	150x150x14	S235	3M24-8.8t	0.27	0.55	0.27	101	-298.9	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	475.0	406.7	544.3	0.73		299.5	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	557.9	406.7	453.9	0.74	
208L	Diagonaal	150x150x12	S235	3M24-8.8t	0.55	1.00	0.55	100	-244.2	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	415.0	406.7	466.6	0.60		239.6	SPLS 3_0,9_73.05 Ba Ct2	498.3	406.7	405.3	0.59	
208T	Diagonaal	150x150x12	S235	3M24-8.8t	0.55	1.00	0.55	100	-251.9	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	415.0	406.7	466.6	0.62		246.4	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	498.3	406.7	405.3	0.61	
209L	Diagonaal	160x160x15	S235	4M24-8.8t	0.20	0.20	0.20	63	-371.2	SPLS 3_106.95 Ah Ct1	782.1	542.2	777.6	0.68		363.1	SPLS 3_0,9_73.05 Ba Ct2	673.4	542.2	680.3	0.67	
209T	Diagonaal	160x160x15	S235	4M24-8.8t	0.20	0.20	0.20	63	-379.3	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	782.1	542.2	777.6	0.70		361.9	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	673.4	542.2	680.3	0.67	
210	Top	80x80x8	S235	2M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	174	-19.8	SPLS 3_106.95 Ah Ct1	84.7	188.2	172.8	0.23		19.7	SPLS 3_0,9_106.95 Ah Ct1	146.3	188.2	157.1	0.13	
211L	Tweede dwarsarm in tower	90x90x8	S235	3M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	148	-0.2	SPLS 3_0,9_106.95 Ba All Cts	117.9	406.7	311.0	0.00		95.4	S_6a_90 Ba All Cts Ba Ct2	185.9	406.7	270.2	0.51	
211T	Tweede dwarsarm in tower	70x70x7	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	191	-4.1	ULS 1a_0,9_90	45.6	60.3										

**Assessment of groups for initial mast (afkeur level)**

Date 25-02-21  
 Author MKh  
 Version 1.0

ENS-ZL 380  
 HB-3 R  
 40

Group Label	Description	Profile	Steel Quality	Bolts	RLX	RLY	RLZ	Slenderness	Compression Load Case (Compression)	Buckling	Shear (Comp)	Bearing (Comp)	U.C. (Comp)	Exceedance (Comp)	Tension Load Case (Tension)	Net Section	Shear (Tens)	Bearing (Tens)	U.C. (Tens)	Exceedance (Tens)
321	Diagonaal eerste dwarsarm	80x80x8	S235	2M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	345	0.0	30.1	188.2	172.8	0.00	26.5	6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	162.8	188.2	157.1	0.17	
322	Diagonaal eerste dwarsarm	90x90x8	S235	2M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	269	0.0	50.9	271.1	207.4	0.00	39.8	ULS 3_0	136.2	271.1	161.3	0.29	
323	Diagonaal eerste dwarsarm	70x70x7	S235	1M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	331	0.0	19.8	94.1	75.6	0.00	15.0	SPLS 1a_45 Ah Ct2	84.7	94.1	65.2	0.23	
324	Dwarsligger bovenregel eerste dwarsarm	70x70x7	S235	1M20-8.8t	1.00	2.00	1.00	110	-0.8 ULS 1a_0	93.2	94.1	75.6	0.01	0.7	ULS 1a_0_9_0	84.7	94.1	65.2	0.01	
325	Tussen diagonaal eerste dwarsarm	80x80x8	S235	1M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	151	-2.2 ULS 1a_0	81.0	94.1	86.4	0.03	1.4	ULS 1a_0_9_0	133.6	94.1	78.5	0.02	
401	Diagonaal onderregel tweede dwarsarm	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	112	-18.8 SPLS 3_0_9_90 Ba Ct1	99.6	188.2	151.2	0.19	18.8	SPLS 3_90 Ba All Cts	90.5	188.2	91.6	0.21	
402	Diagonaal onderregel tweede dwarsarm	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	112	-22.7 SPLS 3_90 Ba Ct2	107.3	188.2	151.2	0.21	22.8	SPLS 3_90 Ba Ct2	90.5	188.2	100.8	0.25	
403	Diagonaal onderregel tweede dwarsarm	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	97	-32.9 SPLS 3_106.95 Ba Ct2	121.9	188.2	151.2	0.27	32.9	SPLS 3_0_9_106.95 Ba Ct2	90.5	188.2	100.8	0.36	
404	Diagonaal onderregel tweede dwarsarm	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	92	-48.1 SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	126.9	188.2	151.2	0.38	47.1	5_6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	90.5	188.2	117.6	0.52	
405	Diagonaal onderregel tweede dwarsarm	90x90x8	S235	2M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	67	-50.6 SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	226.0	271.1	207.4	0.24	52.6	5_6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	136.2	271.1	141.8	0.39	
406	Diagonaal onderregel tweede dwarsarm	90x90x8	S235	2M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	64	-57.3 SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	231.6	271.1	207.4	0.28	55.2	5_6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	139.3	271.1	124.1	0.44	
407	Diagonaal onderregel tweede dwarsarm	80x80x8	S235	2M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	65	-39.2 SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	203.3	271.1	207.4	0.19	27.7	5_6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	117.7	271.1	124.1	0.24	
408	Diagonaal onderregel tweede dwarsarm	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	202	-9.7 SPLS 3_0_9_73.05 Ah All Cts	21.5	60.3	43.2	0.45	18.7	5_6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	46.1	60.3	32.7	0.57	
410	Dwarsligger onderregel tweede dwarsarm	150x150x12	S355	2M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	53	0.0	867.3	188.2	352.8	0.00	79.8	ULS 3_90	504.3	188.2	217.4	0.42	
411	Dwarsligger onderregel tweede dwarsarm	150x150x12	S355	2M24-8.8t	2.00	1.00	1.00	32	0.0	971.1	271.1	423.4	0.00	66.0	ULS 3_0_9_73.05	496.7	271.1	220.7	0.30	
437	Bovenregel tweede dwarsarm	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	203	-1.9 SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ba Ct2	24.2	60.3	43.2	0.08	3.2	5_6a_90 Ah Ct2 Ba Ct2	46.1	60.3	32.7	0.10	
412	Bovenregel tweede dwarsarm	90x90x8	S235	3M24-8.8t	2.00	2.00	2.00	349	-25.1 SPLS 3_0_9_106.95 Ba All Cts	33.6	406.7	311.0	0.75	128.3	5_6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	185.9	406.7	270.2	0.69	
413	Bovenregel tweede dwarsarm	80x80x8	S235	4M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	189	-2.4 SPLS 3_0_9_106.95 Ba All Cts	76.0	376.3	345.6	0.03	87.4	5_6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	151.8	376.3	261.3	0.58	
414	Diagonaal bovenregel tweede dwarsarm	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	160	-24.0 SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	42.5	60.3	51.8	0.57	24.0	5_6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	72.6	60.3	28.2	0.85	
415	Diagonaal bovenregel tweede dwarsarm	60x60x6	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	334	-2.9 SPLS 1a_106.95 Ba All Cts	14.3	60.3	51.8	0.20	0.0		48.4	60.3	33.7	0.00	
416	Diagonaal bovenregel tweede dwarsarm	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	126	-24.1 SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	56.2	60.3	51.8	0.47	22.0	5_6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	72.6	60.3	28.2	0.78	
417	Diagonaal bovenregel tweede dwarsarm	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	118	-10.1 SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	59.8	60.3	51.8	0.19	9.7	5_6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	72.6	60.3	28.2	0.34	
418	Diagonaal bovenregel tweede dwarsarm	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	111	-13.9 SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	63.5	60.3	51.8	0.27	14.2	5_6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	72.6	60.3	28.2	0.50	
419	Diagonaal bovenregel tweede dwarsarm	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	105	-16.3 SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	66.8	60.3	51.8	0.31	15.6	5_6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	72.6	60.3	28.2	0.55	
420	Diagonaal bovenregel tweede dwarsarm	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	97	-18.8 SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	71.3	60.3	51.8	0.36	19.5	5_6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	72.6	60.3	28.2	0.69	
421	Diagonaal bovenregel tweede dwarsarm	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	92	-25.6 SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	74.4	60.3	51.8	0.49	24.1	5_6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	72.6	60.3	28.2	0.85	
422	Diagonaal bovenregel tweede dwarsarm	60x60x6	S235	2M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	98	-35.0 SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct1	89.0	120.6	103.7	0.39	37.8	5_6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	78.2	120.6	76.8	0.49	
423	Verticaal tweede dwarsarm	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	101	-0.6 ULS 5a_Ba 12	48.1	60.3	43.2	0.01	2.7	ULS 5a_Ba 12	46.1	60.3	32.7	0.08	
424	Verticaal tweede dwarsarm	50x50x5	S235	1M16-8.8t	0.50	0.50	0.50	152	-21.2 SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	31.6	60.3	43.2	0.67	21.5	5_6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	46.1	60.3	32.7	0.66	
426	Diagonaal tweede dwarsarm	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	308	-7.1 ULS 5a_Ba 12	11.4	60.3	43.2	0.62	0.0		46.1	60.3	25.2	0.00	
427	Diagonaal tweede dwarsarm	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	244	0.0	16.4	60.3	43.2	0.00	1.1	ULS 1a_106.95	46.1	60.3	20.5	0.05	
429	Dwarsligger bovenregel tweede dwarsarm	UNP160	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	47	0.0	279.0	60.3	64.8	0.00	35.2	ULS 3_0_9_90	90.7	60.3	64.8	0.58	
430	Dwarsligger ladder tweede dwarsarm	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	227	-2.0 SPLS 1a_0_9_135 Ba All Cts	18.2	60.3	43.2	0.11	2.5	SPLS 1a_0_9_0 Ah All Cts	46.1	60.3	32.7	0.08	
438	Dwarsligger ladder tweede dwarsarm	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	141	-2.6 SPLS 1a_0 Ah All Cts	34.4	60.3	43.2	0.07	2.3	LS 1a_0_9_135 Ba All Cts	46.1	60.3	32.7	0.07	
439	Dwarsligger ladder tweede dwarsarm	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	217	-6.4 ULS 5a_Ba 12	19.5	60.3	43.2	0.33	7.3	ULS 5a_Ba 12	46.1	60.3	32.7	0.22	
440	Dwarsligger ladder tweede dwarsarm	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	125	-2.4 ULS 5a Ah 12	39.5	60.3	43.2	0.06	2.0	ULS 5a_Ba 12	46.1	60.3	32.7	0.06	
441	Dwarsligger ladder tweede dwarsarm	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	108	0.0 SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ba Ct2	45.3	60.3	43.2	0.00	0.0	ULS 3_0_9_90	46.1	60.3	32.7	0.00	
431	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	107	-24.0 SPLS 3_106.95 Ba Ct2	112.0	188.2	151.2	0.21	23.8	SPLS 3_106.95 Ba Ct2	90.5	188.2	100.8	0.26		
432	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	102	-24.7 SPLS 3_106.95 Ba Ct2	116.9	188.2	151.2	0.21	24.6	SPLS 3_106.95 Ba Ct2	90.5	188.2	100.8	0.27		
433	90x90x8	S235	2M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	63	-69.0 SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	233.3	271.1	207.4	0.33	66.6	5_3_0_9_106.95 Ba All Cts	144.0	271.1	159.5	0.46		
434	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	141	-25.0 SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	49.5	60.3	51.8	0.51	24.6	5_6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	72.6	60.3	28.2	0.87		
435	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	133	-29.1 SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	52.8	60.3	51.8	0.56	29.6	5_6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	72.6	60.3	28.2	1.05	stuik	
436	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	305	-8.3 SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	11.5	60.3	43.2	0.72	0.0		46.1	60.3	32.7	0.00		
330	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.55	0.55	0.55	111	-77.6 SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	141.9	188.2	172.8	0.55	74.7	5_6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	149.6	188.2	139.6	0.54		
331	60x60x6	S235	2M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	100	-40.6 SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	87.4	120.6	103.7	0.46	40.5	5_6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	67.0	120.6	56.7	0.71		
332	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.55	0.55	0.55	73	-54.7 SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	147.1	188.2	151.2	0.37	52.8	5_6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	90.5	188.2	82.6	0.64		
250L	80x80x6#	S235	2M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	166	-6.2 SPLS 3_0_9_73.05 Ah All Cts	68.8	120.6	103.7	0.09	4.6	S 3_0_9_73.05 Ah All Cts	111.8	120.6	89.6	0.05		
250T	80x80x6#	S235		11.75	2.00	1.00	107	-7.3 SPLS 1a_45 Ba Ct1	105.9	0.0	0.0	0.07	2.6	SPLS 1a_0_9_45 Ba Ct1	111.8	120.6	89.6	0.03		
251	90x90x8	S235	1M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	204	-6.1 SPLS 1a_73.05 Ba Ct1	61.8	94.1	86.4	0.10	5.2	PLS 1a_0_9_73.05 Ba Ct2	156.7	94.1	78.5	0.07		
252	60x60x6	S235	1M20-8.8t	0.50	0.50	0.50	226	-0.9 SPLS 1a_0 Ah Ct2	26.4	94.1	64.8	0.03	0.2	SPLS 1a_0_9_0 Ah All Cts	65.7	94.1	44.4	0.00		
450	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	246	-0.1 SPLS 1a_135 Ba All Cts	16.2	60.3	43.2	0.00	0.0	SPLS 1a_0_9_0 Ba All Cts	46.1	60.3	32.7	0.00		



Assessment of groups for strengthened mast (afkeur level)

Date 25-02-21  
 Author MKH  
 Version 1.0

ENS-ZL 380  
 HB-3 R  
 40

Staafgroep	Omschrijving	Profiel	Staalsoort	Bouten	RLX	RLY	RLZ	Slankheid	Druk	Combinatie druk	Knik	Afschuiving	Stuik (druk)	U.C. (druk)	Opm.	Trek	Combinatie trek	Nettods.	Afschuif	Stuik (trek)	U.C. (trek)
101A	Leg	120x120x10	S355	7M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	88	-66.1	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	462.0	945.9	1234.8	0.14	31.7	SPLS 3_0,9_106.95 Ba	635.0	945.9	1160.9	0.05	
101B	Leg	120x120x10	S355	8M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	77	-178.4	SPLS 6a_90 Ah All Cts	538.8	1084.4	1411.2	0.33	149.5	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct1	635.0	1084.4	1326.8	0.24	
102A	Leg	150x150x14	S355	8M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	67	-455.6	SPLS 3_90 Ah All Cts	1038.6	1084.4	1975.7	0.44	371.1	SPLS 3_0,9_73.05 Ah	1159.3	1084.4	1857.5	0.34	
102B	Leg	150x150x14	S355	11M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	71	-409.4	SPLS 3_73.05 Ah All Ct	1001.6	2910.7	2716.6	0.41	319.2	SPLS 3_0,9_73.05 Ah	1159.3	2910.7	2461.2	0.28	
103A	Leg	200x200x20	S355	8M24-8.8t	0.28	0.28	0.28	29	-905.0	SPLS 3_73.05 Ah All Ct	2574.7	2168.8	2822.4	0.42	740.6	SPLS 3_0,9_90 Ah All Ct	2328.5	2168.8	2653.5	0.34	
103B	Leg	200x200x20	S355	10M24-8.8t	0.28	0.28	0.28	38	-1359.7	SPLS 3_73.05 Ah All Ct	2458.4	2660.2	3528.0	0.55	1144.4	SPLS 3_0,9_73.05 Ah	2328.5	2660.2	3528.0	0.49	
103C	Leg	200x200x20	S355		0.52	0.52	0.52	34	-1123.8	SPLS 3_73.05 Ah All Ct	2507.1	0.0	0.0	0.45	943.8	SPLS 3_0,9_73.05 Ah	2712.2	0.0	0.0	0.35	
104A	Leg	250x250x18#	S355	12M24-8.8t	0.55	0.55	0.55	32	-1467.9	SPLS 3_90 Ah All Cts	2823.6	2975.4	3810.2	0.52	1243.0	SPLS 3_0,9_90 Ah All Ct	2763.8	2975.4	3810.2	0.45	
104B	Leg	250x250x18#	S355	12M24-8.8t	0.20	0.20	0.20	35	-1472.6	SPLS 3_90 Ah All Cts	2788.0	2975.4	3810.2	0.53	1236.4	SPLS 3_0,9_90 Ah All Ct	2763.8	2975.4	3582.3	0.45	
392A	Onderregel eers	200x200x16	S355	13M24-8.8t	2.26	1.00	1.00	56	-724.9	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	1764.6	1696.1	3669.1	0.43	531.2	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah	1886.8	1696.1	3449.6	0.31	
392B	Onderregel eers	200x200x16	S355	6M24-8.8t	12.18	2.00	1.00	66	-386.6	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	1622.8	813.3	1693.4	0.48	274.9	SPLS 3_0,9_106.95 Ba	1886.8	813.3	1592.1	0.34	
392C	Onderregel eers	200x200x16	S355		2.38	1.00	1.00	56	-679.1	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	1764.7	0.0	0.0	0.38	484.5	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah	2193.9	0.0	0.0	0.22	
393A	Onderregel eers	160x160x15#	S355	6M24-8.8t	2.59	1.00	1.00	82	-357.5	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	1015.5	813.3	1587.6	0.44	243.6	SPLS 3_0,9_106.95 Ba	1372.7	813.3	1370.5	0.30	
393B	Onderregel eers	160x160x15#	S355		2.32	1.00	1.00	12	-1.7	ULS 3_90	1658.2	0.0	0.0	0.00	0.2	SPLS 1a_0,9_0 Ah Ct1	1658.2	0.0	0.0	0.00	
393C	Onderregel eers	160x160x15#	S355		3.62	1.00	1.00	82	-323.5	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba	1014.6	0.0	0.0	0.32	207.4	SPLS 3_0,9_106.95 Ba	1658.2	0.0	0.0	0.13	
490A	Onderregel twei	150x150x14	S355	15M24-8.8t	2.22	1.00	1.00	62	-405.9	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	1096.6	1918.9	3704.4	0.37	304.0	SPLS 3_0,9_106.95 Ba	1159.3	1918.9	3704.4	0.26	
490B	Onderregel twei	150x150x14	S355		1.00	1.95	1.00	14	0.0		1425.0	0.0	0.0	0.00	12.5	ULS 3_106.95	1425.0	0.0	0.0	0.01	
490C	Onderregel twei	150x150x14	S355		2.36	1.00	1.00	62	-390.0	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	1096.7	0.0	0.0	0.36	286.9	SPLS 3_0,9_106.95 Ba	1425.0	0.0	0.0	0.20	
390A	Bovenregel eers	90x90x8	S235	4M24-8.8t	2.01	1.00	1.00	275	0.0		47.2	542.2	414.7	0.00	120.1	SPLS 3_0 Ba Ct1	185.9	542.2	357.1	0.65	
390B	Bovenregel eers	90x90x8	S235	4M20-8.8t	2.00	1.00	1.00	277	0.0		46.8	376.3	345.6	0.00	91.1	SPLS 3_0 Ba Ct1	269.1	376.3	314.2	0.34	
391A	Bovenregel eers	80x80x8	S235	4M20-8.8t	1.82	1.00	1.00	313	-1.4	SPLS 3_0,9_106.95 Ba	34.3	376.3	345.6	0.04	78.5	SPLS 3_0 Ba Ct1	227.6	376.3	314.2	0.34	
391B	Bovenregel eers	80x80x8	S235	4M20-8.8t	2.23	1.00	1.00	313	-1.4	SPLS 3_0,9_106.95 Ba	34.3	376.3	345.6	0.04	78.5	SPLS 3_0 Ba Ct1	168.3	376.3	304.4	0.47	
491A	Bovenregel twe	120x120x10	S355	3M24-8.8t	1.54	1.00	1.00	82	-256.9	SPLS 6a_90 Ba All Cts	419.0	406.7	529.2	0.63	232.1	SPLS 6a_90 Ba All Cts	441.0	406.7	493.6	0.57	
491B	Bovenregel twe	120x120x10	S355	5M24-8.8t	1.65	3.19	1.00	81	-173.3	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	418.9	677.8	882.0	0.41	152.9	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah	635.0	677.8	829.2	0.24	
491C	Bovenregel twe	120x120x10	S355		1.49	2.87	1.00	81	-232.0	SPLS 6a_90 Ba All Cts	419.0	0.0	0.0	0.55	207.8	SPLS 6a_90 Ba All Cts	823.6	0.0	0.0	0.25	
492A	Bovenregel twe	120x120x10	S355	5M24-8.8t	2.54	4.87	1.00	81	-201.5	SPLS 6a_90 Ba All Cts	421.9	677.8	882.0	0.48	203.4	SPLS 6a_90 Ba All Cts	635.0	677.8	829.2	0.32	
492B	Bovenregel twe	120x120x10	S355	4M24-8.8t	2.33	1.00	1.00	116	-45.3	SPLS 6a_90 Ba All Cts	294.4	542.2	705.6	0.15	36.5	SPLS 6a_90 Ba All Cts	635.0	542.2	663.4	0.07	
492C	Bovenregel twe	120x120x10	S355		1.92	1.00	1.00	81	-184.1	SPLS 6a_90 Ba All Cts	421.6	0.0	0.0	0.44	184.5	SPLS 6a_90 Ba All Cts	823.6	0.0	0.0	0.22	
493A	Tussenregel twe	90x90x8	S235	2M20-8.8t	2.00	1.00	1.00	121	-22.3	ULS 5a Ah 22	156.1	188.2	172.8	0.14	10.5	SPLS 3_0,9_106.95 Ba	187.5	188.2	172.8	0.06	
493B	Tussenregel twe	90x90x8	S235	2M20-8.8t	2.00	1.00	1.00	121	-15.5	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba	156.1	188.2	172.8	0.10	7.3	SPLS 3_0,9_106.95 Ba	168.5	188.2	172.8	0.04	
493C	Tussenregel twe	90x90x8	S235		2.00	1.00	1.00	121	-21.0	ULS 5a Ah 22	156.1	0.0	0.0	0.13	10.2	SPLS 3_0,9_106.95 Ba	326.7	0.0	0.0	0.03	
201L	Diagonaal	100x100x8	S235	2M20-8.8t	0.53	0.53	0.53	131	-64.4	SPLS 3_106.95 Ba Ct1	150.4	188.2	172.8	0.43	47.0	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba	190.7	188.2	157.1	0.30	
201T	Diagonaal	100x100x8	S235	1M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	131	-31.5	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba	120.3	135.6	103.7	0.30	22.0	SPLS 3_0,9_73.05 Ba Ct1	170.5	135.6	97.5	0.23	
202L	Diagonaal	160x160x15#	S235	4M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	78	-347.8	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	702.9	542.2	777.6	0.64	304.4	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah	673.4	542.2	691.1	0.56	
202T	Diagonaal	150x150x12	S235	4M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	83	-297.8	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	502.9	542.2	622.1	0.59	307.1	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	498.3	542.2	535.6	0.62	
203L	Diagonaal	150x150x12	S235	4M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	89	-277.9	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah	480.6	542.2	622.1	0.58	316.3	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	498.3	542.2	535.6	0.63	
203T	Diagonaal	150x150x12	S235	4M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	89	-280.1	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	480.6	542.2	622.1	0.58	270.6	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	498.3	542.2	535.6	0.54	
204L	Diagonaal	160x160x17#	S235	4M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	90	-382.5	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	714.2	542.2	881.3	0.71	329.8	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah	746.8	542.2	783.2	0.61	
204T	Diagonaal	160x160x17#	S235	4M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	90	-333.0	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah	714.2	542.2	881.3	0.61	310.9	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct1	746.8	542.2	783.2	0.57	
205L	Diagonaal	180x180x16#	S235	5M24-8.8t	0.28	0.56	0.28	60	-468.5	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ah	906.7	677.8	1036.8	0.69	456.3	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	783.3	677.8	867.4	0.67	
205T	Diagonaal	180x180x16#	S235	5M24-8.8t	0.28	0.56	0.28	60	-482.9	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	906.7	677.8	1036.8	0.71	469.7	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah	783.3	677.8	867.4	0.69	
206L	Diagonaal	160x160x17#	S235	4M24-8.8t	0.55	1.00	0.55	65	-363.5	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	819.3	542.2	881.3	0.67	364.7	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ah	725.8	542.2	736.4	0.67	
206T	Diagonaal	160x160x17#	S235	4M24-8.8t	0.55	1.00	0.55	80	-379.8	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah	729.6	542.2	881.3	0.70	377.4	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	725.8	542.2	736.4	0.70	
207L	Diagonaal	150x150x14	S235	3M24-8.8t	0.27	0.55	0.27	101	-288.4	SPLS 3_0,9_73.05 Ba Ct1	475.0	406.7	544.3	0.71	286.9	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	557.9	406.7	453.9	0.71	
207T	Diagonaal	150x150x14	S235	3M24-8.8t	0.27	0.55	0.27	101	-298.9	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	475.0	406.7	544.3	0.73	299.5	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah	557.9	406.7	453.9	0.74	
208L	Diagonaal	150x150x12	S235	3M24-8.8t	0.55	1.00	0.55	100	-244.2	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	415.0	406.7	466.6	0.60	239.6	SPLS 3_0,9_73.05 Ba Ct1	498.3	406.7	405.3	0.59	
208T	Diagonaal	150x150x12	S235	3M24-8.8t	0.55	1.00	0.55	100	-251.9	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah	415.0	406.7	466.6	0.62	246.4	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	498.3	406.7	405.3	0.61	
209L	Diagonaal	160x160x15#	S235	4M24-8.8t	0.20	0.20	0.20	63	-371.2	SPLS 3_106.95 Ah Ct1	782.1	542.2	777.6	0.68	363.1	SPLS 3_0,9_73.05 Ba Ct1	673.4	542.2	680.3	0.67	
209T	Diagonaal	160x160x15#	S235	4M24-8.8t	0.20	0.20	0.20	63	-379.3	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah	782.1	542.2	777.6	0.70	361.9	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	673.4	542.2	680.3	0.67	
210	Top	80x80x8	S235	2M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	174	-19.8	SPLS 3_106.95 Ah Ct1	84.7	188.2	172.8	0.23	19.7	SPLS 3_0,9_106.95 Ah	146.3	188.2	157.1	0.13	
211L	Tweede dwarsa	90x90x8	S235	3M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	148	-0.2	SPLS 3_0,9_106.95 Ba Ct1	117.9	406.7	311.0	0.00	95.4	SPLS 6a_90 Ah All Cts	185.9	406.7	270.2	0.51	
211T	Tweede dwarsa	70x70x7	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	191	-4.1	ULS 1a_0,9_90	45.6	60.3	60.5	0.09	6.3	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba	92.7	60.3	52.3	0.12	
109L	Tweede dwarsa	150x150x14	S355	15M24-8.8t	1.00	2.00	1.00	64	-543.7	SPLS 3_73.05 Ah All Ct	1076.4	1918.9	3704.4	0.51	465.3	SPLS 3_0,9_106.95 Ba	1159.3	1918.9	3482.8	0.40	
112T	Tweede dwarsa	120x120x10	S235	6M24-8.8t	1.00	2.															

Assessment of groups for strengthened mast (afkeur level)

Date 25-02-21  
Author MKh  
Version 1.0

ENS-ZL 380  
HB-3 R  
40

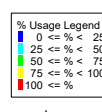
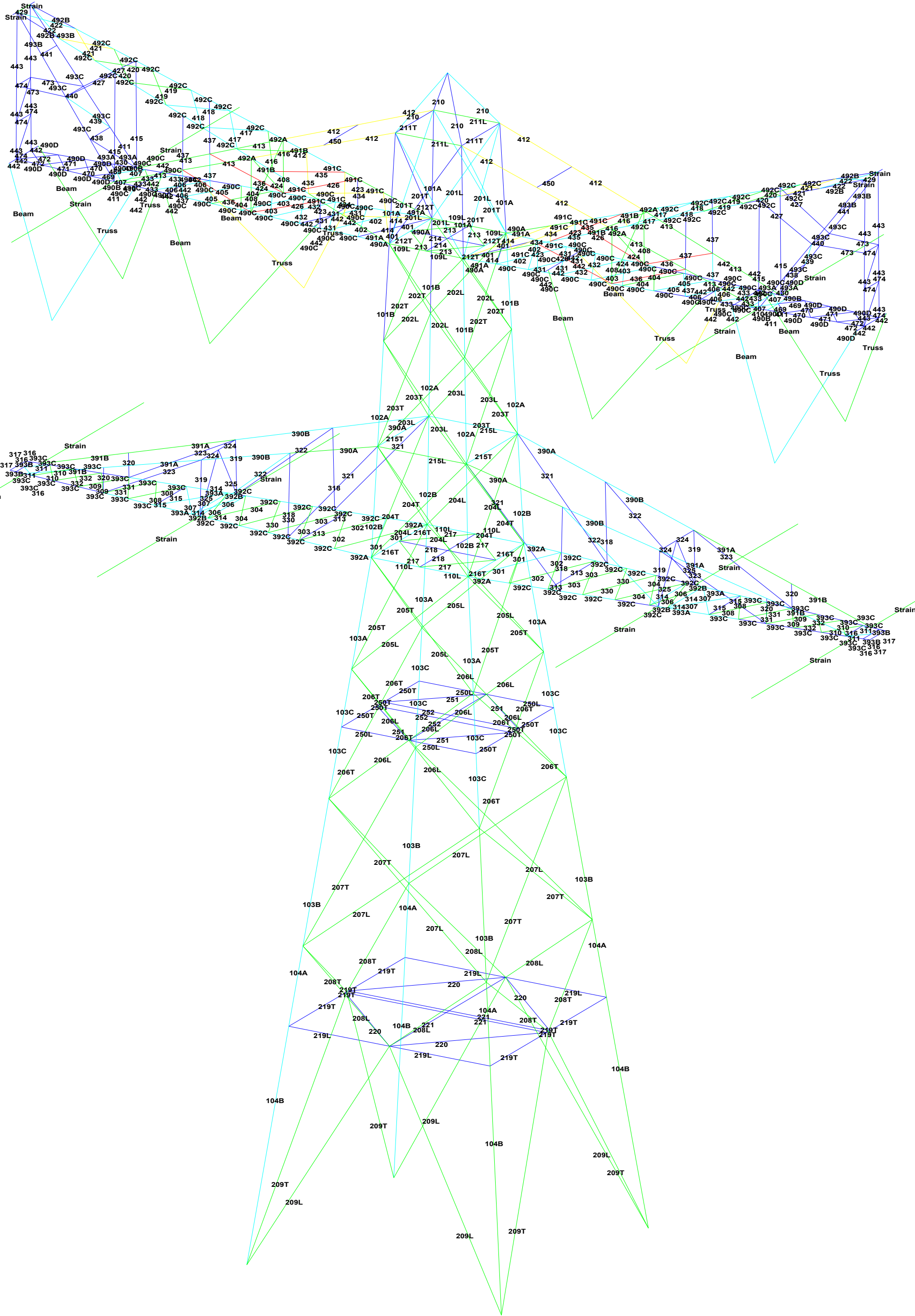
Staafgroep	Omschrijving	Profiel	Staalsoort	Bouten	RLX	RLY	RLZ	Slankheid	Druk	Combinatie druk	Knik	Afschuiving	Stuik (druk)	U.C. (druk)	Opm.	Trek	Combinatie trek	Nettods.	Afschuif	Stuik (trek)	U.C. (trek)
318	Verticaal eerste	90x90x8	S235	2M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	171	-17.8	ULS 3_0	98.0	271.1	207.4	0.18	0.0	0.0		159.7	271.1	183.4	0.00
319	Verticaal eerste	60x60x6	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	172	-3.8	SPLS 1a_45 Ah Ct2	38.8	60.3	51.8	0.10	0.0	0.0		48.4	60.3	33.7	0.00
320	Verticaal eerste	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	93	-1.0	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba	51.4	60.3	43.2	0.02	0.0	0.0		46.1	60.3	32.7	0.00
321	Diagonaal eerst	80x80x8	S235	2M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	345	0.0		30.1	188.2	172.8	0.00		26.5	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba	162.8	188.2	157.1	0.17
322	Diagonaal eerst	90x90x8	S235	2M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	269	0.0		50.9	271.1	207.4	0.00		39.8	ULS 3_0	136.2	271.1	161.3	0.29
323	Diagonaal eerst	70x70x7	S235	1M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	331	0.0		19.8	94.1	75.6	0.00		15.0	SPLS 1a_45 Ah Ct2	84.7	94.1	65.2	0.23
324	Dwarsligger bov	70x70x7	S235	1M20-8.8t	1.00	2.00	1.00	110	-0.8	ULS 1a_0	93.2	94.1	75.6	0.01		0.7	ULS 1a_0_9_0	84.7	94.1	65.2	0.01
325	Tussen diagona	80x80x8	S235	1M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	151	-2.2	ULS 1a_0	81.0	94.1	86.4	0.03		1.4	ULS 1a_0_9_0	133.6	94.1	78.5	0.02
401	Diagonaal onde	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.53	0.53	0.53	121	-18.8	SPLS 3_0_9_90 Ba Ct1	99.6	188.2	151.2	0.19		18.8	SPLS 3_90 Ba All Cts	90.5	188.2	91.6	0.21
402	Diagonaal onde	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	112	-22.7	SPLS 3_90 Ba Ct2	107.3	188.2	151.2	0.21		22.8	SPLS 3_90 Ba Ct2	90.5	188.2	100.8	0.25
403	Diagonaal onde	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	97	-32.9	SPLS 3_106.95 Ba Ct2	121.9	188.2	151.2	0.27		32.9	SPLS 3_0_9_106.95 Ba	90.5	188.2	100.8	0.36
404	Diagonaal onde	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	92	-48.1	SPLS 6a_90 Ba All Cts	126.9	188.2	151.2	0.38		47.1	SPLS 6a_90 Ba All Cts	90.5	188.2	117.6	0.52
405	Diagonaal onde	90x90x8	S235	2M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	67	-50.6	SPLS 6a_90 Ba All Cts	226.0	271.1	207.4	0.24		52.6	SPLS 6a_90 Ba All Cts	136.2	271.1	141.8	0.39
406	Diagonaal onde	90x90x8	S235	2M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	64	-57.3	SPLS 6a_90 Ba All Cts	231.6	271.1	207.4	0.28		55.2	SPLS 6a_90 Ba All Cts	139.3	271.1	124.1	0.44
407	Diagonaal onde	80x80x8	S235	2M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	65	-39.2	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	203.3	271.1	207.4	0.19		27.7	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	117.7	271.1	124.1	0.24
408	Diagonaal onde	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	202	-9.7	SPLS 3_0_9_73.05 Ah /	21.5	60.3	43.2	0.45		18.7	SPLS 6a_90 Ah All Cts	46.1	60.3	32.7	0.57
410	Dwarsligger onc	150x150x12	S355	2M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	53	0.0		867.3	188.2	352.8	0.00		79.8	ULS 3_90	504.3	188.2	217.4	0.42
411	Dwarsligger onc	150x150x12	S355	2M24-8.8t	2.00	1.00	1.00	32	0.0		971.1	271.1	423.4	0.00		66.0	ULS 3_0_9_73.05	496.7	271.1	220.7	0.30
437	0	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	203	-1.9	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ba	24.2	60.3	43.2	0.08		3.2	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ba	46.1	60.3	32.7	0.10
412	Bovenregel twe	90x90x8	S235	3M24-8.8t	2.00	2.00	2.00	349	-25.1	SPLS 3_0_9_106.95 Ba	33.6	406.7	311.0	0.75		128.3	SPLS 6a_90 Ah All Cts	185.9	406.7	270.2	0.69
413	Bovenregel twe	80x80x8	S235	4M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	189	-2.4	SPLS 3_0_9_106.95 Ba	76.0	376.3	345.6	0.03		87.4	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba	151.8	376.3	261.3	0.58
414	Diagonaal bovei	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	160	-24.0	SPLS 6a_90 Ba All Cts	42.5	60.3	51.8	0.57		24.0	SPLS 6a_90 Ba All Cts	72.6	60.3	28.2	0.85
415	Diagonaal bovei	60x60x6	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	334	-2.9	SPLS 1a_106.95 Ba All	14.3	60.3	51.8	0.20		0.0		48.4	60.3	33.7	0.00
416	Diagonaal bovei	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	126	-24.1	SPLS 6a_90 Ba All Cts	56.2	60.3	51.8	0.47		22.0	SPLS 6a_90 Ba All Cts	72.6	60.3	28.2	0.78
417	Diagonaal bovei	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	118	-10.1	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah	59.8	60.3	51.8	0.19		9.7	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah	72.6	60.3	28.2	0.34
418	Diagonaal bovei	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	111	-13.9	SPLS 6a_90 Ba All Cts	63.5	60.3	51.8	0.27		14.2	SPLS 6a_90 Ba All Cts	72.6	60.3	28.2	0.50
419	Diagonaal bovei	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	105	-16.3	SPLS 6a_90 Ba All Cts	66.8	60.3	51.8	0.31		15.6	SPLS 6a_90 Ba All Cts	72.6	60.3	28.2	0.55
420	Diagonaal bovei	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	97	-18.8	SPLS 6a_90 Ba All Cts	71.3	60.3	51.8	0.36		19.5	SPLS 6a_90 Ba All Cts	72.6	60.3	28.2	0.69
421	Diagonaal bovei	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	92	-25.6	SPLS 6a_90 Ba All Cts	74.4	60.3	51.8	0.49		24.1	SPLS 6a_90 Ba All Cts	72.6	60.3	28.2	0.85
422	Diagonaal bovei	60x60x6	S235	2M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	98	-35.0	SPLS 6a_90 Ba All Cts	89.0	120.6	103.7	0.39		37.8	SPLS 6a_90 Ba All Cts	78.2	120.6	76.8	0.49
423	Verticaal tweed	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	101	-0.6	ULS 5a Ba 12	48.1	60.3	43.2	0.01		2.7	ULS 5a Ba 12	46.1	60.3	32.7	0.08
424	Verticaal tweed	50x50x5	S235	1M16-8.8t	0.50	0.50	0.50	152	-21.2	SPLS 6a_90 Ah All Cts	31.6	60.3	43.2	0.67		21.5	SPLS 6a_90 Ba All Cts	46.1	60.3	32.7	0.66
426	Diagonaal tweed	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	308	-7.1	ULS 5a Ba 12	11.4	60.3	43.2	0.62		0.0		46.1	60.3	25.2	0.00
427	Diagonaal tweed	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	244	0.0		16.4	60.3	43.2	0.00		1.1	ULS 1a_106.95	46.1	60.3	20.5	0.05
429	Dwarsligger bov	UNP160	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	47	0.0		279.0	60.3	64.8	0.00		35.2	ULS 3_0_9_90	90.7	60.3	64.8	0.58
430	Dwarsligger lad	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	227	-2.0	SPLS 1a_0_9_135 Ba A	18.2	60.3	43.2	0.11		2.5	SPLS 1a_0_9_0 Ah All C	46.1	60.3	32.7	0.08
438	Dwarsligger lad	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	141	-2.6	SPLS 1a_0 Ah All Cts	34.4	60.3	43.2	0.07		2.3	SPLS 1a_0_9_135 Ba A	46.1	60.3	32.7	0.07
439	Dwarsligger lad	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	217	-6.4	ULS 5a Ba 12	19.5	60.3	43.2	0.33		7.3	ULS 5a Ah 12	46.1	60.3	32.7	0.22
440	Dwarsligger lad	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	125	-2.4	ULS 5a Ah 12	39.5	60.3	43.2	0.06		2.0	ULS 5a Ba 12	46.1	60.3	32.7	0.06
441	Dwarsligger lad	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	108	0.0	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ba	45.3	60.3	43.2	0.00		0.0	ULS 3_0_9_90	46.1	60.3	32.7	0.00
431	0	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	107	-24.0	SPLS 3_106.95 Ba Ct2	112.0	188.2	151.2	0.21		23.8	SPLS 3_106.95 Ba Ct2	90.5	188.2	100.8	0.26
432	0	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	102	-24.7	SPLS 3_106.95 Ba Ct2	116.9	188.2	151.2	0.21		24.6	SPLS 3_106.95 Ba Ct2	90.5	188.2	100.8	0.27
433	0	90x90x8	S235	2M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	63	-69.0	SPLS 6a_90 Ba All Cts	233.3	271.1	207.4	0.33		66.6	SPLS 3_0_9_106.95 Ba	144.0	271.1	159.5	0.46
434	0	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	141	-25.0	SPLS 6a_90 Ba All Cts	49.5	60.3	51.8	0.51		24.6	SPLS 6a_90 Ba All Cts	72.6	60.3	28.2	0.87
435	0	60x60x6	S355	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	133	-29.1	SPLS 6a_90 Ba All Cts	62.2	60.3	70.6	0.48		29.6	SPLS 6a_90 Ba All Cts	98.8	60.3	38.3	0.77
436	0	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	305	-8.3	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba	11.5	60.3	43.2	0.72		0.0		46.1	60.3	32.7	0.00
330	0	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.55	0.55	0.55	111	-77.6	SPLS 6a_90 Ba All Cts	141.9	188.2	172.8	0.55		74.7	SPLS 6a_90 Ba All Cts	149.6	188.2	139.6	0.54
331	0	60x60x6	S235	2M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	100	-40.6	SPLS 6a_90 Ba All Cts	87.4	120.6	103.7	0.46		40.5	SPLS 6a_90 Ba All Cts	67.0	120.6	56.7	0.71
332	0	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.55	0.55	0.55	73	-54.7	SPLS 6a_90 Ba All Cts	147.1	188.2	151.2	0.37		52.8	SPLS 6a_90 Ba All Cts	90.5	188.2	82.6	0.64
250L	0	80x80x6#	S235	2M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	166	-6.2	SPLS 3_0_9_73.05 Ah /	68.8	120.6	103.7	0.09		4.6	SPLS 3_0_9_73.05 Ah /	111.8	120.6	89.6	0.05
250T	0	80x80x6#	S235		11.75	2.00	1.00	107	-7.3	SPLS 1a_45 Ba Ct1	105.9	0.0	0.0	0.07		2.6	SPLS 1a_0_9_45 Ba Ct	111.8	120.6	89.6	0.03
251	0	90x90x8	S235	1M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	204	-6.1	SPLS 1a_73.05 Ba Ct1	61.8	94.1	86.4	0.10		5.2	SPLS 1a_0_9_73.05 Ba	156.7	94.1	78.5	0.07
252	0	60x60x6	S235	1M20-8.8t	0.50	0.50	0.50	226	-0.9	SPLS 1a_0 Ah Ct2	26.4	94.1	64.8	0.03		0.2	SPLS 1a_0_9_0 Ah All C	65.7	94.1	44.4	0.00
450	0	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	246	-0.1	SPLS 1a_135 Ba All Cts	16.2	60.3	43.2	0.00		0.0	SPLS 1a_0_9_0 Ba All C	46.1	60.3	32.7	0.00

**Assessment of groups for strengthened mast (verbouw level)**

Date 25-02-21  
 Author MKh  
 Version 1.0

**ENS-ZL 380  
 HB-3 R  
 40**

Staafgroep	Omschrijving	Profiel	Staalsoort	Bouten	RLX	RLY	RLZ	Slankheid	Druk	Combinatie druk	Knik	Afschuiving	Stuik (druk)	U.C. (druk)	Opm.	Trek	Combinatie trek	Nettods.	Afschuif	Stuik (trek)	U.C. (trek)
435		60x60x6	<b>S355</b>	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	133	<b>-30.3</b>	SPLS 6a_90 Ba All Cts	62.2	60.3	70.6	0.50		<b>30.7</b>	SPLS 6a_90 Ba All Cts	98.8	60.3	38.3	0.80



% Usage Legend	
Blue	0 <= % < 25
Green	25 <= % < 50
Yellow	50 <= % < 75
Orange	75 <= % < 100
Red	100 <= %

1 (m)

Assessment of groups for initial mast (afkeur level)

Date 25-10-21
Author KCh
Version 1.0

ENS-ZL 380
HB-3\_R\_X
6

Table with columns: Group Label, Description, Profile, Steel Quality, Bolts, RLX, RLY, RLZ, Slenderness, Compression, Load Case (Compression), Buckling, Shear (Comp), Bearing (Comp), U.C. (Comp), Exceedance (Comp), Tension, Load Case (Tension), Net Section, Shear (Tens), Bearing (Tens), U.C. (Tens), Exceedance (Tens). Contains 320 rows of structural data.

## Assessment of groups for initial mast (afkeur level)

Date 25-10-21  
Author KCh  
Version 1.0

ENS-ZL 380  
HB-3\_R\_X  
6

Group Label	Description	Profile	Steel Quality	Bolts	RLX	RLY	RLZ	Slenderness	Compression	Load Case (Compression)	Buckling	Shear (Comp)	Bearing (Comp)	U.C. (Comp)	Exceedance (Comp)	Tension	Load Case (Tension)	Net Section	Shear (Tens)	Bearing (Tens)	U.C. (Tens)	Exceedance (Tens)
321	Diagonaal eerste dwarsarm	80x80x8	S235	2M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	345	0.0		30.1	188.2	172.8	0.00		27.4 PLS 6a_90 Ah Ct2 Ah Ct1	162.8	188.2	157.1	0.17		
322	Diagonaal eerste dwarsarm	90x90x8	S235	2M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	269	0.0		50.9	271.1	207.4	0.00		37.6 PLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	136.2	271.1	161.3	0.28		
323	Diagonaal eerste dwarsarm	70x70x7	S235	1M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	331	0.0		19.8	94.1	75.6	0.00		14.0 PLS 6a_90 Ah Ct2 Ah Ct1	84.7	94.1	65.2	0.21		
324	Dwarsligger bovenregel eerste dwarsarm	70x70x7	S235	1M20-8.8t	1.00	2.00	1.00	110	-0.8 ULS 1a_0		93.2	94.1	75.6	0.01		0.7 ULS 1a_0_9_0_9_0	84.7	94.1	65.2	0.01		
325	Tussen diagonaal eerste dwarsarm	80x80x8	S235	1M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	151	-2.2 ULS 1a_0		81.0	94.1	86.4	0.03		1.4 ULS 1a_0_9_0_9_0	133.6	94.1	78.5	0.02		
401	Diagonaal onderregel tweede dwarsarm	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.53	0.53	0.53	121	-23.9 SPLS 3_135 Ah Ct2		99.6	188.2	151.2	0.24		21.7 SPLS 1a_0 Ba Ct1	90.5	188.2	91.6	0.24		
402	Diagonaal onderregel tweede dwarsarm	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	112	-25.6 SPLS 3_135 Ah Ct1		107.3	188.2	151.2	0.24		31.4 SPLS 3_101.35 Ah Ct2	90.5	188.2	100.8	0.35		
403	Diagonaal onderregel tweede dwarsarm	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	97	-37.0 SPLS 3_90 Ah Ct1		121.9	188.2	151.2	0.30		37.8 SPLS 3_90 Ah Ct2	90.5	188.2	100.8	0.42		
404	Diagonaal onderregel tweede dwarsarm	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	92	-50.2 SPLS 3_78.65 Ah All Cts		126.9	188.2	151.2	0.40		52.2 SPLS 3_90 Ah Ct1	90.5	188.2	117.6	0.58		
405	Diagonaal onderregel tweede dwarsarm	90x90x8	S235	2M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	67	-59.7 SPLS 3_90 Ah Ct1		226.0	271.1	207.4	0.29		53.5 S 3_0_9_78.65 Ah All Cts	136.2	271.1	141.8	0.39		
406	Diagonaal onderregel tweede dwarsarm	90x90x8	S235	2M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	59	-62.6 SPLS 3_78.65 Ah Ct1		239.1	271.1	207.4	0.30		57.7 SPLS 3_78.65 Ah Ct1	139.3	271.1	124.1	0.46		
407	Diagonaal onderregel tweede dwarsarm	80x80x8	S235	2M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	65	-40.2 SPLS 3_90 Ah Ct1		203.3	271.1	207.4	0.20		31.2 S 3_0_9_78.65 Ah All Cts	117.7	271.1	124.1	0.26		
408	Diagonaal onderregel tweede dwarsarm	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	202	-7.7 SPLS 3_0_9_90 Ba All Cts		21.5	60.3	43.2	0.36		19.8 S 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	46.1	60.3	32.7	0.60		
410	Dwarsligger onderregel tweede dwarsarm	150x150x12	S355	2M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	53	0.0		867.3	188.2	352.8	0.00		75.1 ULS 3_0_9_90	504.3	188.2	217.4	0.40		
411	Dwarsligger onderregel tweede dwarsarm	150x150x12	S355	2M24-8.8t	2.00	1.00	1.00	32	0.0		971.1	271.1	423.4	0.00		73.6 ULS 3_78.65	496.7	271.1	220.7	0.33		
437	Bovenregel tweede dwarsarm	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	203	-1.7 SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1		24.2	60.3	43.2	0.07		14.4 SPLS 1a_0 Ah Ct2	46.1	60.3	32.7	0.44		
412	Bovenregel tweede dwarsarm	90x90x8	S235	3M24-8.8t	2.00	2.00	2.00	349	-9.8 SPLS 3_0_9_90 Ah All Cts		33.6	406.7	311.0	0.29		170.8 S 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	185.9	406.7	270.2	0.92		
413	Bovenregel tweede dwarsarm	80x80x8	S235	4M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	189	0.0		76.0	376.3	345.6	0.00		119.6 PLS 6a_90 Ah Ct1 Ah Ct2	168.3	376.3	310.2	0.71		
414	Diagonaal bovenregel tweede dwarsarm	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	160	-24.1 SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2		42.5	60.3	51.8	0.57		24.4 S 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	72.6	60.3	28.2	0.87		
415	Diagonaal bovenregel tweede dwarsarm	60x60x6	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	334	-2.7 SPLS 1a_78.65 Ah All Cts		14.3	60.3	51.8	0.19		0.0	48.4	60.3	33.7	0.00		
416	Diagonaal bovenregel tweede dwarsarm	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	126	-25.0 SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2		56.2	60.3	51.8	0.48		21.6 S 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	72.6	60.3	28.2	0.77		
417	Diagonaal bovenregel tweede dwarsarm	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	118	-10.0 SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2		59.8	60.3	51.8	0.19		9.7 PLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	72.6	60.3	28.2	0.34		
418	Diagonaal bovenregel tweede dwarsarm	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	111	-13.8 SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2		63.5	60.3	51.8	0.27		14.4 S 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	72.6	60.3	28.2	0.51		
419	Diagonaal bovenregel tweede dwarsarm	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	105	-16.4 SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2		66.8	60.3	51.8	0.32		15.5 S 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	72.6	60.3	28.2	0.55		
420	Diagonaal bovenregel tweede dwarsarm	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	97	-18.6 SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2		71.3	60.3	51.8	0.36		19.7 S 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	72.6	60.3	28.2	0.70		
421	Diagonaal bovenregel tweede dwarsarm	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	92	-25.9 SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2		74.4	60.3	51.8	0.50		23.9 S 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	72.6	60.3	28.2	0.85		
422	Diagonaal bovenregel tweede dwarsarm	60x60x6	S235	2M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	98	-34.6 SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct1		89.0	120.6	103.7	0.39		38.2 S 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	78.2	120.6	76.8	0.50		
423	Verticaal tweede dwarsarm	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	101	-1.1 ULS 1a_0_9_0		48.1	60.3	43.2	0.03		8.7 ULS 1a_0	46.1	60.3	32.7	0.27		
424	Verticaal tweede dwarsarm	50x50x5	S235	1M16-8.8t	0.50	0.50	0.50	152	-21.6 SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2		31.6	60.3	43.2	0.68		22.0 S 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	46.1	60.3	32.7	0.67		
426	Diagonaal tweede dwarsarm	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	308	-15.1 SPLS 1a_0 Ah Ct2		11.4	60.3	43.2	1.33	knik	0.1 SPLS 1a_0_9_0 Ah Ct2	46.1	60.3	25.2	0.00		
427	Diagonaal tweede dwarsarm	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	244	0.0		16.4	60.3	43.2	0.00		1.0 ULS 1a_78.65	46.1	60.3	20.5	0.05		
429	Dwarsligger bovenregel tweede dwarsarm	UNP160	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	47	0.0		279.0	60.3	64.8	0.00		36.9 ULS 3_0_9_90	90.7	60.3	64.8	0.61		
430	Dwarsligger ladder tweede dwarsarm	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	227	-2.0 ULS 1a_135		18.2	60.3	43.2	0.11		2.1 SPLS 1a_0 Ah All Cts	46.1	60.3	32.7	0.06		
438	Dwarsligger ladder tweede dwarsarm	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	141	-2.5 SPLS 1a_0 Ah All Cts		34.4	60.3	43.2	0.07		2.9 SPLS 1a_135 Ba All Cts	46.1	60.3	32.7	0.09		
439	Dwarsligger ladder tweede dwarsarm	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	217	-7.3 SPLS 1a_135 Ba All Cts		19.5	60.3	43.2	0.38		6.7 SPLS 1a_0 Ah All Cts	46.1	60.3	32.7	0.20		
440	Dwarsligger ladder tweede dwarsarm	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	125	-2.2 SPLS 1a_0 Ah All Cts		39.5	60.3	43.2	0.06		2.3 SPLS 1a_135 Ba All Cts	46.1	60.3	32.7	0.07		
441	Dwarsligger ladder tweede dwarsarm	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	108	0.0 SPLS 1a_135 Ah Ct1		45.3	60.3	43.2	0.00		0.0 ULS 3_0_9_90	46.1	60.3	32.7	0.00		
431	70x70x7	S235	2M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	106	-34.0 SPLS 3_135 Ah Ct2		113.1	188.2	151.2	0.30		29.9 SPLS 3_101.35 Ah Ct2	90.5	188.2	100.8	0.33			
432	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	102	-33.5 SPLS 3_90 Ah Ct2		116.9	188.2	151.2	0.29		28.6 SPLS 3_135 Ah Ct1	90.5	188.2	100.8	0.32			
433	90x90x8	S235	2M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	62	-64.9 SPLS 3_90 Ah All Cts		234.4	271.1	207.4	0.31		77.7 SPLS 3_78.65 Ah Ct1	144.0	271.1	159.5	0.54			
434	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	141	-25.4 SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2		49.5	60.3	51.8	0.51		24.9 S 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	72.6	60.3	28.2	0.88			
435	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	133	-29.4 SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2		52.8	60.3	51.8	0.57		30.1 S 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	72.6	60.3	28.2	1.07 stuik			
436	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	305	-24.0 SPLS 1a_135 Ba Ct2		11.5	60.3	43.2	2.08	knik	1.2 SPLS 1a_0_9_0 Ah Ct1	46.1	60.3	32.7	0.04			
442	Dwarsligger onderregel dwarsarm WB m	HEA160	S235	2M20-5.6t	2.00	2.00	2.00	5	-4.6 ULS 1a_0		839.3	117.6	216.0	0.04		3.6 S 6a_90 Ba All Cts Ah Ct1	766.1	117.6	0.0	0.03		
443	60x60x6	S355	1M16-8.8t	2.00	1.00	1.00	146	-0.9 ULS 1a_0		59.3	60.3	70.6	0.01		12.4 ULS 1a_45	98.8	60.3	61.0	0.21			
330	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.55	0.55	0.55	111	-79.4 SPLS 3_0_9_78.65 Ah All Cts		141.9	188.2	172.8	0.56		75.8 SPLS 3_78.65 Ah All Cts	149.6	188.2	139.6	0.54			
331	60x60x6	S235	2M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	100	-41.3 SPLS 3_78.65 Ah All Cts		87.4	120.6	103.7	0.47		41.1 SPLS 3_78.65 Ah All Cts	67.0	120.6	56.7	0.72			
332	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.55	0.55	0.55	73	-55.8 SPLS 3_0_9_78.65 Ah All Cts		147.1	188.2	151.2	0.38		53.5 SPLS 3_78.65 Ah All Cts	90.5	188.2	82.6	0.65			
250L	80x80x6#	S235	2M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	166	-6.3 SPLS 3_0_9_90 Ah All Cts		68.8	120.6	103.7	0.09		4.8 PLS 1a_0_9_90 Ba All Cts	111.8	120.6	89.6	0.05			
250T	80x80x6#	S235	###	2.00	1.00	1.00	107	-7.1 SPLS 1a_135 Ah Ct1		105.9	0.0	0.0	0.07		2.5 SPLS 1a_0_9_135 Ah Ct1	111.8	120.6	89.6	0.03			
251	90x90x8	S235	1M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	204	-6.3 SPLS 1a_90 Ah Ct2		61.8	94.1	86.4	0.10		5.4 S 1a_0_9_101.35 Ah Ct2	156.7	94.1	78.5	0.07			
252	60x60x6	S235	1M20-8.8t	0.50	0.50	0.50	226	-0.9 SPLS 1a_135 Ba Ct2		26.4	94.1	64.8	0.03		0.2 SPLS 1a_0_9_0 Ah All Cts	65.7	94.1	44.4	0.00			
450	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	246	-0.1 SPLS 1a_45 Ah All Cts		16.2	60.3	43.2	0.00		0.0 SPLS 1a_0_9_0 Ba All Cts	46.1	60.3	32.7	0.00			

Assessment of groups for strengthened mast (afkeur level)

Date 25-10-21  
 Author KCh  
 Version 1.0

ENS-ZL 380  
 HB-3\_R\_X  
 6

Staafgroep	Omschrijving	Profiel	Staalsoort	Bouten	RLX	RLY	RLZ	Slankheid	Druk	Combinatie druk	Knik	Afsluif	Stuik (druk)	U.C. (druk)	Opm.	Trek	Combinatie trek	Nettodsn.	Afschuif	Stuik (trek)	U.C. (trek)
101A	Leg	120x120x10	S355	7M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	88	-70.3	SPLS 6a_90 Ba All Cts	462.0	945.9	1234.8	0.15	25.2	SPLS 3_0_9_90 Ah All C	635.0	945.9	1160.9	0.04	
101B	Leg	120x120x10	S355	8M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	77	-183.4	SPLS 6a_90 Ba All Cts	538.8	1084.4	1411.2	0.34	128.4	SPLS 3_0_9_90 Ah Ct1	635.0	1084.4	1326.8	0.20	
102A	Leg	150x150x14	S355	8M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	67	-464.9	SPLS 3_90 Ba All Cts	1038.6	1084.4	1975.7	0.45	348.5	SPLS 3_0_9_90 Ah All C	1159.3	1084.4	1857.5	0.32	
102B	Leg	150x150x14	S355	11M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	71	-402.2	SPLS 3_90 Ba All Cts	1001.6	2910.7	2716.6	0.40	298.9	SPLS 3_0_9_90 Ah All C	1159.3	2910.7	2461.2	0.26	
103A	Leg	200x200x20	S355	8M24-8.8t	0.28	0.28	0.28	29	-889.2	SPLS 3_90 Ba All Cts	2574.7	2168.8	2822.4	0.41	708.5	SPLS 3_0_9_90 Ah All C	2328.5	2168.8	2653.5	0.33	
103B	Leg	200x200x20	S355	10M24-8.8t	0.28	0.28	0.28	38	-1334.5	SPLS 3_90 Ba All Cts	2458.4	2660.2	3528.0	0.54	1106.6	SPLS 3_0_9_90 Ah All C	2328.5	2660.2	3528.0	0.48	
103C	Leg	200x200x20	S355	7M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	34	-1104.2	SPLS 3_90 Ba All Cts	2507.1	0.0	0.0	0.44	912.3	SPLS 3_0_9_90 Ah All C	2712.2	0.0	0.0	0.34	
104A	Leg	250x250x18#	S355	12M24-8.8t	0.55	0.55	0.55	32	-1442.1	SPLS 3_90 Ba All Cts	2823.6	2975.4	3810.2	0.51	1206.2	SPLS 3_0_9_90 Ah All C	2763.8	2975.4	3810.2	0.44	
104B	Leg	250x250x18#	S355	12M24-8.8t	0.20	0.20	0.20	35	-1447.0	SPLS 3_90 Ba All Cts	2788.0	2975.4	3810.2	0.52	1199.4	SPLS 3_0_9_90 Ah All C	2763.8	2975.4	3582.3	0.43	
392A	Onderregel eers	200x200x16	S355	13M24-8.8t	2.26	1.00	1.00	56	-734.2	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	1764.6	1696.1	3669.1	0.43	570.4	SPLS 3_0_9_78.65 Ah	1886.8	1696.1	3449.6	0.34	
392B	Onderregel eers	200x200x16	S355	6M24-8.8t	12.18	2.00	1.00	66	-393.7	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	1622.8	813.3	1693.4	0.48	301.0	SPLS 3_0_9_78.65 Ah	1886.8	813.3	1592.1	0.37	
392C	Onderregel eers	200x200x16	S355	6M24-8.8t	2.38	1.00	1.00	56	-687.1	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	1764.7	0.0	0.0	0.39	522.2	SPLS 3_0_9_78.65 Ah	2193.9	0.0	0.0	0.24	
393A	Onderregel eers	160x160x15#	S355	6M24-8.8t	2.59	1.00	1.00	82	-364.2	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	1015.5	813.3	1587.6	0.45	268.0	SPLS 3_0_9_78.65 Ah	1372.7	813.3	1370.5	0.33	
393B	Onderregel eers	160x160x15#	S355	6M24-8.8t	2.32	1.00	1.00	12	-1.7	ULS 3_0	1658.2	0.0	0.0	0.00	0.2	SPLS 1a_0_9_0 Ah Ct1	1658.2	0.0	0.0	0.00	
393C	Onderregel eers	160x160x15#	S355	6M24-8.8t	3.62	1.00	1.00	82	-328.3	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	1014.6	0.0	0.0	0.32	230.2	SPLS 3_0_9_78.65 Ah	1658.2	0.0	0.0	0.14	
490A	Onderregel twe	150x150x14	S355	15M24-8.8t	2.22	1.00	1.00	62	-452.0	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	1096.6	1918.9	3704.4	0.41	313.0	SPLS 3_0_9_90 Ah Ct12	1159.3	1918.9	3704.4	0.27	
490B	Onderregel twe	150x150x14	S355	15M24-8.8t	1.95	12.10	1.00	87	-8.1	SPLS 1a_0_9_0	810.2	0.0	0.0	0.01	15.2	ULS 1a_0_9_0	1425.0	0.0	0.0	0.01	
490C	Onderregel twe	150x150x14	S355	15M24-8.8t	2.36	1.00	1.00	62	-435.6	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	1096.7	0.0	0.0	0.40	290.7	SPLS 3_0_9_90 Ah Ct12	1425.0	0.0	0.0	0.20	
390A	Bovenregel eers	90x90x8	S235	4M24-8.8t	2.01	1.00	1.00	275	-7.9	SPLS 3_0_9_78.65 Ah	47.2	542.2	414.7	0.17	103.7	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ah	185.9	542.2	357.1	0.56	
390B	Bovenregel eers	90x90x8	S235	4M20-8.8t	2.00	1.00	1.00	277	-15.9	SPLS 3_0_9_78.65 Ah	46.8	376.3	345.6	0.34	80.0	SPLS 6a_90 Ba All Cts	269.1	376.3	314.2	0.30	
391A	Bovenregel eers	80x80x8	S235	4M20-8.8t	1.82	1.00	1.00	313	-22.3	SPLS 3_0_9_78.65 Ah	34.3	376.3	345.6	0.65	70.5	SPLS 6a_90 Ba All Cts	227.6	376.3	314.2	0.31	
391B	Bovenregel eers	80x80x8	S235	4M20-8.8t	2.23	1.00	1.00	313	-22.3	SPLS 3_0_9_78.65 Ah	34.3	376.3	345.6	0.65	70.5	SPLS 6a_90 Ba All Cts	168.3	376.3	304.4	0.42	
491A	Bovenregel twe	120x120x10	S355	3M24-8.8t	1.54	1.00	1.00	82	-260.7	SPLS 6a_90 Ba All Cts	419.0	406.7	529.2	0.64	232.5	SPLS 6a_90 Ba All Cts	441.0	406.7	493.6	0.57	
491B	Bovenregel twe	120x120x10	S355	5M24-8.8t	1.65	3.19	1.00	81	-168.6	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba	418.9	677.8	882.0	0.40	157.9	SPLS 6a_90 Ba Ct12 Ah	635.0	677.8	829.2	0.25	
491C	Bovenregel twe	120x120x10	S355	15M24-8.8t	1.49	2.87	1.00	81	-234.9	SPLS 6a_90 Ba All Cts	419.0	0.0	0.0	0.56	212.8	SPLS 6a_90 Ba All Cts	823.6	0.0	0.0	0.26	
492A	Bovenregel twe	120x120x10	S355	5M24-8.8t	2.54	4.87	1.00	81	-192.1	SPLS 6a_90 Ba All Cts	421.9	677.8	882.0	0.46	210.4	SPLS 6a_90 Ba All Cts	635.0	677.8	829.2	0.33	
492B	Bovenregel twe	120x120x10	S355	4M24-8.8t	2.33	1.00	1.00	116	-35.8	SPLS 6a_90 Ah All Cts	294.4	542.2	705.6	0.42	42.8	SPLS 6a_90 Ba All Cts	635.0	542.2	663.4	0.08	
492C	Bovenregel twe	120x120x10	S355	4M24-8.8t	1.92	1.00	1.00	81	-174.6	SPLS 6a_90 Ba All Cts	421.6	0.0	0.0	0.41	191.1	SPLS 6a_90 Ba All Cts	823.6	0.0	0.0	0.23	
493A	Tussenregel twe	90x90x8	S235	2M20-8.8t	2.00	1.00	1.00	121	-29.9	ULS 5a Ba 22	138.8	188.2	172.8	0.22	3.5	ULS 5a Ba 12	187.5	188.2	172.8	0.02	
493B	Tussenregel twe	90x90x8	S235	2M20-8.8t	2.00	1.00	1.00	121	-24.0	ULS 5a Ba 22	138.8	188.2	172.8	0.17	0.0	0.0	168.5	188.2	172.8	0.00	
493C	Tussenregel twe	90x90x8	S235	2M20-8.8t	2.00	1.00	1.00	121	-27.3	ULS 5a Ah 22	138.8	0.0	0.0	0.20	3.0	ULS 5a Ba 12	326.7	0.0	0.0	0.01	
201L	Diagonaal	100x100x8	S235	2M20-8.8t	0.53	0.53	0.53	131	-59.8	SPLS 3_90 Ah Ct1	150.4	188.2	172.8	0.40	51.3	SPLS 6a_90 Ba Ct12 Ah	190.7	188.2	157.1	0.33	
201T	Diagonaal	100x100x8	S235	1M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	131	-35.2	SPLS 6a_90 Ba Ct12 Ah	120.3	135.6	103.7	0.34	19.5	SPLS 3_0_9_101.35 Af	170.5	135.6	97.5	0.20	
202L	Diagonaal	160x160x15#	S235	4M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	78	-346.3	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	702.9	542.2	777.6	0.64	298.7	SPLS 3_0_9_101.35 Af	673.4	542.2	691.1	0.55	
202T	Diagonaal	150x150x12	S235	4M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	83	-307.3	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	502.9	542.2	622.1	0.61	310.3	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba	498.3	542.2	535.6	0.62	
203L	Diagonaal	150x150x12	S235	4M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	89	-273.4	SPLS 3_0_9_101.35 Af	480.6	542.2	622.1	0.57	314.8	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	498.3	542.2	535.6	0.63	
203T	Diagonaal	150x150x12	S235	4M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	89	-283.2	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba	480.6	542.2	622.1	0.59	279.1	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	498.3	542.2	535.6	0.56	
204L	Diagonaal	160x160x17#	S235	4M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	90	-380.9	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba	714.2	542.2	881.3	0.70	342.5	SPLS 3_0_9_90 Ba Ct12	746.8	542.2	783.2	0.63	
204T	Diagonaal	160x160x17#	S235	4M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	90	-341.2	SPLS 3_78.65 Ba Ct12	714.2	542.2	881.3	0.63	304.5	SPLS 3_0_9_101.35 Af	746.8	542.2	783.2	0.56	
205L	Diagonaal	180x180x16#	S235	5M24-8.8t	0.28	0.56	0.28	60	-467.4	SPLS 3_78.65 Ba Ct1	906.7	677.8	1036.8	0.69	462.4	SPLS 3_0_9_78.65 Ba	783.3	677.8	867.4	0.68	
205T	Diagonaal	180x180x16#	S235	5M24-8.8t	0.28	0.56	0.28	60	-484.7	SPLS 3_78.65 Ba Ct1	906.7	677.8	1036.8	0.72	474.4	SPLS 3_0_9_78.65 Ba	783.3	677.8	867.4	0.70	
206L	Diagonaal	160x160x17#	S235	4M24-8.8t	0.55	1.00	0.55	65	-368.4	SPLS 3_78.65 Ba Ct1	819.3	542.2	881.3	0.68	362.9	SPLS 3_101.35 Ah Ct12	725.8	542.2	736.4	0.67	
206T	Diagonaal	160x160x17#	S235	4M24-8.8t	0.55	1.00	0.55	80	-384.1	SPLS 3_78.65 Ba Ct12	729.6	542.2	881.3	0.71	378.2	SPLS 3_78.65 Ba Ct1	725.8	542.2	736.4	0.70	
207L	Diagonaal	150x150x14	S235	3M24-8.8t	0.27	0.55	0.27	101	-286.8	SPLS 3_0_9_101.35 Af	475.0	406.7	544.3	0.71	291.7	SPLS 3_78.65 Ba Ct1	557.9	406.7	453.9	0.72	
207T	Diagonaal	150x150x14	S235	3M24-8.8t	0.27	0.55	0.27	101	-299.7	SPLS 3_0_9_78.65 Ba Ct1	475.0	406.7	544.3	0.74	303.0	SPLS 3_78.65 Ba Ct12	557.9	406.7	453.9	0.75	
208L	Diagonaal	150x150x12	S235	3M24-8.8t	0.55	1.00	0.55	100	-248.7	SPLS 3_78.65 Ba Ct1	415.0	406.7	466.6	0.61	239.2	SPLS 3_0_9_101.35 Af	498.3	406.7	405.3	0.59	
208T	Diagonaal	150x150x12	S235	3M24-8.8t	0.55	1.00	0.55	100	-255.1	SPLS 3_78.65 Ba Ct12	415.0	406.7	466.6	0.63	247.0	SPLS 3_0_9_78.65 Ba	498.3	406.7	405.3	0.61	
209L	Diagonaal	160x160x15#	S235	4M24-8.8t	0.20	0.20	0.20	63	-379.6	SPLS 3_78.65 Ba Ct1	782.1	542.2	777.6	0.70	361.3	SPLS 3_0_9_101.35 Af	67				

## Assessment of groups for strengthened mast (afkeur level)

Date 25-10-21

Author KCh

Version 1.0

ENS-ZL 380

HB-3\_R\_X

6

Staafgroep	Omschrijving	Profiel	Staalsoort	Bouten	RLX	RLY	RLZ	Slankheid	Druk	Combinatie druk	Knik	Afschuiving	Stuik (druk)	U.C. (druk)	Opm.	Trek	Combinatie trek	Nettods.	Afschuif	Stuik (trek)	U.C. (trek)
318	Verticaal eerste	90x90x8	S235	2M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	171	-16.8	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah	98.0	271.1	207.4	0.17		0.0		159.7	271.1	183.4	0.00
319	Verticaal eerste	60x60x6	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	172	-3.7	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	38.8	60.3	51.8	0.10		0.0		48.4	60.3	33.7	0.00
320	Verticaal eerste	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	93	-1.0	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ah	51.4	60.3	43.2	0.02		0.0		46.1	60.3	32.7	0.00
321	Diagonaal eerst	80x80x8	S235	2M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	345	0.0		30.1	188.2	172.8	0.00		27.4	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ah	162.8	188.2	157.1	0.17
322	Diagonaal eerst	90x90x8	S235	2M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	269	0.0		50.9	271.1	207.4	0.00		37.6	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah	136.2	271.1	161.3	0.28
323	Diagonaal eerst	70x70x7	S235	1M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	331	0.0		19.8	94.1	75.6	0.00		14.0	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ah	84.7	94.1	65.2	0.21
324	Dwarsligger bov	70x70x7	S235	1M20-8.8t	1.00	2.00	1.00	110	-0.8	ULS 1a_0	93.2	94.1	75.6	0.01		0.7	ULS 1a_0_9_0_9_0	84.7	94.1	65.2	0.01
325	Tussen diagona	80x80x8	S235	1M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	151	-2.2	ULS 1a_0	81.0	94.1	86.4	0.03		1.4	ULS 1a_0_9_0_9_0	133.6	94.1	78.5	0.02
401	Diagonaal onde	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.53	0.53	0.53	121	-23.9	SPLS 3_135 Ah Ct2	99.6	188.2	151.2	0.24		21.7	SPLS 1a_0 Ba Ct1	90.5	188.2	91.6	0.24
402	Diagonaal onde	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	112	-25.6	SPLS 3_135 Ah Ct1	107.3	188.2	151.2	0.24		31.4	SPLS 3_101.35 Ah Ct2	90.5	188.2	100.8	0.35
403	Diagonaal onde	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	97	-37.0	SPLS 3_90 Ah Ct1	121.9	188.2	151.2	0.30		37.8	SPLS 3_90 Ah Ct2	90.5	188.2	100.8	0.42
404	Diagonaal onde	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	92	-50.2	SPLS 3_78.65 Ah All Ct	126.9	188.2	151.2	0.40		52.2	SPLS 3_90 Ah Ct1	90.5	188.2	117.6	0.58
405	Diagonaal onde	90x90x8	S235	2M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	67	-59.7	SPLS 3_90 Ah Ct1	226.0	271.1	207.4	0.29		53.5	SPLS 3_0_9_78.65 Ah	136.2	271.1	141.8	0.39
406	Diagonaal onde	90x90x8	S235	2M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	59	-62.6	SPLS 3_78.65 Ah Ct1	239.1	271.1	207.4	0.30		57.6	SPLS 3_78.65 Ah Ct1	139.3	271.1	124.1	0.46
407	Diagonaal onde	80x80x8	S235	2M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	65	-40.2	SPLS 3_90 Ah Ct1	203.3	271.1	207.4	0.20		31.2	SPLS 3_0_9_78.65 Ah	117.7	271.1	124.1	0.26
408	Diagonaal onde	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	202	-7.6	SPLS 3_0_9_90 Ba All Ct	21.5	60.3	43.2	0.35		19.9	SPLS 6a_90 Ba All Cts	46.1	60.3	32.7	0.61
410	Dwarsligger onc	150x150x12	S355	2M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	53	0.0		867.3	188.2	352.8	0.00		75.1	ULS 3_0_9_90	504.3	188.2	217.4	0.40
411	Dwarsligger onc	150x150x12	S355	2M24-8.8t	2.00	1.00	1.00	32	0.0		971.1	271.1	423.4	0.00		73.6	ULS 3_78.65	496.7	271.1	220.7	0.33
437	0	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	203	-1.8	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah	24.2	60.3	43.2	0.08		15.1	SPLS 1a_0 Ah Ct2	46.1	60.3	32.7	0.46
412	Bovenregel twe	90x90x8	S235	3M24-8.8t	2.00	2.00	2.00	349	-9.3	SPLS 3_0_9_90 Ah All Ct	33.6	406.7	311.0	0.28		171.4	SPLS 6a_90 Ba All Cts	185.9	406.7	270.2	0.92
413	Bovenregel twe	80x80x8	S235	4M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	189	0.0		76.0	376.3	345.6	0.00		120.2	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ah	168.3	376.3	310.2	0.71
414	Diagonaal bove	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	160	-24.2	SPLS 6a_90 Ba All Cts	42.5	60.3	51.8	0.57		24.4	SPLS 6a_90 Ba All Cts	72.6	60.3	28.2	0.87
415	Diagonaal bove	60x60x6	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	334	-2.6	SPLS 1a_78.65 Ah All Ct	14.3	60.3	51.8	0.18		0.0		48.4	60.3	33.7	0.00
416	Diagonaal bove	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	126	-25.0	SPLS 6a_90 Ba All Cts	56.2	60.3	51.8	0.48		21.6	SPLS 6a_90 Ba All Cts	72.6	60.3	28.2	0.77
417	Diagonaal bove	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	118	-10.0	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah	59.8	60.3	51.8	0.19		9.7	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah	72.6	60.3	28.2	0.34
418	Diagonaal bove	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	111	-13.8	SPLS 6a_90 Ba All Cts	63.5	60.3	51.8	0.27		14.4	SPLS 6a_90 Ba All Cts	72.6	60.3	28.2	0.51
419	Diagonaal bove	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	105	-16.4	SPLS 6a_90 Ba All Cts	66.8	60.3	51.8	0.32		15.4	SPLS 6a_90 Ba All Cts	72.6	60.3	28.2	0.55
420	Diagonaal bove	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	97	-18.6	SPLS 6a_90 Ba All Cts	71.3	60.3	51.8	0.36		19.7	SPLS 6a_90 Ba All Cts	72.6	60.3	28.2	0.70
421	Diagonaal bove	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	92	-25.9	SPLS 6a_90 Ba All Cts	74.4	60.3	51.8	0.50		23.8	SPLS 6a_90 Ba All Cts	72.6	60.3	28.2	0.85
422	Diagonaal bove	60x60x6	S235	2M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	98	-34.6	SPLS 6a_90 Ba All Cts	89.0	120.6	103.7	0.39		38.2	SPLS 6a_90 Ba All Cts	78.2	120.6	76.8	0.50
423	Verticaal tweed	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	101	-1.0	ULS 1a_0_9_0	48.1	60.3	43.2	0.02		9.3	ULS 1a_0	46.1	60.3	32.7	0.28
424	Verticaal tweed	50x50x5	S235	1M16-8.8t	0.50	0.50	0.50	152	-21.6	SPLS 6a_90 Ba All Cts	31.6	60.3	43.2	0.68		22.0	SPLS 6a_90 Ba All Cts	46.1	60.3	32.7	0.67
426	Diagonaal twee	70x70x7	S355	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	219	-16.1	SPLS 1a_0 Ah Ct2	41.5	60.3	82.3	0.39		0.1	SPLS 1a_0_9_0 Ah Ct2	87.8	60.3	48.1	0.00
427	Diagonaal twee	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	244	0.0		16.4	60.3	43.2	0.00		1.0	ULS 1a_78.65	46.1	60.3	20.5	0.05
429	Dwarsligger bov	UNP160	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	47	0.0		279.0	60.3	64.8	0.00		36.9	ULS 3_0_9_90	90.7	60.3	64.8	0.61
430	Dwarsligger lad	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	227	-2.0	ULS 1a_135	18.2	60.3	43.2	0.11		2.1	SPLS 1a_0 Ah All Cts	46.1	60.3	32.7	0.06
438	Dwarsligger lad	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	141	-2.5	SPLS 1a_0 Ah All Cts	34.4	60.3	43.2	0.07		2.9	SPLS 1a_135 Ba All Ct	46.1	60.3	32.7	0.09
439	Dwarsligger lad	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	217	-7.3	SPLS 1a_135 Ba All Ct	19.5	60.3	43.2	0.37		6.6	SPLS 1a_0 Ah All Cts	46.1	60.3	32.7	0.20
440	Dwarsligger lad	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	125	-2.2	SPLS 1a_0 Ah All Cts	39.5	60.3	43.2	0.06		2.3	SPLS 1a_135 Ba All Ct	46.1	60.3	32.7	0.07
441	Dwarsligger lad	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	108	0.0	SPLS 1a_135 Ah Ct1	45.3	60.3	43.2	0.00		0.0	ULS 3_0_9_90	46.1	60.3	32.7	0.00
431	0	70x70x7	S235	2M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	106	-34.0	SPLS 3_135 Ah Ct2	113.1	188.2	151.2	0.30		29.9	SPLS 3_101.35 Ah Ct2	90.5	188.2	100.8	0.33
432	0	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	102	-33.5	SPLS 3_90 Ah Ct2	116.9	188.2	151.2	0.29		28.6	SPLS 3_135 Ah Ct1	90.5	188.2	100.8	0.32
433	0	90x90x8	S235	2M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	62	-64.9	SPLS 3_90 Ah All Cts	234.4	271.1	207.4	0.31		77.6	SPLS 3_78.65 Ah Ct1	144.0	271.1	159.3	0.54
434	0	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	141	-25.4	SPLS 6a_90 Ba All Cts	49.5	60.3	51.8	0.51		24.9	SPLS 6a_90 Ba All Cts	72.6	60.3	28.2	0.88
435	0	60x60x6	S355	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	133	-29.4	SPLS 6a_90 Ba All Cts	62.2	60.3	70.6	0.49		30.1	SPLS 6a_90 Ba All Cts	98.8	60.3	38.3	0.79
436	0	70x70x7	S355	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	218	-25.5	SPLS 1a_135 Ba Ct2	41.9	60.3	82.3	0.61		1.4	SPLS 1a_0_9_0 Ah Ct1	87.8	60.3	62.3	0.02
442	Dwarsligger onc	HEA160	S235	2M20-5.6t	2.00	2.00	2.00	5	-4.6	ULS 1a_0	839.3	117.6	216.0	0.04		3.6	SPLS 6a_90 Ba All Cts	766.1	117.6	0.0	0.03
443	0	60x60x6	S355	1M16-8.8t	2.00	1.00	1.00	146	-0.9	ULS 1a_0	59.3	60.3	70.6	0.01		12.5	ULS 1a_45	98.8	60.3	61.0	0.21
330	0	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.55	0.55	0.55	111	-79.4	SPLS 3_0_9_78.65 Ah	141.9	188.2	172.8	0.56		75.8	SPLS 3_78.65 Ah All Ct	149.6	188.2	139.6	0.54
331	0	60x60x6	S235	2M16-8.8t	0.55	0.55	0.55														



Assessment of groups for strengthened mast (verbouw level)

Date 25-10-21  
 Author KCh  
 Version 1.0

ENS-ZL 380  
 HB-3\_R\_X  
 6

Staafgroep	Omschrijving	Profiel	Staalsoort	Bouten	RLX	RLY	RLZ	Slankheid	Druk	Combinatie druk	Knik	Afschuiving	Stuik (druk)	U.C. (druk)	Opm.	Trek	Combinatie trek	Nettods.	Afschuif	Stuik (trek)	U.C. (trek)
426	Diagonaal twee	70x70x7	S355	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	219	-18.0	ULS 1a_0	41.5	60.3	82.3	0.44		1.4	ULS 1a_0_9_0	87.8	60.3	48.1	0.03
435		60x60x6	S355	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	133	-30.7	SPLS 6a_90 Ba All Cts	62.2	60.3	70.6	0.51		31.4	SPLS 6a_90 Ba All Cts	98.8	60.3	38.3	0.82
436		70x70x7	S355	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	218	-27.4	SPLS 1a_135 Ba Ct2	41.9	60.3	82.3	0.65		1.7	SPLS 1a_0_9_0 Ah Ct1	87.8	60.3	62.3	0.03
490D	Onderregel twee	150x150x14	S355		1.00	6.20	1.00	87	-14.3	ULS 1a_0	808.6	0.0	0.0	0.02		10.8	ULS 1a_0_9_0_9_0	1425.0	0.0	0.0	0.01
469		50x50x5	S355	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	98	-5.4	ULS 1a_0	61.6	60.3	58.8	0.09		5.0	ULS 1a_0_9_0_9_0	51.0	60.3	35.0	0.14
470		50x50x5	S355	1M16-8.8t	0.53	0.53	0.53	91	-7.2	ULS 1a_0_9_0	66.1	60.3	58.8	0.12		4.8	ULS 1a_0_9_0_9_0	51.0	60.3	35.0	0.14
471		50x50x5	S355	1M16-8.8t	0.53	0.53	0.53	86	-7.5	ULS 1a_0	69.9	60.3	58.8	0.13		6.2	ULS 1a_0_9_0	51.0	60.3	35.0	0.18
472		50x50x5	S355	1M16-8.8t	0.53	0.53	0.53	82	-5.2	ULS 1a_0	73.1	60.3	58.8	0.09		1.3	ULS 1a_135	51.0	60.3	35.0	0.04
473		60x60x6	S355	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	171	-0.3	ULS 1a_135	44.2	60.3	70.6	0.01		0.3	ULS 1a_0_9_101.35	61.2	60.3	42.0	0.01
474		50x50x5	S355	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	172	-2.8	ULS 1a_0	30.6	60.3	58.8	0.09		2.3	ULS 1a_135	51.0	60.3	35.0	0.07



## **APPENDIX C**

### **Toetsing knikverkorters**

---

Knikverkorters initial construction (afkeur)

Date: 2021-12-10  
 Author: K H Chan  
 Version: 1.8

ENS - ZL  
 HB-3\_R  
 Masts: 6/40

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt Quality	Length (m)	Angle (°)	Slenderness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Steel Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Exceedance Type	Notes
3558	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	0.652	0	67	28.2	0.16	59.6	60.3	30.3	31.7	0.72	0.93	
3557	Broekstuk	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	1.82	71	156	28.2	0.00	43.9	60.3	38.4	72.6	1.24	0.74	
3556	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.44	0	148	28.2	0.36	32.4	60.3	30.3	31.7	0.72	0.93	
3555	Broekstuk	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	2.14	53	183	28.2	0.00	35.6	60.3	38.4	72.6	1.24	0.79	
3554	Broekstuk	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	2.23	0	191	28.2	0.56	33.6	60.3	38.4	72.6	1.24	0.84	
3553	Broekstuk	Enkele staaf	L80.6	S235	M16	8.8	2.67	40	170	28.2	0.00	53.3	60.3	38.4	107.1	2.25	0.74	
3552	Broekstuk	Enkele staaf	L80.6	S235	M16	8.8	3.02	0	192	28.2	0.76	45.0	60.3	38.4	107.1	2.25	0.74	
3551	Broekstuk	Enkele staaf	L80.6	S235	M16	8.8	3.31	30	210	28.2	0.72	39.7	60.3	38.4	107.1	2.25	0.74	
3550	Broekstuk	Enkele staaf	L80.6	S235	M16	8.8	2.49	29	158	28.2	0.54	58.4	60.3	38.4	107.1	2.25	0.74	
3549	Broekstuk	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	1.92	0	164	28.2	0.48	41.0	60.3	38.4	72.6	1.24	0.74	
3544	Pootverband	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	0.92	0	94	7.8	0.23	51.0	60.3	30.3	31.7	0.72	0.32	
3548	Pootverband	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	2.01	77	207	7.8	0.00	20.9	60.3	30.3	31.7	0.72	0.37	
3543	Pootverband	Kniksteun en verticale steur	L60.6	S235	M16	8.8	2.03	0	112	7.8	0.25	48.8	60.3	38.4	72.6	0.93	0.28	
3547	Pootverband	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	2.19	62	225	7.8	0.00	18.5	60.3	30.3	31.7	0.72	0.42	
3542	Pootverband	Kniksteun en verticale steur	L60.6	S235	M16	8.8	3.15	0	174	7.8	0.39	30.5	60.3	38.4	72.6	0.93	0.44	
3546	Pootverband	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	2.49	51	256	7.8	0.00	15.2	60.3	30.3	31.7	0.72	0.51	
3541	Pootverband	Kniksteun en verticale steur	L80.6	S235	M16	8.8	4.27	0	175	7.8	0.53	40.9	60.3	38.4	107.1	1.77	0.32	
3545	Pootverband	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	2.82	41	290	7.8	0.00	12.5	60.3	30.3	31.7	0.72	0.62	
3538	Tussenschot	Kniksteun en verticale steur	L80.8	S235	M16	8.8	5.33	0	220	0.5	0.67	40.2	60.3	51.2	142.8	2.20	0.31	
3537	Tussenschot	Kruisende staaf halverwege	L80.8	S235	M16	8.8	7.73	0	319	0.5	0.97	23.7	60.3	51.2	142.8	2.95	0.33	
3599	Eerste TSNSTK	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.57	0	161	24.6	0.39	29.2	60.3	30.3	31.7	0.72	0.84	
3598	Eerste TSNSTK	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	2.03	45	174	24.6	0.00	38.1	60.3	38.4	72.6	1.24	0.65	
3597	Eerste TSNSTK	Enkele staaf	L80.6	S235	M16	8.8	3.24	0	206	24.6	0.81	40.8	60.3	38.4	107.1	2.25	0.64	
3596	Eerste TSNSTK	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	2.02	33	173	24.6	0.00	38.4	60.3	38.4	72.6	1.2	0.64	
3595	Eerste TSNSTK	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.54	0	158	24.6	0.39	29.9	60.3	30.3	31.7	0.72	0.82	
3594	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.24	0	127	25.9	0.31	38.6	60.3	30.3	31.7	0.72	0.85	
3593	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.70	49	175	25.9	0.00	26.3	60.3	30.3	31.7	0.72	0.98	
3592	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	1.67	39	143	25.9	0.00	48.9	60.3	38.4	72.6	1.24	0.67	
3591	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.24	0	127	25.9	0.31	38.6	60.3	30.3	31.7	0.72	0.85	
3590	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	0.97	0	99	25.9	0.24	48.8	60.3	30.3	31.7	0.72	0.85	
3589	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.42	53	146	25.9	0.00	33.1	60.3	30.3	31.7	0.7	0.85	
3588	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	2.11	0	181	25.9	0.53	36.2	60.3	38.4	72.6	1.2	0.71	
3587	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.36	35	139	25.9	0.00	34.9	60.3	30.3	31.7	0.72	0.85	
3586	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	0.99	0	102	25.9	0.25	47.8	60.3	30.3	31.7	0.72	0.85	
3600	Tussenschot	Enkele staaf	L80.6	S235	M16	8.8	2.48	0	158	25.9	0.62	58.6	60.3	38.4	107.1	2.2	0.67	
3601	Tussenschot	Enkele staaf	L90.8	S235	M16	8.8	3.56	0	202	0.8	0.89	62.4	60.3	51.2	165.9	3.77	0.24	
3602	Tussenschot	Kruisende staaf halverwege	L60.6	S235	M16	8.8	5.39	0	297	0.8	0.67	14.8	60.3	38.4	72.6	1.24	0.54	
2575	Bovenstuk 1	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.86	0	191	10.4	0.47	23.3	60.3	30.3	31.7	0.7	0.65	
2572	Bovenstuk 1	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.71	0	176	10.4	0.43	26.1	60.3	30.3	31.7	0.7	0.60	
2571	Bovenstuk 2	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.60	0	164	5.4	0.40	28.6	60.3	30.3	31.7	0.7	0.56	
2570	Bovenstuk 2	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.41	0	145	5.4	0.35	33.3	60.3	30.3	31.7	0.7	0.49	



Knikverkorters initial construction (afkeur)

Date: 2021-12-10  
Author: K H Chan  
Version: 1.8

ENS - ZL  
HB-3\_R  
Masts: 6/40

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt Quality	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
5000	Boventraverse	Kniksteun op 0,5L	L60.6	S355	M16	8.8	4.00	0	220	1.5	1.00	25.5	60.3	52.3	98.8	1.9	0.53		



## **APPENDIX D**

### **Toetsing blokdeuvels**

---

Project: ENS-ZL380  
Mast: HB-3 R\_X II (6)

<b>Shear blocks</b>	NEN-EN 1993-1-1 en NEN-EN 1994-1-1	Datum: 2021-10-29
		Auteur: TBR
		Versie: 1.4

Load			Results		
Compression	$F_{Ed,c}$	1592 kN	Compression	U.C.	0.66 < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	1347 kN	Tension	U.C.	0.60 < 1,00 OK

**Main leg**

Profile		L250.18
Steel material		S355
Cross section		8719 mm <sup>2</sup>
Axial capacity	$N_{pl}$	3095 kN
Width	b	250 mm
Thickness	t	18 mm
Length in concrete		1800 mm

**Capacity shear blocks main leg**

$A_{f1}$	=	7800 mm <sup>2</sup>
$A_{f2}$	=	23800 mm <sup>2</sup>
Slope		1: 5
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}}$	=	1.75
$f_{jd} = C_A \times f_{cd}$	=	18.6 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	1744 kN
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	1744 kN

**Shear blocks main leg**

Width	b	50 mm
Thickness	h	30 mm
Length	L	260 mm
Welds	a	7 mm
c.t.c. separation	s	250 mm
Number for compr.	$n_c$	12 -
Number for tension	$n_t$	12 -

**Capacity foot plate**

$k_d$	=	1.73 -
$f_{jd} = C_A \times f_{cd}$	=	18.5 N/mm <sup>2</sup>
$c = t\sqrt{f_{yd} / 3f_{jd}}$	=	63 mm
$m^* = \min(c, m)$	=	30 mm
Type foot plate		Diagonally cut
Effective for		Compr. and tension
$A_{p,c}$	=	36487 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = A_{p,druk} \times f_{jd}$	=	674 kN
$A_{p,t}$	=	27768 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd}$	=	513 kN

**Foot plate**

Thickness	t	25 mm
Ext. length	m	30 mm
Welds	a	6 mm

**Pile**

Name		Buispaal
Diameter		914 mm
Thickness		10 mm
Cross section		28400 mm <sup>2</sup>
Steel material		S235
Capacity		6674 kN
Concrete strength		C20/25

**Capacities**

$F_{Rd,c,plate}$	=	674 kN
$F_{Rd,blocks,c}$	=	1744 kN
$F_{Rd,c} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate}$	=	2418 kN
U.C. compression		0.66 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)		1454 kN
$F_{Rd,t} = \min. (welds / foot plate)$	=	513 kN
$F_{Rd,blocks,t}$	=	1744 kN
$F_{Rd,t} = F_{Rd,block} + F_{Rd,footplate}$	=	2257 kN
U.C. tension		0.60 < 1,00 OK
U.C. welds		0.25 < 1,00 OK

**Shear blocks pile**

Width	b	50 mm
Thickness	h	30 mm
Length	L	1300 mm
Welds	a	5 mm
c.t.c. separation	s	360 mm
Number for compr.	$n_c$	6 -
Number for tension	$n_t$	6 -

**Capacity shear blocks pile**

$A_{f1}$	=	39000 mm <sup>2</sup>
$A_{f2}$	=	117000 mm <sup>2</sup>
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}}$	=	1.73 -
$f_{jd} = k_d \times f_{cd}$	=	18.5 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	4323 kN
U.C. compression		0.37 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$	=	4323 kN
U.C. tension		0.31 < 1,00 OK
U.C. welds		0.34 < 1,00 OK

**Design value concrete strength**

Material factor	$\gamma_c$	1.5
Add. mat. factor	$\gamma_m$	1.25 -
$f_{cd} =$		10.7 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		1353 mm
Splitting force		498 kN/m
Yield strength wall	$f_{yd} =$	235 N/mm <sup>2</sup>
Capacity tubular pile		4700 kN/m
U.C.		0.11 < 1,00 OK

Project: ENS-ZL380  
 Mast: HB-3 R\_X II (6)

Welds of shear blocks of main leg

Out-of-plane loading

<b>Plate</b>		<b>Welds</b>		
t =	50 mm	a =	7 mm	
Grade	S355	l =	250 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 =	35 N/mm <sup>2</sup>	
F <sub>v,Ed</sub> = F <sub>rd,c</sub> / n =	174 kN		<hr/>	
F <sub>v//,Ed</sub> =	0 kN	b* = b + 2/3av2	56.6 mm	
M <sub>Ed</sub> = 1/2 b / h x F <sub>v,Ed</sub> =	2.62 kNm	σ <sub>1</sub> = τ <sub>1</sub> = 0,706M <sub>Ed</sub> / al b* =	19 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> ) =	108 N/mm <sup>2</sup>	
<b>Check</b>				
σ <sub>w,Ed</sub> =	108 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. = 0.25 OK
σ <sub>1</sub> =	54 N/mm <sup>2</sup>	0,9f <sub>u</sub> / γ <sub>M2</sub> =	353 N/mm <sup>2</sup>	U.C. = 0.15 OK

Welds of shear blocks of pile

Out-of-plane loading

<b>Plate</b>		<b>Welds</b>		
t =	50 mm	a =	5 mm	
Grade	S235	l =	1300 mm	
f <sub>yd</sub> =	235 N/mm <sup>2</sup>	β <sub>w</sub> =	0.8 -	
f <sub>u</sub> =	360 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 =	14 N/mm <sup>2</sup>	
F <sub>t,Ed</sub> = 1/2 b / h x F <sub>v,Ed</sub> =	259 kN	σ <sub>1</sub> = τ <sub>1</sub> = F <sub>v,Ed</sub> √2 / 2al =	47 N/mm <sup>2</sup>	
F <sub>v,Ed</sub> =	865 kN		<hr/>	
F <sub>v//,Ed</sub> =	0 kN	τ <sub>//</sub> = F <sub>v//,Ed</sub> / 2al =	0 N/mm <sup>2</sup>	
M <sub>Ed</sub> =	0.00 kNm	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> ) =	122 N/mm <sup>2</sup>	
<b>Check</b>				
σ <sub>w,Ed</sub> =	122 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>u</sub> / β <sub>w</sub> γ <sub>M2</sub> =	360 N/mm <sup>2</sup>	U.C. = 0.34 OK
σ <sub>1</sub> =	61 N/mm <sup>2</sup>	0,9f <sub>u</sub> / γ <sub>M2</sub> =	259 N/mm <sup>2</sup>	U.C. = 0.24 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 =	6 mm
Length l = 2b + 2b - t =	964 mm
Capacity F <sub>Rd</sub> = a x l x f <sub>w,d</sub> / √3 =	1454 kN

Project: ENS-ZL380  
Mast: HB-3 R (40)

**Shear blocks**

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

Datum: 2021-02-25

Auteur: TBR

Versie: 1.4

Load			Results		
Compression	$F_{Ed,c}$	1660 kN	Compression	U.C.	0.77 < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	1394 kN	Tension	U.C.	0.64 < 1,00 OK

**Main leg**

Profile		<b>L250.18</b>
Steel material		S355
Cross section		8719 mm <sup>2</sup>
Axial capacity	$N_{pl}$	3095 kN
Width	b	250 mm
Thickness	t	18 mm
Length in concrete		1800 mm

**Capacity shear blocks main leg**

$A_{f1}$	7800 mm <sup>2</sup>
$A_{f2}$	23800 mm <sup>2</sup>
Slope	1: 5
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}}$	1.75
$f_{jd} = C_A \times f_{cd}$	18.6 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd}$	1744 kN
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$	1744 kN

**Shear blocks main leg**

Width	b	50 mm
Thickness	h	30 mm
Length	L	260 mm
Welds	a	7 mm
c.t.c. separation	s	250 mm
Number for compr.	$n_c$	12 -
Number for tension	$n_t$	12 -

**Capacity foot plate**

$k_d$	1.73 -
$f_{jd} = C_A \times f_{cd}$	18.5 N/mm <sup>2</sup>
$c = t\sqrt{f_{yd} / 3f_{jd}}$	63 mm
$m^* = \min(c, m)$	30 mm
Type foot plate	Diagonally cut
Effective for	Compr. and tension
$A_{p,c}$	36487 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = A_{p,druk} \times f_{jd}$	674 kN
$A_{p,t}$	27768 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd}$	513 kN

**Foot plate**

Thickness	t	25 mm
Ext. length	m	30 mm
Welds	a	6 mm

**Pile**

Name		Buispaal
Diameter		609 mm
Thickness		10 mm
Cross section		18818 mm <sup>2</sup>
Steel material		S235
Capacity		4422 kN
Concrete strength		C20/25

**Capacities**

$F_{rd,c,plate}$	674 kN
$F_{rd,blocks,c}$	1744 kN
$F_{rd,c} = F_{rd,blk} + F_{rd,footplate}$	<b>2418 kN</b>
U.C. compression	0.69 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)	1454 kN
$F_{rd,t} = \min(\text{welds} / \text{foot plate})$	513 kN
$F_{rd,blocks,t}$	1744 kN
$F_{rd,t} = F_{rd,blk} + F_{rd,footplate}$	<b>2257 kN</b>
U.C. tension	0.62 < 1,00 OK
U.C. welds	0.25 < 1,00 OK

**Shear blocks pile**

Width	b	50 mm
Thickness	h	30 mm
Length	L	1300 mm
Welds	a	5 mm
c.t.c. separation	s	360 mm
Number for compr.	$n_c$	3 -
Number for tension	$n_t$	3 -

**Capacity shear blocks pile**

$A_{f1}$	39000 mm <sup>2</sup>
$A_{f2}$	117000 mm <sup>2</sup>
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}}$	1.73 -
$f_{jd} = k_d \times f_{cd}$	18.5 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd}$	<b>2162 kN</b>
U.C. compression	0.77 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$	<b>2162 kN</b>
U.C. tension	0.64 < 1,00 OK
U.C. welds	0.34 < 1,00 OK

**Design value concrete strength**

Material factor	$\gamma_c$	1.5
Add. mat. factor	$\gamma_m$	1.25 -
$f_{cd} =$		10.7 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		1506 mm
Splitting force		463 kN/m
Yield strength wall	$f_{vd} =$	235 N/mm <sup>2</sup>
Capacity tubular pile		4700 kN/m
U.C.		0.10 < 1,00 OK



Project: ENS-ZL380  
 Mast: HB-3 R (40)

**Welds of shear blocks of main leg**  
 Out-of-plane loading

**Plate**

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

**Member forces**

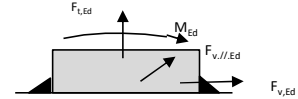
Factor 1.2  
 $F_{t,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = F_{rd,c} / n = 174 \text{ kN}$   
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 2.62 \text{ kNm}$

**Check**

$\sigma_{w,Ed} = 108 \text{ N/mm}^2 \leq$   
 $\sigma_1 = 54 \text{ N/mm}^2 \leq$

**Welds**

a = 7 mm  
 l = 250 mm  
 $\beta_w = 0.9 -$   
 $\gamma_{M2} = 1.25 -$



**Stress components**

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 4al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 4al = 35 \text{ N/mm}^2$   


---

 $b^* = b + 2/3av^2 = 56.6 \text{ mm}$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = 0.706M_{Ed} / al b^* = 19 \text{ N/mm}^2$   
 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{w,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 108 \text{ N/mm}^2$

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.25 OK**  
 $0.9f_u / \gamma_{M2} = 353 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.15 OK**

**Welds of shear blocks of pile**  
 Out-of-plane loading

**Plate**

t = 50 mm  
 Grade S235  
 $f_{yd} = 235 \text{ N/mm}^2$   
 $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$

**Member forces**

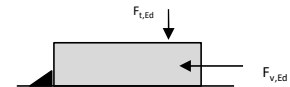
Factor 1.2  
 $F_{t,Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 259 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = 865 \text{ kN}$   
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 0.00 \text{ kNm}$

**Check**

$\sigma_{w,Ed} = 122 \text{ N/mm}^2 \leq$   
 $\sigma_1 = 61 \text{ N/mm}^2 \leq$

**Welds**

a = 5 mm  
 l = 1300 mm  
 $\beta_w = 0.8 -$   
 $\gamma_{M2} = 1.25 -$



**Stress components**

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 2al = 14 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 2al = 47 \text{ N/mm}^2$   


---

 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{w,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 122 \text{ N/mm}^2$

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 360 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.34 OK**  
 $0.9f_u / \gamma_{M2} = 259 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.24 OK**

**Welds of foot plate**

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$   
 Weld size a = 6 mm  
 Length l = 2b + 2b - t = 964 mm  
 Capacity  $F_{Rd} = a \times l \times f_{w,d} / \sqrt{3} = 1454 \text{ kN}$

## CALCULATION OF POST INSULATOR LOADS

The following parameters are calculated:

- The forces on the insulator attachment due to wind loading and weight
- The required measurements of the components

The diagram below is a representation of the loads on the insulator:

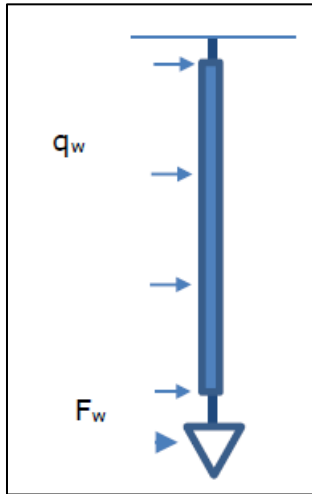


Figure 1: Diagrammatic representation of the loads on the post insulator

### Forces on the insulator attachment

Wind pressure based on non-urban terrain in wind zone II at a height of 36,5 m:  $q_h = 1,26 \text{ kN/m}^2$

Wind load per meter based on an insulator diameter of 0,2 m and a drag factor of 1,2:

$$q_w = 1,2 \times 0,2 \times 1,26 = 0,30 \text{ kN/m}$$

$$F_w = 2 \times 4 \text{ m} \times 0,30 \text{ kN/m} = 2,4 \text{ kN}$$

Conductor with  $C_c = 0,9$ :

$F_w$  based on a supported length of 9 m and a structural factor of 1:

$$F_w = 9 \times 1 \times 0,9 \times 3 \times 0,036 \times 1,26 = 1,1 \text{ kN}$$

### Invoer geleiderbelastingen:

$$\text{Wind area} = 2 \times 4 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} = 1,6 \text{ m}^2$$

$$\text{Conductor wind area: } 9 \text{ m} \times 3 \times 0,036 = 1,0 \text{ m}^2$$

$$\text{Total wind area for geleiderbelasting sheet: } 2,6 \text{ m}^2$$

Calculation of vertical weight

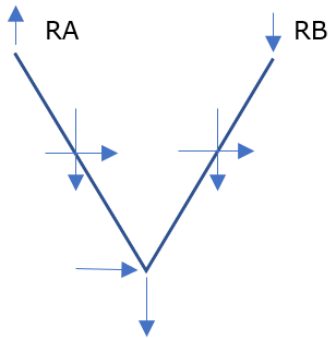
$$F_{\text{insulator}} = 2 \times 2,0 \text{ kN} = 4 \text{ kN}$$

$$F_{\text{conductor}} = 9 \text{ m} \times 3 \times 0,024 = 0,7 \text{ kN}$$

Reaction Force

$$\Sigma M_B=0: -R_A \times 5 + 4 \times 2,5 + 0,7 \times 2,5 + 2,4 \times 2 + 1,1 \times 4 = 0$$

$$R_A = 20,95 / 5 = 4,2 \text{ kN}$$



Relatively small forces, pin connections based short circuit requirement suffices.

### Check for bending of beams HEA160

$$M = 0,6 \times 4,2 = 2,52 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 51,7 \text{ kNm}$$

$$U.C = 2,52 / 51,7 = 0,1 < 1,0 \text{ OK.}$$

## CALCULATION OF POST INSULATOR LOADS

The following parameters are calculated:

- The forces on the insulator attachment due to wind loading and weight
- The required measurements of the components

The diagram below is a representation of the loads on the insulator:

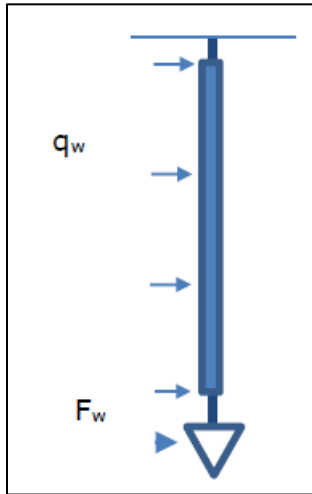


Figure 1: Diagrammatic representation of the loads on the post insulator

### 1. Forces on the insulator attachment

Wind pressure based on non-urban terrain in wind zone II at a height of 25.2 m:  $q_h = 1.14 \text{ kN/m}^2$

Wind load per meter based on an insulator diameter of 0.2 m and a drag factor of 1.2:

$$q_w = 1.2 \times 0.2 \times 1.14 = \underline{0.27 \text{ kN/m}}$$

Then calculate  $F_w$  based on a supported length of 9 m, a dragfactor of 0,9 and a structural factor of 1,0:

$$F_w = 9 \times 0.9 \times 1.0 \times 3 \times 0.036 \times 1.14 = 0.99 \text{ kN}$$

Calculate the moment based on the wind loading and the point load:

$$M_w = 0.5 \times 0.24 \times 4^2 + 4 \times 0.99 = 5.88 \text{ kNm}$$

Design values:

$$M_{ED} = 1.4 \times 5.88 = 8.23 \text{ kNm}$$

$$V_{ED} = 1.4 \times (0.99 + 3.5 \times 0.24) = 2.56 \text{ kN}$$

### 2. Assessment of the pin

The figure below is a sketch of the insulator attachment mechanism indicating the location of the pin.

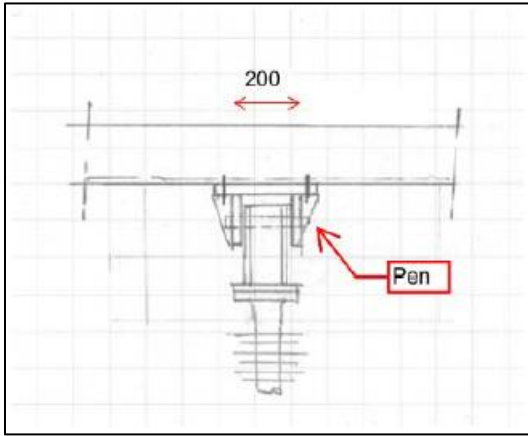


Figure 2: Post insulator attachment mechanism

Calculation of the shear force on the pin:

Assuming a total vertical weight of 5 kN and an attachment fit of 200 mm:

$$F_v = 8.23 / 0.2 + 5/2 = 43.65 \text{ kN}$$

Using a pin with a diameter of 25 mm is sufficient; see the attached spreadsheet calculation at the end of this appendix. A minimum flange thickness of 15 mm is required.

### 3. Console thickness

This will be determined in the subsequent design phases.

### 4. Attachment to the crossarm

The figure below depicts the additional members required for attachment to the crossarm.

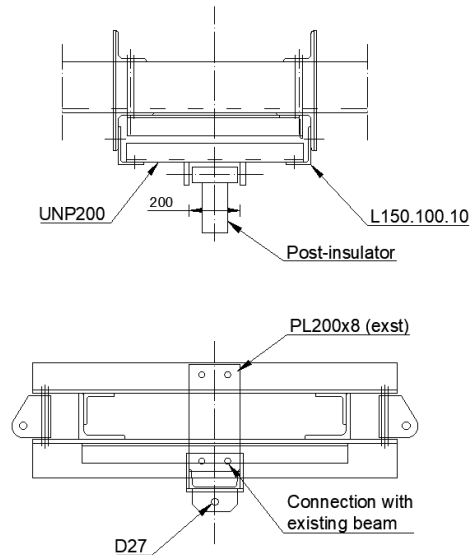


Figure 3: Overview of the new members required for attachment

$$M = 0.5 \times 8.23 + 0.25 \times 5 \times 0.66 = 4.94 \text{ kNm}$$

$$\text{Proposition: } 1 \times \text{UNP200: } M_{rd} = 26900 \times 355 = 9.55 \text{ kNm}$$

$$\text{U.C.} = 4.94 / 9.55 = 0.51 < 1 \text{ OK}$$

Project: BBB - ENS-ZL  
Mast: HB-3\_R

DNV·GL

**Pen-gatverbinding**

Datum: 2021-02-25  
Auteur: MKh  
Versie: 1.3

<b>Onderwerp</b>	<b>Post Insulator Attachment</b>	Toetsing sterkte	0.59 < 1,0 OK
------------------	----------------------------------	------------------	---------------

**Input**

Dikte 15 mm  
Gat 27 mm  
Pendiameter 25 mm  
Ringdikte 5 mm  
Eindafstand 40 mm  
Randafstand 35 mm

Staalsoort S235  
Kwaliteit pen 8.8

**Belasting**

$F_{Ed} = 43.7$  kN

$\gamma_{m0, \text{staal}} = 1.20$   
 $\gamma_{m0, \text{pen}} = 1.00$   
 $\gamma_{m2} = 1.25$   
 $\gamma_{m6, \text{ser}} = 1.00$

**Toetsing**

*Afstanden*

Randafstand OK  
Eindafstand OK  
Dikte OK

*Sterkte-eisen*

Afschuifsterkte pen 0.23 < 1,0 OK  
Buigsterkte pen 0.59 < 1,0 OK  
Combinatie M + V 0.41 < 1,0 OK  
Stuik plaat 0.40 < 1,0 OK

Berekeningen

**Controle eind- en randafstand**

*Aan de eisen van óf A óf B moet voldaan worden*

Type A

Rand  $a > F_{Ed} \gamma_{m0} / 2t f_y + 2 d_0 / 3 = 25$  mm OK  
Eind  $c > F_{Ed} \gamma_{m0} / 2t f_y + d_0 / 3 = 16$  mm OK

Type B

Min. eindafstand  $e > 1,6d_0 = 43$  mm Niet OK  
Min. randafstand  $e > 1,25d_0 = 34$  mm OK  
Min. dikte  $t > 0,7\sqrt{(F_{Ed} \gamma_{m0} / f_y)} = 10$  mm OK

Pen

A = 491 mm<sup>2</sup>  
 $W_{el} = 1534$  mm<sup>2</sup>  
Excentriciteit  
 $e = (132-102) + t_{clip} / 2 = 20$  mm

Materiaalsterktes

$f_y = \min(f_{y, \text{staal}}, f_{yp}) = 235$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{yp} = 640$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{up} = 800$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{y, \text{staal}} = 235$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{t, \text{staal}} = 360$  N/mm<sup>2</sup>

**Afschuiving**

$F_{v, Rd} = 0,6A f_{up} / \gamma_{m2} = 188$  kN  
U.C. 0.23 < 1,0 OK

**Buigweerstand**

$M_{Ed} = F_{Ed} e = 0.87$  kNm  
 $M_{Rd} = 1,5 W_{el} f_{yp} / \gamma_{m0} = 1.47$  kNm

**Stuik**

$F_{b, Rd} = 1,5 t d f_y / \gamma_{m0} = 110$  kN  
U.C. 0.40 < 1,0 OK

U.C. = 0.59 < 1,0 OK

$(M_{Ed} / M_{Rd})^2 + (F_{v, Ed} / F_{v, Rd})^2 = 0.41 < 1,0$  OK

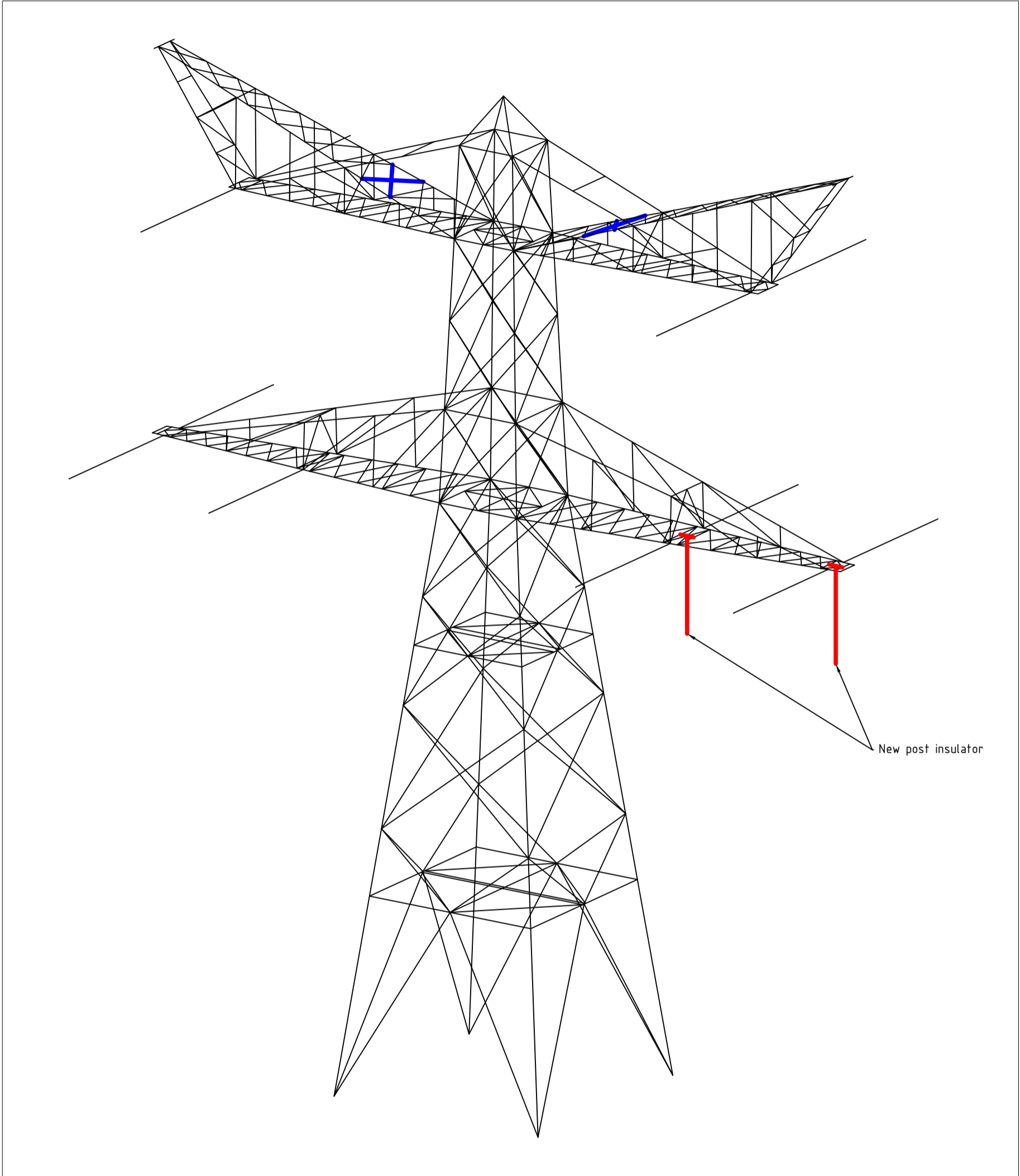


## **APPENDIX E**

### **Tekeningen**

---

Initial Profiles and Bolts					Final Profiles and Bolts			
Group label	Profile type (ini)	Profile size (ini)	Steel quality (ini)	Bolt size and quality (ini)	Profile type (new)	Profile size (new)	Steel quality (new)	Bolt size and quality (new)
435	EA	L60x6	S235 t<=40	M16-8.8t-NEN2012	EA	L60x6	S355 t<=40	M16-8.8t-NEN2012





Overview

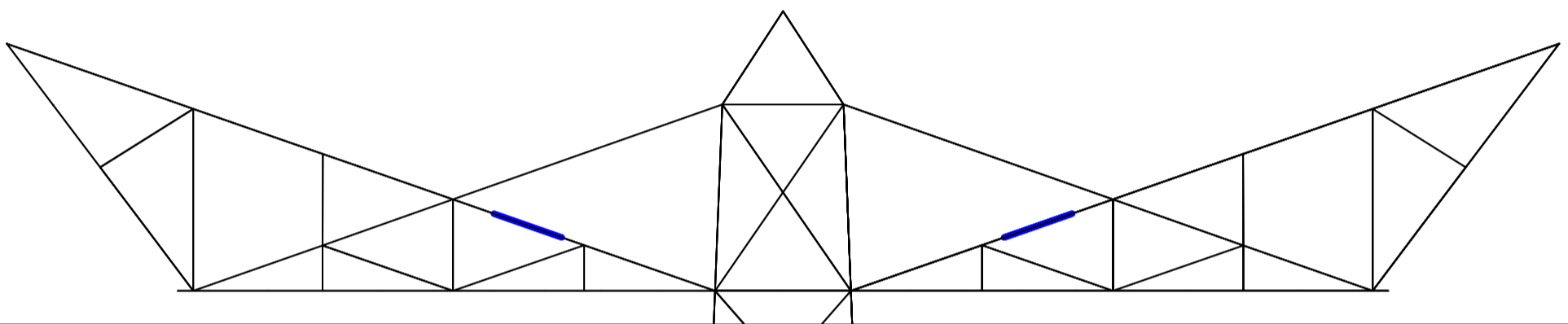
Notes and legend:

- New redundants according to drawing
- Size for new redundants is L50x50x5
- Other changes according to the table
- All changes are symmetrical unless otherwise indicated
- Material quality  $t \leq 16\text{mm}$  S355J0
- Material quality  $t > 16\text{mm}$  S355J2
- Bolt quality 8.8 rolled

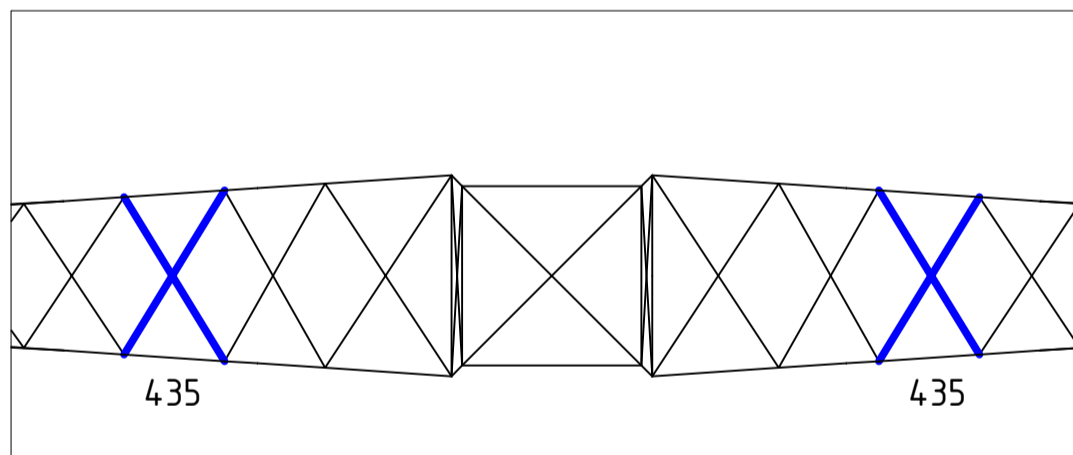
- New profile/insulator
- Profile exchanged
- New redundant
- Bolt exchanged

01	25-02-2021	Dimension added		
00	8-01-2021	Version 1.0		
		Projectname: Mast constructions ENS - ZL 380 kV		
		Third angle projection: 		Drawing no.: 10166260-048
Design state: FINAL		Scale: -	Description: Modifications overview for mast type HB-3_R (Mast 40) page 1 of 3	
Drawn by: KCh	25-02-2021	Units: m	Revision: 01	
Checked by: TBR	25-02-2021	Project no: 10166260	Format: A2	
Approved by: JHu	25-02-2021	Company: TenneT		





Front View - Upper Crossarm


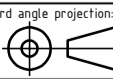


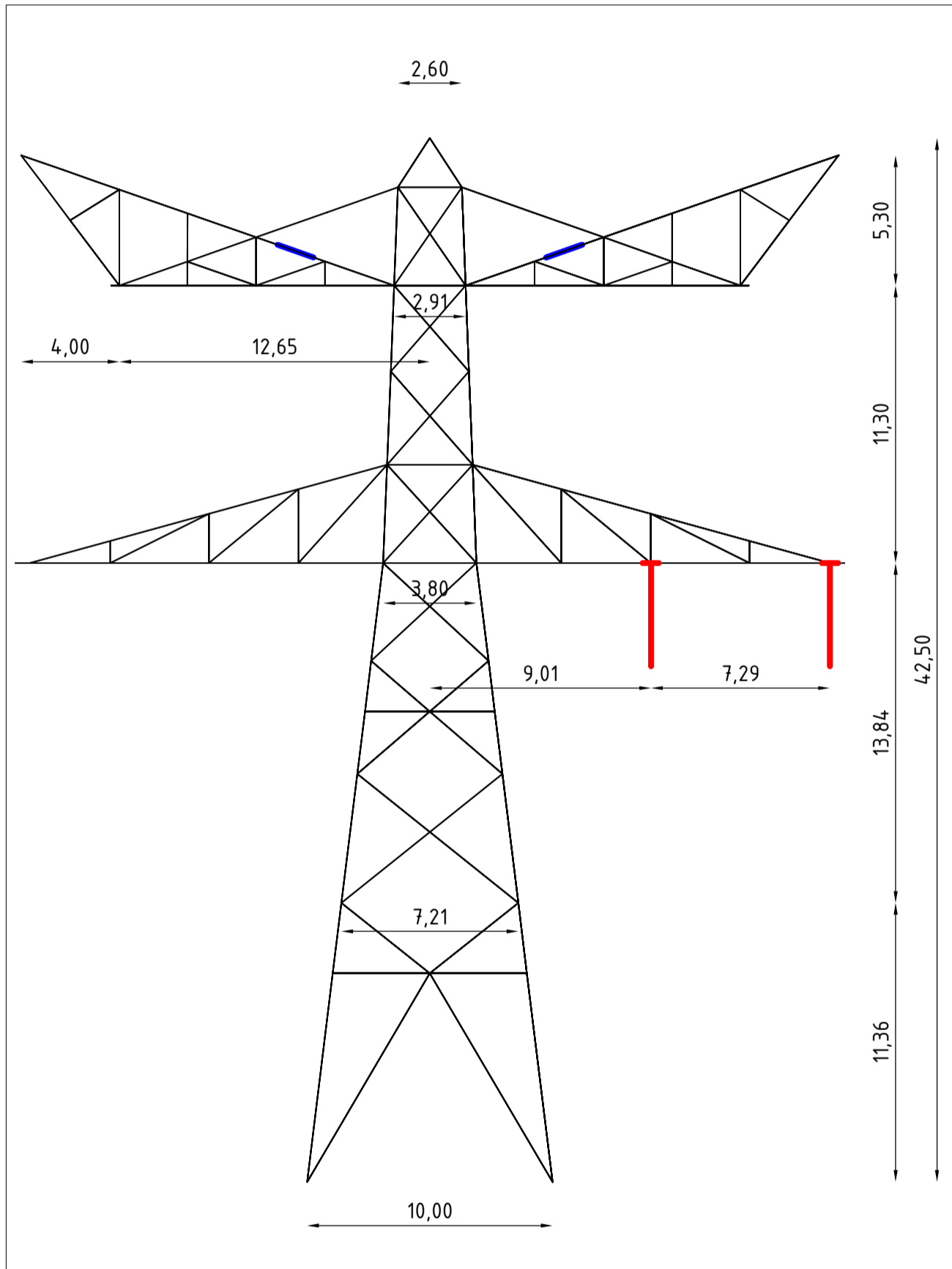
Top View - Upper Crossarm

Notes and legend:

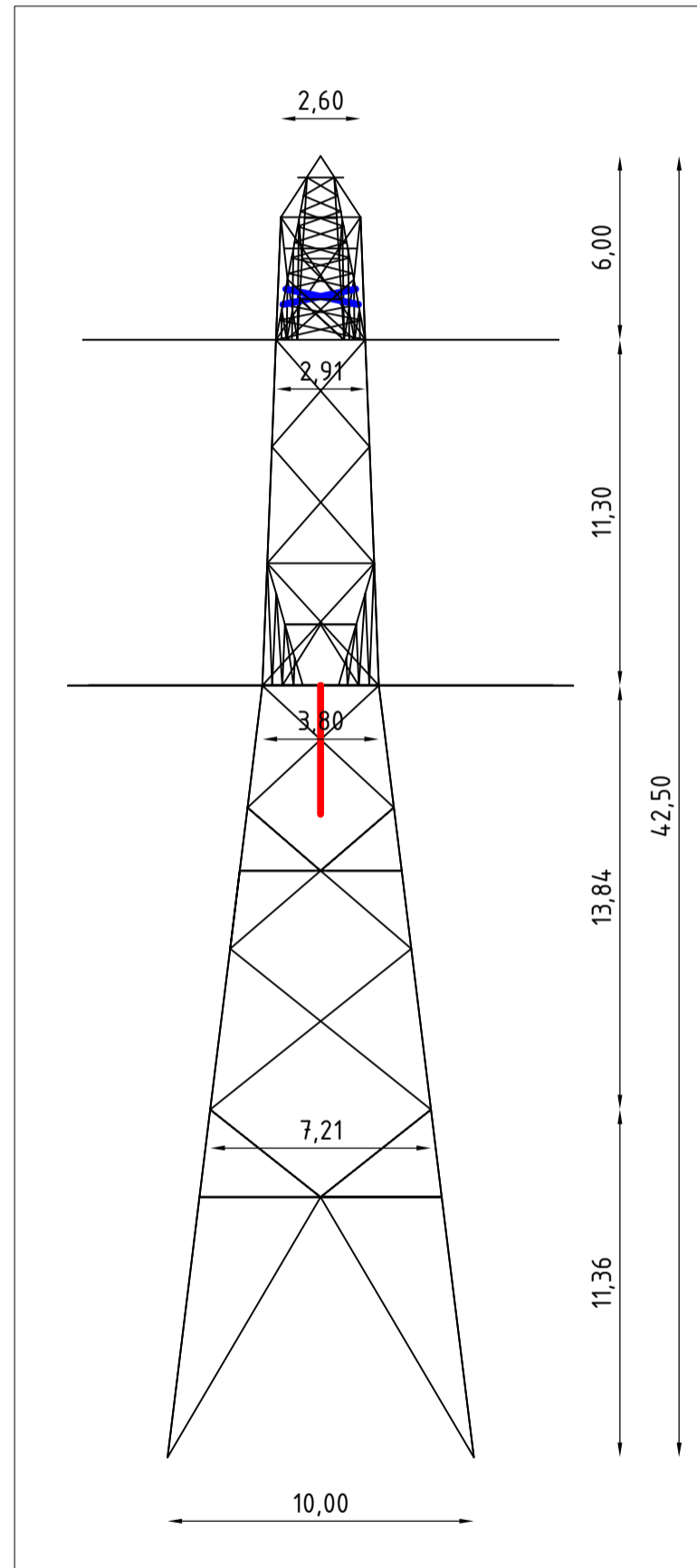
- New redundants according to drawing
- Size for new redundants is L50x50x5
- Other changes according to the table
- All changes are symmetrical unless otherwise indicated
- Material quality  $t \leq 16\text{mm}$  S355J0
- Material quality  $t > 16\text{mm}$  S355J2
- Bolt quality 8.8 rolled

- New profile/insulator
- Profile exchanged
- New redundant
- Bolt exchanged

01	25-02-2021	Dimension added		
00	8-01-2021	Version 1.0		
		Projectname: Mast constructions ENS - ZL 380 kV		
				Drawing no.: 10166260-048
Design state: FINAL		Scale: -	Description: Modifications overview for mast type HB-3_R (Mast 40) page 2 of 3	
Drawn by: KCh	25-02-2021	Units: m	Revision: 01	
Checked by: TBR	25-02-2021	Project no: 10166260	Format: A2	
Approved by: JHu	25-02-2021	Company: TenneT		
<small>DNV GL Energy &amp; Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvgl.com</small>				



Front View



Side View

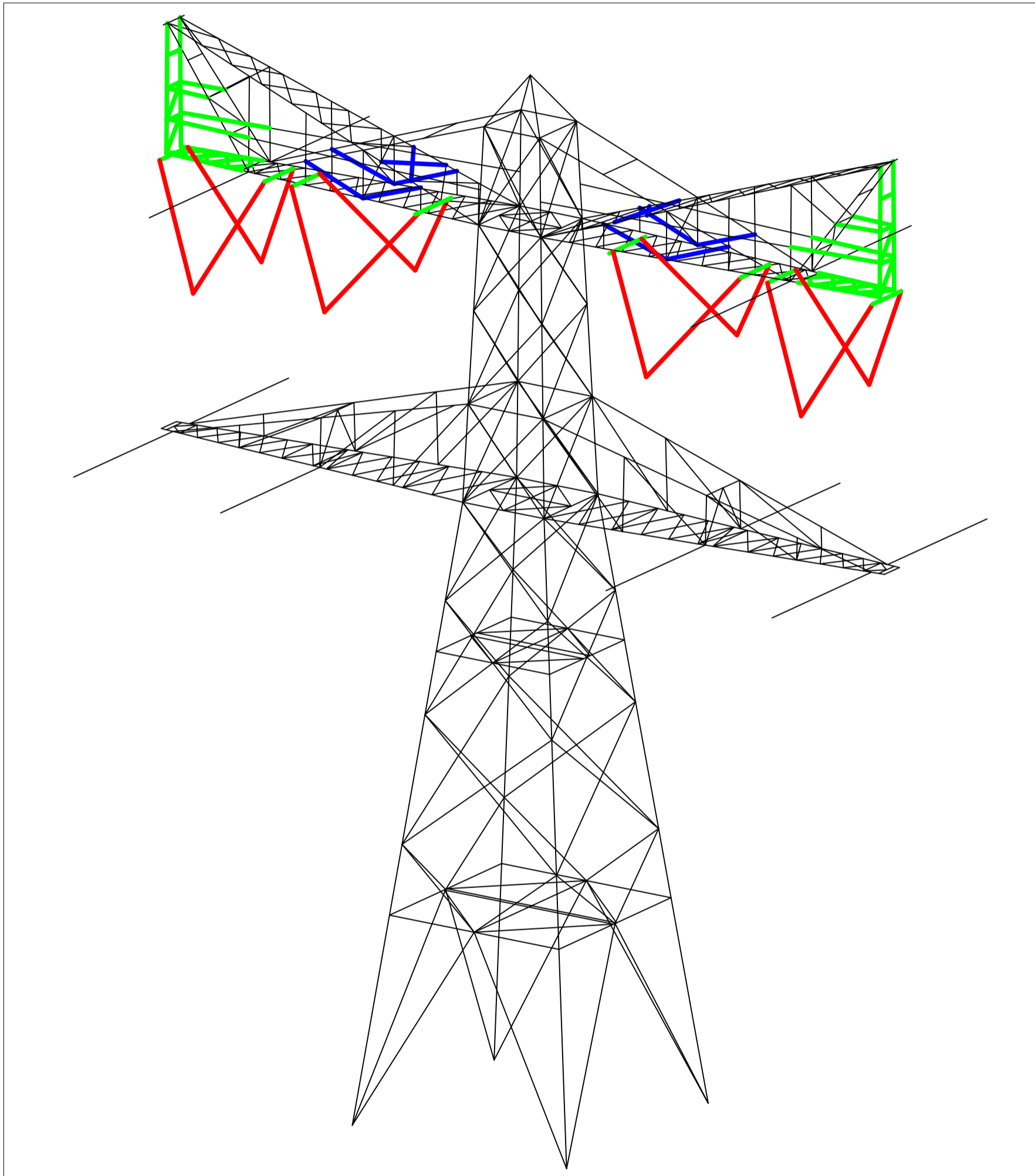
Notes and legend:

- New redundants according to drawing
- Size for new redundants is L50x50x5
- Other changes according to the table
- All changes are symmetrical unless otherwise indicated
- Material quality  $t \leq 16\text{mm}$  S355J0
- Material quality  $t > 16\text{mm}$  S355J2
- Bolt quality 8.8 rolled

- New profile/insulator
- Profile exchanged
- New redundant
- Bolt exchanged

01	25-02-2021	Dimension added		
00	8-01-2021	Version 1.0		
		Projectname: Mast constructions ENS - ZL 380 kV		
		Drawing no.: 10166260-048 		
Design state: FINAL		Scale: -	Description: Modifications overview for mast type HB-3_R (Mast 40) page 3 of 3	
Drawn by: KCh	25-02-2021	Units: m	Revision: 01	
Checked by: TBR	25-02-2021	Project no: 10166260	Format: A2	
Approved by: JHu	25-02-2021	Company: TenneT		

Initial Profiles and Bolts					Final Profiles and Bolts			
Group label	Profile type (in)	Profile size (in)	Steel quality (in)	Bolt size and quality (in)	Profile type (new)	Profile size (new)	Steel quality (new)	Bolt size and quality (new)
426	EA	L50x5	S235 t<=40	M16-8.8t-NEN2012	EA	L70x7	S355 t<=40	M16-8.8t-NEN2012
435	EA	L60x6	S235 t<=40	M16-8.8t-NEN2012	EA	L60x6	S355 t<=40	M16-8.8t-NEN2012
436	EA	L50x5	S235 t<=40	M16-8.8t-NEN2012	EA	L70x7	S355 t<=40	M16-8.8t-NEN2012
490D					EA	L150x14	S355 t<=40	M20-8.8t-NEN2012
469					EA	L50x5	S355 t<=40	M16-8.8t-NEN2012
470					EA	L50x5	S355 t<=40	M16-8.8t-NEN2012
471					EA	L50x5	S355 t<=40	M16-8.8t-NEN2012
472					EA	L50x5	S355 t<=40	M16-8.8t-NEN2012
473					EA	L60x6	S355 t<=40	M16-8.8t-NEN2012
474					EA	L50x5	S355 t<=40	M16-8.8t-NEN2012
442					HEA	HEA160	S355 t<=40	M20-8.8t-NEN2012
443					EA	L60x6	S355 t<=40	M16-8.8t-NEN2012
5000					EA	L60x6	S355 t<=40	M16-8.8t-NEN2012


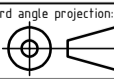


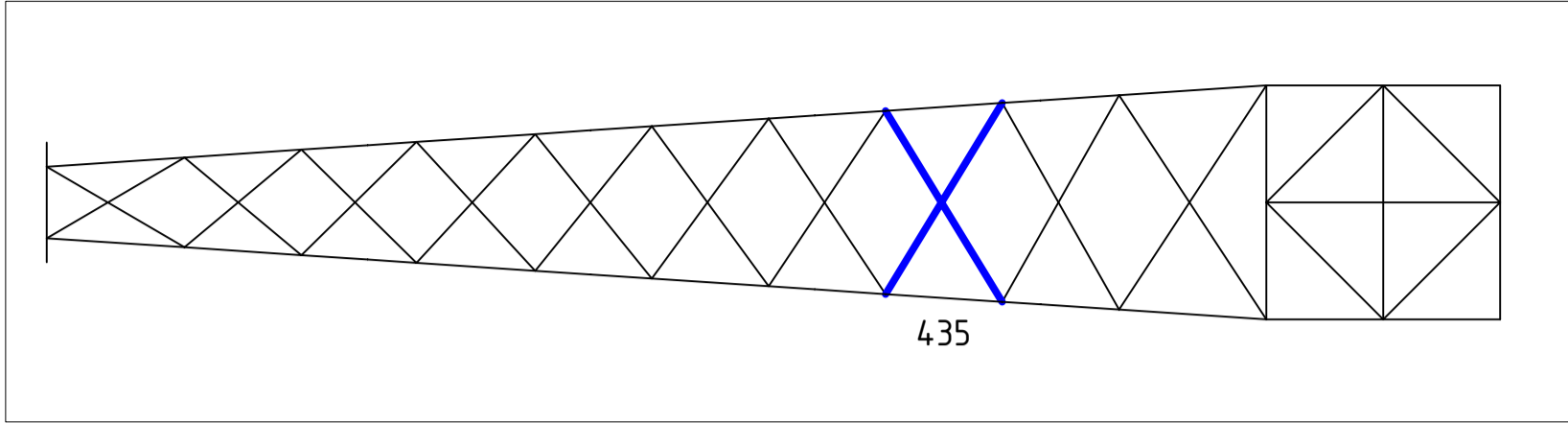
Overview

Notes and legend:

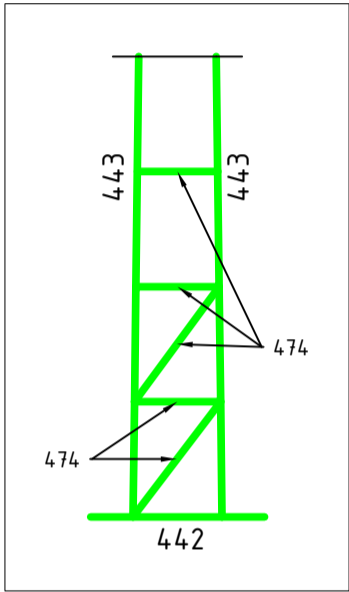
- New redundants according to drawing
- Size for new redundants is L50x50x5
- Other changes according to the table
- All changes are symmetrical unless otherwise indicated
- Material quality  $t \leq 16\text{mm}$  S355J0
- Material quality  $t > 16\text{mm}$  S355J2
- Bolt quality 8.8 rolled

- New profile/insulator
- Profile exchanged
- New redundant
- Bolt exchanged

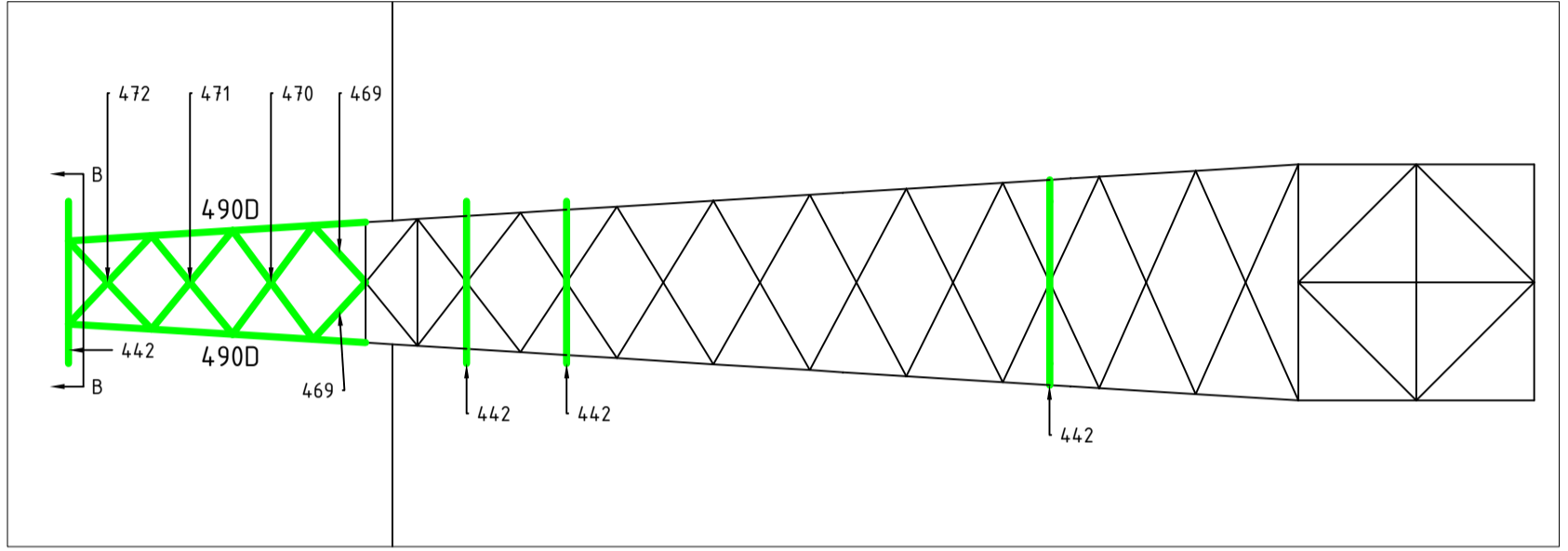
02	29-10-2021	Phase Transposition	Projectname: Mast constructions ENS - ZL 380 kV	
03	6-12-2021	Phase Transposition	Drawing no.: 10166260-047	
			Description: Modifications overview for mast type HB-3_R_X (Mast 6) page 1 of 3	
			Revision: 03	
Design state: FINAL	Scale: -	Description: Modifications overview for mast type HB-3_R_X (Mast 6) page 1 of 3		Format: A2
Drawn by: KCh	6-12-2021	Units: m	Project no: 10166260	
Checked by: TBR	6-12-2021	Company: TenneT		
Approved by: JHu	6-12-2021	DNV GL Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvgl.com		



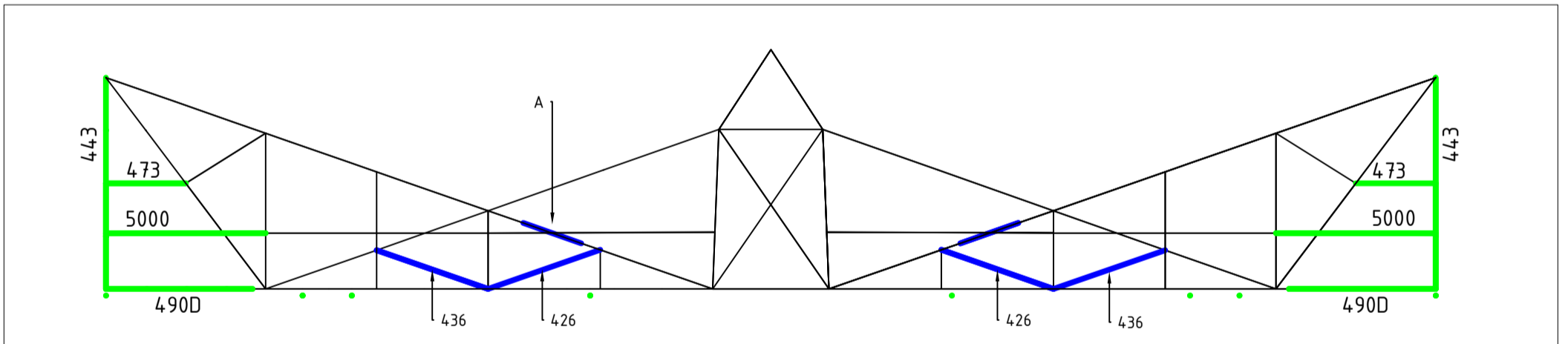
View on Arrow A



View on Section B



Top View - Lower Part of Upper Crossarm



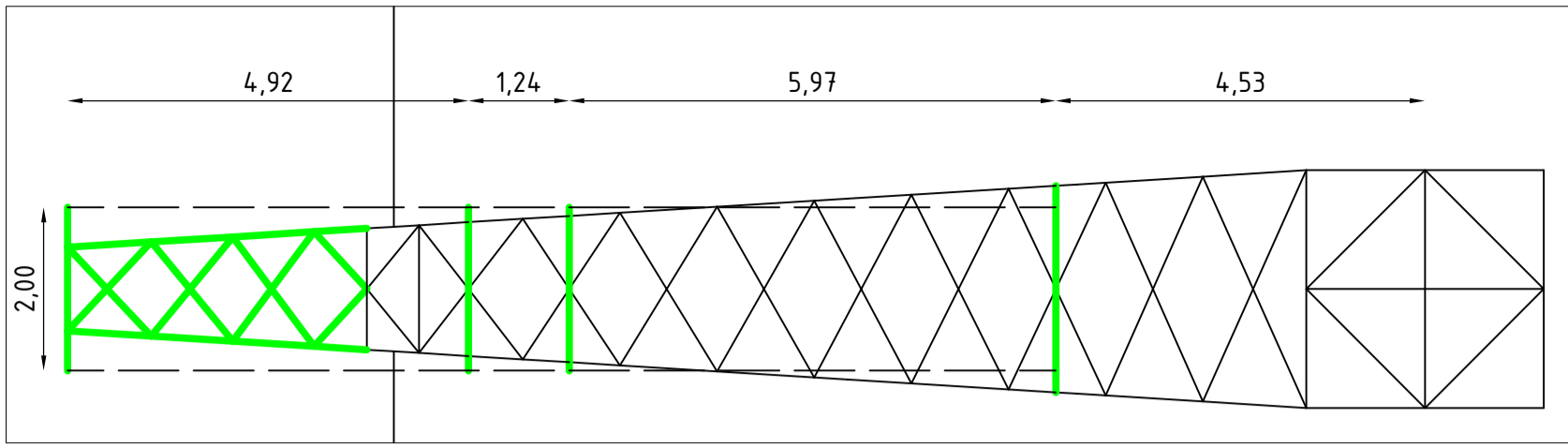
Front View - Upper Crossarm

Notes and legend:

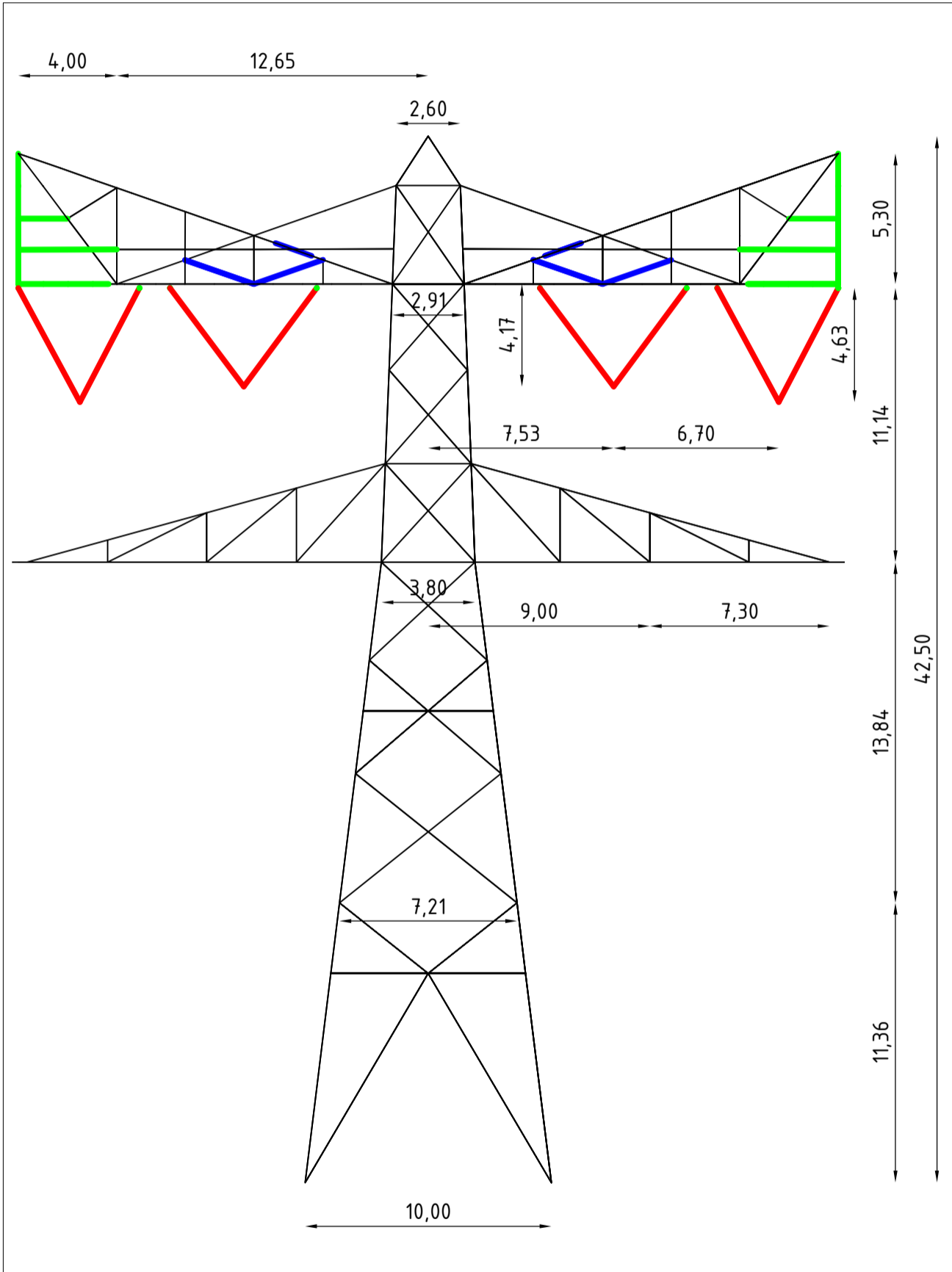
- New redundants according to drawing
- Size for new redundants is L50x50x5
- Other changes according to the table
- All changes are symmetrical unless otherwise indicated
- Material quality  $t \leq 16\text{mm}$  S355J0
- Material quality  $t > 16\text{mm}$  S355J2
- Bolt quality 8.8 rolled

- New profile/insulator
- Profile exchanged
- New redundant
- Bolt exchanged

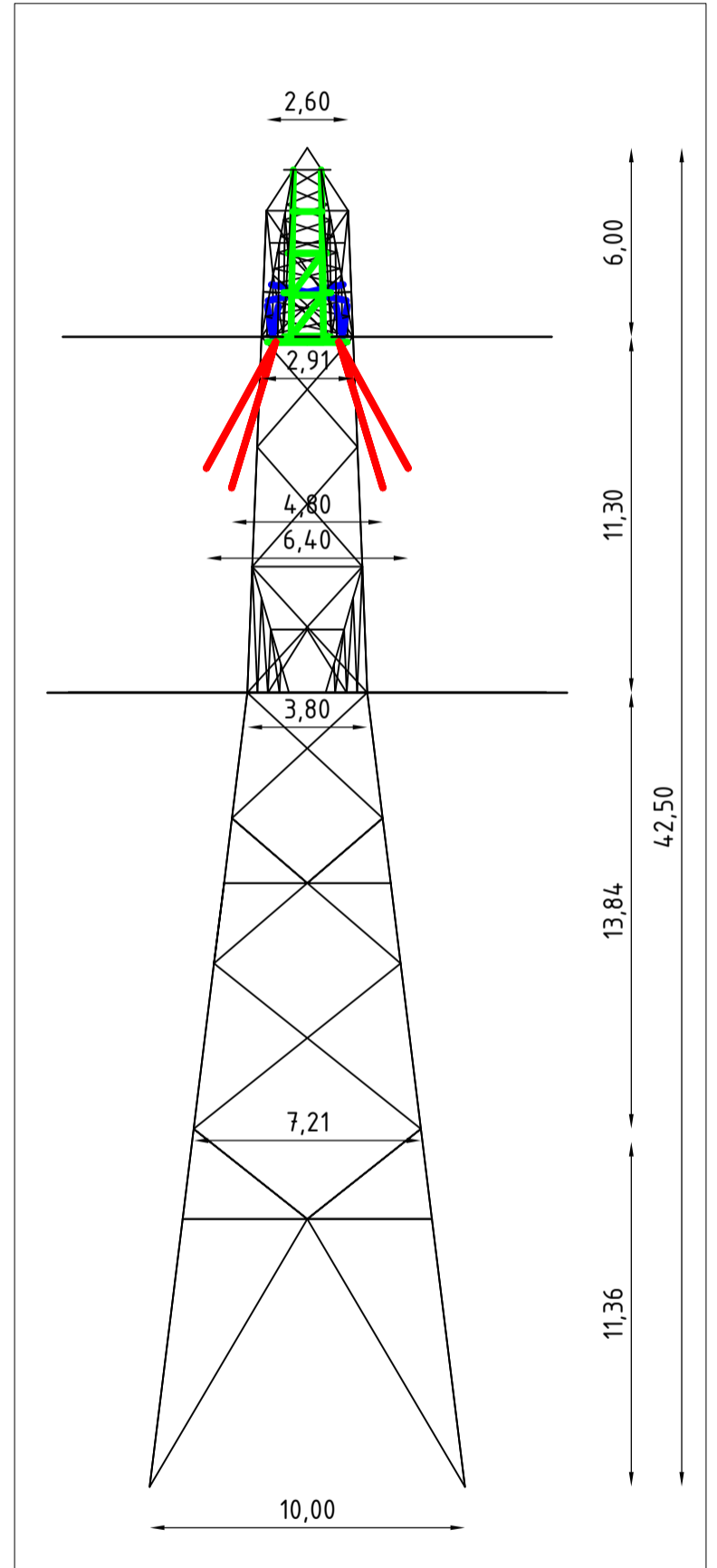
02	29-10-2021	Phase Transposition		
03	6-12-2021	Phase Transposition		
		Projectname: Mast constructions ENS - ZL 380 kV		
		Drawing no.: 10166260-047		
Design state: FINAL		Scale: -	Description: Modifications overview for mast type HB-3_R_X (Mast 6) page 2 of 3	
Drawn by: KCh	6-12-2021	Units: m	Revision: 03	
Checked by: TBR	6-12-2021	Project no: 10166260	Format: A2	
Approved by: JHu	6-12-2021	Company: TenneT		



Top View - Lower Part of Upper Crossarm



Front View



Side View

Notes and legend:

- New redundants according to drawing
- Size for new redundants is L50x50x5
- Other changes according to the table
- All changes are symmetrical unless otherwise indicated
- Material quality  $t \leq 16\text{mm}$  S355J0
- Material quality  $t > 16\text{mm}$  S355J2
- Bolt quality 8.8 rolled

- New profile/insulator
- Profile exchanged
- New redundant
- Bolt exchanged

02	29-10-2021	Phase Transposition		
03	6-12-2021	Phase Transposition		
		Projectname: Mast constructions ENS - ZL 380 kV		
		Drawing no.: 10166260-047		
Design state: FINAL		Scale: -	Description: Modifications overview for mast type HB-3_R_X (Mast 6) page 3 of 3	
Drawn by: KCh	6-12-2021	Units: m	Revision: 03	
Checked by: TBR	6-12-2021	Project no: 10166260	Format: A2	
Approved by: JHu	6-12-2021	Company: TenneT		



## **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.

TOETSING EN HERONTWERP MASTEN EN FUNDATIES BBB380

# ENS-ZL380 – Rapportage masttype HC-3/RC

TenneT TSO B.V.

Rapport nr.: 22-0511, Rev. 0

Meridian doc.nr.: 002.515.40 - 1007982

Datum: 2022-04-01



Projectnaam: Toetsing en herontwerp masten en fundaties BBB380 Energy Systems  
Rapport titel: ENS-ZL380 – Rapportage masttype HC-3/RC DNV Netherlands B.V.  
Klant: TenneT TSO B.V., Utrechtseweg 310-B50  
Contactpersoon klant: P. v.d. Horst 6812 AR Arnhem  
Datum uitgave: 2022-04-01  
Project nr.: 10166260  
Organisatie unit: TDT Tel: 026 356 9111  
Meridian doc.nr.: 002.515.40 - 1007982 Handelsregister Arnhem 09006404  
Rapport nr.: 22-0511, Rev. 0

Geschreven door: Beoordeeld door: Goedgekeurd door:

M.H. Khan

A.J. Börger

C. Schutte

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

DNV Distributie:

- Open  
 Intern  
 Commercieel vertrouwelijk  
 Vertrouwelijk  
 Geheim

\*Specificatie distributie: --

Rev.	Datum	Reden van uitgave	Auteur	Beoordeeld	Goedgekeurd
0	2022-04-01	Eerste uitgave	M.H. Khan	A.J. Börger	C. Schutte



## Inhoudsopgave

1	INLEIDING .....	1
1.1	Inleiding	1
1.2	Doel van dit rapport	1
1.3	Gerelateerde documenten	2
2	EISEN .....	3
3	BEREKENINGEN .....	4
3.1	Mastbeeld	4
3.2	Mastenlijst	5
3.3	Uitgangspunten berekening	5
3.4	Proces stappen	5
3.5	Geleiderbelastingen	6
3.6	Reacties op de fundering	6
3.7	Modellering	6
4	TOETSING MASTCONSTRUCTIE .....	7
5	AANPASSINGEN .....	9
5.1	Inleiding	9
5.2	Aanpassingen	9
5.3	Eisenverificatie	11
6	REFERENTIES .....	12
Appendix A	Geleiderbelastingen	
Appendix B	Uitvoer PLS-TOWER	
Appendix C	Toetsing knikverkorters	
Appendix D	Toetsing blokdeuvels	
Appendix E	Tekeningen	

## 1 INLEIDING

### 1.1 Inleiding

Om in de toekomst meer elektriciteit te kunnen transporteren is het noodzakelijk om naast de nieuwbouw van verbindingen bestaande hoogspanningsverbindingen aan te passen zodat er een grotere transportcapaciteit mogelijk wordt gemaakt.

Om die reden is de opdrachtgever (OG) voornemens de bestaande 380 kV-koppeling op te waarderen. Het opwaarderen van de bestaande verbindingen valt onder het programma "Beter benutten bestaande 380 kV-ring" en omvat de volgende deelprojecten:

- Opwaardering 380 kV-verbinding Lelystad – Ens (LLS-ENS380)
- Opwaardering 380 kV-verbinding Diemen – Lelystad (DIM-LLS380)
- Opwaardering 380 kV-verbinding Rilland – Zandvliet (RLL-ZVL380)
- Opwaardering 380 kV-verbinding Krimpen aan den IJssel - Geertruidenberg (KIJ-GT380)
- Opwaardering 380 kV-verbinding Ens - Zwolle (ENS-ZL380)
- Opwaardering 380 kV-verbinding Maasbracht - Eindhoven (MBT-EHV380)

Om te komen tot een DO waarmee de werkzaamheden kunnen worden gestart is door TenneT aan DNV opdracht verstrekt voor de volgende onderdelen:

1. In eerste fase het opstellen en creëren van:

- 1.1 E-studie deel 1
- 1.2 Uitgangspuntenrapporten ten behoeve van de constructieve analyse van masten en fundaties
- 1.3 Sonderingmodellen
- 1.4 Fundatiemodellen
- 1.5 Mastmodellen

2. In tweede fase de uitvoering van de DO-fase bevattende:

- 2.1 Toetsing conform het uitgangspuntenrapport van de bestaande fundaties
- 2.2 Globale specificatie van benodigde fundatieversterkingen ten behoeve van aanbesteding
- 2.3 Toetsing conform het uitgangspuntenrapport van de bestaande masten
- 2.4 Globale specificatie van benodigde mastversterkingen ten behoeve van aanbesteding
- 2.5 E-studie deel 2

### 1.2 Doel van dit rapport

In dit rapport wordt voor de hoogspanningslijn Ens - Zwolle de controle van de mastconstructie van masttype HC-3/RC gerapporteerd. Het doel is om te bepalen of de in dit rapport beschreven bestaande mast geschikt is om te worden uitgerust met de nieuwe ACCC-Warsaw geleider waarmee een hogere capaciteit kan worden gerealiseerd.

Nadat de wijzigingen zijn toegepast dient aantoonbaar geverifieerd te worden dat het systeem voldoet aan de vigerende eisen.

In de defintief-ontwerfase zijn ten behoeve van de contractvorming Engelstalige rapporten geleverd. Het voorliggende rapport is bedoeld voor vergunningsaanvraag en is inhoudelijk ongewijzigd ten opzichte van de Engelse versie. Om deze reden zijn de bijlagen in dit rapport één op één overgenomen uit de Engelse versie. Hierdoor wijkt het revisienummer van de bijlagen af van het revisienummer van de rapportage.

## **1.3 Gerelateerde documenten**

### **1.3.1 Verificatie & validatieplan**

De door TenneT aangeleverde set met eisen is beoordeeld op relevantie en voor de relevante eisen is aangegeven in welk document wordt aangetoond dat er aan de eis wordt voldaan. De resultaten hiervan zijn opgenomen in het rapport "Verificatie & Validatieplan 380 kV verbinding Ens - Zwolle".

### **1.3.2 E-studie deel 1**

In de rapportage "ENS-ZL380 - E-studie deel 1" [1] is bepaald welke aanpassingen benodigd zijn om de ACCC-Warsaw geleider toe te passen binnen de verbinding Ens – Zwolle.

Uit de E-studie volgen de volgende zaken die relevant zijn voor de constructie van masttype HC-3/RC:

- Toepassen van verticale post-isolators.

### **1.3.3 Uitgangspuntendocument**

De uitgangspunten op basis waarvan de berekeningen in deze rapportage zijn uitgevoerd zijn opgenomen in het rapport "Uitgangspuntenrapport 380kV verbinding Ens - Zwolle" [2].

## 2 EISEN

In onderstaande Tabel 1 zijn de eisen opgenomen die binnen deze rapportage worden getoetst.

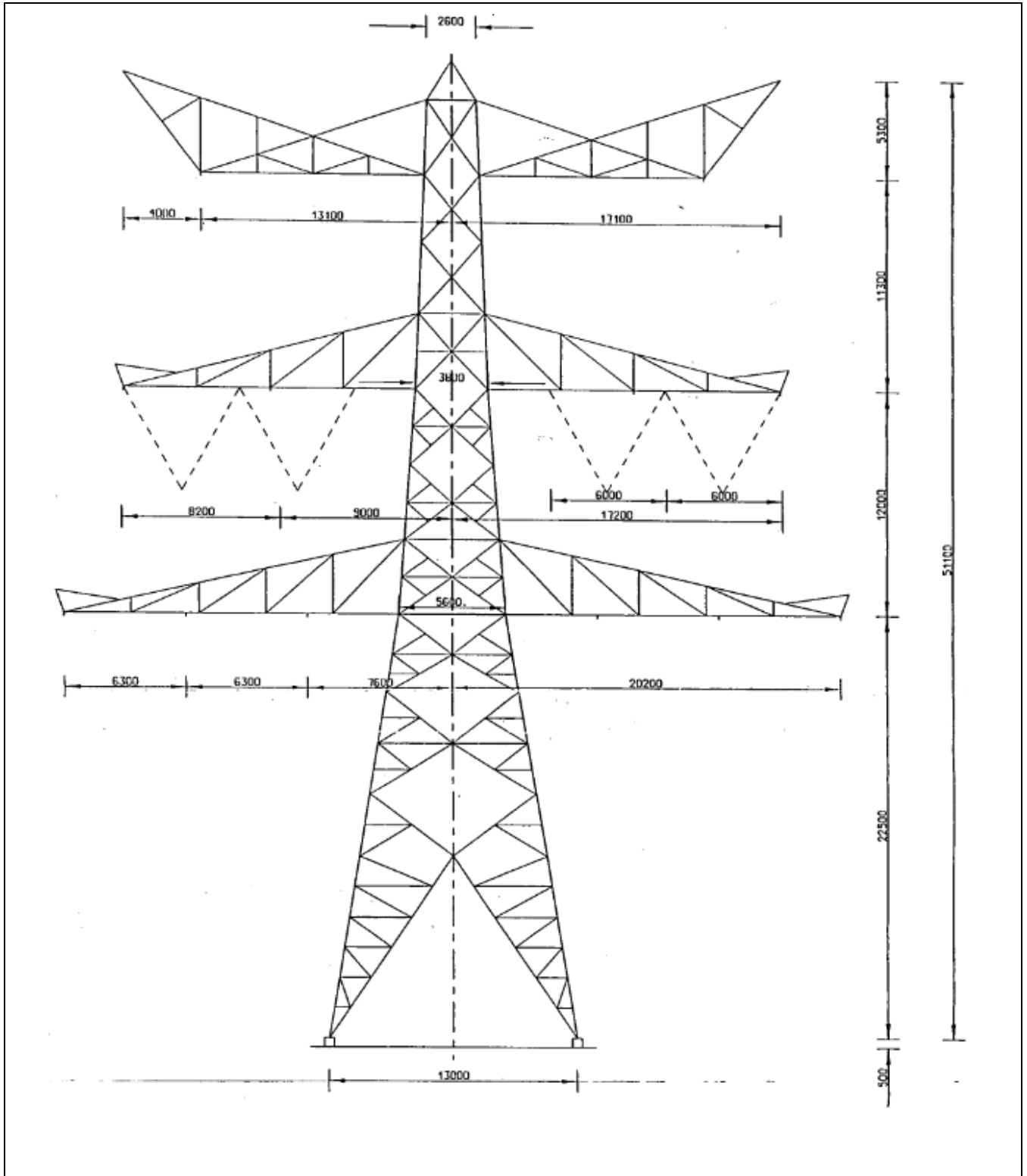
**Tabel 1 Relevante eisen**

Req. Id	Title	Req. text	Verification
BO Eis: H2.7-6	Omgeving, beperkingsf actoren	Het ontwerp dient geverifieerd te worden op de uitvoerbaarheid.	Tabel 6
PVE.05.001 5.14	Masten	Aanwijzingen t.a.v. klimvoorziening en valbeveiliging: Huidige klimweg blijft gehandhaafd en zal voldoen aan de eisen zoals opgenomen in de NEN 1060:1987. Valbeveiliging is/zal worden uitgevoerd in het type "latch way".  Indien staaldelen in de nabijheid (aangrenzend profiel) van de klimweg gewijzigd worden, dient geverifieerd te worden dat de klimvoorziening in overeenstemming is met de NEN 1060:1987.	Tabel 6

### 3 BEREKENINGEN

#### 3.1 Mastbeeld

Het mastbeeld op basis van de Asset-data is weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1 Mastbeeld HC-3/RC

### 3.2 Mastenlijst

In deze rapportage wordt masttype HC-3/RC getoetst. Er is één HC-3/RC mast welke valt binnen windgebied III. De berekening is uitgevoerd voor windgebied III. De wind en weight span van de verschillende masten zijn in Tabel 2 weergegeven. Er is rekening gehouden met verhoogde windbelasting als gevolg van een hogere aangrenzende mast (hoger is een negatieve waarde).

**Tabel 2 Mastnummers**

Tower number	Tower type	Governing tower number	Wind span (m)	Weight span (m)	Height difference back (m)	Height difference ahead (m)
73	HC-3_RC	73	297	413	-12.4	-0.8

### 3.3 Uitgangspunten berekening

De berekening is uitgevoerd op basis van de uitgangspunten zoals opgenomen in het uitgangspuntenrapport [2]. Hierin is een volledig overzicht opgenomen van de belastingcombinaties en toegepaste belastingfactoren.

**Tabel 3 Uitgangspunten berekening**

Algemeen	Norm	NEN-EN50341-2-15:2019
	Windgebied	II/III
	Terreincategorie	II (onbebouwde omgeving)
	Reductiefactor cdir	1,00
Situatie initieel	Gevolgklasse	CC2-0
	Betrouwbaarheidsniveau	Afkeur CC2-0
	Referentieperiode	30 jaar
Situatie na aanpassingen	Gevolgklasse	CC2
	Betrouwbaarheidsniveau	Verbouw
	Referentieperiode	50 jaar

### 3.4 Proces stappen

Het proces van het bepalen van eventueel benodigde verstevigingen bestaat uit de volgende stappen:

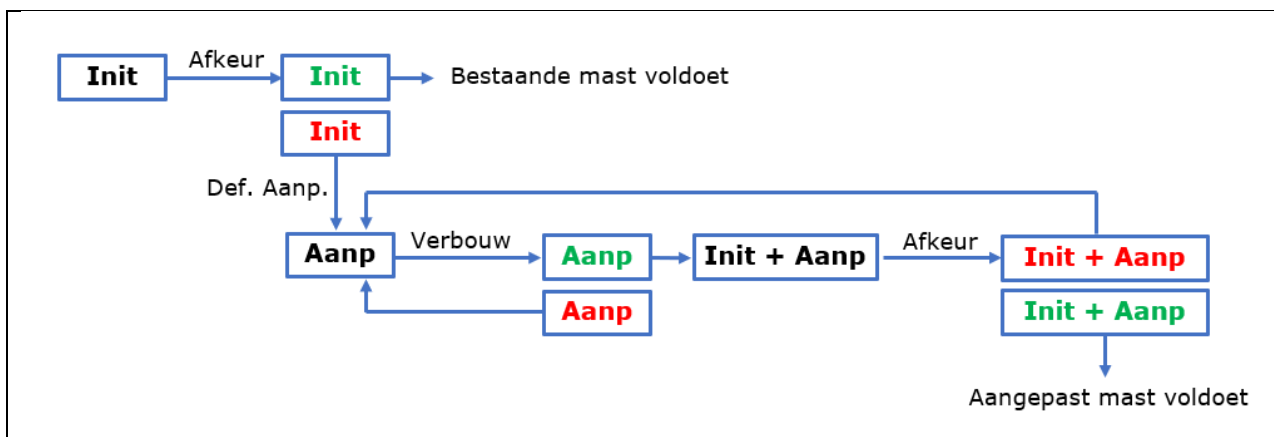
Stap 1: Toets bestaande (Init) mast op Afkeur

Stap 2: Definiëren benodigde aanpassingen indien initiële mast niet voldoet aan toets op Afkeur (Def. Aanp.)

Stap 3: Het toetsen van (alleen) de uitgewerkte aanpassingen (Aanp) op Verbouw

Stap 4: Het opnieuw toetsen van de complete mast inclusief aanpassingen (Initi + Aanp) op Afkeur

Het hierboven omschreven proces is in Figuur 2 weergegeven.



Figuur 2 Proces diagram

### 3.5 Geleiderbelastingen

De berekening is uitgevoerd met het geleiderbelastingprogramma van DNV. In Appendix A zijn de resultaten van de geleiderbelastingen samengevat.

### 3.6 Reacties op de fundering

De oplegreacties op de fundering worden ontleend aan de uitvoer van het geleiderbelastingprogramma, zie ook Appendix A.

### 3.7 Modelling

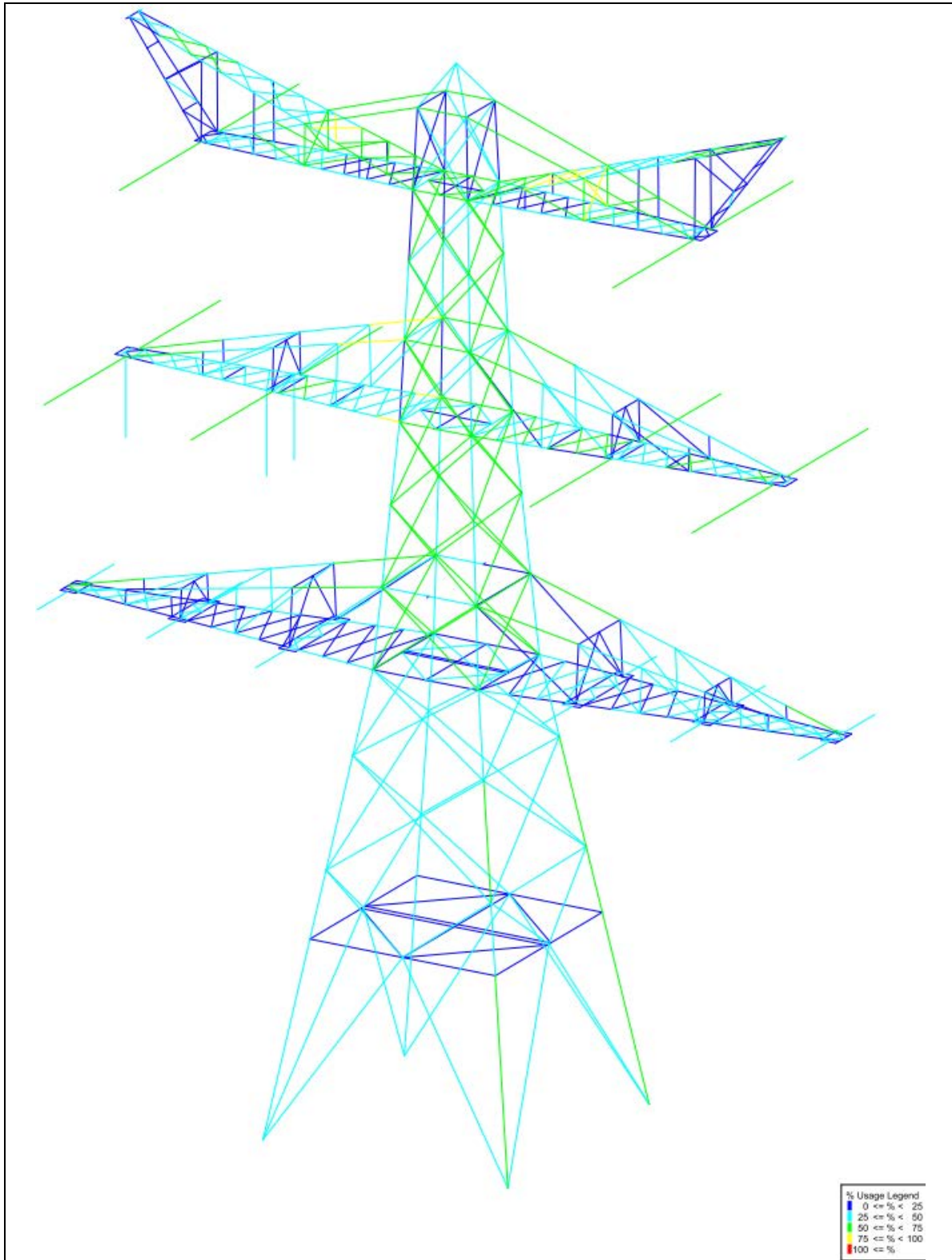
Op basis van de as-built tekeningen is de mast in PLS-TOWER ingevoerd. De hoofdelementen zijn gemodelleerd. Niet-dragende profielen als knikverkorters zijn weggelaten en worden separaat getoetst. De profielen inclusief de boutverbindingen zijn in PLS-TOWER ingevoerd en getoetst. Controle van de schetsplaten en andere detailverbindingen valt buiten de scope.

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

Diagonalen in voor- en achtervlak respectievelijk de twee zijvlakken zijn samengenomen in een groep en de toetsing wordt per staafgroep uitgevoerd. Ingeval dat een element uit een groep is overbelast, geldt dit voor alle elementen uit de betreffende groep.

## 4 TOETSING MASTCONSTRUCTIE

Het resultaat van de controle van de mastconstructie type HC-3/RC met belastingen op afkeurniveau is weergegeven in Figuur 3.



Figuur 3 Resultaat PLS-TOWER HC-3/RC (73)



De resultaten van de controles van profielen, knikverkorters en ankers randstijl zijn opgenomen in Tabel 4 .

Sommige knikverkorters falen door knik vanwege de overschrijding van het 1% criterium van drukkracht van de randstijl. Daarom moeten de knikverkorters vervangen worden.

**Tabel 4 Samenvatting controle**

<b>Controle van</b>	<b>Beoordeling</b>		<b>Referentie</b>
Profielen	Voldoen		Appendix B
Knikverkorters		Voldoen niet	Appendix C
Blokdeuvels	Voldoen		Appendix D

## 5 AANPASSINGEN

### 5.1 Inleiding

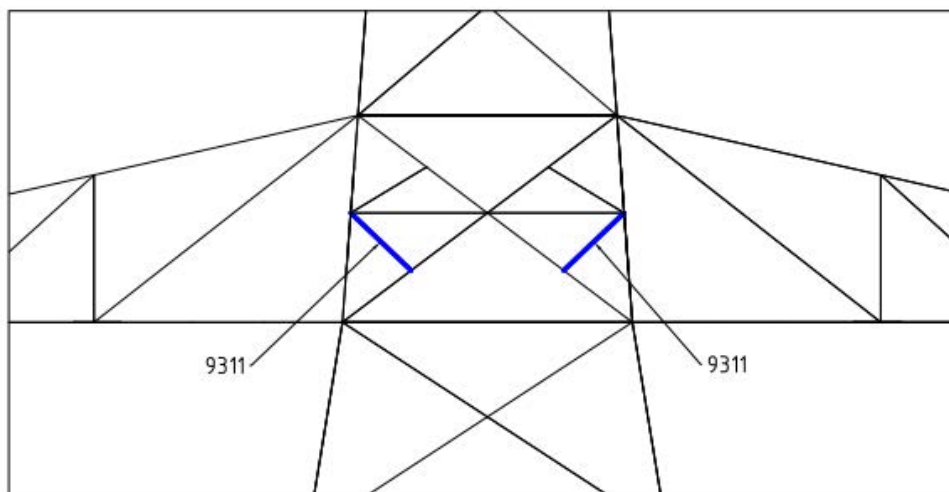
Een versterkingsvoorstel om de mast aan afkeurniveau te laten voldoen is uitgewerkt. Dit voorstel bevat de volgende maatregelen:

- Vervangen van verschillende knikverkorters in de onderste randstijl en ter hoogte van de onderste traverse.
- Voorstel voor de verbinding van de 'post insulator'

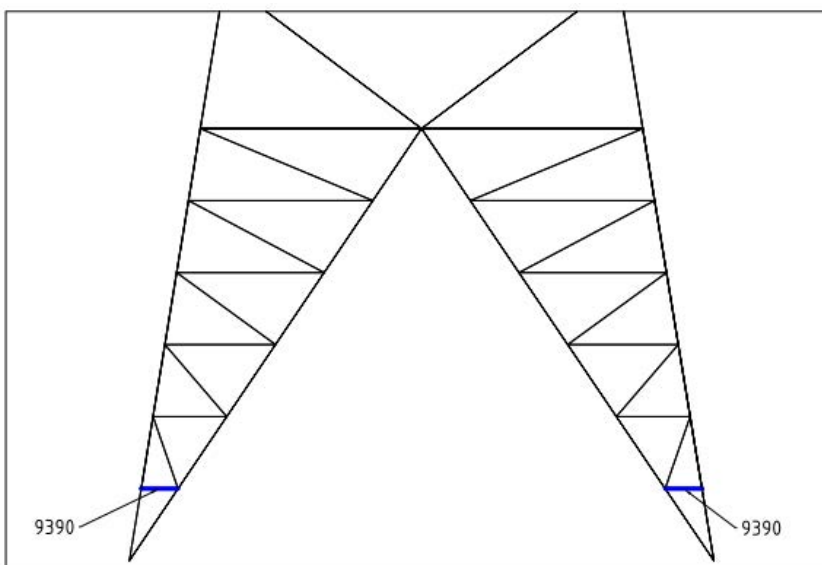
### 5.2 Aanpassingen

Volgens de resultaten in Appendix B dienen de verbeteringen die worden toegepast in dit hoofdstuk toegelicht te worden.

De knikverkorters welke vervangen dienen te worden zijn in figuur 5 en 6 weergegeven:

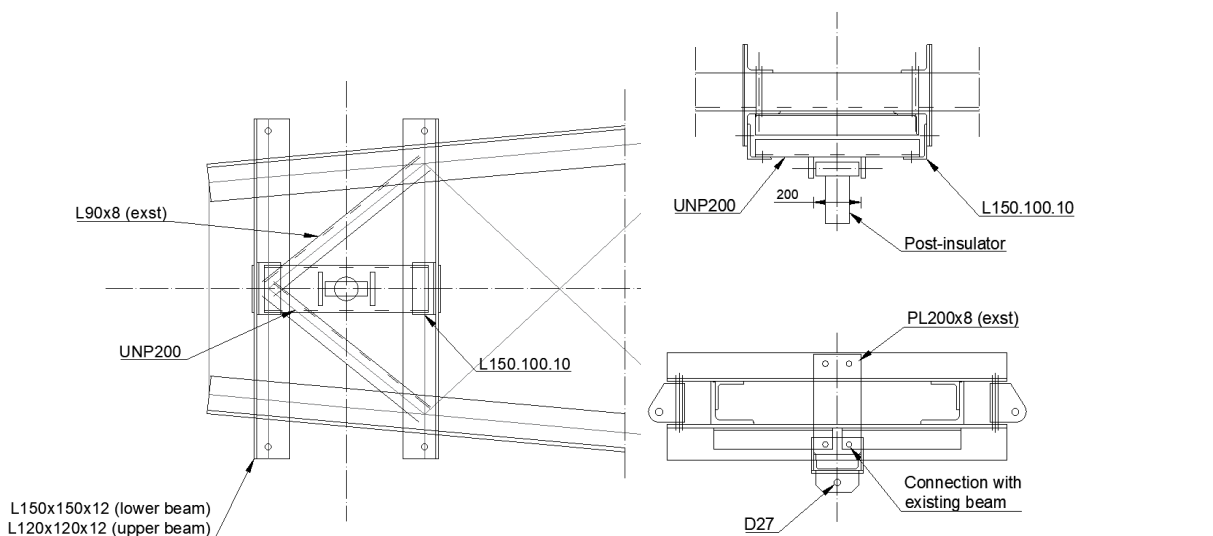


**Figuur 4** Vooraanzicht- ter hoogte van de onderste traverse.

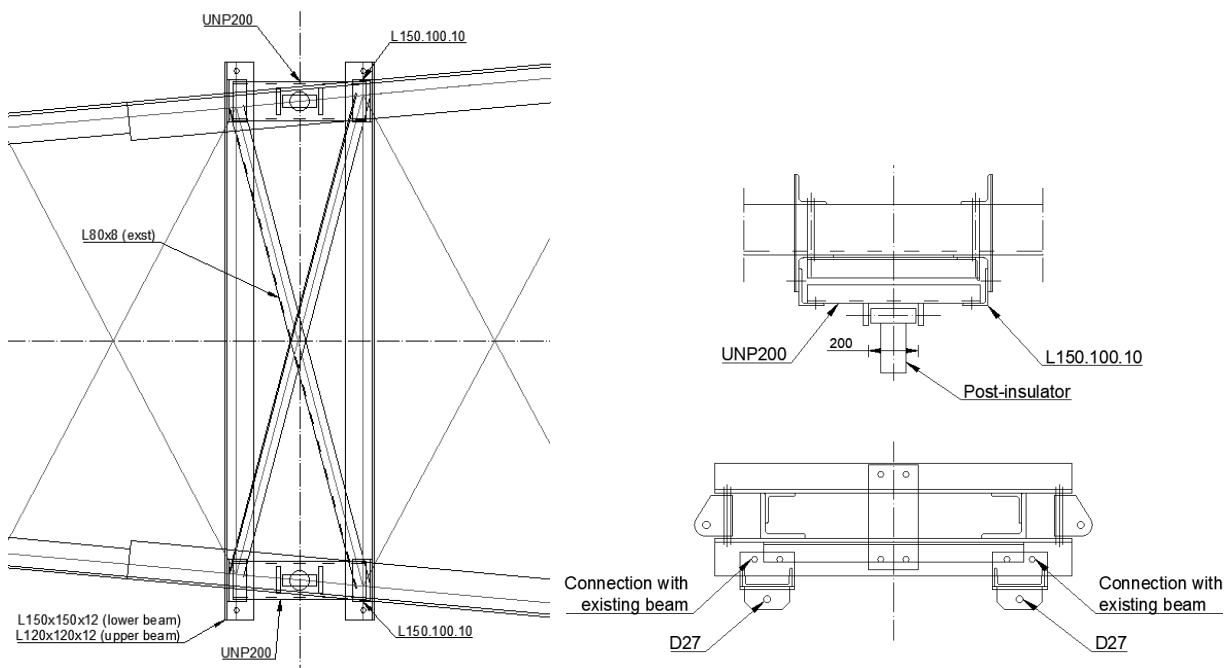


**Figuur 5** Vooraanzicht- onderste randstijl

DNV heeft een voorstel voorzien voor de verbinding van de 'post insulator' deze zijn weergegeven in figuur 6 en 7.



**Figuur 6** Verbinding van de post-insulator aan het einde van de traverse



**Figuur 7** Verbinding van de post-insulator in het midden van de traverse

Informatie met betrekking tot de profielmaten en de bout maten is te vinden in Appendix E. Een overzicht van het nettogewicht van de profielen die nodig zijn voor de versterkingen/aanpassingen is gegeven in Tabel 5. Het gewicht van eventueel benodigde schetsplaten en ander hulpstaal als onderdeel van de verbinding is niet meegenomen.

**Tabel 5** Gewichten HC-3/RC van toegevoegde knikverkorters en uitgewisselde profielen

Group Label	Profile ini.	Material ini.	Bolts ini.	Profile new	Material new	Bolts new	Mitigation	Number	Length (m)	Weight (kg)
Pos 9390	L50.5	S235	1M16-8.8t	L50.5	S355	1M16-8.8t	Profile exchanged	8	0.55	16.9
Pos 9311	L50.5	S235	1M16-8.8t	L50.5	S355	1M16-8.8t	Profile exchanged	8	1.53	47.0
									16.64	63.9

### 5.3 Eisenverificatie

De verificatie van de van toepassing zijnde eisen is uitgevoerd in onderstaande Tabel 6.

**Tabel 6 Verificatie eisen**

Eis Id	Eis Tekst	Ja	Nee	N.v.t.	Toelichting
BO Eis: H2.7-6	Aanpassingen uitvoerbaar?	X			De toe te voegen staalonderdelen zijn met geboute verbindingen te bevestigen. Dit is een bewezen methode.
PVE.05.001 5.14	Staaldelen in nabijheid van klimweg gewijzigd?		X		De wijzigingen in de nabijheid van de klimweg (knikverkorters) zijn in te passen zonder negatieve invloed op de begaanbaarheid.
	Klimvoorziening nog in overeenstemming is met de NEN 1060:1987?			X	Geen wijzigingen



## 6 REFERENTIES

- [1] „002.515.40 0825824 - 21-0462 - Verificatie & validatieplan 380kV verbinding Ens - Zwolle”.
- [2] „002.515.40 0825812 - 20-1465 - E-studie deel 1 380kV verbinding Ens - Zwolle”.
- [3] „002.515.40 0825820 - 20-1245 - Uitgangspuntenrapport 380kV verbinding Ens - Zwolle”.



## **APPENDIX A**

### **Geleiderbelastingen**

---



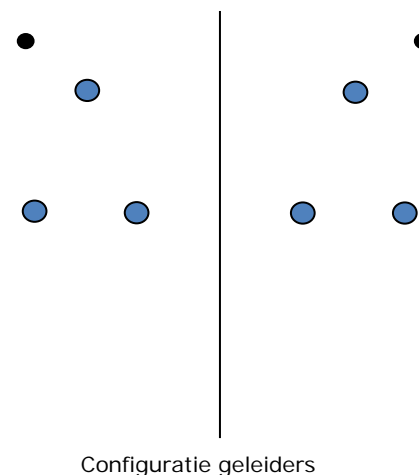
Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_RC  
 Number: 73

Auteur: TBR  
 Versie: v11.5

Conductor loads

General  
 Description HC-3\_RC  
 Tower type Hoekmast  
 Number of circuits 4  
 Configuration 4-circuit-verticaal-vlak  
 Number of earth wires 3

Starting points  
 Norm NEN-EN50341-2-15:2019  
 Consequence class CC2-0  
 Reliability level initial Afkeur CC2-0  
 Reference period initial 30 jaar  
 Consequence class modified CC2  
 Reliability level modified Verbouw  
 Reference period modified 50 jaar  
 Wind zone III  
 Terrain category 24.5 m/s  
 Reduction factor  $c_{dir}$  II  
 Ice region phase conductor 1.00  
 Ice region earth conductor B



Conductors back

Description	Voltage	Conductor Back	Bundle Ba	Ice region	Additional weight	Additional diameter	Catenary $P_{back}$
Circuit 1	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	1760
Circuit 2	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	1760
Circuit 3	110 kV	AAAC IJSSEL	1	B	3 %	3 %	2100
Circuit 4	110 kV	AAAC IJSSEL	1	B	3 %	3 %	2100
Bliksemdraad 1		B232 HAWK	1	B	3 %	3 %	2100
Bliksemdraad 2		OPGW 226	1	B	3 %	3 %	2100
Bliksemdraad 3		OPGW 96 Fibril	1	B	3 %	3 %	2100

Conductors ahead

Description	Voltage	Conductor Ahead	Bundle Ah	Ice region	Additional weight	Additional diameter	Catenary $P_{ahead}$
Circuit 1	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	1760
Circuit 2	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	1760
Circuit 3	110 kV	AAAC IJSSEL	1	B	3 %	3 %	2100
Circuit 4	110 kV	AAAC IJSSEL	1	B	3 %	3 %	2100
Bliksemdraad 1		B232 HAWK	1	B	3 %	3 %	2100
Bliksemdraad 2		OPGW 226	1	B	3 %	3 %	2100
Bliksemdraad 3		Niet aanwezig	1	B	3 %	3 %	2100

Insulators (1)

Description	Suspension	Weight [kN]	Length [m]	Wind area [m <sup>2</sup> ]
Circuit 1	Afspanketting	2.00	4.50	1.00
Circuit 2	Afspanketting	2.00	4.50	1.00
Circuit 3	Afspanketting	1.00	1.59	0.50
Circuit 4	Afspanketting	1.00	1.59	0.50
Bliksemdraad 1	Vast (Bliksemdraad)	0.10	0.30	0.10
Bliksemdraad 2	Vast (Bliksemdraad)	0.10	0.30	0.10
Bliksemdraad 3	Vast (Bliksemdraad)	0.10	0.30	0.10

1. Properties apply to the entire isolator set

Suspension height and position in mast

Circuits	Designation	Number	Suspension height	Attach point	Position in tower (3) Horizontal distance
Circuit 1	10	380ct1f1	34.5 m	34.5 m	-17.2 m
Circuit 1	11	380ct1f2	34.5 m	34.5 m	-9.0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	45.8 m	45.8 m	-13.1 m
Circuit 2	21	380ct2f1	34.5 m	34.5 m	17.2 m
Circuit 2	20	380ct2f2	34.5 m	34.5 m	9.0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	45.8 m	45.8 m	13.1 m
Circuit 3	30	110ct3f1	22.5 m	22.5 m	-20.2 m
Circuit 3	31	110ct3f2	22.5 m	22.5 m	-13.9 m
Circuit 3	32	110ct3f3	22.5 m	22.5 m	-7.6 m
Circuit 4	42	110ct4f1	22.5 m	22.5 m	20.2 m
Circuit 4	41	110ct4f2	22.5 m	22.5 m	13.9 m
Circuit 4	40	110ct4f3	22.5 m	22.5 m	7.6 m
Bliksemdraad 1	1	b11	50.8 m	51.1 m	-17.1 m
Bliksemdraad 2	3	b12	50.8 m	51.1 m	17.1 m
Bliksemdraad 3	2	b13	26.2 m	26.5 m	0.0 m

1. Positive = adjacent mast higher

2. Positive = in direction of rotation coordinate system  $x \Rightarrow y$



Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_RC  
 Number: 73

Height adjustment adjacent masts (wind and weight span adjustment)

	Back	Ahead	
Height increase for wind pressure	0.0 m	0.0 m	(positive: higher)
Height decrease for vertical load	0.0 m	0.0 m	(negative: decrease, more weight span)
Decrease: Niet in 0,9EG-combinaties			

Height difference adjacent tower and change of direction with respect to Line direction

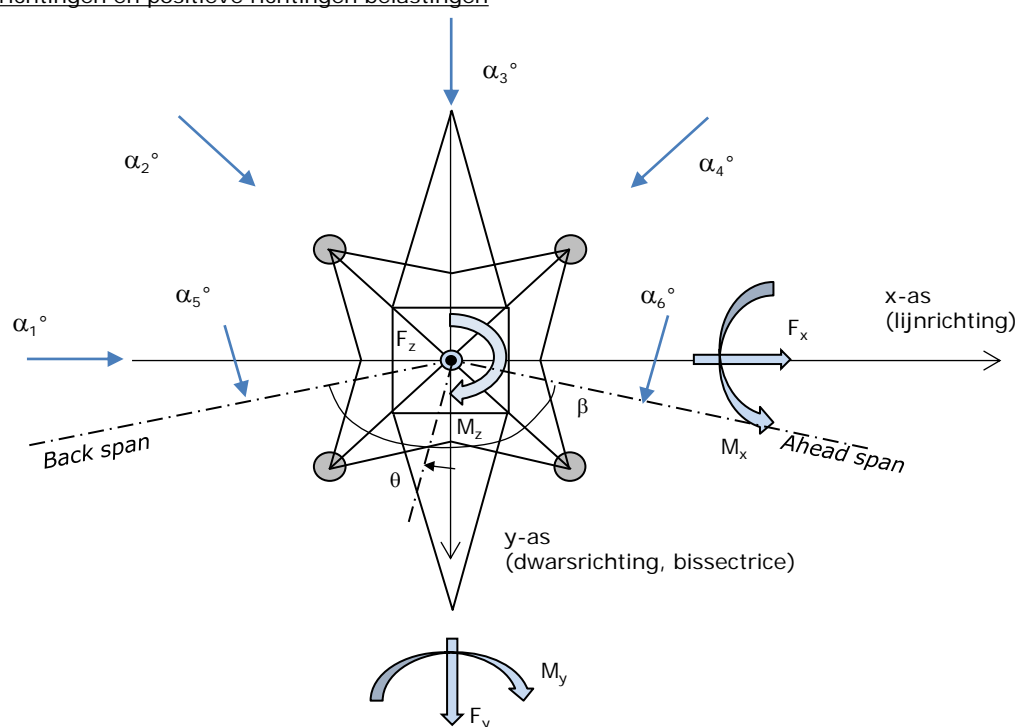
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h_{back}$	$\Delta h_{ahead}$	$\Delta y_{back}$	$\Delta y_{ahead}$
Circuit 1	10	380ct1f1	-12.4	-0.8 m	0.0	0.0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	-12.4	-0.8 m	0.0	0.0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	-12.4	-0.8 m	0.0	0.0 m
Circuit 2	21	380ct2f1	-12.4	-0.8 m	0.0	0.0 m
Circuit 2	20	380ct2f2	-12.4	-0.8 m	0.0	0.0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	-12.4	-0.8 m	0.0	0.0 m
Circuit 3	30	110ct3f1	0.0	0.0 m	0.0	0.0 m
Circuit 3	31	110ct3f2	0.0	0.0 m	0.0	0.0 m
Circuit 3	32	110ct3f3	0.0	0.0 m	0.0	0.0 m
Circuit 4	42	110ct4f1	0.0	0.0 m	0.0	0.0 m
Circuit 4	41	110ct4f2	0.0	0.0 m	0.0	0.0 m
Circuit 4	40	110ct4f3	0.0	0.0 m	0.0	0.0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	-12.4	-0.8 m	0.0	0.0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	-12.4	-0.8 m	0.0	0.0 m
Bliksemdraad 3	2	bl3	-12.4	-0.8 m	0.0	0.0 m

Line and tower data

	Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3)/\Sigma L}$	195.0	398.4 m
Line angle	327.2	359.2 m
Line angle $\beta$	124.4 °	
Tower orientation with respect to bisector	0 °	
Section length	2435	3225 m
Height bottom of tower to ground level	0.5 m	
Wind directions considered $\alpha_1$	0 °	
Wind directions according to: $\alpha_2$	45 °	
<i>Geleiderbelastingen</i> $\alpha_3$	90 °	
$\alpha_4$	135 °	
$\alpha_5$	62.2 °	
$\alpha_6$	117.8 °	

Wind directions apply to the main direction of mast construction, not to the bisector.

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



Considered number of wind directions

1a	6
3	6
4	1
6	1
Overig	1

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_RC  
 Number: 73

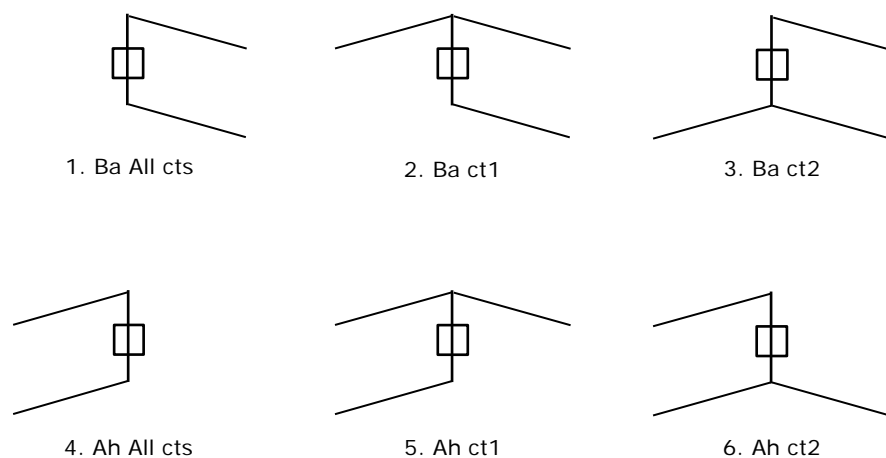
Absence of conductors

		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	110ct3f1	1	0	1	0	1	0
Circuit 3	110ct3f2	1	0	1	0	1	0
Circuit 3	110ct3f3	1	0	1	0	1	0
Circuit 4	110ct4f1	0	1	1	0	1	0
Circuit 4	110ct4f2	0	1	1	0	1	0
Circuit 4	110ct4f3	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

Load situations SPLS

Considered situations SPLS: 1 up to 6, All possible situations

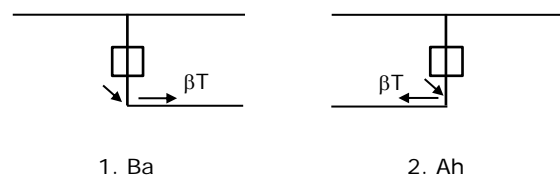
Principle of load situations:



Load situation 5a. Conductor failure

Considered situations conductor failure 5a: 1 and 2, all possible situations

Principle of load situations:



Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_RC  
 Number: 73

Load situations LC6. Construction and maintenance

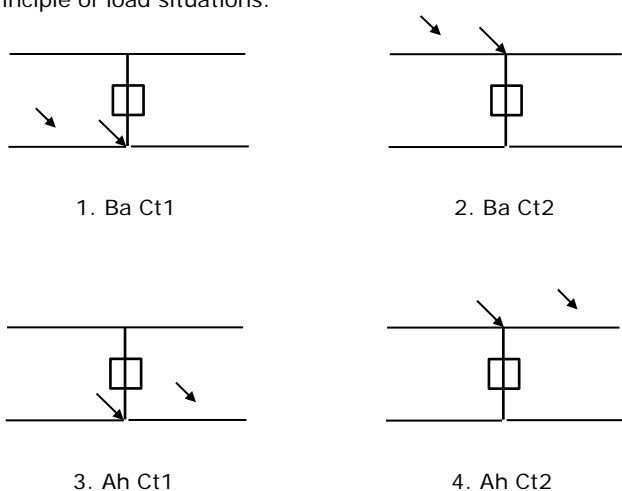
Under 6a, the load due to the presence of a line vehicle or line bicycle in combination with point load on the traverse is assessed. Combination 6b does not contain any loads in conductor or on traverse. This combination has been added to be able to combine with separate control platforms, etc. The situations are applied in ULS and in every SPLS situation (in case of angle tower).

3.0 kN                      2.0 kN  
 1.0 kN                      1.0 kN

Considered situations construction and maintenance 6a: 1 up to 4, all possible situations

Presence line vehicle: Circuit, load present in all conductors of a circuit

Principle of load situations:



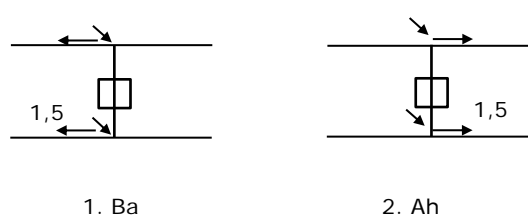
Load situations 8. Galloping as a static load

Conductor		
Suspension tower phase	0.866 W	1.5 W
Suspension tower earth	1.5 EDS	1.5 W
Strain tower phase and earth	1.5 EDS	1.5 W

Considered situations galloping 8: None (existing structure)

Belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders van het circuit.

Principle of load situations:



Load combination 8. Galloping as a dynamic load

Only applies to tension towers

Load consists of EDS tensile load in one of the conductors on one side of the tower

Can be converted by user to fatigue spectrum via the load spectrum of table 4.11 / NL.1

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_RC  
 Number: 73

Tower structure

0.06

Properties

Tower type	Hoekmast
Tower designation	HC-3_RC
Base plate w.r.t. ground level	0.5 m
Tower height w.r.t. base plate	51.8 m
Tower self weight	770.0 kN

<i>Width and slope at foundation</i>	x-ri.	y-ri.
Leg spread	13.00	13.00 m
Inclination of main leg	0.164	0.164 -
Horizontal force factor	1.3	1.3 -

Calculation Wind load

Dynamic factor $G_T$	1.00 ( <i>Masthoogte &lt; 60 m</i> )
Wind load diagonally to tower body proportional to:	$(A1C1\sin^2(\phi) + A2C2\cos^2(\phi))$
Wind load diagonally on traverse proportional to:	$(A1C1\sin^2(\phi) + A2C2\cos^2(\phi))$
Magnification factor diagonal wind to tower body	$(1 + 0,2\sin^2(2\phi))$
Magnification factor diagonal wind to cross arm	$(1 + 0,2\sin^2(2\phi))$
Magnification factor wind parallel to perpendicular to cross a	0.4

Properties mast sections line direction (front view, yz plane)

Description	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	12.90	13.00	8.76	12.90	0.164	140.33	22.86	0.16	3.10
Eerste tussenstuk	22.50	8.76	5.60	9.60	0.164	68.91	15.51	0.23	2.82
Tweede tussenstuk	34.50	5.60	3.80	12.00	0.075	56.40	15.91	0.28	2.60
Bovenstuk 1	42.30	3.80	3.19	7.80	0.039	27.25	7.08	0.26	2.68
Bovenstuk 2	49.80	3.19	2.60	7.50	0.039	21.71	5.63	0.26	2.69
Topstuk	51.80	2.60		2.00		2.60	0.40	0.15	3.14
Ondertraverse	22.50	17.40		4.00		34.80	7.60	0.22	2.85
Boventraverse	45.80	15.64		5.30		41.45	7.54	0.18	3.01
Middentraverse	34.50	15.30		4.00		30.60	6.96	0.23	2.81

Properties tower sections transverse direction (side view, xz plane)

Description	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	12.90	13.00	8.76	12.90	0.164	140.33	22.86	0.16	3.10
Eerste tussenstuk	22.50	8.76	5.60	9.60	0.164	68.91	15.51	0.23	2.82
Tweede tussenstuk	34.50	5.60	3.80	12.00	0.075	56.40	15.91	0.28	2.60
Bovenstuk 1	42.30	3.80	3.19	7.80	0.039	27.25	7.08	0.26	2.68
Bovenstuk 2	49.80	3.19	2.60	7.50	0.039	21.71	5.63	0.26	2.69
Topstuk	51.80	2.60		2.00		2.60	0.40	0.15	3.14
Ondertraverse	22.50	17.40		4.00		34.80	7.60	0.22	2.85
Boventraverse	45.80	15.64		5.30		41.45	7.54	0.18	3.01
Middentraverse	34.50	15.30		4.00		30.60	6.96	0.23	2.81

Note: Surface transverse direction is reduced in calculation.

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_RC  
 Number: 73

Wind surface feeders telecom installations			
Part	A (m <sup>2</sup> /m)	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk			
Eerste tussenstuk			
Tweede tussenstuk			
Bovenstuk 1			
Bovenstuk 2			

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

Tower section loads longitudinal (x-direction) per wind direction

Description	p <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>x1</sub> [kN]	F <sub>x2</sub> [kN]	F <sub>x3</sub> [kN]	F <sub>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>y1</sub> [kNm]	M <sub>y2</sub> [kNm]	M <sub>y3</sub> [kNm]	M <sub>y4</sub> [kNm]
Broekstuk	0.70	49.7	42.1	0.0	-42.1	6.5	320.3	271.8	0.0	-271.8
Eerste tussenstuk	0.85	37.0	31.4	0.0	-31.4	17.7	655.4	556.2	0.0	-556.2
Tweede tussenstuk	0.97	40.3	34.2	0.0	-34.2	28.5	1148.3	974.4	0.0	-974.4
Bovenstuk 1	1.06	20.2	17.1	0.0	-17.1	38.4	774.8	657.5	0.0	-657.5
Bovenstuk 2	1.11	16.8	14.3	0.0	-14.3	46.1	773.7	656.5	0.0	-656.5
Topstuk	1.14	1.4	1.2	0.0	-1.2	50.8	72.9	61.9	0.0	-61.9
Ondertraverse	0.93	40.1	23.8	0.0	-23.8	23.8	955.3	567.4	0.0	-567.4
Boventraverse	1.12	50.9	30.2	0.0	-30.2	47.6	2419.5	1437.1	0.0	-1437.1
Middentraverse	1.04	40.7	24.2	0.0	-24.2	35.8	1457.8	865.9	0.0	-865.9
<b>Totaal</b>		<b>297.0</b>	<b>218.5</b>	<b>0.0</b>	<b>-218.5</b>		<b>8578.1</b>	<b>6048.6</b>	<b>0.0</b>	<b>-6048.6</b>

Tower section loads longitudinal (y-direction) per wind direction

Description	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>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>x1</sub> [kNm]	M <sub>x2</sub> [kNm]	M <sub>x3</sub> [kNm]	M <sub>x4</sub> [kNm]
Broekstuk	0.70	0.0	42.1	49.7	42.1	6.5	0.0	271.8	320.3	271.8
Eerste tussenstuk	0.85	0.0	31.4	37.0	31.4	17.7	0.0	556.2	655.4	556.2
Tweede tussenstuk	0.97	0.0	34.2	40.3	34.2	28.5	0.0	974.4	1148.3	974.4
Bovenstuk 1	1.06	0.0	17.1	20.2	17.1	38.4	0.0	657.5	774.8	657.5
Bovenstuk 2	1.11	0.0	14.3	16.8	14.3	46.1	0.0	656.5	773.7	656.5
Topstuk	1.14	0.0	1.2	1.4	1.2	50.8	0.0	61.9	72.9	61.9
Ondertraverse	0.93	0.0	23.8	16.0	23.8	23.8	0.0	567.4	382.1	567.4
Boventraverse	1.12	0.0	30.2	20.3	30.2	47.6	0.0	1437.1	967.8	1437.1
Middentraverse	1.04	0.0	24.2	16.3	24.2	35.8	0.0	865.9	583.1	865.9
<b>Total</b>		<b>0.0</b>	<b>218.5</b>	<b>218.0</b>	<b>218.5</b>		<b>0.0</b>	<b>6048.6</b>	<b>5678.5</b>	<b>6048.6</b>

Resulting loads from mast construction incl. Antenna without conductors level foundation (char. Value)

Load / wind direction	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	770	0	0	0
Windrichting 0°	297	0	0	0	8578	0
Windrichting 45°	219	219	0	6049	6049	0
Windrichting 90°	0	218	0	5679	0	0
Windrichting 135°	-219	219	0	6049	-6049	0

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_RC  
 Number: 73

Intermediate results for conductor loads

Conductors back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	αT [-]
Circuit 1	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Circuit 2	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Circuit 3	AAAC IJSSEL	21.8	282.9	8.00	56500	2.30E-05
Circuit 4	AAAC IJSSEL	21.8	282.9	8.00	56500	2.30E-05
Bliksemdraad 1	B232 HAWK	21.8	281.0	9.70	74000	2.30E-05
Bliksemdraad 2	OPGW 226	21.7	264.0	9.80	81000	2.30E-05
Bliksemdraad 3	OPGW 96 Fibril	15.8	116.0	4.85	85366	1.72E-05

Conductors ahead

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	αT [-]
Circuit 1	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Circuit 2	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Circuit 3	AAAC IJSSEL	21.8	282.9	8.00	56500	2.30E-05
Circuit 4	AAAC IJSSEL	21.8	282.9	8.00	56500	2.30E-05
Bliksemdraad 1	B232 HAWK	21.8	281.0	9.70	74000	2.30E-05
Bliksemdraad 2	OPGW 226	21.7	264.0	9.80	81000	2.30E-05
Bliksemdraad 3	Niet aanwezig					

Vertical load back

Circuit	Bundle [-]	Additional [%]	w <sub>Z,G</sub> [N/m]	Ice region	Formula	w <sub>Z,ijs</sub> [N/m]	w <sub>Z,ijs,bundel</sub> [N/m]
Circuit 1	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Circuit 2	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Circuit 3	1	3	8.2	B	4+0,2d	8.4	8.4
Circuit 4	1	3	8.2	B	4+0,2d	8.4	8.4
Bliksemdraad 1	1	3	10.0	B	4+0,2d	8.4	8.4
Bliksemdraad 2	1	3	10.1	B	4+0,2d	8.3	8.3
Bliksemdraad 3	1	3	5.0	B	4+0,2d	7.2	7.2

Vertical load ahead

Circuit	Bundle [-]	Additional [%]	w <sub>Z,G</sub> [N/m]	Ice region	Formula	w <sub>Z,ijs</sub> [N/m]	w <sub>Z,ijs,bundel</sub> [N/m]
Circuit 1	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Circuit 2	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Circuit 3	1	3	8.2	B	4+0,2d	8.4	8.4
Circuit 4	1	3	8.2	B	4+0,2d	8.4	8.4
Bliksemdraad 1	1	3	10.0	B	4+0,2d	8.4	8.4
Bliksemdraad 2	1	3	10.1	B	4+0,2d	8.3	8.3
Bliksemdraad 3	1	3		B	4+0,2d		

Insulators

Conductor	G <sub>isolator</sub> [kN]	Number	F <sub>v,iso</sub> [kN]	Length [m]	Wind surf. [m <sup>2</sup> ]	Wind heigth [m]	Pressure [kN/m <sup>2</sup> ]	Drag factor [-]	F <sub>h,iso</sub> [kN]
380ct1f1	2.00	1	2	4.5	1.0	35.00	1.03	1.2	1.24
380ct1f2	2.00	1	2	4.5	1.0	35.00	1.03	1.2	1.24
380ct1f3	2.00	1	2	4.5	1.0	46.30	1.11	1.2	1.34
380ct2f1	2.00	1	2	4.5	1.0	35.00	1.03	1.2	1.24
380ct2f2	2.00	1	2	4.5	1.0	35.00	1.03	1.2	1.24
380ct2f3	2.00	1	2	4.5	1.0	46.30	1.11	1.2	1.34
110ct3f1	1.00	1	1	1.6	0.5	23.00	0.92	1.2	0.55
110ct3f2	1.00	1	1	1.6	0.5	23.00	0.92	1.2	0.55
110ct3f3	1.00	1	1	1.6	0.5	23.00	0.92	1.2	0.55
110ct4f1	1.00	1	1	1.6	0.5	23.00	0.92	1.2	0.55
110ct4f2	1.00	1	1	1.6	0.5	23.00	0.92	1.2	0.55
110ct4f3	1.00	1	1	1.6	0.5	23.00	0.92	1.2	0.55
bl1	0.10	0.5	0.05	0.3	0.1	51.30	1.14	1.2	0.14
bl2	0.10	0.5	0.05	0.3	0.1	51.30	1.14	1.2	0.14
bl3	0.10	0.5	0.05	0.3	0.1	26.70	0.96	1.2	0.11

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_RC  
 Number: 73

Wind load back

Conductor	Height		G <sub>c,dwars</sub>	G <sub>c,trek</sub>	C <sub>c</sub>	d <sub>additional</sub>	w <sub>y</sub>	w <sub>y,section</sub>	D <sub>ij,s,additional</sub>	w <sub>y,ijs</sub>	w <sub>y,ijs,section</sub>
	wind	Pressure									
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	27.0	0.96	0.59	0.50	1.11	28.53	53.8	45.9	47.4	96.9	82.5
380ct1f2	27.0	0.96	0.59	0.50	1.11	28.53	53.8	45.9	47.4	96.9	82.5
380ct1f3	38.3	1.06	0.62	0.53	1.08	28.53	60.7	51.6	47.4	112.0	95.3
380ct2f1	27.0	0.96	0.59	0.50	1.11	28.53	53.8	45.9	47.4	96.9	82.5
380ct2f2	27.0	0.96	0.59	0.50	1.11	28.53	53.8	45.9	47.4	96.9	82.5
380ct2f3	38.3	1.06	0.62	0.53	1.08	28.53	60.7	51.6	47.4	112.0	95.3
110ct3f1	21.5	0.90	0.57	0.49	1.20	22.50	13.9	11.8	42.0	25.9	22.1
110ct3f2	21.5	0.90	0.57	0.49	1.20	22.50	13.9	11.8	42.0	25.9	22.1
110ct3f3	21.5	0.90	0.57	0.49	1.20	22.50	13.9	11.8	42.0	25.9	22.1
110ct4f1	21.5	0.90	0.57	0.49	1.20	22.50	13.9	11.8	42.0	25.9	22.1
110ct4f2	21.5	0.90	0.57	0.49	1.20	22.50	13.9	11.8	42.0	25.9	22.1
110ct4f3	21.5	0.90	0.57	0.49	1.20	22.50	13.9	11.8	42.0	25.9	22.1
bl1	43.6	1.10	0.63	0.54	1.19	22.45	18.5	15.8	41.9	34.8	29.6
bl2	43.6	1.10	0.63	0.54	1.20	22.35	18.5	15.7	41.8	34.7	29.5
bl3	19.0	0.86	0.56	0.48	1.20	16.23	9.5	8.1	36.6	21.3	18.2

Wind load ahead

Conductor	Height		G <sub>c,dwars</sub>	G <sub>c,trek</sub>	C <sub>c</sub>	d <sub>additional</sub>	w <sub>y</sub>	w <sub>y,section</sub>	D <sub>ij,s,additional</sub>	w <sub>y,ijs</sub>	w <sub>y,ijs,section</sub>
	wind	Pressure									
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	27.1	0.96	0.59	0.49	1.11	28.53	53.9	44.8	47.4	97.0	80.7
380ct1f2	27.1	0.96	0.59	0.49	1.11	28.53	53.9	44.8	47.4	97.0	80.7
380ct1f3	38.4	1.06	0.62	0.52	1.08	28.53	60.7	50.4	47.4	112.1	93.0
380ct2f1	27.1	0.96	0.59	0.49	1.11	28.53	53.9	44.8	47.4	97.0	80.7
380ct2f2	27.1	0.96	0.59	0.49	1.11	28.53	53.9	44.8	47.4	97.0	80.7
380ct2f3	38.4	1.06	0.62	0.52	1.08	28.53	60.7	50.4	47.4	112.1	93.0
110ct3f1	16.7	0.83	0.55	0.46	1.20	22.50	12.4	10.3	42.0	23.1	19.2
110ct3f2	16.7	0.83	0.55	0.46	1.20	22.50	12.4	10.3	42.0	23.1	19.2
110ct3f3	16.7	0.83	0.55	0.46	1.20	22.50	12.4	10.3	42.0	23.1	19.2
110ct4f1	16.7	0.83	0.55	0.46	1.20	22.50	12.4	10.3	42.0	23.1	19.2
110ct4f2	16.7	0.83	0.55	0.46	1.20	22.50	12.4	10.3	42.0	23.1	19.2
110ct4f3	16.7	0.83	0.55	0.46	1.20	22.50	12.4	10.3	42.0	23.1	19.2
bl1	44.6	1.10	0.63	0.52	1.19	22.45	18.7	15.5	41.9	35.1	29.1
bl2	44.6	1.10	0.63	0.52	1.19	22.35	18.6	15.4	41.8	35.0	29.0
bl3	20.0	0.88	0.57	0.47							

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_RC  
 Number: 73

Conductor loads Auteur: TBR  
Versie: v11.5

Starting points  
 Consequence class Afkeur CC2-0  
 Reference period 30 jaar

ULS (strength)		NEN-EN50341-2-15:2019		γ <sub>Q</sub>			γ <sub>a</sub>	
Load case	description	Temp °C	γ <sub>G</sub> G <sub>k,mast</sub>	γ <sub>G</sub> G <sub>k,geleider</sub>	Q <sub>pk</sub>	Q <sub>wk</sub>	Q <sub>jk</sub>	A <sub>k</sub>
ULS 1a	Wind	10°	1.05	1.05	0.00	1.12	0.00	0.0
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk only tower	10°	0.90	1.05	0.00	1.12	0.00	0.0
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk conductors too	10°	0.90	0.90	0.00	1.12	0.00	0.0
ULS 3	Wind+ice	-5°	1.05	1.05	0.00	0.34	0.97	0.0
ULS 3_0,9	Wind+ice 0,9Gk	-5°	0.90	1.05	0.00	0.34	0.97	0.0
ULS 4	Cold+wind	-20°	1.05	1.05	0.00	0.22	0.00	0.0
ULS 4_0,9	Cold+wind 0,9Gk	-20°	0.90	1.05	0.00	0.22	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°	1.05	1.05	1.20	0.22	0.00	0.0
ULS 6_0,9	Construction + maintenance	5°	1.05	1.05	0.00	0.22	0.00	0.0
ULS 7	Permanent	10°	1.15	1.15	0.00	0.00	0.00	0.0
ULS 8	Special	10°	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.0
SPLS (strength, for angle towers: absence of conductors)			γ <sub>G</sub> G <sub>k</sub>		γ <sub>Q</sub>			A <sub>k</sub>
SPLS 1a	Wind	10°	1.05	1.05	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0.90	1.05	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9	10°	0.90	1.05	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 3	Wind+ice	-5°	1.05	1.05	0.0	0.36	0.34	0.0
SPLS 3_0,9	Wind+ice 0,9	-5°	0.90	1.05	0.0	0.36	0.34	0.0
SPLS 4	Cold+wind	-20°	1.05	1.05	0.0	0.24	0.00	0.0
SPLS 4_0,9	Cold+wind 0,9	-20°	0.90	1.05	0.0	0.24	0.00	0.0
SPLS 6	Maintenance	5°	1.05	1.05	1.2	0.24	0.0	0.0
SPLS 6_0,9	Maintenance	5°	1.05	1.05	0.0	0.24	0.0	0.0
SLS (deformations, fatigue, EDS)			G <sub>k</sub>		Q <sub>pk</sub> Q <sub>wk</sub> Q <sub>jk</sub>			A <sub>k</sub>
SLS 1a	Wind	10°	1.00	1.00	0.0	0.94	0.0	0.0
SLS 3	Wind+ice	-5°	1.00	1.00	0.0	0.28	0.88	0.0
SLS 4	Wind	-20°	1.00	1.00	0.0	0.19	0.0	0.0
SLS 6	Maintenance	5°	1.00	1.00	0.0	0.19	0.0	0.0
SLS 7	EDS, no wind	10°	1.00	1.00	0.0	0.00	0.0	0.0

Number of wind directions 6  
 Number of load combinations for ULS 72  
 Number of load combinations for SPLS 246  
 Number of load combinations for SLS 15  
 Number of concentrated loads 10989



Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_RC  
 Number: 73

Summary table - Conductor loads

The four tables below show:

- The maximum conductor load in the global axis system, split into proportion of back and ahead span
- The combined conductor load (Ba+Ah) in the global axis system with the maximum tensile force in the local axes. Components Fx and Fy as absolute values
- The everyday (EDS) values of the combined conductor loads (Ba+Ah) with corresponding tensile forces
- Check for uplift, where a negative value indicates uplift

Note: Maximum values for Fx, Fy and Fz do not necessarily belong to the same load combination.

Maximum values for back and ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-35.1	34.6	18.9	19.8	6.2	6.1
bl2	-35.4	34.9	19.1	19.8	6.3	6.1
380ct1f1	-116.5	115.7	65.5	68.8	18.0	17.6
380ct1f2	-116.5	115.7	65.5	68.8	18.0	17.6
380ct1f3	-117.9	116.9	66.8	70.6	18.1	17.6
380ct2f1	-116.5	115.7	65.5	68.8	18.0	17.6
380ct2f2	-116.5	115.7	65.5	68.8	18.0	17.6
380ct2f3	-117.9	116.9	66.8	70.6	18.1	17.6
Post 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Post 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
110ct3f1	-36.7	36.3	19.8	19.8	5.2	8.0
110ct3f2	-36.7	36.3	19.8	19.8	5.2	8.0
110ct3f3	-36.7	36.3	19.8	19.8	5.2	8.0
110ct4f1	-36.7	36.3	19.8	19.8	5.2	8.0
110ct4f2	-36.7	36.3	19.8	19.8	5.2	8.0
110ct4f3	-36.7	36.3	19.8	19.8	5.2	8.0
bl3	-23.3	0.0	12.5	0.1	4.9	1.3
Post 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

Min. Weight span (m)

Min. Weight span (m)				Max. Weight span (m)		
Weight spar Combinatie1				Weight spar Combinatie1		
Geleider	SLS 1a	SLS 4	SLS 7	Geleider	ULS 1a	ULS 3
bl1	437.1	476.1	434.5	bl1	506.4	427.4
bl2	437.1	476.4	434.5	bl2	505.5	427.9
380ct1f1	413.3	434.8	412.1	380ct1f1	448.4	411.5
380ct1f2	413.3	434.8	412.1	380ct1f2	448.4	411.5
380ct1f3	413.6	435.1	412.1	380ct1f3	456.1	413.1
380ct2f1	413.3	434.8	412.1	380ct2f1	448.4	411.5
380ct2f2	413.3	434.8	412.1	380ct2f2	448.4	411.5
380ct2f3	413.6	435.1	412.1	380ct2f3	456.1	413.1
Post 1				Post 1		
Post 2				Post 2		
110ct3f1	296.7	296.7	296.7	110ct3f1	296.7	296.7
110ct3f2	296.7	296.7	296.7	110ct3f2	296.7	296.7
110ct3f3	296.7	296.7	296.7	110ct3f3	296.7	296.7
110ct4f1	296.7	296.7	296.7	110ct4f1	296.7	296.7
110ct4f2	296.7	296.7	296.7	110ct4f2	296.7	296.7
110ct4f3	296.7	296.7	296.7	110ct4f3	296.7	296.7
bl3	231.6	259.5	230.8	bl3	303.8	208.2
Post 3				Post 3		

Envelop of weight span over all combinations (incl. 0,9 combinations)

For all conductors	Wind / Weight span ratio	
Max. weight span	535.2 m	1.804 -
Min. weight span	296.7 m	1.000 -

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_RC  
 Number: 73

Maximum values back + ahead span      Maximum tension in conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	35.1	36.3	6.2	-39.8	39.5
bl2	35.4	36.6	6.3	-40.2	39.8
380ct1f1	102.3	130.2	18.0	-133.6	134.5
380ct1f2	102.3	130.2	18.0	-133.6	134.5
380ct1f3	102.4	132.3	18.1	-135.5	136.3
380ct2f1	102.3	130.2	18.0	-133.6	134.5
380ct2f2	102.3	130.2	18.0	-133.6	134.5
380ct2f3	102.4	132.3	18.1	-135.5	136.3
Post 1	2.1	2.1	3.5	0.0	
Post 2	2.1	2.1	3.5	0.0	
110ct3f1	36.7	30.6	8.0	-41.7	41.3
110ct3f2	36.7	30.6	8.0	-41.7	41.3
110ct3f3	36.7	30.6	8.0	-41.7	41.3
110ct4f1	36.7	30.6	8.0	-41.7	41.3
110ct4f2	36.7	30.6	8.0	-41.7	41.3
110ct4f3	36.7	30.6	8.0	-41.7	41.3
bl3	23.3	12.5	4.9	-26.5	0.0
Post 3	2.1	2.1	3.5	0.0	

EDS-loads conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	18.6	9.8	2.4	-21.0	21.0
bl2	18.8	9.9	2.4	-21.2	21.2
380ct1f1	72.1	38.0	11.7	-81.5	81.5
380ct1f2	72.1	38.0	11.7	-81.5	81.5
380ct1f3	72.1	38.0	11.7	-81.5	81.5
380ct2f1	72.1	38.0	11.7	-81.5	81.5
380ct2f2	72.1	38.0	11.7	-81.5	81.5
380ct2f3	72.1	38.0	11.7	-81.5	81.5
Post 1	0.0	0.0	3.0	0.0	
Post 2	0.0	0.0	3.0	0.0	
110ct3f1	15.3	8.1	2.6	-17.3	17.3
110ct3f2	15.3	8.1	2.6	-17.3	17.3
110ct3f3	15.3	8.1	2.6	-17.3	17.3
110ct4f1	15.3	8.1	2.6	-17.3	17.3
110ct4f2	15.3	8.1	2.6	-17.3	17.3
110ct4f3	15.3	8.1	2.6	-17.3	17.3
bl3	0.0	4.9	1.2	-10.5	0.0
Post 3	0.0	0.0	3.0	0.0	

1 Control uplift SLS-wind

Combinatie Geleider	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4		
bl1	0.0	0.0
bl2	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
Post 1	0.0	
Post 2	0.0	
110ct3f1	0.0	0.0
110ct3f2	0.0	0.0
110ct3f3	0.0	0.0
110ct4f1	0.0	0.0
110ct4f2	0.0	0.0
110ct4f3	0.0	0.0
bl3	0.0	0.0
Post 3	0.0	

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_RC  
 Number: 73

ULS foundation loads for LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, from conductors

Combination	Combination	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]
ULS 1a_90		-34	911	203	33131	-1066	0
ULS 1a_0_9_0		14	626	193	22732	611	-75
ULS 1a_0_9_0_9_90		-37	866	177	31484	-1158	0
ULS 3_0		1	955	282	34537	190	-23
SLS 7		-9	597	184	21659	-246	0

ULS foundation loads, LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, total conductors and tower

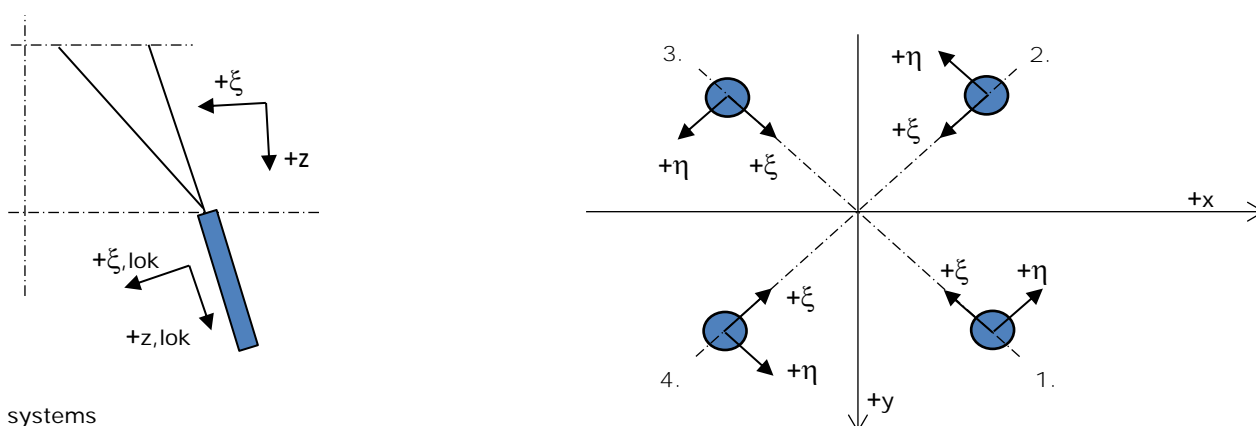
Combination	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
ULS 1a_90	-34	1155	1011	39473	-1066	0
ULS 1a_0_9_0_9_90	-37	1109	870	37826	-1158	0
SLS 7	-9	597	954	21659	-246	0

Foundation loads, selection of load combinations based on greatest value

Combination	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]
ULS 3_0_9_117.8	-34	1127	973	40092	-614	10
SPLS 3_0 Ba All Cts	846	381	946	13755	30029	-20
SPLS 3_62.2 Ba Ct1	363	719	994	25793	12936	-5418
SPLS 3_0_9_62.2 Ah All Cts	-769	541	832	18714	-28363	-16

Note: Largest values can appear in multiple combinations, one combination is displayed.

Support reactions per leg



Axis systems

Maximum compression load

Index	Combination	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_117.8 Ba All Cts	393	413	2027	-15	-570	-98	2081
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts	171	-210	923	28	-269	-55	947
3	SPLS 3_135 Ah All Cts	-121	-171	724	-35	-207	-38	744
4	SPLS 3_62.2 Ah All Cts	-397	419	2047	15	-577	-101	2102

Maximum tension load

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_0_9_135 Ah All Cts	-26	-77	-281	36	72	7	-288
2	SPLS 3_0_9_62.2 Ah All Cts	-301	324	-1603	-16	442	70	-1645
3	SPLS 3_0_9_117.8 Ba All Cts	297	319	-1583	15	436	67	-1625
4	SPLS 1a_0_9_0 Ba All Cts	76	-119	-486	-31	138	25	-499

Maximum torsional load (positive)

Index	Combination	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_117.8 Ah Ct1	262	8	674	179	-191	-34	691
2	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	-126	-123	-11	176	2	-1	-11
3	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	114	315	-1113	142	304	45	-1142
4	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	-239	435	1695	139	-477	-83	1740

Maximum torsional load (negative)

Index	Combination	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 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	227	423	1638	-139	-459	-78	1681
2	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ba Ct2	-125	327	-1163	-143	320	49	-1194
3	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ba Ct2	119	-129	21	-176	-7	-2	21
4	SPLS 3_0_9_62.2 Ba Ct1	-272	16	714	-181	-204	-38	733

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_RC  
 Number: 73

Combination Ftensile+Fhor

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_0,9_135 Ah All Cts	-26	-77	-281	36	72	7	-288
2	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct1	-371	157	-1357	151	373	58	-1393
3	SPLS 3_0,9_117.8 Ba Ct1	361	158	-1348	-143	367	53	-1384
4	SPLS 1a_0,9_0 Ba All Cts	76	-119	-486	-31	138	25	-499

Permanent load

Index	Combination	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	227	198	1062	20	-301	-54	1090
2	SLS 7	-129	100	-604	21	162	22	-620
3	SLS 7	125	96	-585	-20	156	20	-601
4	SLS 7	-231	202	1081	-21	-307	-55	1110

Envelope of load combinations for all of the legs

Index	Combination	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. pressure	SPLS 3_62.2 Ah All Cts	-397	419	2047	15	-577	-101	2102
Max. tension	SPLS 3_0,9_62.2 Ah All Cts	-301	324	-1603	-16	442	70	-1645
Max. pos. torsie	SPLS 3_0,9_117.8 Ah Ct1	262	8	674	179	-191	-34	691
Max. neg. torsie	SPLS 3_0,9_62.2 Ba Ct1	-272	16	714	-181	-204	-38	733
Comb. tension+torsie	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct1	-371	157	-1357	151	373	58	-1393

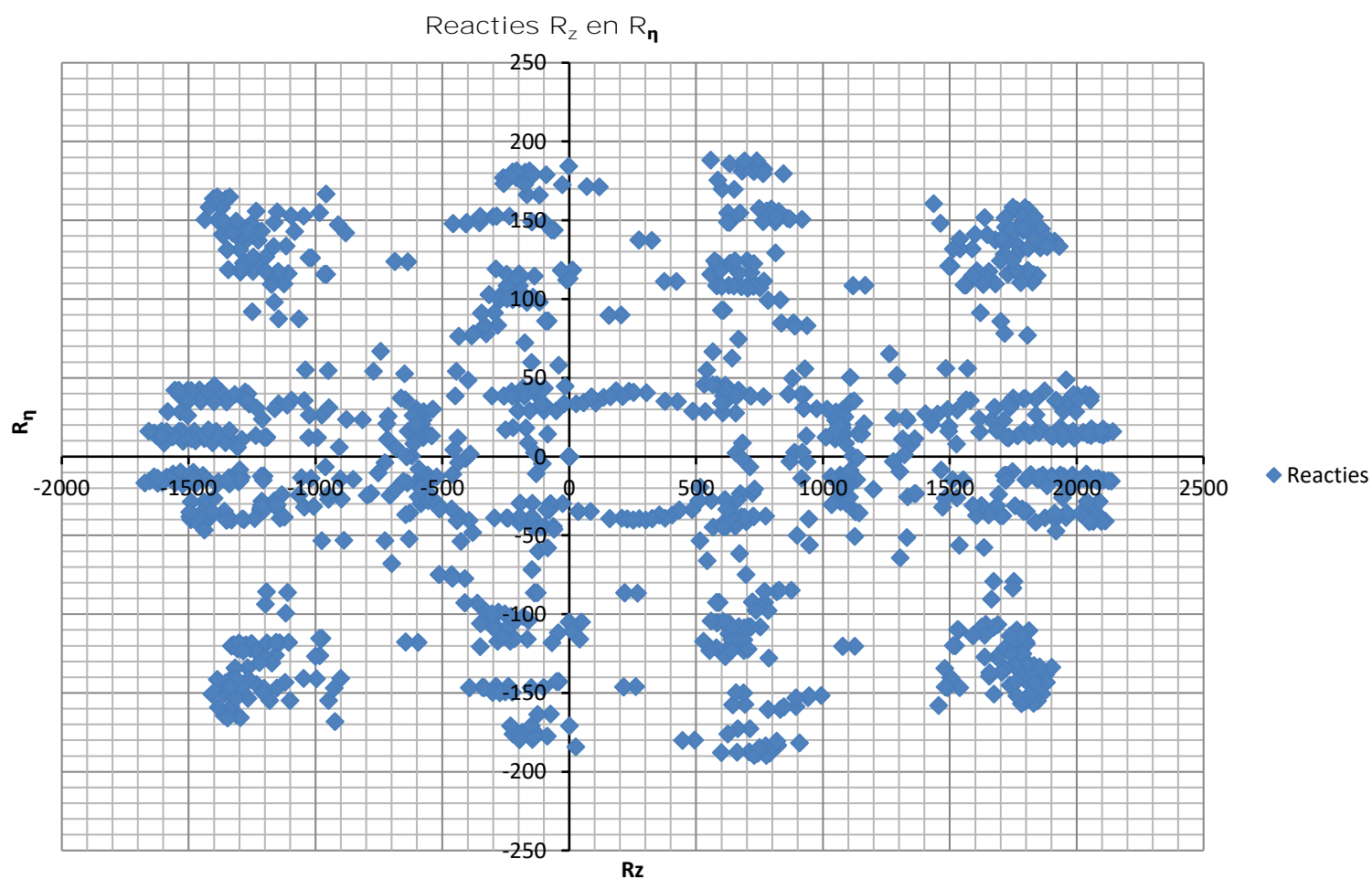
Maximum tension load - SLS

Index	Combination	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	227	198	1062	20	-301	-54	1090
2	SLS 3_135	-265	216	-1223	34	340	55	-1256
3	SLS 3_45	251	204	-1162	-33	322	51	-1193
4	SLS 1a_0	-159	130	748	-21	-204	-30	768

Maximum compression load - SLS

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 3_45	361	316	1681	32	-479	-88	1726
2	SLS 1a_0	-54	30	-271	17	60	-3	-278
3	SLS 7	125	96	-585	-20	156	20	-601
4	SLS 3_135	-375	327	1741	-33	-496	-92	1787

Project: ENS-ZL  
Tower: HC-3\_RC  
Number: 73



Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_RC  
 Number: 73

Conductor loads Auteur: TBR  
Versie: v11.5

Starting points  
 Consequence class Verbouw CC2  
 Reference period 50 jaar

ULS (strength)		NEN-EN50341-2-15:2019						
Load case	description	Temp °C	$\gamma_G$ $G_{k,mast}$	$\gamma_G$ $G_{k,geleider}$	$\gamma_Q$ $Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{jk}$	$\gamma_a$ $A_k$
ULS 1a	Wind	10°	1.15	1.15	0.00	1.40	0.00	0.0
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk only tower	10°	0.90	1.15	0.00	1.40	0.00	0.0
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk conductors too	10°	0.90	0.90	0.00	1.40	0.00	0.0
ULS 3	Wind+ice	-5°	1.15	1.15	0.00	0.42	1.30	0.0
ULS 3_0,9	Wind+ice 0,9Gk	-5°	0.90	1.15	0.00	0.42	1.30	0.0
ULS 4	Cold+wind	-20°	1.15	1.15	0.00	0.28	0.00	0.0
ULS 4_0,9	Cold+wind 0,9Gk	-20°	0.90	1.15	0.00	0.28	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°	1.15	1.15	1.30	0.28	0.00	0.0
ULS 6_0,9	Construction + maintenance	5°	1.15	1.15	0.00	0.28	0.00	0.0
ULS 7	Permanent	10°	1.30	1.30	0.00	0.00	0.00	0.0
ULS 8	Special	10°	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.0
SPLS (strength, for angle towers: absence of conductors)			$\gamma_G$ $G_k$		$\gamma_Q$ $Q_{pk}$ $Q_{wk}$ $Q_{jk}$			$A_k$
SPLS 1a	Wind	10°	1.15	1.15	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0.90	1.15	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9	10°	0.90	1.15	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 3	Wind+ice	-5°	1.15	1.15	0.0	0.36	0.34	0.0
SPLS 3_0,9	Wind+ice 0,9	-5°	0.90	1.15	0.0	0.36	0.34	0.0
SPLS 4	Cold+wind	-20°	1.15	1.15	0.0	0.24	0.00	0.0
SPLS 4_0,9	Cold+wind 0,9	-20°	0.90	1.15	0.0	0.24	0.00	0.0
SPLS 6	Maintenance	5°	1.15	1.15	1.2	0.24	0.0	0.0
SPLS 6_0,9	Maintenance	5°	1.15	1.15	0.0	0.24	0.0	0.0
SLS (deformations, fatigue, EDS)			$G_k$		$Q_{pk}$ $Q_{wk}$ $Q_{jk}$			$A_k$
SLS 1a	Wind	10°	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0
SLS 3	Wind+ice	-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	Maintenance	5°	1.00	1.00	0.0	0.20	0.0	0.0
SLS 7	EDS, no wind	10°	1.00	1.00	0.0	0.00	0.0	0.0

Number of wind directions 6  
 Number of load combinations for ULS 72  
 Number of load combinations for SPLS 246  
 Number of load combinations for SLS 15  
 Number of concentrated loads 10989

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_RC  
 Number: 73

Summary table - Conductor loads

The four tables below show:

- The maximum conductor load in the global axis system, split into proportion of back and ahead span
- The combined conductor load (Ba+Ah) in the global axis system with the maximum tensile force in the local axes. Components Fx and Fy as absolute values
- The everyday (EDS) values of the combined conductor loads (Ba+Ah) with corresponding tensile forces
- Check for uplift, where a negative value indicates uplift

Note: Maximum values for Fx, Fy and Fz do not necessarily belong to the same load combination.

Maximum values for back and ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-37.1	36.6	20.8	23.0	6.7	6.6
bl2	-37.4	37.0	21.0	23.1	6.7	6.6
380ct1f1	-132.3	131.8	74.8	79.3	20.8	20.6
380ct1f2	-132.3	131.8	74.8	79.3	20.8	20.6
380ct1f3	-134.0	133.3	76.4	81.5	20.9	20.6
380ct2f1	-132.3	131.8	74.8	79.3	20.8	20.6
380ct2f2	-132.3	131.8	74.8	79.3	20.8	20.6
380ct2f3	-134.0	133.3	76.4	81.5	20.9	20.6
Post 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Post 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
110ct3f1	-38.8	38.3	20.9	21.0	5.7	8.7
110ct3f2	-38.8	38.3	20.9	21.0	5.7	8.7
110ct3f3	-38.8	38.3	20.9	21.0	5.7	8.7
110ct4f1	-38.8	38.3	20.9	21.0	5.7	8.7
110ct4f2	-38.8	38.3	20.9	21.0	5.7	8.7
110ct4f3	-38.8	38.3	20.9	21.0	5.7	8.7
bl3	-24.6	0.0	13.2	0.1	5.2	1.4
Post 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

Min. Weight span (m)

Min. Weight span (m)				Max. Weight span (m)		
Geleider	Weight spar Combinatie1			Geleider	Weight spar Combinatie1	
	SLS 1a	SLS 4	SLS 7		ULS 1a	ULS 3
bl1	437.4	476.4	434.5	bl1	514.4	419.2
bl2	437.3	476.7	434.5	bl2	513.5	419.8
380ct1f1	413.5	435.0	412.1	380ct1f1	453.8	406.8
380ct1f2	413.5	435.0	412.1	380ct1f2	453.8	406.8
380ct1f3	413.8	435.3	412.1	380ct1f3	462.6	408.4
380ct2f1	413.5	435.0	412.1	380ct2f1	453.8	406.8
380ct2f2	413.5	435.0	412.1	380ct2f2	453.8	406.8
380ct2f3	413.8	435.3	412.1	380ct2f3	462.6	408.4
Post 1				Post 1		
Post 2				Post 2		
110ct3f1	296.7	296.7	296.7	110ct3f1	296.7	296.7
110ct3f2	296.7	296.7	296.7	110ct3f2	296.7	296.7
110ct3f3	296.7	296.7	296.7	110ct3f3	296.7	296.7
110ct4f1	296.7	296.7	296.7	110ct4f1	296.7	296.7
110ct4f2	296.7	296.7	296.7	110ct4f2	296.7	296.7
110ct4f3	296.7	296.7	296.7	110ct4f3	296.7	296.7
bl3	231.7	259.8	230.8	bl3	311.8	200.1
Post 3				Post 3		

Envelop of weight span over all combinations (incl. 0,9 combinations)

For all conductors		Wind / Weight span ratio	
Max. weight span	566.5 m	1.909 -	
Min. weight span	296.7 m	1.000 -	

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_RC  
 Number: 73

Maximum values back + ahead span      Maximum tension in conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	36.0	41.3	6.7	-42.1	42.7
bl2	36.3	41.6	6.7	-42.5	43.0
380ct1f1	107.2	149.0	20.8	-151.9	153.6
380ct1f2	107.2	149.0	20.8	-151.9	153.6
380ct1f3	107.3	151.6	20.9	-154.2	155.9
380ct2f1	107.2	149.0	20.8	-151.9	153.6
380ct2f2	107.2	149.0	20.8	-151.9	153.6
380ct2f3	107.3	151.6	20.9	-154.2	155.9
Post 1	2.6	2.6	3.9	0.0	
Post 2	2.6	2.6	3.9	0.0	
110ct3f1	37.4	34.9	8.7	-44.0	43.7
110ct3f2	37.4	34.9	8.7	-44.0	43.7
110ct3f3	37.4	34.9	8.7	-44.0	43.7
110ct4f1	37.4	34.9	8.7	-44.0	43.7
110ct4f2	37.4	34.9	8.7	-44.0	43.7
110ct4f3	37.4	34.9	8.7	-44.0	43.7
bl3	24.6	13.2	5.2	-28.0	0.0
Post 3	2.6	2.6	3.9	0.0	

EDS-loads conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	18.6	9.8	2.4	-21.0	21.0
bl2	18.8	9.9	2.4	-21.2	21.2
380ct1f1	72.1	38.0	11.7	-81.5	81.5
380ct1f2	72.1	38.0	11.7	-81.5	81.5
380ct1f3	72.1	38.0	11.7	-81.5	81.5
380ct2f1	72.1	38.0	11.7	-81.5	81.5
380ct2f2	72.1	38.0	11.7	-81.5	81.5
380ct2f3	72.1	38.0	11.7	-81.5	81.5
Post 1	0.0	0.0	3.0	0.0	
Post 2	0.0	0.0	3.0	0.0	
110ct3f1	15.3	8.1	2.6	-17.3	17.3
110ct3f2	15.3	8.1	2.6	-17.3	17.3
110ct3f3	15.3	8.1	2.6	-17.3	17.3
110ct4f1	15.3	8.1	2.6	-17.3	17.3
110ct4f2	15.3	8.1	2.6	-17.3	17.3
110ct4f3	15.3	8.1	2.6	-17.3	17.3
bl3	0.0	4.9	1.2	-10.5	0.0
Post 3	0.0	0.0	3.0	0.0	

1 Control uplift SLS-wind

Combinatie Geleider	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4		
bl1	0.0	0.0
bl2	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
Post 1	0.0	
Post 2	0.0	
110ct3f1	0.0	0.0
110ct3f2	0.0	0.0
110ct3f3	0.0	0.0
110ct4f1	0.0	0.0
110ct4f2	0.0	0.0
110ct4f3	0.0	0.0
bl3	0.0	0.0
Post 3	0.0	



Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_RC  
 Number: 73

ULS foundation loads for LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, from conductors

Combination	Combination	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]
ULS 1a_90		-39	1042	223	37910	-1206	0
ULS 1a_0_9_0		21	675	210	24518	871	-94
ULS 1a_0_9_0_9_90		-43	976	182	35516	-1353	0
ULS 3_0		8	1082	328	39128	458	-28
SLS 7		-9	597	184	21659	-246	0

ULS foundation loads, LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, total conductors and tower

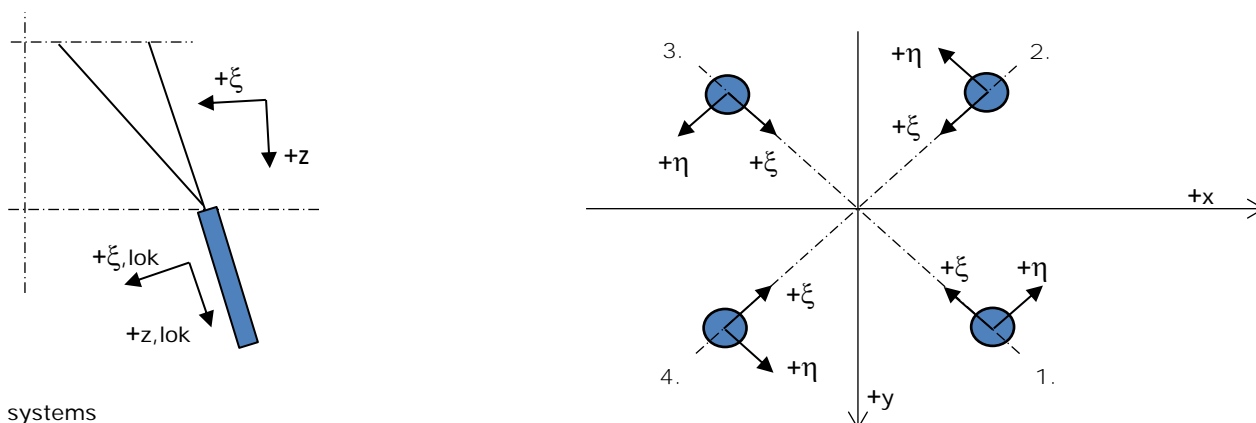
Combination	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
ULS 1a_90	-39	1347	1109	45860	-1206	0
ULS 1a_0_9_0_9_90	-43	1281	875	43466	-1353	0
SLS 7	-9	597	954	21659	-246	0

Foundation loads, selection of load combinations based on greatest value

Combination	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]
ULS 3_0_9_117.8	-36	1297	1019	46087	-568	13
SPLS 3_0 Ba All Cts	888	402	1035	14549	31556	-19
SPLS 3_62.2 Ba Ct1	387	749	1085	26945	13823	-5641
SPLS 3_0_9_62.2 Ah All Cts	-803	559	842	19367	-29602	-16

Note: Largest values can appear in multiple combinations, one combination is displayed.

Support reactions per leg



Axis systems

Maximum compression load

Index	Combination	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_117.8 Ba All Cts	412	433	2125	-15	-598	-103	2182
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts	179	-222	974	30	-284	-58	1000
3	SPLS 3_135 Ah All Cts	-129	-183	774	-38	-221	-41	794
4	SPLS 3_62.2 Ah All Cts	-415	438	2141	16	-604	-106	2199

Maximum tension load

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_0_9_135 Ah All Cts	-29	-83	-305	39	79	8	-313
2	SPLS 3_0_9_62.2 Ah All Cts	-315	338	-1673	-17	462	73	-1718
3	SPLS 3_0_9_117.8 Ba All Cts	311	334	-1657	16	456	71	-1702
4	SPLS 1a_0_9_0 Ba All Cts	79	-126	-512	-33	145	26	-526

Maximum torsional load (positive)

Index	Combination	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 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	248	-18	557	188	-163	-34	572
2	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	-130	-131	-3	184	-1	-1	-3
3	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	119	329	-1163	149	317	47	-1194
4	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	-253	459	1790	145	-504	-87	1837

Maximum torsional load (negative)

Index	Combination	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 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	242	447	1736	-145	-487	-83	1782
2	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ba Ct2	-129	340	-1209	-150	332	51	-1241
3	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ba Ct2	124	-137	26	-184	-9	-3	26
4	SPLS 3_0_9_62.2 Ba Ct1	-281	13	728	-190	-208	-38	748

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_RC  
 Number: 73

Combination Ftensile+Fhor

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_0,9_135 Ah All Cts	-29	-83	-305	39	79	8	-313
2	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct1	-388	164	-1421	158	391	60	-1459
3	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct1	381	155	-1384	-159	379	57	-1421
4	SPLS 1a_0,9_0 Ba All Cts	79	-126	-512	-33	145	26	-526

Permanent load

Index	Combination	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	227	198	1062	20	-301	-54	1090
2	SLS 7	-129	100	-604	21	162	22	-620
3	SLS 7	125	96	-585	-20	156	20	-601
4	SLS 7	-231	202	1081	-21	-307	-55	1110

Envelope of load combinations for all of the legs

Index	Combination	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. pressure	SPLS 3_62.2 Ah All Cts	-415	438	2141	16	-604	-106	2199
Max. tension	SPLS 3_0,9_62.2 Ah All Cts	-315	338	-1673	-17	462	73	-1718
Max. pos. torsie	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	248	-18	557	188	-163	-34	572
Max. neg. torsie	SPLS 3_0,9_62.2 Ba Ct1	-281	13	728	-190	-208	-38	748
Comb. tension+torsie	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct1	-388	164	-1421	158	391	60	-1459

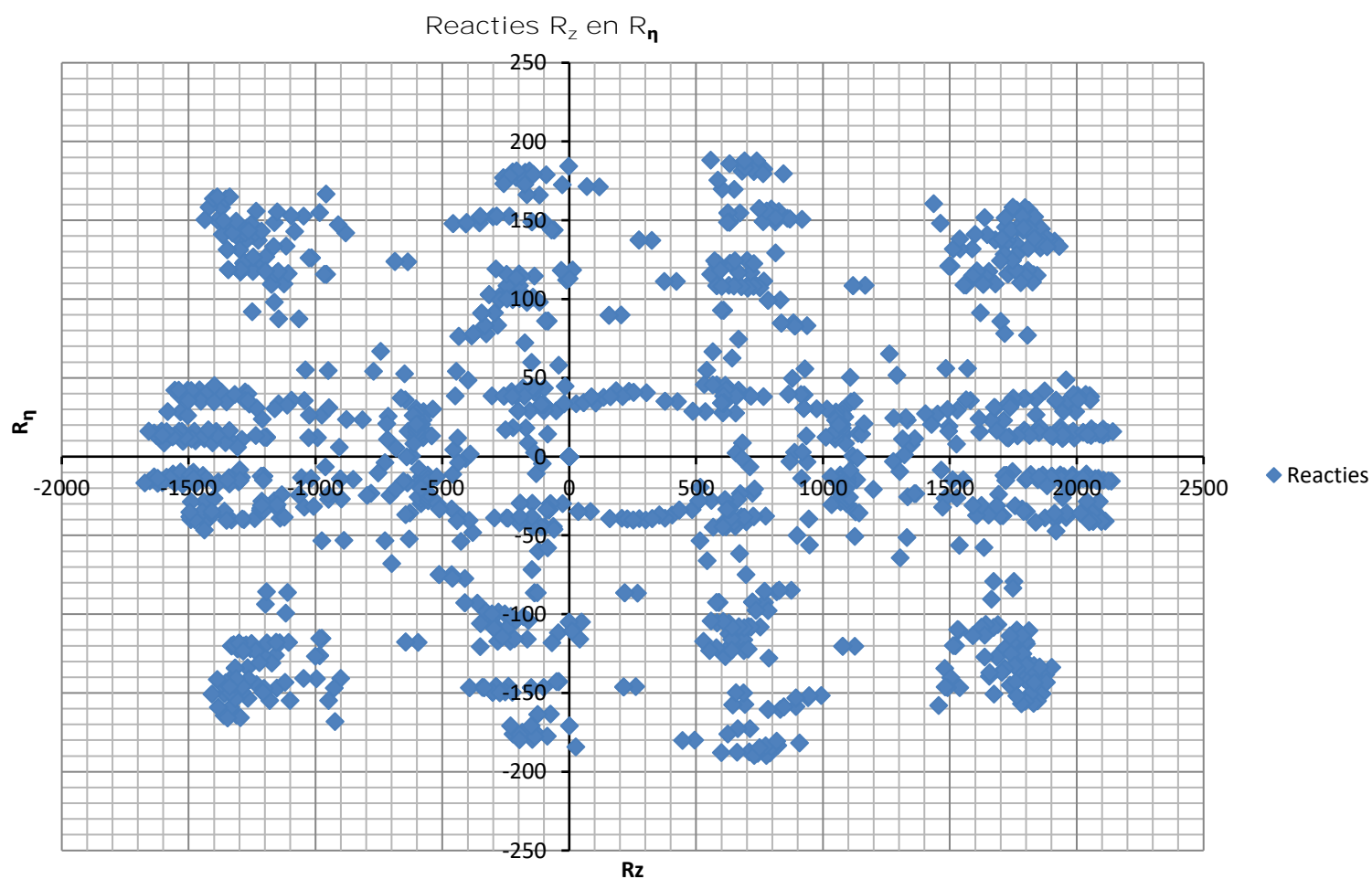
Maximum tension load - SLS

Index	Combination	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	227	198	1062	20	-301	-54	1090
2	SLS 3_135	-276	226	-1278	36	355	58	-1312
3	SLS 3_45	263	215	-1218	-34	337	54	-1250
4	SLS 1a_0	-155	126	729	-21	-198	-29	749

Maximum compression load - SLS

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 3_45	374	327	1742	33	-496	-91	1788
2	SLS 1a_0	-50	26	-252	17	54	-5	-258
3	SLS 7	125	96	-585	-20	156	20	-601
4	SLS 3_135	-388	339	1801	-35	-514	-95	1849

Project: ENS-ZL  
Tower: HC-3\_RC  
Number: 73





## **APPENDIX B**

### **Uitvoer PLS-TOWER**

---



Assessment of groups for initial mast (afkeur level)

Date 26-01-21  
 Author MKh  
 Version 1.0

ENS-ZL 380  
 HC-3 RC  
 73

Group Label	Description	Profile	Steel Quality	Bolts	RLX	RLY	RLZ	Slenderness	Compression	Load Case (Compression)	Buckling	Shear (Comp)	Bearing (Comp)	U.C. (Comp)	Exceedance (Comp)	Tension	Load Case (Tension)	Net Section	Shear (Tens)	Bearing (Tens)	U.C. (Tens)	Exceedance (Tens)
299	Mast Top Section 6	80x80x8	S235	2M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	174	-22.5	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	84.7	188.2	172.8	0.27	22.4	SPLS 3_0,9_62.2 Ba Ct1	146.3	188.2	157.1	0.15		
101A	Mast Section 5	120x120x12	S355	8M24-8.8t	0.50	0.50	0.50	85	-90.2	SPLS 3_117.8 Ba Ct1	572.4	1074.8	1693.4	0.16	37.3	S_3_0,9_117.8 Ba All Cts	750.1	1074.8	1592.1	0.05		
101B	Mast Section 5	120x120x12	S355	9M24-8.8t	0.50	0.50	0.50	75	-197.9	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct2	659.0	1214.9	1905.1	0.30	183.2	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct1	750.1	1214.9	1791.1	0.24		
102A	Mast Section 4	160x160x15f	S355	8M24-8.8t	0.50	0.50	0.50	60	-487.5	SPLS 3_62.2 Ah All Cts	1288.7	1084.4	2116.8	0.45	384.1	S_3_0,9_117.8 Ba All Cts	1372.7	1084.4	1990.2	0.35		
102B	Mast Section 4	160x160x15f	S355	10M24-8.8t	0.50	0.50	0.50	64	-463.0	SPLS 3_117.8 Ba Ct1	1252.5	2655.1	2646.0	0.37	342.6	S_3_0,9_117.8 Ba All Cts	1372.7	2655.1	2397.2	0.25		
103A	Mast Section 3	250x250x20f	S355	10M24-8.8t	0.50	0.50	0.50	41	-912.3	SPLS 3_117.8 Ba All Cts	3075.6	2558.5	3528.0	0.36	746.5	S_3_0,9_117.8 Ba All Cts	3055.2	2558.5	3316.9	0.29		
103C	Mast Section 3	250x250x20f	S355		0.50	0.50	0.50	41	-1340.5	SPLS 3_117.8 Ba All Cts	3075.6	0.0	0.0	0.44	1119.3	S_3_0,9_117.8 Ba All Cts	3443.5	0.0	0.0	0.33		
103B	Mast Section 2	250x250x20f	S355	16M24-8.8t	0.50	0.50	0.50	41	-1480.8	SPLS 3_117.8 Ba All Cts	3075.6	3646.3	5644.8	0.48	1241.9	S_3_0,9_117.8 Ba All Cts	3055.2	3646.3	5644.8	0.41		
104A	Mast Section 2	250x250x24f	S355	14M24-8.8t	0.50	0.50	0.50	43	-1711.3	SPLS 3_62.2 Ah All Cts	3600.3	3463.4	5927.0	0.49	1412.1	S_3_0,9_62.2 Ah All Cts	3614.1	3463.4	5572.4	0.41		
104C	Mast Section 2	250x250x24f	S355		0.26	0.26	0.26	30	-2011.7	SPLS 3_62.2 Ah All Cts	3854.9	0.0	0.0	0.52	1626.9	S_3_0,9_62.2 Ah All Cts	4079.7	0.0	0.0	0.40		
104B	Mast Section 2	250x250x24f	S355	16M24-8.8t	0.50	0.50	0.50	34	-1887.4	SPLS 3_62.2 Ah All Cts	3769.0	3849.7	6773.8	0.50	1536.4	S_3_0,9_62.2 Ah All Cts	3614.1	3849.7	6368.5	0.43		
105	Mast Section 1 (Base)	250x250x24f	S355	14M24-8.8t	0.20	0.20	0.20	40	-1895.1	SPLS 3_62.2 Ah All Cts	3657.2	3360.6	5927.0	0.56	1526.7	S_3_0,9_62.2 Ah All Cts	3614.1	3360.6	5572.4	0.45		
390A	Upper Cross-Arm Lower	150x150x14	S355	8M24-8.8t	1.00	2.27	1.00	64	-412.3	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	1069.1	991.8	1975.7	0.42	266.8	SPLS 3_0,9_62.2 Ah Ct2	822.4	991.8	1857.5	0.32		
390B	Upper Cross-Arm Lower	150x150x14	S355		1.00	2.00	1.00	15	0.0		1425.0	0.0	0.0	0.00	11.7	ULS 3_62.2	1425.0	0.0	0.0	0.01		
390C	Upper Cross-Arm Lower	150x150x14	S355		1.00	2.37	1.00	64	-399.2	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	1069.0	0.0	0.0	0.37	252.3	SPLS 3_0,9_62.2 Ah Ct2	1425.0	0.0	0.0	0.18		
391A	Upper Cross-Arm Upper	120x120x10	S355	6M24-8.8t	1.00	2.03	1.00	85	-261.8	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct1	404.3	813.3	1058.4	0.65	228.4	S_6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	403.8	813.3	823.2	0.57		
391B	Upper Cross-Arm Upper	120x120x10	S355	6M24-8.8t	8.47	4.67	1.00	87	-159.2	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct3	396.4	813.3	1058.4	0.40	130.5	S_6a_90 Ah Ct2 Ba Ct4	635.0	813.3	823.2	0.21		
391C	Upper Cross-Arm Upper	120x120x10	S355		1.00	2.13	1.00	85	-239.9	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct1	404.6	0.0	0.0	0.59	205.7	S_6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	823.6	0.0	0.0	0.25		
392A	Upper Cross-Arm Spacer	90x90x8	S235	2M24-8.8t	2.00	1.00	1.00	121	-26.2	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ah Ct4	138.8	271.1	207.4	0.19	13.2	S_3_0,9_117.8 Ba All Cts	136.2	271.1	156.3	0.10		
392B	Upper Cross-Arm Spacer	90x90x8	S235	2M24-8.8t	2.00	1.00	1.00	121	-24.0	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ah Ct4	138.8	271.1	207.4	0.17	8.7	S_3_0,9_117.8 Ba All Cts	136.2	271.1	156.3	0.06		
392C	Upper Cross-Arm Spacer	90x90x8	S235		2.00	1.00	1.00	121	-25.6	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ah Ct4	138.8	0.0	0.0	0.18	12.6	S_3_0,9_117.8 Ba All Cts	326.7	0.0	0.0	0.04		
395A	Upper Cross-Arm Upper	120x120x10	S355	6M24-8.8t	1.27	2.15	1.00	81	-189.9	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct1	421.4	813.3	1058.4	0.45	191.4	S_6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	635.0	813.3	823.2	0.30		
395B	Upper Cross-Arm Upper	120x120x10	S355	4M24-8.8t	1.00	2.31	1.00	115	-50.0	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct1	295.6	542.2	705.6	0.17	36.2	S_6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	635.0	542.2	663.4	0.07		
395C	Upper Cross-Arm Upper	120x120x10	S355		2.84	6.86	1.00	115	-132.1	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct1	295.8	0.0	0.0	0.45	172.8	S_6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	823.6	0.0	0.0	0.21		
393	Upper Cross-Arm Diag Brace	100x100x8	S235	4M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	328	-15.0	SPLS 3_0,9_117.8 Ba All Cts	41.4	542.2	414.7	0.36	148.9	S_6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	199.2	542.2	330.3	0.75		
492A	Lower Cross-Arm Lower	90x90x8	S235	4M24-8.8t	1.96	1.00	1.00	274	0.0		47.5	542.2	414.7	0.00	144.3	ULS 3_0	185.9	542.2	351.3	0.78		
492B	Lower Cross-Arm Lower	90x90x8	S235	4M24-8.8t	2.04	1.00	1.00	274	0.0		47.6	542.2	414.7	0.00	109.6	ULS 3_0	252.5	542.2	389.9	0.43		
491A	Lower Cross-Arm Lower	160x160x15f	S355	8M24-8.8t	1.00	3.18	1.00	80	-412.7	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	1049.8	1084.4	2116.8	0.39	248.8	S_6a_90 Ah Ct2 Ba Ct2	1372.7	1084.4	1827.3	0.23		
491B	Lower Cross-Arm Lower	160x160x15f	S355		1.00	2.32	1.00	12	-1.7	SPLS 1a_0,9_117.8 Ba Ct1	1658.2	0.0	0.0	0.00	0.8	SPLS 3_0,9_0 Ah Ct1	1658.2	0.0	0.0	0.00		
491C	Lower Cross-Arm Lower	160x160x15f	S355		1.00	3.18	1.00	80	-385.4	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	1049.8	0.0	0.0	0.37	221.6	SPLS 3_0,9_62.2 Ah Ct2	1658.2	0.0	0.0	0.13		
493A	Lower Cross-Arm Upper	90x90x8	S235	4M24-8.8t	2.10	1.00	1.00	310	0.0		39.3	542.2	414.7	0.00	97.9	ULS 3_0	252.5	542.2	389.9	0.39		
493B	Lower Cross-Arm Upper	90x90x8	S235	3M24-8.8t	1.91	1.00	1.00	310	0.0		39.3	406.7	311.0	0.00	98.0	ULS 3_0	185.9	406.7	264.5	0.53		
490A	Lower Cross-Arm Upper	200x200x16	S355	9M24-8.8t	1.00	2.73	1.00	58	-790.5	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	1742.3	915.0	2540.2	0.86	518.0	S_6a_90 Ah Ct2 Ba Ct2	1467.5	915.0	2388.2	0.57		
490B	Lower Cross-Arm Upper	200x200x16	S355	8M24-8.8t	2.00	11.82	1.00	64	-434.3	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	1657.7	1078.8	2257.9	0.40	273.4	S_6a_90 Ah Ct2 Ba Ct2	1886.8	1078.8	2007.0	0.25		
490C	Lower Cross-Arm Upper	200x200x16	S355		1.00	2.75	1.00	58	-756.1	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	1742.3	0.0	0.0	0.43	481.1	S_6a_90 Ah Ct2 Ba Ct2	2193.9	0.0	0.0	0.22		
114	Upper Cross-Arm Phase Att Point	150x150x12	S355	2M24-8.8t	1.00	2.00	1.00	32	0.0		971.0	271.1	423.4	0.00	73.2	ULS 3_62.2	496.7	271.1	191.8	0.38		
115	Upper Cross-Arm EW Att Point	UNP160	S235	4M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	47	0.0		386.1	236.6	259.2	0.00	31.2	ULS 3_0,9_90	456.6	236.6	224.0	0.14		
212L	Mast Section 5 Hrz Brace Trans 1	100x100x8	S235	4M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	133	0.0		148.9	542.2	414.7	0.00	106.6	S_6a_90 Ah Ct1 Ba Ct2	211.1	542.2	362.8	0.51		
212T	Mast Section 5 Hrz Brace Long 1	70x70x7	S235	2M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	191	-5.4	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct2	57.0	120.6	121.0	0.09	7.0	S_6a_90 Ba Ct1 Ah Ct2	93.8	120.6	94.1	0.07		
201L	Mast Section 5 Diag Brace Trans 1	120x120x10	S235	2M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	107	-82.2	SPLS 3_117.8 Ba Ct1	276.4	271.1	259.2	0.32	63.6	S_6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	278.4	271.1	243.7	0.26		
201T	Mast Section 5 Diag Brace Long 1	100x100x8	S235	2M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	129	-38.4	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	153.5	271.1	207.4	0.25	25.9	S_6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	181.4	271.1	189.2	0.14		
213L	Mast Section 5 Hrz Brace Trans 3	150x150x14	S355	8M24-8.8t	1.00	2.00	1.00	64	-525.6	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct1	1076.0	991.8	1975.7	0.53	414.8	S_3_0,9_62.2 Ah All Cts	822.4	991.8	1857.5	0.50		
213T	Mast Section 5 Hrz Brace Long 3	120x120x10	S235	5M24-8.8t	2.00	1.00	1.00	79	-121.4	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	328.3	677.8	648.0	0.37	132.8	S_6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	466.6	677.8	559.4	0.28		
214	Mast Section 5 Diaphragm Diag	120x120x10	S235	3M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	87	-170.9	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	325.2	406.7	388.8	0.53	170.9	S_6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	296.6	406.7	302.4	0.58		
215	Mast Section 5 Diaphragm X-Diag	50x50x5	S235	1M16-8.8t	0.50	0.50	0.50	150	-0.2	ULS 3_0	31.9	60.3	43.2	0.01	0.1	S_6a_90 Ah Ct2 Ah Ct1	46.1	60.3	32.7	0.00		
202L	Mast Section 5 X-Diag Trans 3	150x150x18*	S235	5M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	82	-375.9	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	742.7	677.8	1166.4	0.55	309.4	S_6a_90 Ah Ct2 Ba Ct2	687.5	677.8	901.1	0.46		
202T	Mast Section 5 X-Diag Long 3	150x150x18*	S235</																			

Assessment of groups for initial mast (afkeur level)

Date 26-01-21  
 Author MKh  
 Version 1.0

ENS-ZL 380  
 HC-3 RC  
 73

Group Label	Description	Profile	Steel Quality	Bolts	RLX	RLY	RLZ	Slenderness	Compression	Load Case (Compression)	Buckling	Shear (Comp)	Bearing (Comp)	U.C. (Comp)	Exceedance (Comp)	Tension	Load Case (Tension)	Net Section	Shear (Tens)	Bearing (Tens)	U.C. (Tens)	Exceedance (Tens)
305	Upper Cross-Arm Onder X-Diag 5	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	98	-27.1	SPLS 3_62.2 Ah Ct2	120.8	188.2	151.2	0.22		27.1	SPLS 3_0_9_62.2 Ah Ct2	94.3	188.2	101.5	0.29	
306	Upper Cross-Arm Onder X-Diag 6	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	93	-45.6	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	125.8	188.2	151.2	0.36		45.0	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	95.5	188.2	101.5	0.47	
307	Upper Cross-Arm Onder X-Diag 7	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	88	-46.9	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	130.8	188.2	151.2	0.36		48.0	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	96.7	188.2	116.0	0.50	
308	Upper Cross-Arm Onder X-Diag 8	90x90x8	S235	2M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	65	-54.4	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	230.3	271.1	207.4	0.26		53.7	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	136.2	271.1	141.8	0.39	
309	Upper Cross-Arm Onder X-Diag 9	90x90x8	S235	2M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	63	-63.7	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	232.0	271.1	207.4	0.31		60.4	LS 3_0_9_62.2 Ah All Cts	136.2	271.1	161.3	0.44	
310	Upper Cross-Arm Boven X-Diag 1	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.52	0.52	0.52	143	-22.6	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	48.8	60.3	51.8	0.46		23.4	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	48.4	60.3	33.7	0.69	
311	Upper Cross-Arm Boven X-Diag 2	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.52	0.52	0.52	134	-26.2	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	52.4	60.3	51.8	0.51		24.7	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	48.4	60.3	33.7	0.74	
312	Upper Cross-Arm Boven X-Diag 3	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.52	0.52	0.52	127	-26.1	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	55.6	60.3	51.8	0.50		27.7	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	48.4	60.3	33.7	0.82	
313	Upper Cross-Arm Boven X-Diag 4	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.53	0.53	0.53	123	-33.6	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	57.7	60.3	51.8	0.65		31.8	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	48.4	60.3	33.7	0.95	
314	Upper Cross-Arm Boven X-Diag 5	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.53	0.53	0.53	123	-16.4	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	57.4	60.3	51.8	0.32		14.7	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	48.4	60.3	33.7	0.44	
315	Upper Cross-Arm Boven X-Diag 6	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.54	0.54	0.54	118	-11.8	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	59.9	60.3	51.8	0.23		12.3	PLS 6a_90 Ah Ct2 Ba Ct2	48.4	60.3	33.7	0.37	
316	Upper Cross-Arm Boven X-Diag 7	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.54	0.54	0.54	111	-16.2	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	63.6	60.3	51.8	0.31		15.5	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	48.4	60.3	33.7	0.46	
317	Upper Cross-Arm Boven X-Diag 8	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.54	0.54	0.54	105	-18.7	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	67.2	60.3	51.8	0.36		19.6	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	48.4	60.3	33.7	0.58	
318	Upper Cross-Arm Boven X-Diag 9	60x60x6	S235	1M16-8.8t	0.55	0.55	0.55	102	-26.9	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	68.9	60.3	51.8	0.52		25.0	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	48.4	60.3	33.7	0.74	
319	Upper Cross-Arm Boven X-Diag 10	60x60x6	S235	2M16-8.8t	0.57	0.57	0.57	102	-33.2	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	86.2	120.6	103.7	0.38		36.4	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	72.6	120.6	67.3	0.54	
320	Upper Cross-Arm Vertical Brace Trans 1	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	103	-0.1	ULS 5a Ba 12	47.5	60.3	43.2	0.00		2.8	ULS 5a Ba 12	46.1	60.3	32.7	0.00	
321	Upper Cross-Arm Diag Brace Trans 1	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	327	-7.6	ULS 5a Ba 12	10.3	60.3	43.2	0.74		0.0		46.1	60.3	32.7	0.00	
322	Upper Cross-Arm Vertical Brace Trans 2	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	208	-11.8	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	20.7	60.3	43.2	0.57		20.5	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	46.1	60.3	32.7	0.63	
394A	Upper Cross-Arm Diag Brace Trans 2	80x80x8	S235	4M20-8.8t	2.00	1.00	1.00	246	0.0		49.6	376.3	345.6	0.00		118.6	PLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct2	168.3	376.3	310.2	0.70	
394B	Upper Cross-Arm Diag Brace Trans 3	80x80x8	S235	4M20-8.8t	2.00	1.00	1.00	252	0.0		47.9	376.3	345.6	0.00		113.7	PLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct4	168.3	376.3	310.2	0.68	
324	Upper Cross-Arm Vertical Brace Trans 3	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	307	-8.0	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	11.4	60.3	43.2	0.70		0.2	SPLS 3_0_9_62.2 Ah Ct2	46.1	60.3	32.7	0.01	
325	Upper Cross-Arm Vertical Brace Trans 3	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	204	-2.1	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	23.9	60.3	43.2	0.09		3.9	PLS 6a_90 Ah Ct2 Ba Ct2	46.1	60.3	32.7	0.12	
326	Upper Cross-Arm Vertical Brace Trans 4	60x60x6	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	337	-2.9	SPLS 1a_62.2 Ah All Cts	14.1	60.3	51.8	0.20		0.0		48.4	60.3	33.7	0.00	
327	Upper Cross-Arm Diag Brace Trans 4	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	246	0.0		16.2	60.3	43.2	0.00		1.2	ULS 1a_62.2	46.1	60.3	32.7	0.04	
328	Upper Cross-Arm Internal X-Diag	50x50x5	S235	1M16-8.8t	0.50	0.50	0.50	153	-24.0	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	31.2	60.3	43.2	0.77		24.1	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	46.1	60.3	32.7	0.74	
329	Upper Cross-Arm Long Face Diag Brace	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	227	-2.5	SPLS 1a_0_9_135 Ba All Cts	18.2	60.3	43.2	0.14		2.9	SPLS 1a_0_9_0 Ah All Cts	46.1	60.3	32.7	0.09	
331	Upper Cross-Arm Long Face Diag Brace	80x80x8	S235	2M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	66	-34.1	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	202.1	271.1	207.4	0.17		22.7	PLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	117.7	271.1	161.3	0.19	
340	Upper Cross-Arm Long Face Diag Brace	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	141	-3.0	SPLS 1a_45 Ah All Cts	34.4	60.3	43.2	0.09		2.9	LS 1a_0_9_135 Ba All Cts	46.1	60.3	32.7	0.09	
341	Upper Cross-Arm Long Face Diag Brace	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	217	-7.7	SPLS 3_0_9_135 Ba All Cts	19.5	60.3	43.2	0.40		8.0	SPLS 3_0_9_45 Ah All Cts	46.1	60.3	32.7	0.24	
342	Upper Cross-Arm Long Face Diag Brace	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	125	-2.6	SPLS 3_0_9_45 Ah All Cts	39.5	60.3	43.2	0.07		2.5	SPLS 3_135 Ba All Cts	46.1	60.3	32.7	0.08	
343	Upper Cross-Arm Long Face Diag Brace	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	108	0.0	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ba Ct4	45.3	60.3	43.2	0.00		0.0	ULS 3_0_9_0	46.1	60.3	32.7	0.00	
401	Mid Cross-Arm Onder X-Diag 1	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	130	-49.3	SPLS 3_0_9_0 Ba Ct1	120.4	188.2	172.8	0.41		57.3	S 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	146.3	188.2	157.1	0.39	
402	Mid Cross-Arm Onder X-Diag 2	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	123	-66.4	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ba Ct2	127.7	188.2	172.8	0.52		61.0	PLS 6a_90 Ah Ct2 Ba Ct2	149.6	188.2	157.1	0.41	
403	Mid Cross-Arm Onder X-Diag 3	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	117	-64.3	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	135.3	188.2	172.8	0.47		64.7	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	149.6	188.2	157.1	0.43	
404	Mid Cross-Arm Onder X-Diag 4	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.53	0.53	0.53	114	-74.5	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	138.7	188.2	172.8	0.54		70.6	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	151.2	188.2	157.1	0.47	
405	Mid Cross-Arm Onder X-Diag 5	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.53	0.53	0.53	106	-82.4	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	147.8	188.2	172.8	0.56		83.6	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	152.9	188.2	157.1	0.55	
406	Mid Cross-Arm Onder X-Diag 6	80x80x8	S235	2M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	89	-37.4	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	170.0	271.1	207.4	0.22		50.4	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	125.9	271.1	157.0	0.40	
407	Mid Cross-Arm Onder X-Diag 7	60x60x6	S235	2M16-8.8t	0.53	0.53	0.53	123	-29.3	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	71.7	120.6	103.7	0.41		29.5	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	73.8	120.6	67.3	0.44	
408	Mid Cross-Arm Onder X-Diag 8	60x60x6	S235	2M16-8.8t	0.53	0.53	0.53	108	-36.2	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	81.8	120.6	103.7	0.44		34.5	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	76.0	120.6	67.3	0.51	
409	Mid Cross-Arm Onder X-Diag 9	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.54	0.54	0.54	87	-43.6	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	131.8	188.2	151.2	0.33		45.2	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	90.5	188.2	111.4	0.50	
410	Mid Cross-Arm Onder X-Diag 10	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.54	0.54	0.54	70	-53.8	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	196.2	188.2	172.8	0.31		52.0	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	121.4	188.2	130.9	0.43	
411	Mid Cross-Arm Onder X-Diag 11	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.55	0.55	0.55	65	-64.1	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	202.7	188.2	172.8	0.37		62.2	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	121.4	188.2	134.4	0.51	
412	Mid Cross-Arm Onder X-Diag 12	90x90x8	S235	2M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	52	-36.5	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	249.5	271.1	207.4	0.18		30.5	SPLS 3_0_9_62.2 Ah Ct1	136.2	271.1	161.3	0.22	
413	Mid Cross-Arm Onder X-Diag 13	HEA160	S235	2M20-8.8t	2.00	2.00	2.00	79	0.0		583.3	188.2	216.0	0.00		7.6	ULS 3_62.2	766.1	188.2	0.0	0.04	
414	Mid Cross-Arm Onder Hrз Brace 1	150x150x12	S355	2M24-8.8t	2.00	2.00	2.00	86	0.0		634.5	271.1	423.4	0.00		48.1	ULS 3_62.2	536.9	271.1	379.9	0.18	
415	Mid Cross-Arm Onder Hrз Brace 2	HEA160	S235	2M20-8.8t	2.00	2.00	2.00	53	0.0		693.2	188.2	216.0	0.00		6.8	ULS 3_62.2	766.1	188.2	0.0	0.04	
416	Mid Cross-Arm Onder Hrз Brace 3	150x150x12	S355	2M24-8.8t	1.00	1.00</																

**Assessment of groups for initial mast (afkeur level)**

Date 26-01-21  
 Author MKh  
 Version 1.0

ENS-ZL 380  
 HC-3 RC  
 73

Group Label	Description	Profile	Steel Quality	Bolts	RLX	RLY	RLZ	Slenderness	Compression	Load Case (Compression)	Buckling	Shear (Comp)	Bearing (Comp)	U.C. (Comp)	Exceedance (Comp)	Tension	Load Case (Tension)	Net Section	Shear (Tens)	Bearing (Tens)	U.C. (Tens)	Exceedance (Tens)
592A	Middle Cross-Arm Lower	80x80x8	S235	4M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	337	0.0		31.3	376.3	345.6	0.00		96.9	PLS 6a_90 Ah Ct1 Ah Ct4	168.3	376.3	310.2	0.58	
592B	Middle Cross-Arm Lower	80x80x8	S235	4M20-8.8t	2.00	1.00	1.00	267	0.0		43.8	376.3	345.6	0.00		81.6	PLS 6a_90 Ah Ct1 Ah Ct4	227.6	376.3	314.2	0.36	
593A	Middle Cross-Arm Lower	80x80x6#	S235	4M20-8.8t	2.00	1.00	1.00	263	0.0		34.3	376.3	259.2	0.00		64.2	PLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct3	175.2	376.3	235.6	0.37	
593B	Middle Cross-Arm Lower	80x80x6#	S235	2M20-8.8t	2.00	1.00	1.00	263	0.0		34.3	188.2	129.6	0.00		58.2	PLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct3	112.1	188.2	117.8	0.52	
593C	Middle Cross-Arm Lower	80x80x6#	S235		2.00	1.00	1.00	263	0.0		34.3	0.0	0.0	0.00		58.1	PLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct3	220.9	0.0	0.0	0.26	
523	Lower Cross-Arm Diag Brace 3	80x80x6#	S235	1M20-8.8t	2.00	1.00	1.00	155	-0.6	ULS 1a_0	64.4	94.1	64.8	0.01		0.4	ULS 1a_0,9_0	100.2	94.1	52.4	0.01	
524	Lower Cross-Arm Diag Brace 3	60x60x6	S235	1M16-8.8t	2.00	1.00	1.00	130	-0.7	ULS 1a_0	57.8	60.3	51.8	0.01		0.5	ULS 1a_0,9_0,9_0	72.6	60.3	44.8	0.01	
525	Lower Cross-Arm Diag Brace 3	70x70x7	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	262	-1.4	ULS 1a_0	28.6	60.3	60.5	0.05		0.7	ULS 1a_0,9_0	92.7	60.3	52.3	0.01	
526	Lower Cross-Arm Diag Brace 3	50x50x7	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	203	-1.5	ULS 1a_0	29.3	60.3	60.5	0.05		0.8	ULS 1a_0,9_0,9_0	64.5	60.3	45.8	0.02	
220T	Lower Cross-Arm Diag Brace 3	150x150x12	S235	5M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	169	-101.3	ULS 3_0,9_90	248.3	666.5	777.6	0.41		117.5	ULS 3_90	582.5	666.5	731.1	0.20	
220L	Lower Cross-Arm Diag Brace 3	150x150x12	S235	5M24-8.8t	2.00	2.00	2.00	169	-23.8	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	248.3	666.5	777.6	0.10		151.4	S 6a_90 Ba All Cts Ah Ct3	582.5	666.5	731.1	0.26	
527		60x60x6	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	81	-18.8	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct3	80.1	60.3	51.8	0.36		18.6	PLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct3	48.4	60.3	33.7	0.55	
530	koker*	200x100x10	S235	2M16-8.8t	1.75	1.75	1.75	41	-5.7	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct3	614.0	120.6	172.8	0.05		23.1	PLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct4	584.6	120.6	75.4	0.31	
531	koker*	200x100x10	S235	2M16-8.8t	2.08	2.08	2.08	41	-6.0	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct3	614.1	120.6	172.8	0.05		24.5	PLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct4	636.5	120.6	75.4	0.33	
532	koker*	200x100x10	S235	2M16-8.8t	2.00	2.00	2.00	39	-4.8	ULS 1a_117.8	620.8	120.6	172.8	0.04		24.8	PLS 6a_90 Ah Ct2 Ba Ct4	584.6	120.6	75.4	0.33	
533		60x60x6	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	126	-17.2	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct3	56.2	60.3	51.8	0.33		16.8	PLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct3	48.4	60.3	33.7	0.50	
534		60x60x6	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	99	-14.4	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct3	70.4	60.3	51.8	0.28		13.8	PLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct3	48.4	60.3	33.7	0.41	
535		60x60x6	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	118	-16.1	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct3	60.2	60.3	51.8	0.31		16.1	PLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct3	48.4	60.3	33.7	0.48	
536		60x60x6	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	93	-13.0	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct3	74.1	60.3	51.8	0.25		12.7	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct3	48.4	60.3	33.7	0.38	





## **APPENDIX C**

### **Toetsing knikverkorters**

---

**Knikverkorters initial construction (afkeur)**

Date: 2022-02-23  
 Author: M H Khan  
 Version: 1.8

ENS - ZL  
 HC-3\_RC  
 Mast: 73

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 (kNm)	Highest U.C.	Exceedance Type	Notes
9390	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	0.55	0	57	37.7	0.14	62.5	60.3	35.9	46.1	0.72	1.05	Bearing	
9389	Broekstuk	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	1.73	62	148	37.7	0.00	46.8	60.3	38.4	72.6	1.24	0.98		
9388	Broekstuk	Enkele staaf	L50.7	S235	M16	8.8	1.51	0	158	37.7	0.38	41.1	60.3	42.5	44.4	0.98	0.92		
9387	Broekstuk	Enkele staaf	L80.6	S235	M16	8.8	2.07	52	132	37.7	0.00	72.3	60.3	38.4	107.1	2.25	0.98		
9386	Broekstuk	Enkele staaf	L80.6	S235	M16	8.8	2.33	0	148	37.7	0.58	63.2	60.3	38.4	107.1	2.25	0.98		
9385	Broekstuk	Enkele staaf	L80.6	S235	M16	8.8	2.64	38	168	37.7	0.00	54.1	60.3	38.4	107.1	2.25	0.98		
9384	Broekstuk	Enkele staaf	L80.8	S235	M16	8.8	3.15	0	202	37.7	0.79	55.2	60.3	51.2	142.8	2.95	0.74		
9383	Broekstuk	Enkele staaf	L80.8	S235	M16	8.8	3.32	29	213	37.7	0.73	51.2	60.3	51.2	142.8	2.95	0.74		
9382	Broekstuk	Enkele staaf	L90.8	S235	M16	8.8	3.97	0	225	37.7	0.99	53.3	60.3	51.2	165.9	3.77	0.74		
9381	Broekstuk	Enkele staaf	L90.8	S235	M16	8.8	3.78	24	214	37.7	0.86	57.4	60.3	51.2	165.9	3.77	0.74		
9395	Pootverband	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	0.99	0	102	8.8	0.25	47.7	60.3	30.3	31.7	0.72	0.35		
9394	Pootverband	Kniksteun en verticale steur	L50.7	S235	M16	8.8	2.16	0	145	8.8	0.27	35.7	60.3	42.5	44.4	0.68	0.40		
9393	Pootverband	Kniksteun en verticale steur	L80.6	S235	M16	8.8	3.33	0	136	8.8	0.42	54.4	60.3	38.4	107.1	1.77	0.25		
9392	Pootverband	Kniksteun en verticale steur	L80.6	S235	M16	8.8	4.49	0	184	8.8	0.56	38.5	60.3	38.4	107.1	1.77	0.33		
9391	Pootverband	Kniksteun en verticale steur	L90.8	S235	M16	8.8	5.66	0	206	8.8	0.71	49.4	60.3	51.2	165.9	2.87	0.26		
9380	Tussenschot	Kniksteun en verticale steur	L100.8	S235	M24	8.8	6.62	0	215	0.7	0.83	52.1	135.6	88.6	170.5	3.63	0.24		
9376	Tussenschot	Kruisende staaf halverwege	L120.10	S235	M24	8.8	9.68	0	263	0.7	1.21	59.1	135.6	110.8	270.7	8.49	0.14		
9400	Pootverband	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.98	87	203	8.8	0.00	21.4	60.3	30.3	31.7	0.72	0.41		
9399	Pootverband	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	2.18	60	224	8.8	0.00	18.6	60.3	30.3	31.7	0.72	0.47		
9398	Pootverband	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	2.51	48	258	8.8	0.00	15.0	60.3	30.3	31.7	0.72	0.59		
9397	Pootverband	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	2.92	40	300	8.8	0.00	11.8	60.3	30.3	31.7	0.72	0.74		
9396	Pootverband	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	3.33	32	284	8.8	0.00	18.5	60.3	38.4	72.6	1.24	0.47		
9566	Broekstuk	Enkele staaf	L80.8	S235	M16	8.8	2.92	36	187	37.7	0.00	61.5	60.3	51.2	142.8	2.95	0.74		
9565	Broekstuk	Enkele staaf	L80.6	S235	M16	8.8	2.37	0	150	37.7	0.59	62.1	60.3	44.8	107.1	2.2	0.84		
9563	1e tussenstuk	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	1.84	0	157	38.6	0.46	43.4	60.3	41.3	48.4	1.24	0.93		
9562	1e tussenstuk	Enkele staaf	L80.6	S235	M16	8.8	2.26	44	144	38.6	0.00	65.5	60.3	44.8	107.1	2.25	0.86		
9561	1e tussenstuk	Enkele staaf	L90.8	S235	M16	8.8	3.88	0	220	38.6	0.97	55.1	60.3	51.2	165.9	3.77	0.75		
9560	1e tussenstuk	Enkele staaf	L80.6	S235	M16	8.8	2.32	31	148	38.6	0.00	63.5	60.3	44.8	107.1	2.25	0.86		
9559	1e tussenstuk	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	1.84	0	157	38.6	0.46	43.4	60.3	41.3	48.4	1.24	0.93		
9557	1e tussenstuk	Enkele staaf	L50.7	S235	M16	8.8	1.45	0	151	38.6	0.36	43.2	60.3	42.5	44.4	0.98	0.91		
9556	1e tussenstuk	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	1.75	42	150	38.6	0.00	46.1	60.3	41.3	48.4	1.2	0.93		
9555	1e tussenstuk	Enkele staaf	L80.6	S235	M16	8.8	3.10	0	197	38.6	0.78	43.4	60.3	44.8	107.1	2.2	0.89		
9554	1e tussenstuk	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	1.82	30	156	38.6	0.39	43.9	60.3	41.3	48.4	1.24	0.93		
9311	2e tussenstuk	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.53	40	157	9.1	0.00	30.2	60.3	35.9	46.1	0.72	0.30		
9310	2e tussenstuk	Enkele staaf	L80.6	S235	M16	8.8	2.64	0	168	30.8	0.66	54.2	60.3	38.4	107.1	2.2	0.80		
9598	2e tussenstuk	Enkele staaf	L50.7	S235	M16	8.8	1.57	32	163	30.8	0.00	39.3	60.3	42.5	44.4	0.98	0.78		
9313	2e tussenstuk	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.49	43	153	30.8	0.00	31.2	60.3	32.2	31.7	0.72	0.99		
9309	2e tussenstuk	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	2.33	0	200	30.8	0.58	31.6	60.3	38.4	72.6	1.2	0.97		
9314	2e tussenstuk	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.45	35	149	30.8	0.00	32.3	60.3	32.2	31.7	0.7	0.97		
9315	2e tussenstuk	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.41	48	145	30.8	0.00	33.4	60.3	32.2	31.7	0.7	0.97		



**Knikverkorters initial construction (afkeur)**

Date: 2022-02-23  
 Author: M H Khan  
 Version: 1.8

ENS - ZL  
 HC-3\_RC  
 Mast: 73

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel			Length (m)	Angle (°)	Slender ness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Shear		Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Exceedance Type	Notes
				Quality	Bolt	Quality							Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)					
9597	2e tussenstuk	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	2.03	0	173	30.8	0.51	38.3	60.3	38.4	72.6	1.2	0.80		
9316	2e tussenstuk	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.33	38	137	30.8	0.00	35.7	60.3	32.2	31.7	0.7	0.97		
8018	Bovenstuk 1	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.86	0	191	12.9	0.47	23.3	60.3	30.3	31.7	0.7	0.65		
8020	Bovenstuk 1	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.71	0	175	12.9	0.43	26.2	60.3	30.3	31.7	0.7	0.59		
8021	Bovenstuk 2	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.61	0	165	6.6	0.40	28.3	60.3	30.3	31.7	0.7	0.56		
8022	Bovenstuk 2	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.43	0	147	6.6	0.36	32.8	60.3	30.3	31.7	0.7	0.50		



**Knikverkorters adjusted construction (verbouw)**

ENS - ZL  
HC-3\_RC  
Mast: 73

Date: 2022-02-23  
Author: M H Khan  
Version: 1.8

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)	Block Tearing Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Exceedance Type	Mitigation
9390	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S355	M16	8.8	0.55	0	57	37.7	0.18	89.0	60.3	43.6	51.0	1.08	0.87		Profile exchanged



## **APPENDIX D**

### **Toetsing blokdeuvels**

---

## CALCULATION OF POST INSULATOR LOADS

The following parameters are calculated:

- The forces on the insulator attachment due to wind loading and weight
- The required measurements of the components

The diagram below is a representation of the loads on the insulator:

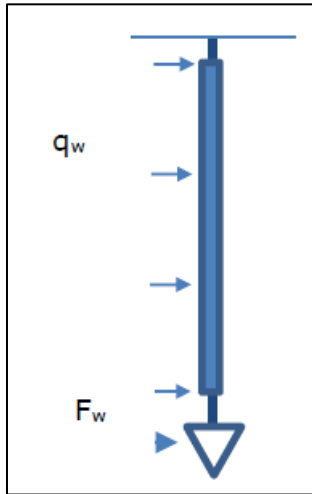


Figure 1: Diagrammatic representation of the loads on the post insulator

### 1. Forces on the insulator attachment

Wind pressure based on non-urban terrain in wind zone III at a height of 34.5 m:  $q_n = 1.03 \text{ kN/m}^2$

Wind load per meter based on an insulator diameter of 0.2 m and a drag factor of 1.2:

$$q_w = 1.2 \times 0.2 \times 1.03 = \underline{0.25 \text{ kN/m}}$$

Then calculate  $F_w$  based on a supported length of 9 m, a dragfactor of 0,9 and a structural factor of 1,0:

$$F_w = 9 \times 0.9 \times 1.0 \times 3 \times 0.036 \times 1.03 = 0.90 \text{ kN}$$

Calculate the moment based on the wind loading and the point load:

$$M_w = 0.5 \times 0.24 \times 4^2 + 4 \times 0.90 = 5.52 \text{ kNm}$$

Design values:

$$M_{ED} = 1.4 \times 5.52 = 7.7 \text{ kNm}$$

$$V_{ED} = 1.4 \times (0.90 + 3.5 \times 0.24) = 2.44 \text{ kN}$$

### 2. Assessment of the pin

The figure below is a sketch of the insulator attachment mechanism indicating the location of the pin.

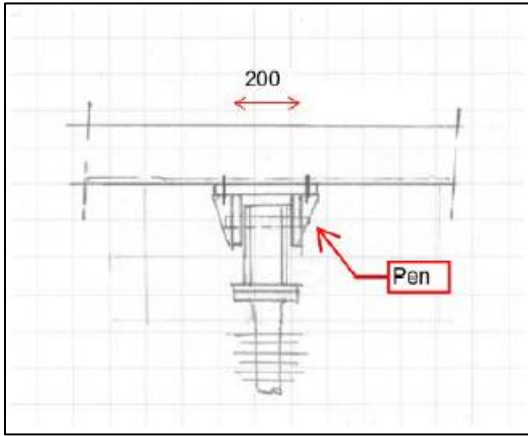


Figure 2: Post insulator attachment mechanism

Calculation of the shear force on the pin:

Assuming a total vertical weight of 5 kN and an attachment fit of 200 mm:

$$F_v = 7.7 / 0.2 + 5/2 = 41 \text{ kN}$$

Using a pin with a diameter of 25 mm is sufficient; see the attached spreadsheet calculation at the end of this appendix. A minimum flange thickness of 15 mm is required.

### 3. Console thickness

This will be determined in the subsequent design phases.

### 4. Attachment to the crossarm

The figure below depicts the additional members required for attachment to the crossarm.

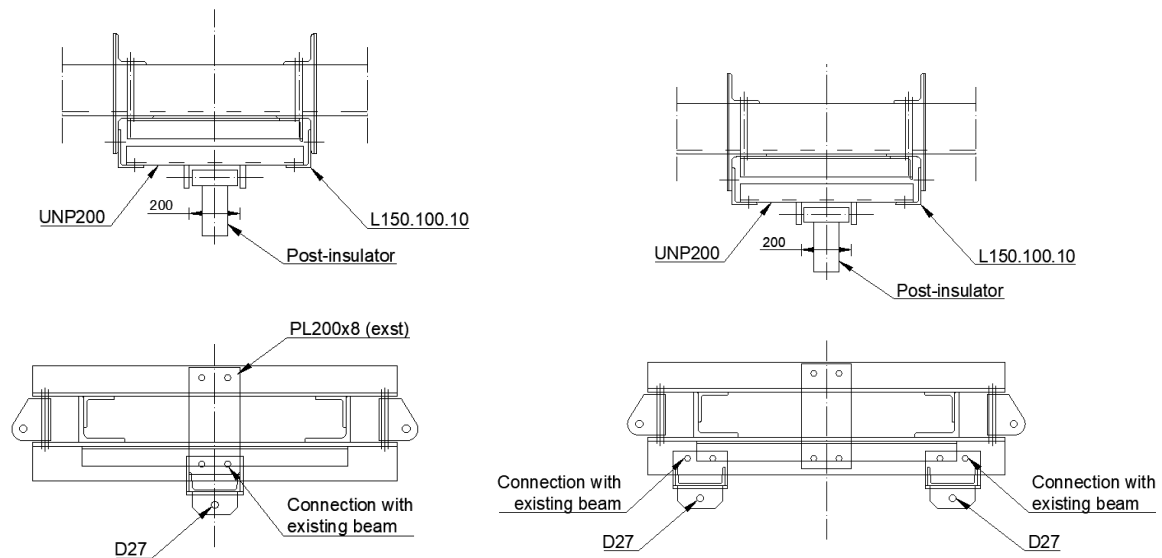


Figure 3: Overview of the new members required for attachment

$$M = 0.5 \times 7.7 + 0.25 \times 5 \times 0.66 = 4.67 \text{ kNm}$$

$$\text{Proposition: } 1 \times \text{UNP200: } M_{rd} = 26900 \times 355 = 9.55 \text{ kNm}$$

$$\text{U.C.} = 4.67 / 9.55 = 0.49 < 1 \text{ OK}$$

Project: BBB - ENS-ZL  
Mast: HC-3 RC

DNV·GL

**Pen-gatverbinding**

Datum: 2021-01-27  
Auteur: MKh  
Versie: 1.3

<b>Onderwerp</b>	<b>Post Insulator Attachment</b>	Toetsing sterkte	0.56 < 1,0 OK
------------------	----------------------------------	------------------	---------------

**Input**

Dikte 15 mm  
Gat 27 mm  
Pendiameter 25 mm  
Ringdikte 5 mm  
Eindafstand 40 mm  
Randafstand 35 mm

Staalsoort S235  
Kwaliteit pen 8.8

**Belasting**

$F_{Ed} = 41.0$  kN

$\gamma_{m0, \text{staal}} = 1.20$   
 $\gamma_{m0, \text{pen}} = 1.00$   
 $\gamma_{m2} = 1.25$   
 $\gamma_{m6, \text{ser}} = 1.00$

**Toetsing**

*Afstanden*  
Randafstand OK  
Eindafstand OK  
Dikte OK

*Sterkte-eisen*

Afschuifsterkte pen 0.22 < 1,0 OK  
Buigsterkte pen 0.56 < 1,0 OK  
Combinatie M + V 0.36 < 1,0 OK  
Stuik plaat 0.37 < 1,0 OK

Berekeningen

**Controle eind- en randafstand**

*Aan de eisen van óf A óf B moet voldaan worden*

Type A

Rand  $a > F_{Ed} \gamma_{m0} / 2t f_y + 2 d_0 / 3 = 25$  mm OK  
Eind  $c > F_{Ed} \gamma_{m0} / 2t f_y + d_0 / 3 = 16$  mm OK

Type B

Min. eindafstand  $e > 1,6d_0 = 43$  mm Niet OK  
Min. randafstand  $e > 1,25d_0 = 34$  mm OK  
Min. dikte  $t > 0,7\sqrt{(F_{Ed} \gamma_{m0} / f_y)} = 10$  mm OK

Pen

A = 491 mm<sup>2</sup>  
 $W_{el} = 1534$  mm<sup>2</sup>  
Excentriciteit  
 $e = (132-102) + t_{clip} / 2 = 20$  mm

Materiaalsterktes

$f_y = \min(f_{y, \text{staal}}, f_{yp}) = 235$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{yp} = 640$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{up} = 800$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{y, \text{staal}} = 235$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{t, \text{staal}} = 360$  N/mm<sup>2</sup>

**Afschuiving**

$F_{v, Rd} = 0,6A f_{up} / \gamma_{m2} = 188$  kN  
U.C. 0.22 < 1,0 OK

**Buigweerstand**

$M_{Ed} = F_{Ed} e = 0.82$  kNm  
 $M_{Rd} = 1,5 W_{el} f_{yp} / \gamma_{m0} = 1.47$  kNm

**Stuik**

$F_{b, Rd} = 1,5 t d f_y / \gamma_{m0} = 110$  kN  
U.C. 0.37 < 1,0 OK

U.C. = 0.56 < 1,0 OK

$(M_{Ed} / M_{Rd})^2 + (F_{v, Ed} / F_{v, Rd})^2 = 0.36 < 1,0$  OK



Project: ENS-ZL380  
Mast: HC-3 RC (73)

**Shear blocks**

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

Datum: 2021-01-26

Auteur: TBR

Versie: 1.4

Load			Results		
Compression	$F_{Ed,c}$	2102 kN	Compression	U.C.	0.79 < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	1645 kN	Tension	U.C.	0.65 < 1,00 OK

**Main leg**

Profile		<b>L250.24</b>
Steel material		S355
Cross section		11467 mm <sup>2</sup>
Axial capacity	$N_{pl}$	4071 kN
Width	b	250 mm
Thickness	t	24 mm
Length in concrete		2000 mm

**Capacity shear blocks main leg**

$A_{f1}$	7800 mm <sup>2</sup>
$A_{f2}$	23800 mm <sup>2</sup>
Slope	1: 5
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}}$	1.75
$f_{jd} = C_A \times f_{cd}$	18.6 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd}$	2035 kN
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$	2035 kN

**Shear blocks main leg**

Width	b	50 mm
Thickness	h	30 mm
Length	L	260 mm
Welds	a	5 mm
c.t.c. separation	s	250 mm
Number for compr.	$n_c$	14 -
Number for tension	$n_t$	14 -

**Capacity foot plate**

$k_d$	1.73 -
$f_{jd} = C_A \times f_{cd}$	18.5 N/mm <sup>2</sup>
$c = t\sqrt{(f_{yd} / 3f_{jd})}$	63 mm
$m^* = \min(c, m)$	30 mm
Type foot plate	Diagonally cut
Effective for	Compr. and tension
$A_{p,c}$	39379 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = A_{p,druk} \times f_{jd}$	728 kN
$A_{p,t}$	27912 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd}$	516 kN

**Foot plate**

Thickness	t	25 mm
Ext. length	m	30 mm
Welds	a	6 mm

**Capacities**

$F_{rd,c,plate}$	728 kN
$F_{rd,blocks,c}$	2035 kN
$F_{rd,c} = F_{rd,blk} + F_{rd,footplate}$	<b>2762 kN</b>
U.C. compression	0.76 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)	1436 kN
$F_{rd,t} = \min(\text{welds} / \text{foot plate})$	516 kN
$F_{rd,blocks,t}$	2035 kN
$F_{rd,t} = F_{rd,blk} + F_{rd,footplate}$	<b>2550 kN</b>
U.C. tension	0.65 < 1,00 OK
U.C. welds	0.35 < 1,00 OK

**Pile**

Name		Buispaal
Diameter		559 mm
Thickness		10 mm
Cross section		17241 mm <sup>2</sup>
Steel material		S235
Capacity		4052 kN
Concrete strength		C20/25

**Shear blocks pile**

Width	b	50 mm
Thickness	h	30 mm
Length	L	1200 mm
Welds	a	5 mm
c.t.c. separation	s	500 mm
Number for compr.	$n_c$	4 -
Number for tension	$n_t$	4 -

**Capacity shear blocks pile**

$A_{f1}$	36000 mm <sup>2</sup>
$A_{f2}$	108000 mm <sup>2</sup>
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}}$	1.73 -
$f_{jd} = k_d \times f_{cd}$	18.5 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd}$	<b>2660 kN</b>
U.C. compression	0.79 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd}$	<b>2660 kN</b>
U.C. tension	0.62 < 1,00 OK
U.C. welds	0.34 < 1,00 OK

**Design value concrete strength**

Material factor	$\gamma_c$	1.5
Add. mat. factor	$\gamma_m$	1.25 -
$f_{cd} =$		10.7 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		1731 mm
Splitting force		475 kN/m
Yield strength wall	$f_{vd} =$	235 N/mm <sup>2</sup>
Capacity tubular pile		4700 kN/m
U.C.		0.10 < 1,00 OK

Project: ENS-ZL380  
 Mast: HC-3 RC (73)

**Welds of shear blocks of main leg**

Out-of-plane loading

**Plate**

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

**Member forces**

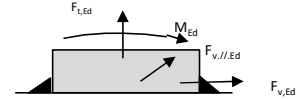
Factor 1.2  
 $F_{t,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = F_{rd,c} / n = 174 \text{ kN}$   
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 2.62 \text{ kNm}$

**Check**

$\sigma_{w,Ed} = 153 \text{ N/mm}^2 \leq$   
 $\sigma_1 = 76 \text{ N/mm}^2 \leq$

**Welds**

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



**Stress components**

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 4al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 4al = 49 \text{ N/mm}^2$   


---

 49 N/mm<sup>2</sup>  
 $b^* = b + 2/3av^2 = 54.7 \text{ mm}$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = 0.706M_{Ed} / al b^* = 27 \text{ N/mm}^2$   
 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{w,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 153 \text{ N/mm}^2$

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.35 OK**  
 $0.9f_u / \gamma_{M2} = 353 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.22 OK**

**Welds of shear blocks of pile**

Out-of-plane loading

**Plate**

t = 50 mm  
 Grade S235  
 $f_{yd} = 235 \text{ N/mm}^2$   
 $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$

**Member forces**

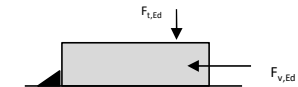
Factor 1.2  
 $F_{t,Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 239 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = 798 \text{ kN}$   
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 0.00 \text{ kNm}$

**Check**

$\sigma_{w,Ed} = 122 \text{ N/mm}^2 \leq$   
 $\sigma_1 = 61 \text{ N/mm}^2 \leq$

**Welds**

a = 5 mm  
 l = 1200 mm  
 $\beta_w = 0.8 -$   
 $\gamma_{M2} = 1.25 -$



**Stress components**

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 2al = 14 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 2al = 47 \text{ N/mm}^2$   


---

 61 N/mm<sup>2</sup>  
 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{w,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 122 \text{ N/mm}^2$

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 360 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.34 OK**  
 $0.9f_u / \gamma_{M2} = 259 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.24 OK**

**Welds of foot plate**

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$   
 Weld size a = 6 mm  
 Length l = 2b + 2b - t = 952 mm  
 Capacity  $F_{Rd} = a \times l \times f_{w,d} / \sqrt{3} = 1436 \text{ kN}$

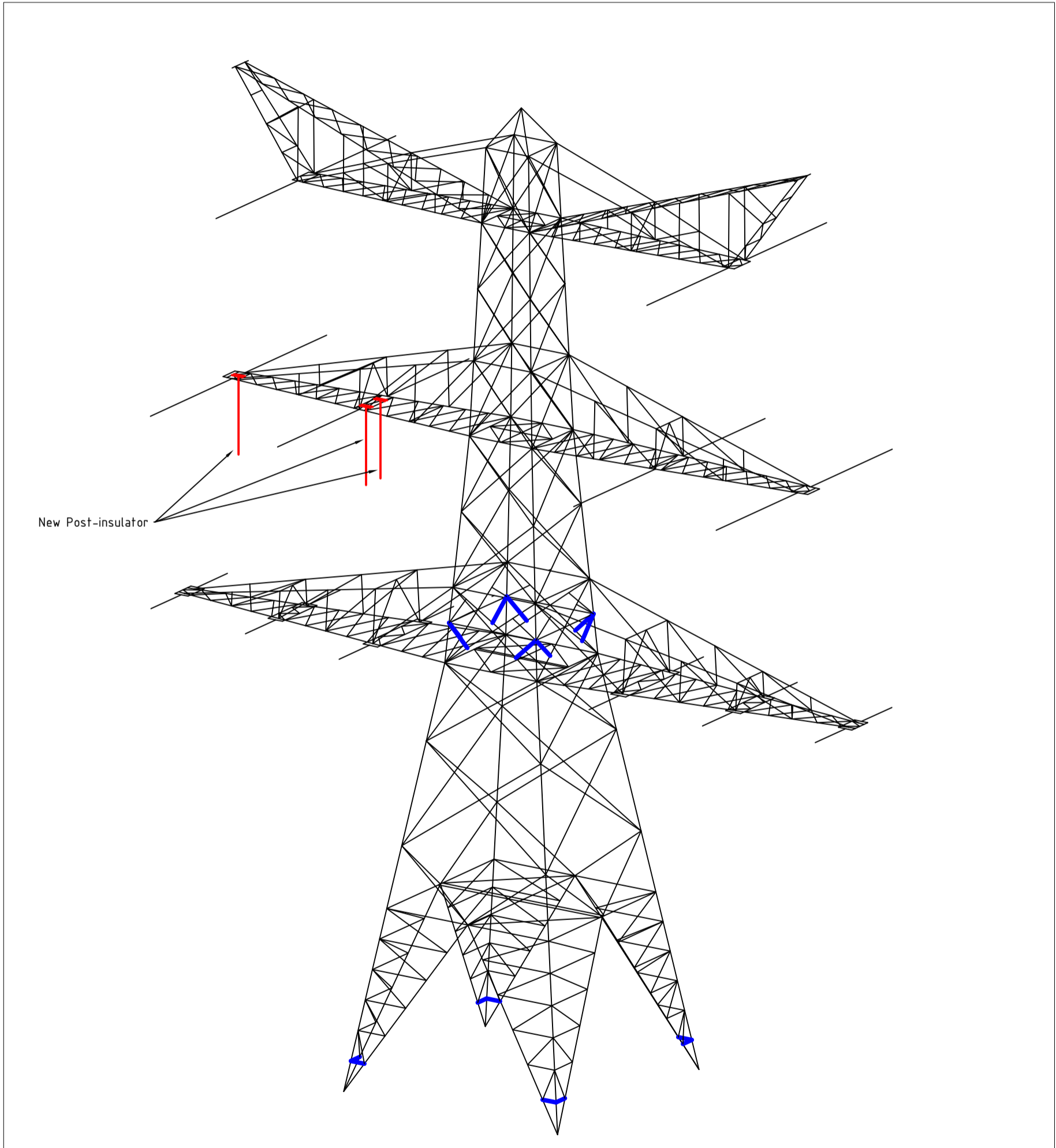


## **APPENDIX E**

### **Tekeningen**

---

Initial Profiles and Bolts					Final Profiles and Bolts			
Group label	Profile type (ini)	Profile size (ini)	Steel quality (ini)	Bolt size and quality (ini)	Profile type (new)	Profile size (new)	Steel quality (new)	Bolt size and quality (new)
Pos 9390	EA	L50x5	S235 t<=40	M16-8.8t-NEN2012	EA	L50x5	S355 t<=40	M16-8.8t-NEN2012
Pos 9311	EA	L50x5	S235 t<=40	M16-8.8t-NEN2012	EA	L50x5	S355 t<=40	M16-8.8t-NEN2012
BR1 & BR2					EA	L100x10	S355 t<=40	M24-8.8t-NEN2012


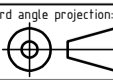


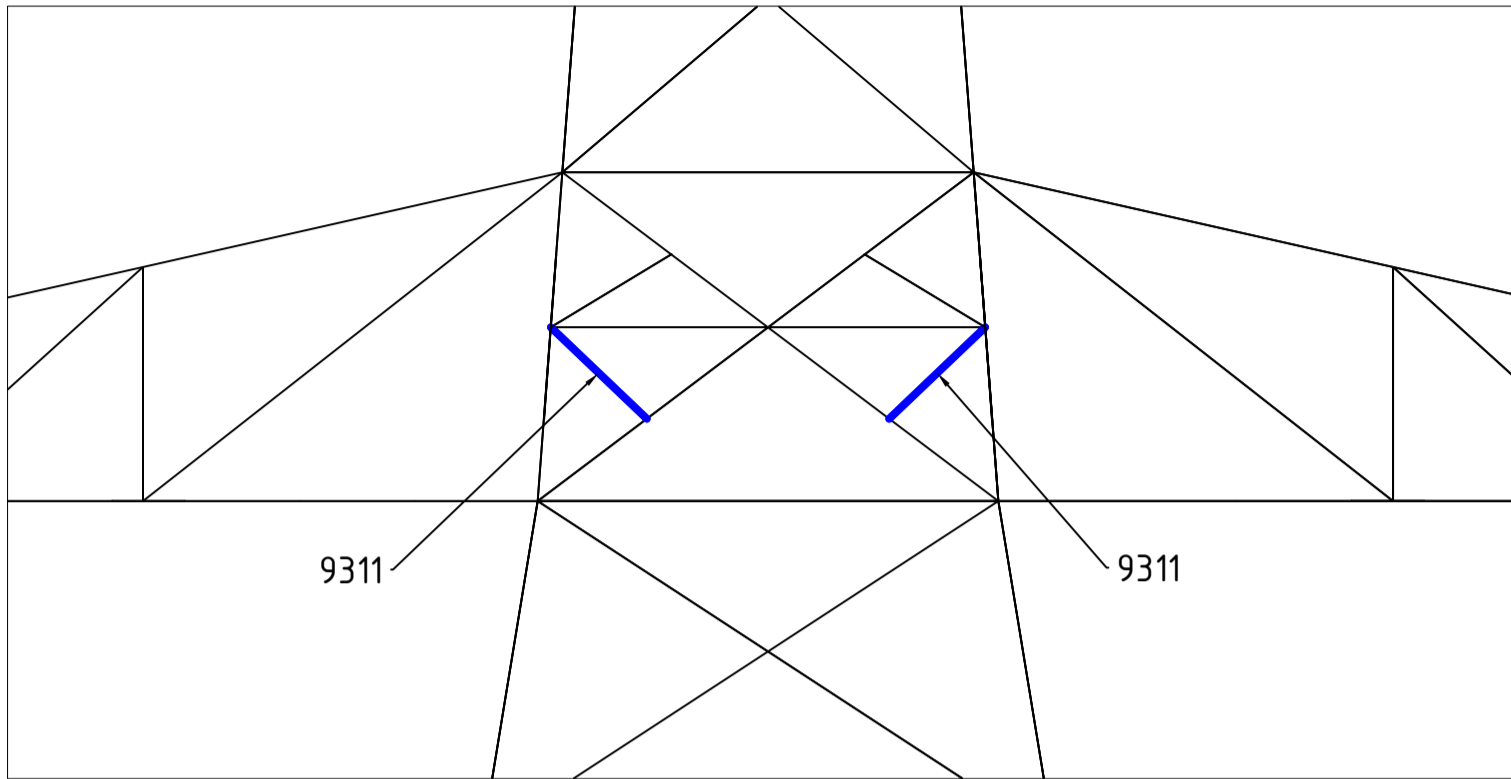
Overview

Notes and legend:

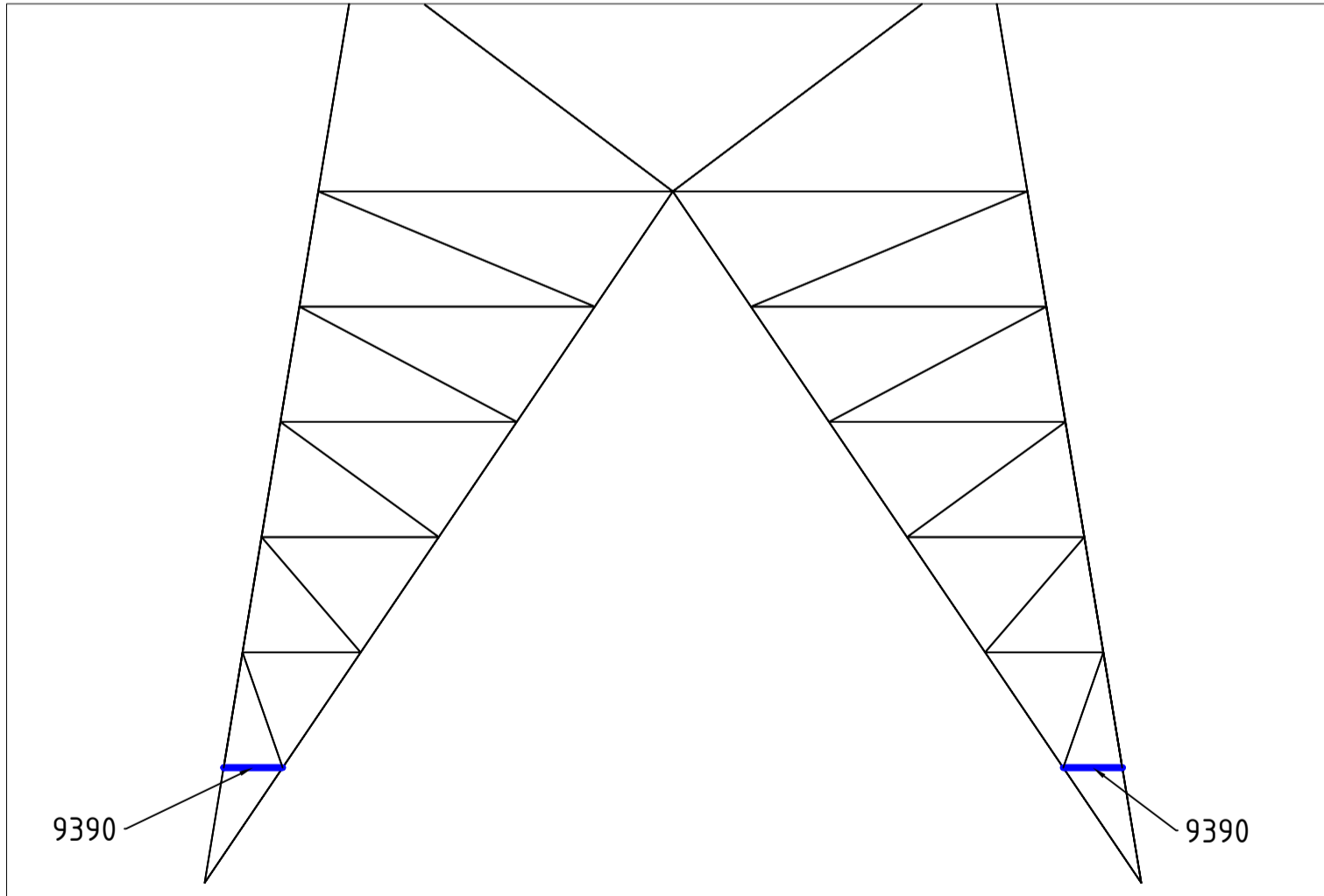
- New redundants according to drawing
- Size for new redundants is L50x50x5
- Other changes according to the table
- All changes are symmetrical unless otherwise indicated
- Material quality  $t \leq 16\text{mm}$  S355J0
- Material quality  $t > 16\text{mm}$  S355J2
- Bolt quality 8.8 rolled

- New profile/insulator
- Profile exchanged
- New redundant
- Bolt exchanged

00	27-1-2021	Version 1.0	Projectname: Mast constructions ENS - ZL 380 kV	
		Third angle projection:	Drawing no.: 10166260-056	
			Description: Modifications overview for mast type HC-3_RC (Mast 73) page 1 of 3	
Design state: FINAL	Scale: -	Revision:	00	
Drawn by: MuK 27-1-2021	Units: m	Format:	A2	
Checked by: TBR 27-1-2021	Project no: 10166260	Approved by: JHu 27-1-2021 Company: TenneT		
DNV GL Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvgl.com				



Front View - Lower Crossarm



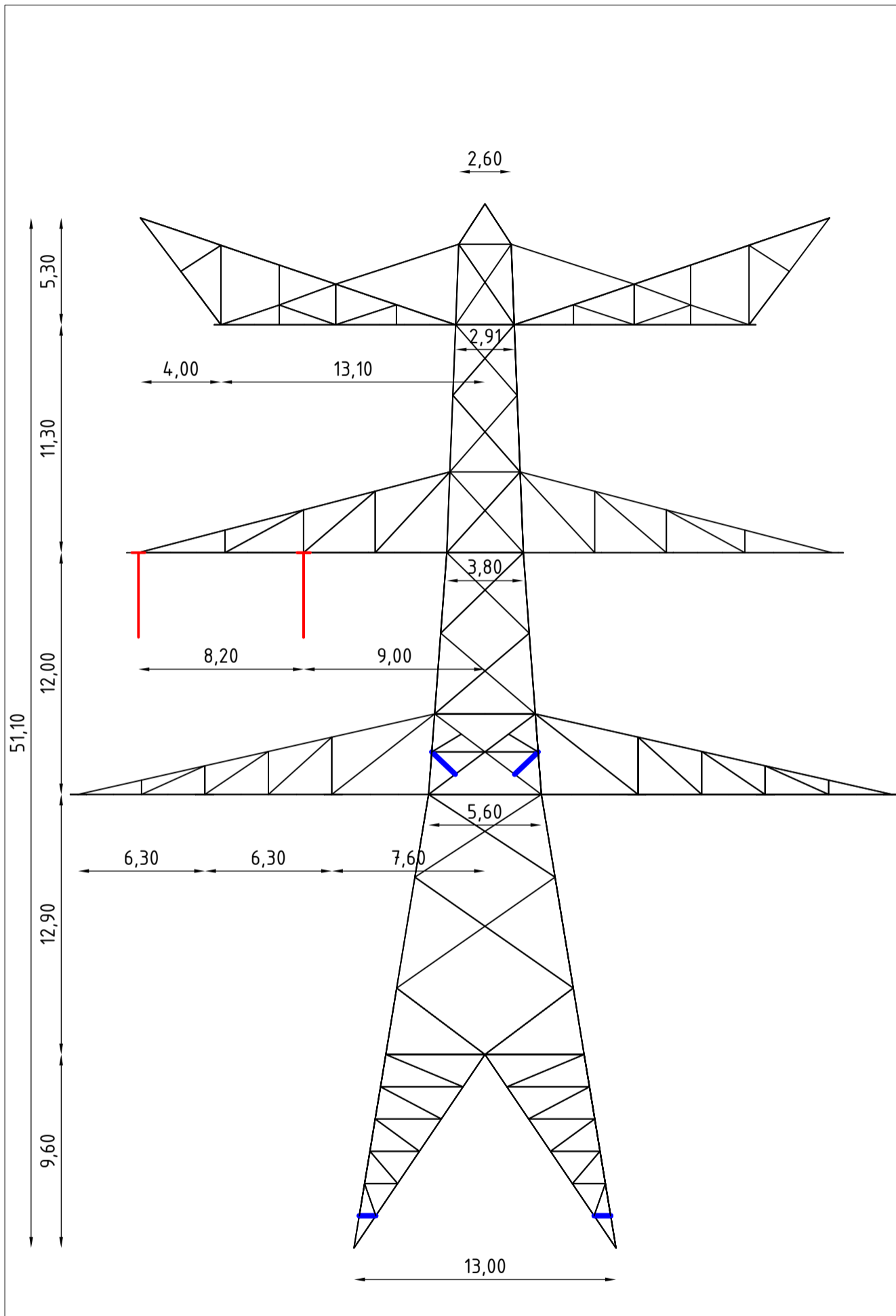
Front View - Lower Leg Section

Notes and legend:

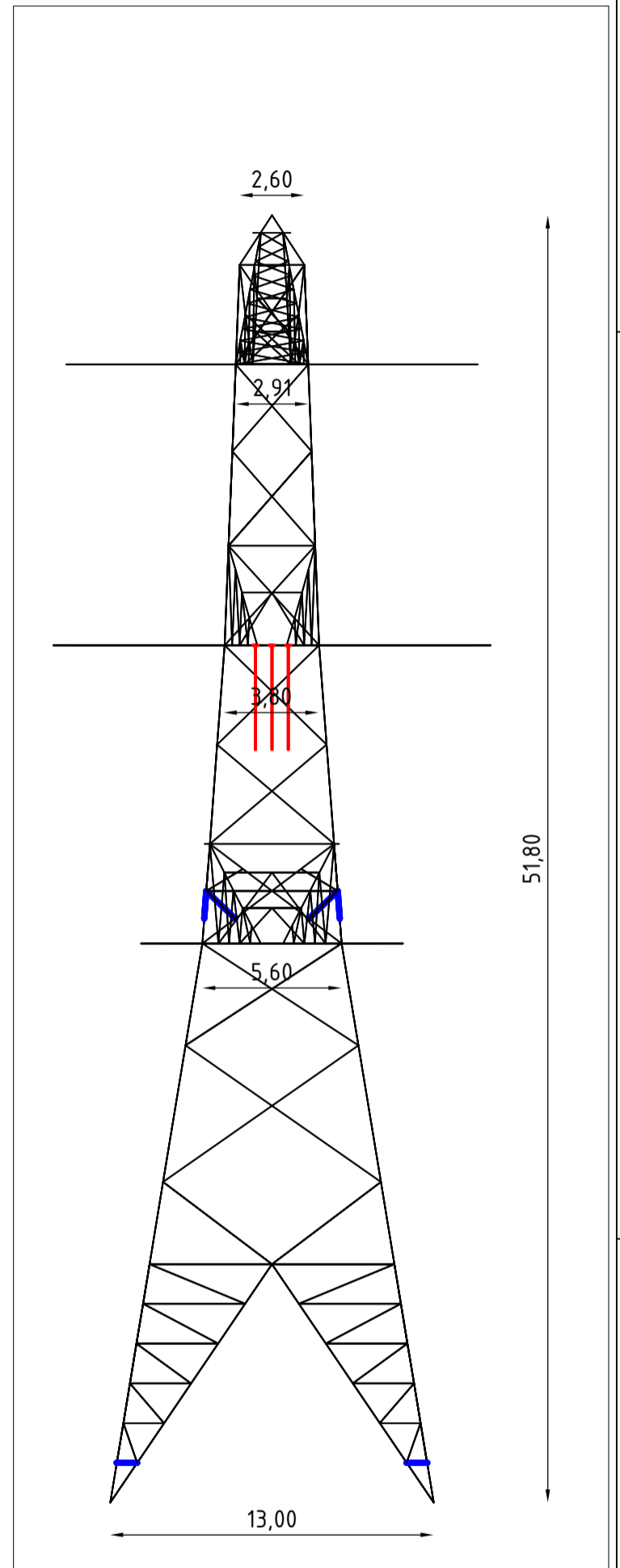
- New redundants according to drawing
- Size for new redundants is L50x50x5
- Other changes according to the table
- All changes are symmetrical unless otherwise indicated
- Material quality  $t \leq 16\text{mm}$  S355J0
- Material quality  $t > 16\text{mm}$  S355J2
- Bolt quality 8.8 rolled

- Profile exchanged
- New redundant
- Bolt exchanged

00	27-1-2021	Version 1.0	Projectname: Mast constructions ENS - ZL 380 kV	
		Third angle projection:		Drawing no.: 10166260-056
		Description: Modifications overview for mast type HC-3_RC (Mast 73) page 2 of 3		Revision: 00
Design state: FINAL	Scale: -	Description:		Format: A2
Drawn by: MuK 27-1-2021	Units: m	Description:		
Checked by: TBR 27-1-2021	Project no: 10166260	Description:		
Approved by: JHu 27-1-2021	Company: TenneT	Description:		
<small>DNV-GL Energy &amp; Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvgl.com</small>				



Front View


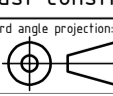


Side View

Notes and legend:

- New redundants according to drawing
- Size for new redundants is L50x50x5
- Other changes according to the table
- All changes are symmetrical unless otherwise indicated
- Material quality  $t \leq 16\text{mm}$  S355J0
- Material quality  $t > 16\text{mm}$  S355J2
- Bolt quality 8.8 rolled

- Profile exchanged
- New redundant
- Bolt exchanged

00	27-1-2021	Version 1.0	Projectname: Mast constructions ENS - ZL 380 kV	
			Drawing no.: 10166260-056	
Design state: FINAL	Scale: -	Description: Modifications overview for mast type HC-3_RC (Mast 73) page 3 of 3		Revision: 00
Drawn by: MuK 27-1-2021	Units: m	Project no: 10166260	Format: A2	
Checked by: TBR 27-1-2021	Company: TenneT			
Approved by: JHu 27-1-2021				



## **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.

TOETSING EN HERONTWERP MASTEN EN FUNDATIES BBB380

# ENS-ZL380 – Rapportage masttype HC-3/R

TenneT TSO B.V.

Rapport nr.: 22-0508, Rev. 0

Meridian doc.nr.: 002.515.40 - 1007980

Datum: 2022-04-01





Projectnaam: Toetsing en herontwerp masten en fundaties BBB380 Energy Systems  
Rapport titel: ENS-ZL380 – Rapportage masttype HC-3/R DNV Netherlands B.V.  
Klant: TenneT TSO B.V., Utrechtseweg 310-B50  
Contactpersoon klant: P. v.d. Horst 6812 AR Arnhem  
Datum uitgave: 2022-04-01  
Project nr.: 10166260  
Organisatie unit: TDT Tel: 026 356 9111  
Meridian doc.nr.: 002.515.40 - 1007980 Handelsregister Arnhem 09006404  
Rapport nr.: 22-0508, Rev. 0

---

Geschreven door: Beoordeeld door: Goedgekeurd door:

---

M.H. Khan

A.J. Börger

C. Schutte

---

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	Beoordeeld	Goedgekeurd
0	2022-04-01	Eerste uitgave	M.H. Khan	A.J. Börger	C. Schutte

## Inhoudsopgave

1	INLEIDING .....	1
1.1	Inleiding	1
1.2	Doel van dit rapport	1
1.3	Gerelateerde documenten	2
2	EISEN .....	2
3	BEREKENINGEN .....	3
3.1	Mastbeeld	3
3.2	Mastenlijst	4
3.3	Uitgangspunten berekening	4
3.4	Proces stappen	4
3.5	Geleiderbelastingen	5
3.6	Reacties op de fundering	5
3.7	Modellering	5
4	TOETSING MASTCONSTRUCTIE .....	6
5	AANPASSINGEN .....	9
5.1	Inleiding	9
5.2	Aanpassingen	9
5.3	Eisenverificatie	12
6	REFERENTIES .....	13
Appendix A	Geleiderbelastingen	
Appendix B	Uitvoer PLS-TOWER	
Appendix C	Toetsing knikverkorters	
Appendix D	Toetsing blokdeuvels	
Appendix E	Tekeningen	

## 1 INLEIDING

### 1.1 Inleiding

Om in de toekomst meer elektriciteit te kunnen transporteren is het noodzakelijk om naast de nieuwbouw van verbindingen bestaande hoogspanningsverbindingen aan te passen zodat er een grotere transportcapaciteit mogelijk wordt gemaakt.

Om die reden is de opdrachtgever (OG) voornemens de bestaande 380 kV-koppeling op te waarderen. Het opwaarderen van de bestaande verbindingen valt onder het programma “Beter benutten bestaande 380 kV-ring” en omvat de volgende deelprojecten:

- Opwaardering 380 kV-verbinding Lelystad – Ens (LLS-ENS380)
- Opwaardering 380 kV-verbinding Diemen – Lelystad (DIM-LLS380)
- Opwaardering 380 kV-verbinding Rilland – Zandvliet (RLL-ZVL380)
- Opwaardering 380 kV-verbinding Krimpen aan den IJssel - Geertruidenberg (KIJ-GT380)
- Opwaardering 380 kV-verbinding Ens - Zwolle (ENS-ZL380)
- Opwaardering 380 kV-verbinding Maasbracht - Eindhoven (MBT-EHV380)

Om te komen tot een DO waarmee de werkzaamheden kunnen worden gestart is door TenneT aan DNV opdracht verstrekt voor de volgende onderdelen:

1. In eerste fase het opstellen en creëren van:

- 1.1 E-studie deel 1
- 1.2 Uitgangspuntenrapporten ten behoeve van de constructieve analyse van masten en fundaties
- 1.3 Sonderingmodellen
- 1.4 Fundatiemodellen
- 1.5 Mastmodellen

2. In tweede fase de uitvoering van de DO-fase bevattende:

- 2.1 Toetsing conform het uitgangspuntenrapport van de bestaande fundaties
- 2.2 Globale specificatie van benodigde fundatieversterkingen ten behoeve van aanbesteding
- 2.3 Toetsing conform het uitgangspuntenrapport van de bestaande masten
- 2.4 Globale specificatie van benodigde mastversterkingen ten behoeve van aanbesteding
- 2.5 E-studie deel 2

### 1.2 Doel van dit rapport

In dit rapport wordt voor de hoogspanningslijn Ens - Zwolle de controle van de mastconstructie van masttype HC-3/R gerapporteerd. Het doel is om te bepalen of de in dit rapport beschreven bestaande mast geschikt is om te worden uitgerust met de nieuwe ACCC-Warsaw geleider waarmee een hogere capaciteit kan worden gerealiseerd.

Nadat de wijzigingen zijn toegepast dient aantoonbaar geverifieerd te worden dat het systeem voldoet aan de vigerende eisen.

In de definitief-ontwerpfase zijn ten behoeve van de contractvorming Engelstalige rapporten geleverd. Het voorliggende rapport is bedoeld voor vergunningsaanvraag en is inhoudelijk ongewijzigd ten opzichte van de Engelse versie. Om deze reden zijn de bijlagen in dit rapport één op één overgenomen uit de Engelse versie. Hierdoor wijkt het revisienummer van de bijlagen af van het revisienummer van de rapportage.

## 1.3 Gerelateerde documenten

### 1.3.1 Verificatie & validatieplan

De door TenneT aangeleverde set met eisen is beoordeeld op relevantie en voor de relevante eisen is aangegeven in welk document wordt aangetoond dat er aan de eis wordt voldaan. De resultaten hiervan zijn opgenomen in het rapport "Verificatie & Validatieplan 380 kV verbinding Ens - Zwolle".

### 1.3.2 E-studie deel 1

In de rapportage "ENS-ZL380 - E-studie deel 1" [1] is bepaald welke aanpassingen benodigd zijn om de ACCC-Warsaw geleider toe te passen binnen de verbinding Ens – Zwolle.

Uit de E-studie volgen de volgende zaken voor de constructie van masttype HC-3/R:

- Mast 10: Het toepassen van een verticale 'post isolator' op de binnenste fase en twee verticale 'post isolators' zijn benodigd voor de traverse aan de buitenzijde van de hoeklijn.
- Mast 34: Het toepassen van een verticale 'post isolator' op de binnenste en de buitenste fase van de onder traverse. De 'post isolators' zijn benodigd voor de traverse aan de buitenzijde van de hoeklijn.

### 1.3.3 Uitgangspuntendocument

De uitgangspunten op basis waarvan de berekeningen in deze rapportage zijn uitgevoerd zijn opgenomen in het rapport "Uitgangspuntenrapport 380kV verbinding Ens - Zwolle" [2].

## 2 EISEN

In onderstaande Tabel 1 zijn de eisen opgenomen die binnen deze rapportage worden getoetst.

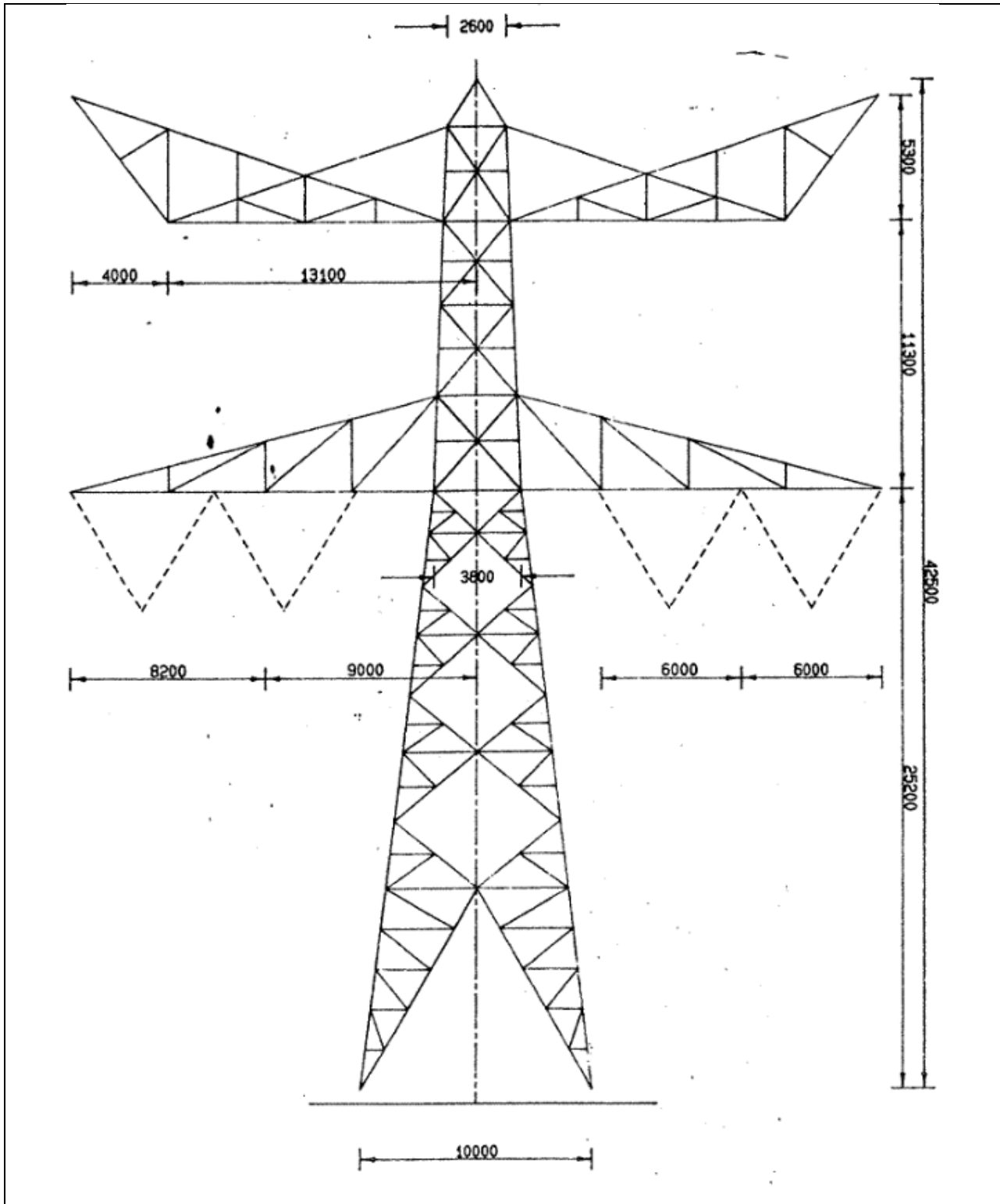
**Tabel 1 Relevante eisen**

Req. Id	Title	Req. text	Verification
BO Eis: H2.7-6	Omgeving, beperkingsf actoren	Het ontwerp dient geverifieerd te worden op de uitvoerbaarheid.	Tabel 5
PVE.05.001 5.14	Masten	Aanwijzingen t.a.v. klimvoorziening en valbeveiliging: Huidige klimweg blijft gehandhaafd en zal voldoen aan de eisen zoals opgenomen in de NEN 1060:1987. Valbeveiliging is/zal worden uitgevoerd in het type "latch way".  Indien staaldelen in de nabijheid (aangrenzend profiel) van de klimweg gewijzigd worden, dient geverifieerd te worden dat de klimvoorziening in overeenstemming is met de NEN 1060:1987.	Tabel 5

### 3 BEREKENINGEN

#### 3.1 Mastbeeld

Het mastbeeld op basis van de Asset-data is weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1 Mastbeeld HC-3/R

## 3.2 Mastenlijst

In deze rapportage wordt masttype HC-3/R getoetst. Eén HC-3/R mast valt binnen windgebied II en twee masten vallen onder windgebied III. De berekening is uitgevoerd voor windgebied II en windgebied III. De wind en weight span van de verschillende masten zijn in Tabel 2 weergegeven. De maatgevende mastnummers 10 (windgebied II) en 34 (windgebied III) zijn aangegeven. Bij zowel de masten in windgebied II als III is rekening gehouden met verhoogde windbelasting als gevolg van een hogere aangrenzende mast (hoger is een negatieve waarde).

Mastnummer 10 wijkt af van mast 30 en 34 vanuit een structureel oogpunt. Mast 10 heeft een verzwaard bovenstuk van de boventraverse, dit is gerelateerd aan de nabijheid van de S+30 masten die zorgen voor opwaartse krachten.

**Tabel 2 Mastnummers**

Tower number	Tower type	Governing tower number	Wind span (m)	Weight span (m)	Height difference back (m)	Height difference ahead (m)
10	HC-3_R II	10	234	-38	3.1	40.4
30	HC-3_R	34	327	340	-1.6	0.2
34	HC-3_R	34	403	378	2.6	3.5

## 3.3 Uitgangspunten berekening

De berekening is uitgevoerd op basis van de uitgangspunten zoals opgenomen in het uitgangspuntenrapport [3]. Hierin is een volledig overzicht opgenomen van de belastingcombinaties en toegepaste belastingfactoren

**Tabel 1 Uitgangspunten berekening**

Algemeen	Norm	NEN-EN50341-2-15:2019
	Windgebied	II/III
	Terreincategorie	II (onbebouwde omgeving)
	Reductiefactor cdir	1,00
Situatie initieel	Gevolgklasse	CC2-0
	Betrouwbaarheidsniveau	Afkeur CC2-0
	Referentieperiode	30 jaar
Situatie na aanpassingen	Gevolgklasse	CC2
	Betrouwbaarheidsniveau	Verbouw
	Referentieperiode	50 jaar

## 3.4 Proces stappen

Het proces van het bepalen van eventueel benodigde verzwaringen bestaat uit de volgende stappen:

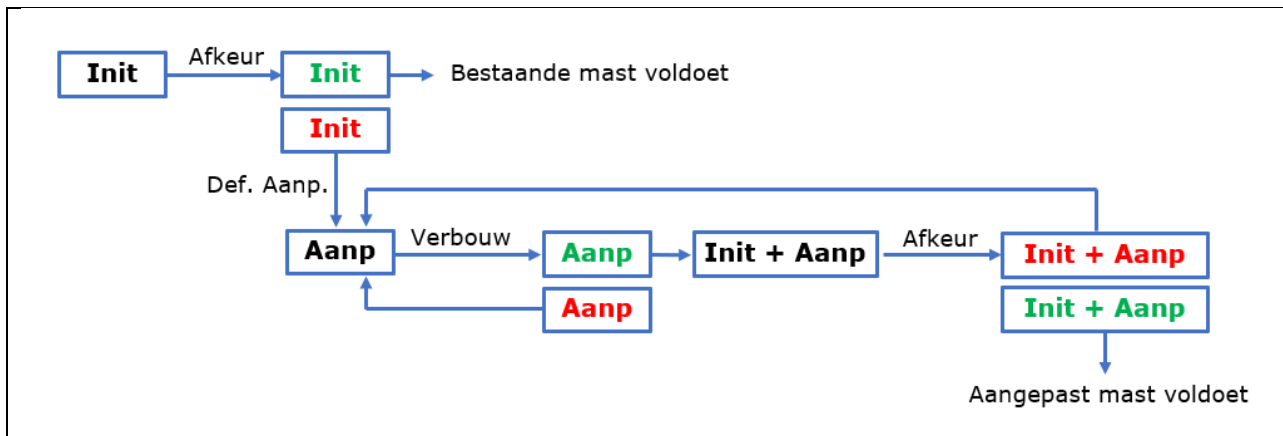
Stap 1: Toets bestaande (Init) mast op Afkeur;

Stap 2: Definiëren benodigde aanpassingen indien initiële mast niet voldoet aan toets op Afkeur (Def. Aanp.);

Stap 3: Het toetsen van (alleen) de uitgewerkte aanpassingen (Aanp) op Verbouw;

Stap 4: Het opnieuw toetsen van de complete mast inclusief aanpassingen (Initi + Aanp) op Afkeur;

Het hierboven omschreven proces is in Figuur 2 weergegeven.



Figuur 2 Proces diagram

### 3.5 Geleiderbelastingen

De berekening is uitgevoerd met het geleiderbelastingprogramma van DNV. In Appendix A zijn de resultaten van de geleiderbelastingen samengevat.

### 3.6 Reacties op de fundering

De oplegreacties op de fundering worden ontleend aan de uitvoer van het geleiderbelastingprogramma, zie ook Appendix A.

### 3.7 Modelling

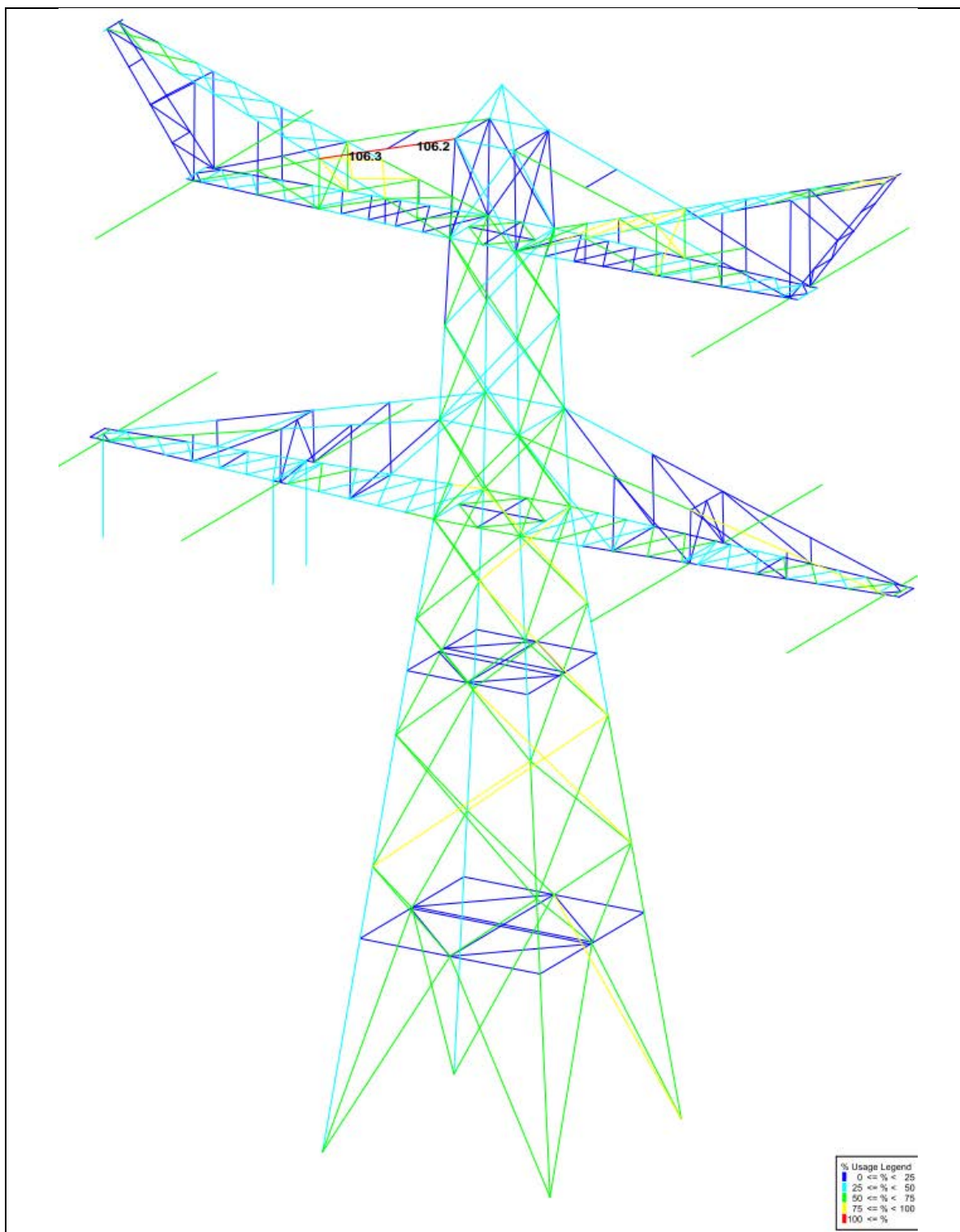
Op basis van de as-built tekeningen is de mast in PLS-TOWER ingevoerd. De hoofdelementen zijn gemodelleerd. Niet-dragende profielen als knikverkorters zijn weggelaten en worden separaat getoetst. De profielen inclusief de boutverbindingen zijn in PLS-TOWER ingevoerd en getoetst. Controle van de schetsplaten en andere detailverbindingen valt buiten de scope.

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

Diagonalen in voor- en achtervlak respectievelijk de twee zijvlakken zijn samengenomen in een groep en de toetsing wordt per staafgroep uitgevoerd. Ingeval dat een element uit een groep is overbelast, geldt dit voor alle elementen uit de betreffende groep.

## 4 TOETSING MASTCONSTRUCTIE

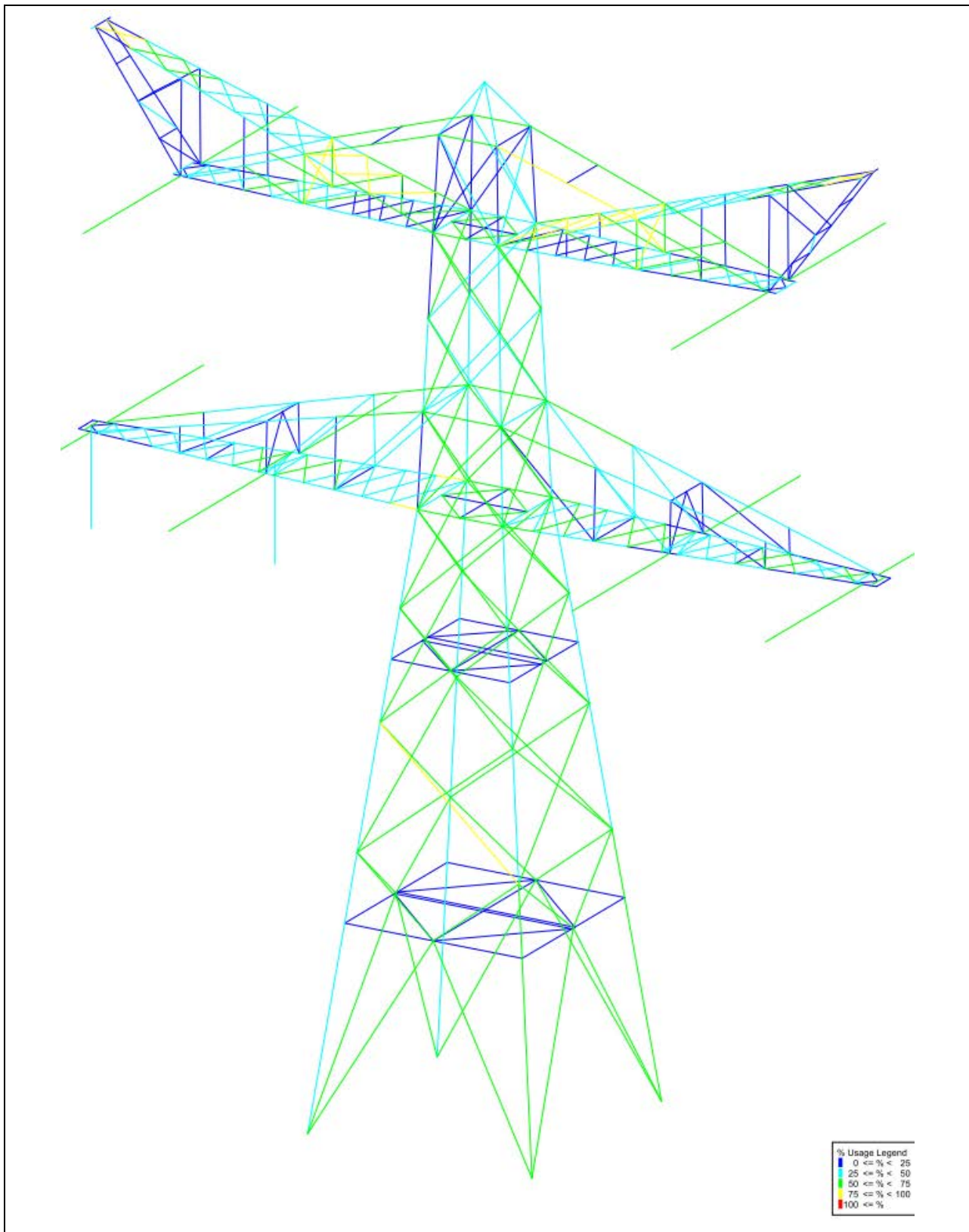
Het resultaat van de controle van de mastconstructie type HC-3/R met belastingen op afkeurniveau is weergegeven in Figuur 3 en Figuur 4. Ondanks de verzwaringen in de boventraverse heeft de nabijheid van de hogere mast 11 ten opzichte van mast 10 gevolgen voor de drukkracht welke de knikcapaciteit overschrijdt.



Figuur 3 Resultaat PLS-TOWER HC-3/R II (10)



Mast 30 en 34 geven geen overbelastingen weer.



**Figuur 4 Resultaat PLS-TOWER HC-3/R (34)**

De resultaten van de controles van profielen, knikverkorters en ankers randstijl zijn opgenomen in Tabel 2.

Sommige profielen in PLS-TOWER zijn berekend aan de hand van een conservatieve wijze met betrekking tot de breek capaciteit, daarom heeft DNV de trek capaciteit overschreven van deze profielen (Groep 424) aan de hand van handberekeningen. Deze berekeningen zijn te vinden in Appendix D.

Sommige knikverkorters falen door knik vanwege een overschrijding van het 1% criterium van de druk kracht weerstand van het hoofdprofiel. Daarom moeten deze profielen vervangen worden.

**Tabel 2 Samenvatting controle**

Controle van	Beoordeling		Referentie
Profielen mast 10		Voldoen niet	Figuur 3 Appendix B
Profielen mast 34	Voldoen		Figuur 4 Appendix B
Knikverkorters		Voldoen niet	Appendix C
Blokdeuvels	Voldoen		Appendix D

## 5 AANPASSINGEN

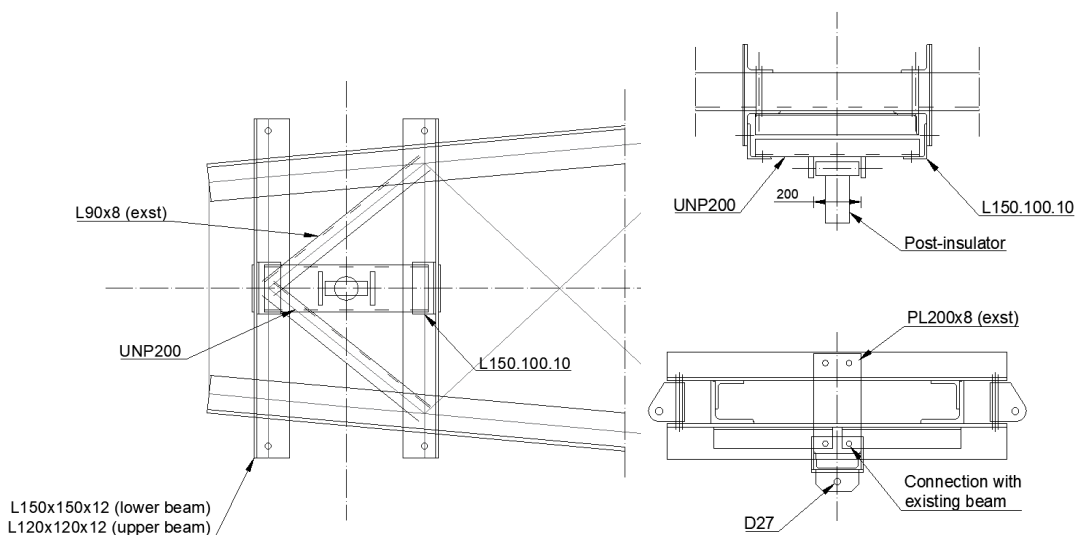
### 5.1 Inleiding

Een versterkingsvoorstel om de mast aan afkeurniveau te laten voldoen is uitgewerkt. Dit voorstel bevat de volgende maatregelen:

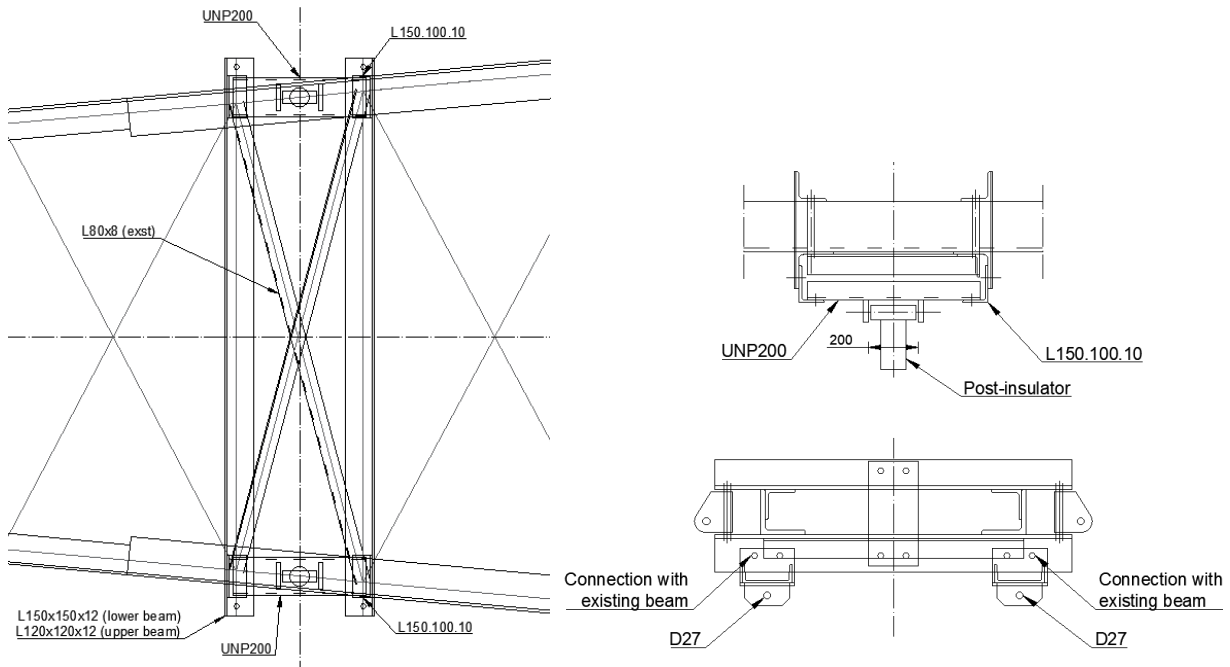
- Plaatsen van de post-isolator
- Vervangen van verschillende knikverkorters in de onderbeensectie (voor beide HC-3/R masten)
- Toevoegen van horizontale schoren in de bovenzijde van de boventraverse (enkel voor mastnummer 10)

### 5.2 Aanpassingen

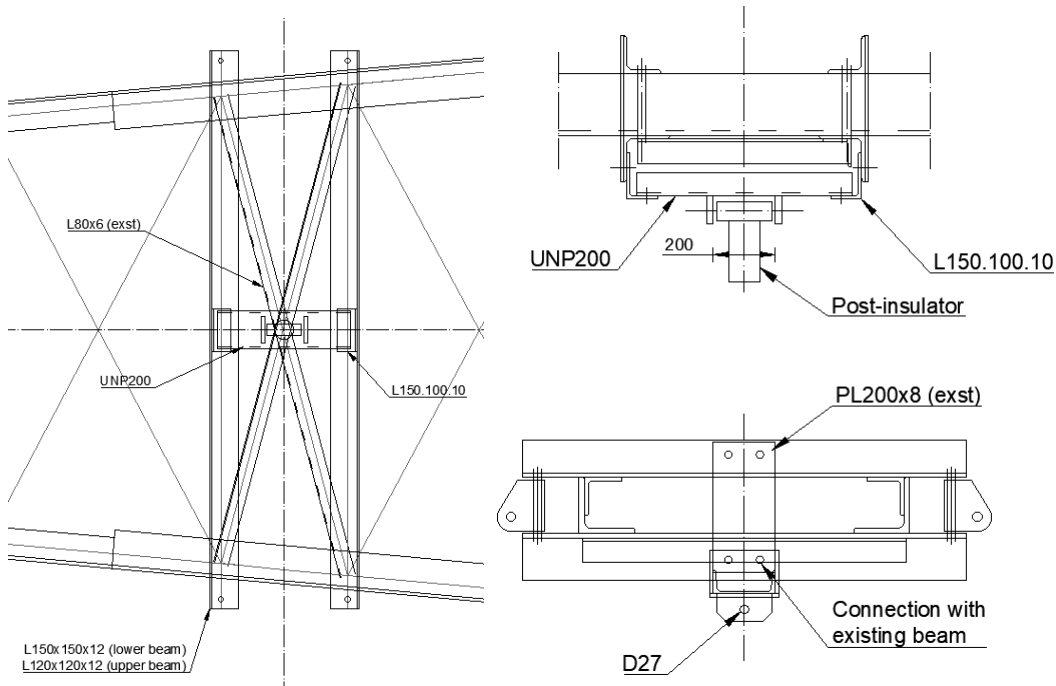
Zoals besproken in de resultaten in Appendix B dienen de eerder in dit hoofdstuk beschreven wijzigingen worden toegepast. DNV heeft een voorstel verbinding aangeleverd voor de 'post-isolators'. Zie figuur 5,6 en 7.



**Figuur 5** Verbinding van de post-isolator aan het einde van de traverse. (Mast 10 & 34)

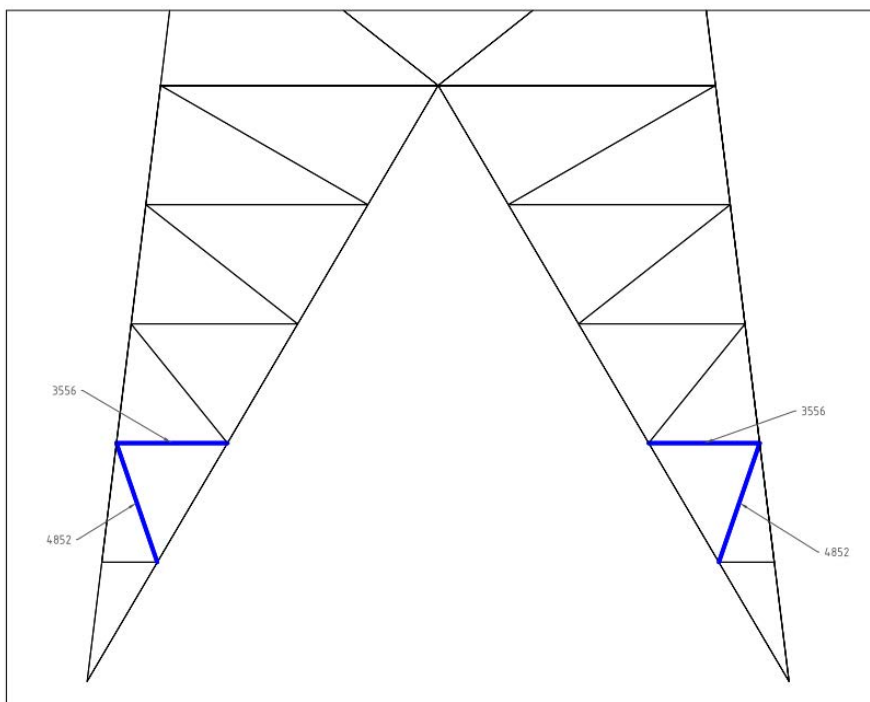


**Figuur 6** Verbinding van de post-insulator in het midden van de traverse. (Mast 10)



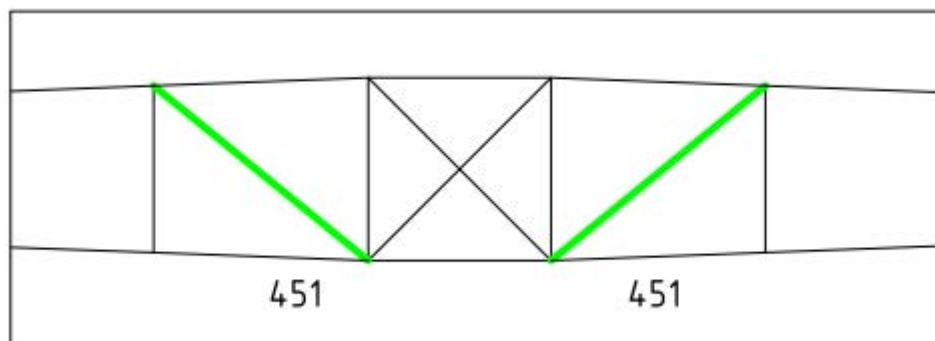
**Figuur 7** Verbinding van de post-insulator in het midden van de traverse (mast 34)

Knikverkorters welke in figuur 8 te vinden zijn moeten vervangen worden.



**Figuur 8** Vooraanzicht- Onderstuk

Een extra horizontale verzwaring om de knikratio's van de profielen van groep 434 te verminderen, (alleen voor mast 10)



**Figuur 9** Bovenaanzicht- bovenzijde van de boventraverse HC-3/R (10)

Voor informatie met betrekking tot profielmaten en boutmaten zie de tekening in Appendix E. de maten zijn afgebeeld in Tabel 3 en Tabel 4. Extra gewichten voor de bouten en platen in de verstevigde verbindingen zijn niet meegenomen.

**Tabel 3** Gewichten HC-3/R II (10) van toegevoegde knikverkorters en uitgewisselde profielen

Group Label	Profile ini.	Material ini.	Bolts ini.	Profile new	Material new	Bolts new	Mitigation	Number	Length (m)	Weight (kg)
451				L90.9	S355	1M16-8.8t	Profile added	2	3.95	96.4
Pos 4852	L50.7	S235	1M16-8.8t	L60.6	S355	1M16-8.8t	Profile exchanged	8	1.82	80.6
Pos 3556	L50.5	S235	1M16-8.8t	L50.5	S355	1M16-8.8t	Profile exchanged	8	1.44	44.3
									33.98	221.3

**Tabel 4 Gewichten HC-3/R (34) van de toegevoegde knikverkorters en uitgewisselde profielen.**

Group Label	Profile ini.	Material ini.	Bolts ini.	Profile new	Material new	Bolts new	Mitigation	Number	Length (m)	Weight (kg)
Pos 4852	L50.7	S235	1M16-8.8t	L60.6	S355	1M16-8.8t	Profile exchanged	8	1.82	80.6
Pos 3556	L50.5	S235	1M16-8.8t	L50.5	S355	1M16-8.8t	Profile exchanged	8	1.44	44.3
									26.08	124.9

## 5.3 Eisenverificatie

De verificatie van de van toepassing zijnde eisen is uitgevoerd in onderstaande Tabel 5.

**Tabel 5 Verificatie eisen**

Eis id	Eis Tekst	Ja	Nee	N.v.t.	toelichting
BO Eis: H2.7-6	Aanpassingen uitvoerbaar?	X			De toe te voegen staalonderdelen zijn met geboute verbindingen te bevestigen. Dit is een bewezen methode.
PVE.05.001 5.14	Staaldelen in nabijheid van klimweg gewijzigd?			X	De wijzigingen in de nabijheid van de klimweg (knikverkorters) zijn in te passen zonder negatieve invloed op de begaanbaarheid.
	klimvoorziening nog in overeenstemming is met de NEN 1060:1987?			X	Geen wijzigingen



## 6 REFERENTIES

- [1] „002.515.40 0825824 - 21-0462 - Verificatie & validatieplan 380kV verbinding Ens - Zwolle”.
- [2] „002.515.40 0825812 - 20-1465 - E-studie deel 1 380kV verbinding Ens - Zwolle”.
- [3] „002.515.40 0825820 - 20-1245 - Uitgangspuntenrapport 380kV verbinding Ens - Zwolle”.



## **APPENDIX A**

### **Geleiderbelastingen**

---



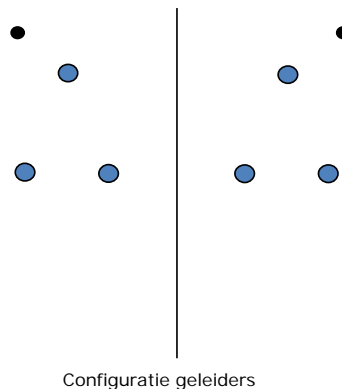


Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 10

Conductor loads Auteur: TBR  
Versie: v11.6

General  
 Description HC-3\_R  
 Tower type Hoekmast  
 Number of circuits 2  
 Configuration 2-circuit-donau  
 Number of earth wires 2

Starting points  
 Norm NEN-EN50341-2-15:2019  
 Consequence class CC2-0  
 Reliability level initial Afkeur CC2-0  
 Reference period initial 30 jaar  
 Consequence class modified CC2  
 Reliability level modified Verbouw  
 Reference period modified 50 jaar  
 Wind zone II  
 Terrain category 25.0 m/s  
 Reduction factor  $c_{dir}$  II  
 Ice region phase conductor 1.00  
 Ice region earth conductor B



Configuratie geleiders

Conductors back

Description	Voltage	Conductor Back	Bundle Ba	Ice region	Additional weight	Additional diameter	Catenary $P_{back}$
Circuit 1	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	1760
Circuit 2	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	1760
Bliksemdraad 1		OPGW 226	1	B	3 %	3 %	2100
Bliksemdraad 2		OPGW 226	1	B	3 %	3 %	2100

Conductors ahead

Description	Voltage	Conductor Ahead	Bundle Ah	Ice region	Additional weight	Additional diameter	Catenary $P_{ahead}$
Circuit 1	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	1760
Circuit 2	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	1760
Bliksemdraad 1		OPGW 226	1	B	3 %	3 %	2100
Bliksemdraad 2		OPGW 226	1	B	3 %	3 %	2100

Insulators (1)

Description	Suspension	Weight [kN]	Length [m]	Wind area [m <sup>2</sup> ]
Circuit 1	Afspanketting	2.00	4.50	1.00
Circuit 2	Afspanketting	2.00	4.50	1.00
Bliksemdraad 1	Vast (Bliksemdraad)	0.10	0.30	0.10
Bliksemdraad 2	Vast (Bliksemdraad)	0.10	0.30	0.10

1. Properties apply to the entire isolator set

Suspension height and position in mast

Circuits	Designation	Number	Suspension height	Attach point	Position in tower Horizontal distance
Circuit 1	10	380ct1f1	25.2 m	25.2 m	-17.2 m
Circuit 1	11	380ct1f2	25.2 m	25.2 m	-9.0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	36.5 m	36.5 m	-13.1 m
Circuit 2	21	380ct2f1	25.2 m	25.2 m	17.2 m
Circuit 2	20	380ct2f2	25.2 m	25.2 m	9.0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	36.5 m	36.5 m	13.1 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	41.5 m	41.8 m	-17.1 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	41.5 m	41.8 m	17.1 m

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 10

Height adjustment adjacent masts	(wind and weight span adjustment)		
	Back	Ahead	
Height increase for wind pressure	0.0 m	0.0 m	(positive: higher)
Height decrease for vertical load	0.0 m	0.0 m	(negative: decrease, more weight span)
Decrease: Niet in 0,9EG-combinaties			

Height difference adjacent tower and change of direction with respect to Line direction

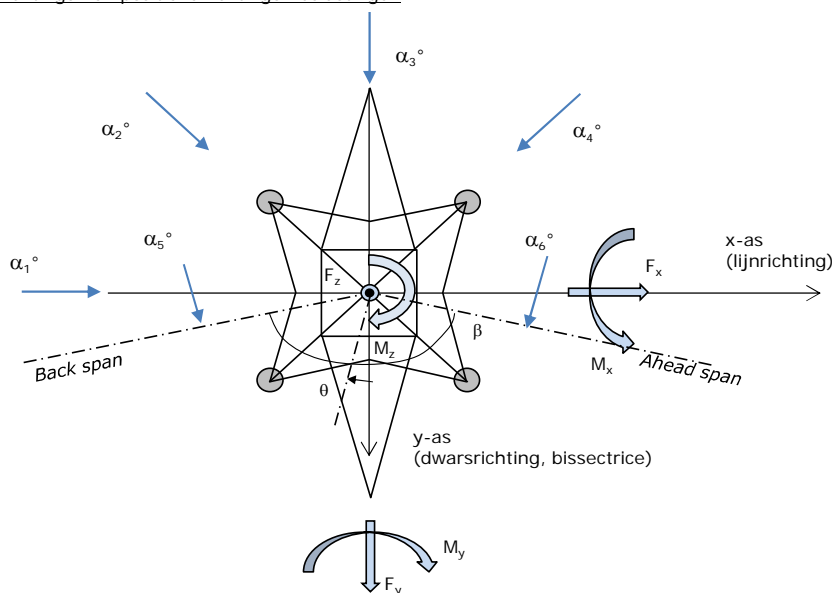
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h_{back}$	$\Delta h_{ahead}$	$\Delta y_{back}$	$\Delta y_{ahead}$
Circuit 1	10	380ct1f1	3.1	40.4 m	0.0	0.0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	3.1	40.4 m	0.0	0.0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	3.1	40.4 m	0.0	0.0 m
Circuit 2	21	380ct2f1	3.1	40.4 m	0.0	0.0 m
Circuit 2	20	380ct2f2	3.1	40.4 m	0.0	0.0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	3.1	40.4 m	0.0	0.0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	3.1	40.4 m	0.0	0.0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	3.1	40.4 m	0.0	0.0 m

Line and tower data

	Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3/\Sigma L)}$	200.0	264.7 m
Line angle $\beta$	400.3	471.4 m
Tower orientation with respect to bis: $\theta$	121.5 °	
Section length	0 °	
Height bottom of tower to ground level	1455	1707 m
Wind directions considered $\alpha_1$	0.5 m	
Wind directions according to: $\alpha_2$	0 °	
<i>Geleiderbelastingen</i> $\alpha_3$	45 °	
$\alpha_4$	90 °	
$\alpha_5$	135 °	
$\alpha_6$	60.75 °	
	119.25 °	

Wind directions apply to the main direction of mast construction, not to the bisector.

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



Considered number of wind directions

1a	6
3	6
4	1
6	1
Overig	1

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 10

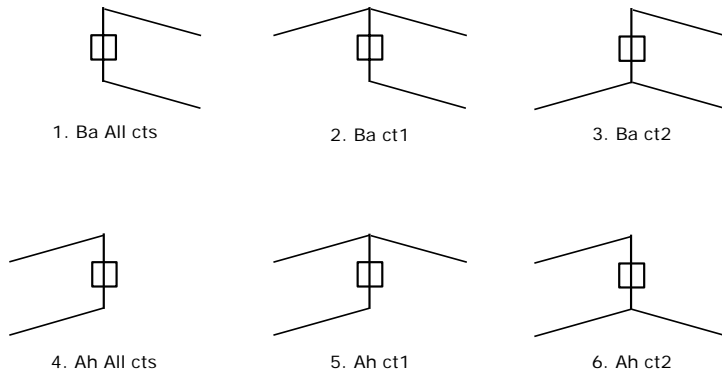
Absence of conductors

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	380ct1f1	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f2	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f3	1	0	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f1	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f2	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f3	0	1	1	0	1	0
Bliksemdraad 1	bl1	1	0	1	0	1	0
Bliksemdraad 2	bl2	0	1	1	0	1	0

Load situations SPLS

Considered situations SPLS: 1 up to 6, All possible situations

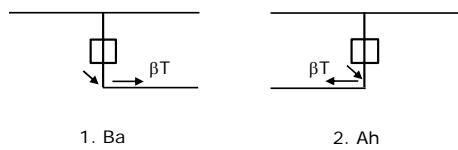
Principle of load situations:



Load situation 5a. Conductor failure

Considered situations conductor failure 5a: 1 and 2, all possible situations

Principle of load situations:



Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 10

Load situations LC6. Construction and maintenance

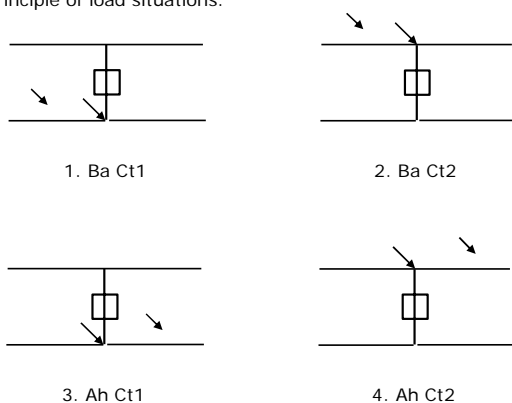
Under 6a, the load due to the presence of a line vehicle or line bicycle in combination with point load on the traverse is assessed. Combination 6b does not contain any loads in conductor or on traverse. This combination has been added to be able to combine with separate control platforms, etc. The situations are applied in ULS and in every SPLS situation (in case of angle tower).

3.0 kN                      2.0 kN  
 1.0 kN                      1.0 kN

Considered situations construction and maintenance 6a: 1 up to 4, all possible situations

Presence line vehicle: Circuit, load present in all conductors of a circuit

Principle of load situations:



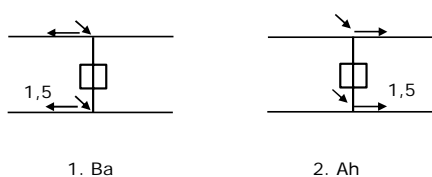
Load situations 8. Galloping as a static load

Conductor		
Suspension tower phase	0.866 W	1.5 W
Suspension tower earth	1.5 EDS	1.5 W
Strain tower phase and earth	1.5 EDS	1.5 W

Considered situations galloping 8: None (existing structure)

Belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders van het circuit.

Principle of load situations:



Load combination 8. Galloping as a dynamic load

Only applies to tension towers

Load consists of EDS tensile load in one of the conductors on one side of the tower

Can be converted by user to fatigue spectrum via the load spectrum of table 4.11 / NL.1

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 10

Tower structure

Properties

Tower type	Hoekmast	
Tower designation	HC-3_R	
Base plate w.r.t. ground level	0.5 m	
Tower height w.r.t. base plate	42.5 m	
Tower self weight	465.0 kN	
<i>Width and slope at foundation</i>		
Leg spread	x-ri. 10.00	y-ri. 10.00 m
Inclination of main leg	0.123	0.123 -
Horizontal force factor	1.3	1.3 -

Calculation Wind load

Dynamic factor $G_T$	1.00 ( <i>Masthoogte &lt; 60 m</i> )
Wind load diagonally to tower body proportional to:	$(A1C1\sin^2(\phi) + A2C2\cos^2(\phi))$
Wind load diagonally on traverse proportional to:	$(A1C1\sin^2(\phi) + A2C2\cos^2(\phi))$
Magnification factor diagonal wind to tower body	$(1 + 0,2\sin^2(2\phi))$
Magnification factor diagonal wind to cross arm	$(1 + 0,2\sin^2(2\phi))$
Magnification factor wind parallel to perpendicular to cross a	0.4

Properties mast sections longitudinal direction (front view, yz plane)

Description	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	11.36	10.00	7.21	11.36	0.123	97.72	15.94	0.16	3.10
Eerste tussenstuk	16.61	7.21	5.91	5.25	0.123	34.43	6.49	0.19	2.98
Tweede tussenstuk	25.20	5.91	3.80	8.59	0.123	41.72	11.42	0.27	2.63
Bovenstuk 1	33.00	3.80	3.19	7.80	0.039	27.25	6.74	0.25	2.73
Bovenstuk 2	40.50	3.19	2.60	7.50	0.039	21.71	5.36	0.25	2.74
Topstuk	42.50	2.60		2.00		2.60	0.40	0.15	3.14
Ondertraverse	25.20	15.30		4.00		30.60	6.65	0.22	2.86
Boventraverse	36.50	15.64		5.30		41.45	7.18	0.17	3.05

Properties tower sections transversal direction (side view, xz plane)

Description	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	11.36	10.00	7.21	11.36	0.123	97.72	15.94	0.16	3.10
Eerste tussenstuk	16.61	7.21	5.91	5.25	0.123	34.43	6.49	0.19	2.98
Tweede tussenstuk	25.20	5.91	3.80	8.59	0.123	41.72	11.42	0.27	2.63
Bovenstuk 1	33.00	3.80	3.19	7.80	0.039	27.25	6.74	0.25	2.73
Bovenstuk 2	40.50	3.19	2.60	7.50	0.039	21.71	5.36	0.25	2.74
Topstuk	42.50	2.60		2.00		2.60	0.40	0.15	3.14
Ondertraverse	25.20	15.30		4.00		30.60	6.65	0.22	2.86
Boventraverse	36.50	15.64		5.30		41.45	7.18	0.17	3.05

Note: Surface transverse direction is reduced in calculation.

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 10

Wind surface feeders telecom installations				
Part	A (m <sup>2</sup> /m)	Factor	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk				
Eerste tussenstuk				
Tweede tussenstuk				
Bovenstuk 1				
Bovenstuk 2				

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

Tower section loads longitudinal (x-direction) per wind direction

Description	p <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>x1</sub> [kN]	F <sub>x2</sub> [kN]	F <sub>x3</sub> [kN]	F <sub>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>y1</sub> [kNm]	M <sub>y2</sub> [kNm]	M <sub>y3</sub> [kNm]	M <sub>y4</sub> [kNm]
Broekstuk	0.73	36.1	30.6	0.0	-30.6	5.7	204.9	173.9	0.0	-173.9
Eerste tussenstuk	0.82	15.8	13.4	0.0	-13.4	14.0	221.3	187.8	0.0	-187.8
Tweede tussenstuk	0.93	27.9	23.6	0.0	-23.6	20.9	582.6	494.3	0.0	-494.3
Bovenstuk 1	1.03	18.9	16.0	0.0	-16.0	29.1	550.3	466.9	0.0	-466.9
Bovenstuk 2	1.09	16.0	13.6	0.0	-13.6	36.8	587.1	498.2	0.0	-498.2
Topstuk	1.13	1.4	1.2	0.0	-1.2	41.5	58.7	49.8	0.0	-49.8
Ondertraverse	0.99	37.8	22.4	0.0	-22.4	26.5	1002.4	595.4	0.0	-595.4
Boventraverse	1.10	48.3	28.7	0.0	-28.7	38.3	1848.0	1097.7	0.0	-1097.7
<b>Totaal</b>		<b>202.1</b>	<b>149.6</b>	<b>0.0</b>	<b>-149.6</b>		<b>5055.3</b>	<b>3564.0</b>	<b>0.0</b>	<b>-3564.0</b>

Tower section loads transversal (y-direction) per wind direction

Description	p <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>y1</sub> [kN]	F <sub>y2</sub> [kN]	F <sub>y3</sub> [kN]	F <sub>y4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>x1</sub> [kNm]	M <sub>x2</sub> [kNm]	M <sub>x3</sub> [kNm]	M <sub>x4</sub> [kNm]
Broekstuk	0.73	0.0	30.6	36.1	30.6	5.7	0.0	173.9	204.9	173.9
Eerste tussenstuk	0.82	0.0	13.4	15.8	13.4	14.0	0.0	187.8	221.3	187.8
Tweede tussenstuk	0.93	0.0	23.6	27.9	23.6	20.9	0.0	494.3	582.6	494.3
Bovenstuk 1	1.03	0.0	16.0	18.9	16.0	29.1	0.0	466.9	550.3	466.9
Bovenstuk 2	1.09	0.0	13.6	16.0	13.6	36.8	0.0	498.2	587.1	498.2
Topstuk	1.13	0.0	1.2	1.4	1.2	41.5	0.0	49.8	58.7	49.8
Ondertraverse	0.99	0.0	22.4	15.1	22.4	26.5	0.0	595.4	401.0	595.4
Boventraverse	1.10	0.0	28.7	19.3	28.7	38.3	0.0	1097.7	739.2	1097.7
<b>Total</b>		<b>0.0</b>	<b>149.6</b>	<b>150.5</b>	<b>149.6</b>		<b>0.0</b>	<b>3564.0</b>	<b>3345.1</b>	<b>3564.0</b>

Resulting loads from mast construction incl. Antenna without conductors level foundation (char. Value)

Load / wind direction	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	465	0	0	0
Windrichting 0°	202	0	0	0	5055	0
Windrichting 45°	150	150	0	3564	3564	0
Windrichting 90°	0	150	0	3345	0	0
Windrichting 135°	-150	150	0	3564	-3564	0

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 10

Intermediate results for conductor loads

Conductors back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	αT [-]
Circuit 1	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Circuit 2	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Bliksemdraad 1	OPGW 226	21.7	264.0	9.80	81000	2.30E-05
Bliksemdraad 2	OPGW 226	21.7	264.0	9.80	81000	2.30E-05

Conductors ahead

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	αT [-]
Circuit 1	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Circuit 2	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Bliksemdraad 1	OPGW 226	21.7	264.0	9.80	81000	2.30E-05
Bliksemdraad 2	OPGW 226	21.7	264.0	9.80	81000	2.30E-05

Vertical load back

Circuit	Bundle [-]	Additional [%]	w <sub>z,G</sub> [N/m]	Ice region	Formula	w <sub>z,ijs</sub> [N/m]	w <sub>z,ijs,bundel</sub> [N/m]
Circuit 1	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Circuit 2	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Bliksemdraad 1	1	3	10.1	B	4+0,2d	8.3	8.3
Bliksemdraad 2	1	3	10.1	B	4+0,2d	8.3	8.3

Vertical load ahead

Circuit	Bundle [-]	Additional [%]	w <sub>z,G</sub> [N/m]	Ice region	Formula	w <sub>z,ijs</sub> [N/m]	w <sub>z,ijs,bundel</sub> [N/m]
Circuit 1	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Circuit 2	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Bliksemdraad 1	1	3	10.1	B	4+0,2d	8.3	8.3
Bliksemdraad 2	1	3	10.1	B	4+0,2d	8.3	8.3

Insulators

Conductor	G <sub>isolator</sub> [kN]	Number	F <sub>v,iso</sub> [kN]	Length [m]	Wind surf. [m <sup>2</sup> ]	Wind height [m]	Pressure [kN/m <sup>2</sup> ]	Drag factor [-]	F <sub>h,iso</sub> [kN]
380ct1f1	2.00	1	2	4.5	1.0	25.70	0.99	1.2	1.18
380ct1f2	2.00	1	2	4.5	1.0	25.70	0.99	1.2	1.18
380ct1f3	2.00	1	2	4.5	1.0	37.00	1.09	1.2	1.31
380ct2f1	2.00	1	2	4.5	1.0	25.70	0.99	1.2	1.18
380ct2f2	2.00	1	2	4.5	1.0	25.70	0.99	1.2	1.18
380ct2f3	2.00	1	2	4.5	1.0	37.00	1.09	1.2	1.31
bl1	0.10	0.5	0.05	0.3	0.1	42.00	1.13	1.2	0.14
bl2	0.10	0.5	0.05	0.3	0.1	42.00	1.13	1.2	0.14



Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 10

Wind load back

Conductor	Height		G <sub>c,dwars</sub>	G <sub>c,trek</sub>	C <sub>c</sub>	d <sub>additional</sub>	w <sub>y</sub>	w <sub>y,section</sub>	D <sub>ijs,additional</sub>	W <sub>y,ijs</sub>	W <sub>y,ijs,section</sub>
	wind	Pressure									
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	25.4	0.98	0.61	0.53	1.10	28.53	56.2	48.7	47.4	101.8	88.1
380ct1f2	25.4	0.98	0.61	0.53	1.10	28.53	56.2	48.7	47.4	101.8	88.1
380ct1f3	36.7	1.09	0.64	0.55	1.07	28.53	63.8	55.2	47.4	118.7	102.7
380ct2f1	25.4	0.98	0.61	0.53	1.10	28.53	56.2	48.7	47.4	101.8	88.1
380ct2f2	25.4	0.98	0.61	0.53	1.10	28.53	56.2	48.7	47.4	101.8	88.1
380ct2f3	36.7	1.09	0.64	0.55	1.07	28.53	63.8	55.2	47.4	118.7	102.7
bl1	42.0	1.13	0.65	0.56	1.19	22.35	19.5	16.9	41.8	36.9	31.9
bl2	42.0	1.13	0.65	0.56	1.19	22.35	19.5	16.9	41.8	36.9	31.9

Wind load ahead

Conductor	Height		G <sub>c,dwars</sub>	G <sub>c,trek</sub>	C <sub>c</sub>	d <sub>additional</sub>	w <sub>y</sub>	w <sub>y,section</sub>	D <sub>ijs,additional</sub>	W <sub>y,ijs</sub>	W <sub>y,ijs,section</sub>
	wind	Pressure									
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	42.6	1.13	0.65	0.55	1.06	28.53	67.0	57.0	47.4	126.0	107.2
380ct1f2	42.6	1.13	0.65	0.55	1.06	28.53	67.0	57.0	47.4	126.0	107.2
380ct1f3	53.9	1.21	0.67	0.57	1.04	28.53	72.1	61.3	47.4	138.0	117.4
380ct2f1	42.6	1.13	0.65	0.55	1.06	28.53	67.0	57.0	47.4	126.0	107.2
380ct2f2	42.6	1.13	0.65	0.55	1.06	28.53	67.0	57.0	47.4	126.0	107.2
380ct2f3	53.9	1.21	0.67	0.57	1.04	28.53	72.1	61.3	47.4	138.0	117.4
bl1	59.4	1.24	0.68	0.58	1.17	22.35	21.9	18.6	41.8	42.2	35.8
bl2	59.4	1.24	0.68	0.58	1.17	22.35	21.9	18.6	41.8	42.2	35.8

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 10

Auteur: TBR  
 Versie: v11.6

Conductor loads

Starting points  
 Consequence class Afkeur CC2-0  
 Reference period 30 jaar

ULS (strength)		NEN-EN50341-2-15:2019						
Load case	description	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°	1.05	1.05	0.00	1.12	0.00	0.0
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk only tower	10°	0.90	1.05	0.00	1.12	0.00	0.0
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk conductors too	10°	0.90	0.90	0.00	1.12	0.00	0.0
ULS 3	Wind+ice	-5°	1.05	1.05	0.00	0.34	0.97	0.0
ULS 3_0,9	Wind+ice 0,9Gk	-5°	0.90	1.05	0.00	0.34	0.97	0.0
ULS 4	Cold+wind	-20°	1.05	1.05	0.00	0.22	0.00	0.0
ULS 4_0,9	Cold+wind 0,9Gk	-20°	0.90	1.05	0.00	0.22	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°	1.05	1.05	1.20	0.22	0.00	0.0
ULS 6_0,9	Construction + maintenance	5°	1.05	1.05	0.00	0.22	0.00	0.0
ULS 7	Permanent	10°	1.15	1.15	0.00	0.00	0.00	0.0
ULS 8	Special	10°	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.0
SPLS (strength, for angle towers: absence of conductors)				$\gamma_G$	$\gamma_Q$			
				$G_k$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$
SPLS 1a	Wind	10°	1.05	1.05	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0.90	1.05	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9	10°	0.90	1.05	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 3	Wind+ice	-5°	1.05	1.05	0.0	0.36	0.34	0.0
SPLS 3_0,9	Wind+ice 0,9	-5°	0.90	1.05	0.0	0.36	0.34	0.0
SPLS 4	Cold+wind	-20°	1.05	1.05	0.0	0.24	0.00	0.0
SPLS 4_0,9	Cold+wind 0,9	-20°	0.90	1.05	0.0	0.24	0.00	0.0
SPLS 6	Maintenance	5°	1.05	1.05	1.2	0.24	0.0	0.0
SPLS 6_0,9	Maintenance	5°	1.05	1.05	0.0	0.24	0.0	0.0
SLS (deformations, fatigue, EDS)				$G_k$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$
SLS 1a	Wind	10°	1.00	1.00	0.0	0.94	0.0	0.0
SLS 3	Wind+ice	-5°	1.00	1.00	0.0	0.28	0.88	0.0
SLS 4	Wind	-20°	1.00	1.00	0.0	0.19	0.0	0.0
SLS 6	Maintenance	5°	1.00	1.00	0.0	0.19	0.0	0.0
SLS 7	EDS, no wind	10°	1.00	1.00	0.0	0.00	0.0	0.0

Number of wind directions 6  
 Number of load combinations for ULS 54  
 Number of load combinations for SPLS 222  
 Number of load combinations for SLS 15  
 Number of concentrated loads 5529

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 10

Summary table - Conductor loads

The four tables below show:

- The maximum conductor load in the global axis system, split into proportion of back and ahead span
- The combined conductor load (Ba+Ah) in the global axis system with the maximum tensile force in the local axes. Components Fx and Fy as absolute values
- The everyday (EDS) values of the combined conductor loads (Ba+Ah) with corresponding tensile forces
- Check for uplift, where a negative value indicates uplift

Note: Maximum values for Fx, Fy and Fz do not necessarily belong to the same load combination.

Maximum values for back and ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-34.1	35.0	20.3	23.0	2.9	1.3
380ct1f1	-117.5	120.9	70.2	74.6	8.2	3.3
380ct1f2	-117.5	120.9	70.2	74.6	8.2	3.3
380ct1f3	-119.4	122.5	71.9	77.5	8.2	3.3
380ct2f1	-117.5	120.9	70.2	74.6	8.2	3.3
380ct2f2	-117.5	120.9	70.2	74.6	8.2	3.3
380ct2f3	-119.4	122.5	71.9	77.5	8.2	3.3
bl2	-34.1	35.0	20.3	23.0	2.9	1.3
Post 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Post 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Post 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Min. Weight span (m)

Geleider	Weight span Combinatie1		
	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	-357.0	-188.3	-120.8
380ct1f1	-185.7	-96.7	-63.6
380ct1f2	-185.7	-96.7	-63.6
380ct1f3	-200.7	-97.4	-63.6
380ct2f1	-185.7	-96.7	-63.6
380ct2f2	-185.7	-96.7	-63.6
380ct2f3	-200.7	-97.4	-63.6
bl2	-357.0	-188.3	-120.8
Post 1			
Post 2			
Post 3			

Max. Weight span (m)

Geleider	Weight span Combinatie1	
	ULS 1a	ULS 3
bl1	-140.6	-96.3
380ct1f1	-72.9	-56.6
380ct1f2	-72.9	-56.6
380ct1f3	-75.3	-56.9
380ct2f1	-72.9	-56.6
380ct2f2	-72.9	-56.6
380ct2f3	-75.3	-56.9
bl2	-140.6	-96.3
Post 1		
Post 2		
Post 3		

Envelop of weight span over all combinations (incl. 0,9 combinations)

For all conductors	Wind / Weight span ratio
Max. weight span	-56.6 m -0.244 -
Min. weight span	-479.6 m -2.064 -

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 10

Maximum values back + ahead span                      Maximum tension in conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	34.1	39.7	2.9	-39.3	41.2
380ct1f1	103.9	139.1	8.2	-136.8	142.0
380ct1f2	103.9	139.1	8.2	-136.8	142.0
380ct1f3	106.5	141.1	8.2	-139.3	144.1
380ct2f1	103.9	139.1	8.2	-136.8	142.0
380ct2f2	103.9	139.1	8.2	-136.8	142.0
380ct2f3	106.5	141.1	8.2	-139.3	144.1
bl2	34.1	39.7	2.9	-39.3	41.2
Post 1	2.6	2.6	4.0	0.0	
Post 2	2.6	2.6	4.0	0.0	
Post 3	2.6	2.6	4.0	0.0	

EDS-loads conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	18.5	10.4	0.7	-21.2	21.2
380ct1f1	71.1	39.8	5.3	-81.5	81.5
380ct1f2	71.1	39.8	5.3	-81.5	81.5
380ct1f3	71.1	39.8	5.3	-81.5	81.5
380ct2f1	71.1	39.8	5.3	-81.5	81.5
380ct2f2	71.1	39.8	5.3	-81.5	81.5
380ct2f3	71.1	39.8	5.3	-81.5	81.5
bl2	18.5	10.4	0.7	-21.2	21.2
Post 1	0.0	0.0	3.5	0.0	
Post 2	0.0	0.0	3.5	0.0	
Post 3	0.0	0.0	3.5	0.0	

1 Control uplift SLS-wind

Combinatie	Geleider	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4	bl1	0.0	-2.5
	380ct1f1	0.0	-5.6
	380ct1f2	0.0	-5.6
	380ct1f3	0.0	-5.7
	380ct2f1	0.0	-5.6
	380ct2f2	0.0	-5.6
	380ct2f3	0.0	-5.7
	bl2	0.0	-2.5
	Post 1	0.0	
	Post 2	0.0	
Post 3	0.0		

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 10

ULS foundation loads for LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, from conductors

Combination	Combination	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]
ULS 1a_90		37	819	-19	24593	1108	0
ULS 1a_0,9_0		30	559	10	16673	865	-96
ULS 1a_0,9_0,9_90		38	777	-28	23364	1138	0
ULS 3_0		19	833	7	24907	558	-29
SLS 7		0	519	15	15442	0	0

ULS foundation loads, LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, total conductors and tower

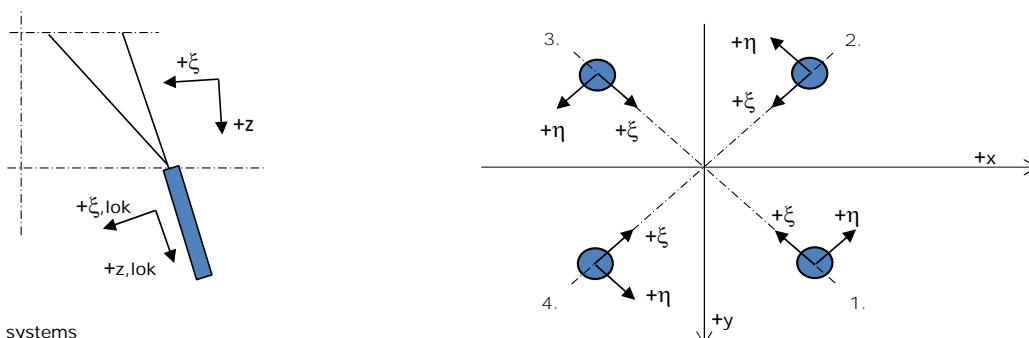
Combination	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
ULS 1a_90	37	988	469	28353	1108	0
ULS 1a_0,9_0,9_90	38	946	391	27124	1138	0
SLS 7	0	519	480	15442	0	0

Foundation loads, selection of load combinations based on greatest value

Combination	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]
ULS 3_0,9_119.25	27	974	412	28811	1103	14
SPLS 3_119.25 Ba All Cts	657	476	452	13808	20057	15
SPLS 3_119.25 Ah Ct1	-288	610	515	17307	-8359	4664
SPLS 3_0,9_119.25 Ba All Cts	657	476	380	13827	20057	15

Note: Largest values can appear in multiple combinations, one combination is displayed.

Support reactions per leg



Axis systems

Maximum compression load

Index	Combination	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_119.25 Ba All Cts	293	297	1806	-3	-417	-103	1833
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts	124	-104	682	-14	-161	-42	692
3	SPLS 3_135 Ah All Cts	-95	-77	532	13	-121	-29	540
4	SPLS 3_60.75 Ah All Cts	-284	289	1754	3	-405	-100	1780

Maximum tension load

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_0,9_135 Ah All Cts	-52	-37	-273	-11	63	15	-277
2	SPLS 3_0,9_60.75 Ah All Cts	-243	248	-1498	-4	347	87	-1520
3	SPLS 3_0,9_119.25 Ba All Cts	259	265	-1599	4	370	92	-1623
4	SPLS 1a_0,9_0 Ba All Cts	85	-71	-459	10	111	31	-466

Maximum torsional load (positive)

Index	Combination	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_60.75 Ba Ct2	342	125	1408	153	-330	-85	1430
2	SPLS 3_0,9_119.25 Ah Ct1	-309	85	-1173	159	279	75	-1191
3	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	-71	182	-319	178	78	23	-323
4	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	-114	356	1412	171	-333	-87	1433

Maximum torsional load (negative)

Index	Combination	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_119.25 Ah Ct2	-21	222	625	-172	-142	-33	635
2	SPLS 3_60.75 Ba Ct1	65	173	-325	-168	76	19	-330
3	SPLS 3_0,9_60.75 Ba Ct1	312	92	-1220	-156	286	73	-1238
4	SPLS 3_0,9_119.25 Ah Ct2	-352	121	1444	-163	-335	-83	1466

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 10

Combination Ftensile+Fhor

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>n</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	-62	4	-184	-47	41	9	-187
2	SPLS 3_0,9_60.75 Ah Ct2	-113	321	-1331	-147	306	75	-1351
3	SPLS 3_0,9_119.25 Ba Ct2	123	335	-1392	150	324	81	-1413
4	SPLS 1a_0,9_0 Ba All Cts	85	-71	-459	10	111	31	-466

Permanent load

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>n</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 7	143	149	892	-4	-206	-51	905
2	SLS 7	-104	111	-652	-4	152	38	-662
3	SLS 7	104	111	-652	4	152	38	-662
4	SLS 7	-143	149	892	4	-206	-51	905

Envelope of load combinations for all of the legs

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>n</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
Max. pressure	SPLS 3_119.25 Ba All Cts	293	297	1806	-3	-417	-103	1833
Max. tension	SPLS 3_0,9_119.25 Ba All Cts	259	265	-1599	4	370	92	-1623
Max. pos. torsie	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	-71	182	-319	178	78	23	-323
Max. neg. torsie	SPLS 3_119.25 Ah Ct2	-21	222	625	-172	-142	-33	635
Comb. tension+torsie	SPLS 3_0,9_119.25 Ba Ct2	123	335	-1392	150	324	81	-1413

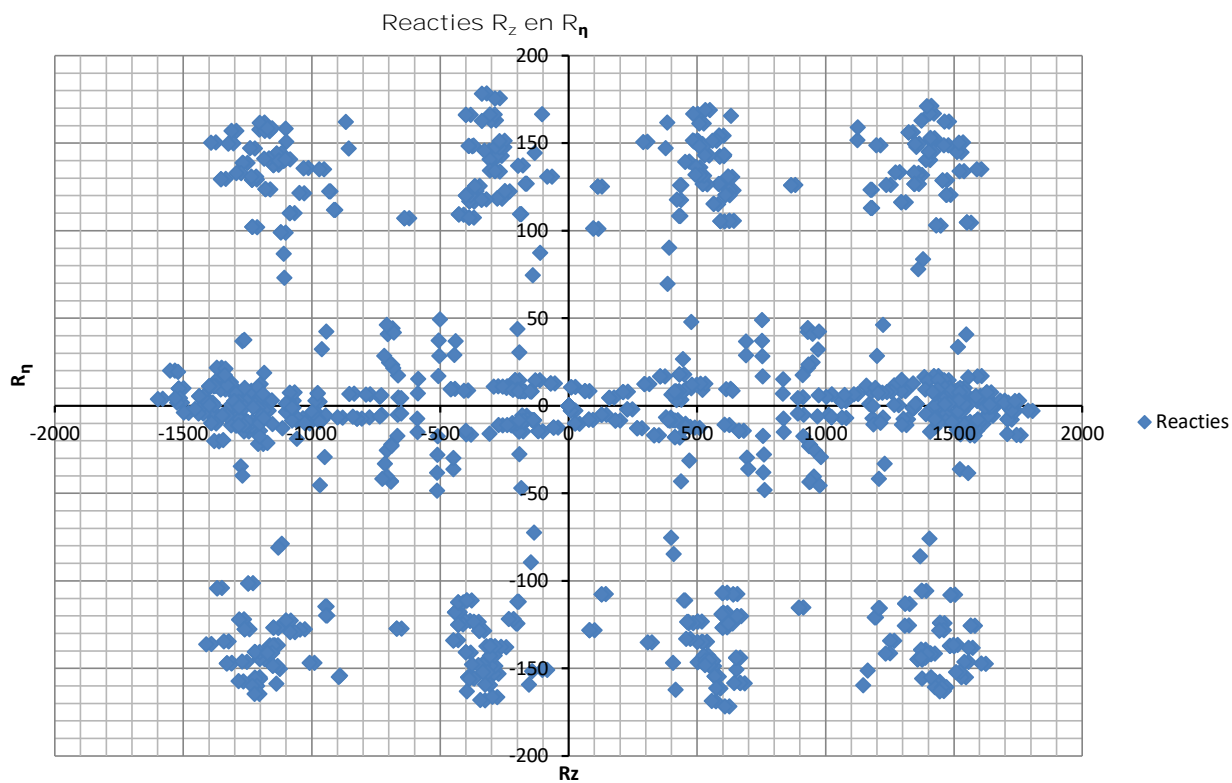
Maximum tension load - SLS

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>n</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 7	143	149	892	-4	-206	-51	905
2	SLS 3_90	-192	204	-1203	-9	281	71	-1221
3	SLS 3_90	198	210	-1235	9	288	73	-1254
4	SLS 1a_0	-94	106	639	9	-142	-31	648

Maximum compression load - SLS

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>n</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 3_90	235	247	1468	-9	-341	-85	1490
2	SLS 1a_0	-52	72	-400	-14	88	18	-406
3	SLS 7	104	111	-652	4	152	38	-662
4	SLS 3_90	-229	242	1435	9	-333	-83	1457

Project: ENS-ZL  
Tower: HC-3\_R  
Number: 10







Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 10

Summary table - Conductor loads

The four tables below show:

- The maximum conductor load in the global axis system, split into proportion of back and ahead span
- The combined conductor load (Ba+Ah) in the global axis system with the maximum tensile force in the local axes. Components Fx and Fy as absolute values
- The everyday (EDS) values of the combined conductor loads (Ba+Ah) with corresponding tensile forces
- Check for uplift, where a negative value indicates uplift

Note: Maximum values for Fx, Fy and Fz do not necessarily belong to the same load combination.

Maximum values for back and ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-38.3	40.4	23.4	26.9	3.2	1.3
380ct1f1	-134.8	140.1	81.0	87.0	9.0	3.5
380ct1f2	-134.8	140.1	81.0	87.0	9.0	3.5
380ct1f3	-137.2	142.0	83.1	91.0	9.0	3.5
380ct2f1	-134.8	140.1	81.0	87.0	9.0	3.5
380ct2f2	-134.8	140.1	81.0	87.0	9.0	3.5
380ct2f3	-137.2	142.0	83.1	91.0	9.0	3.5
bl2	-38.3	40.4	23.4	26.9	3.2	1.3
Post 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Post 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Post 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Min. Weight span (m)

Geleider	Weight span Combinatie1		
	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	-376.5	-189.5	-120.8
380ct1f1	-197.4	-97.2	-63.6
380ct1f2	-197.4	-97.2	-63.6
380ct1f3	-213.6	-98.0	-63.6
380ct2f1	-197.4	-97.2	-63.6
380ct2f2	-197.4	-97.2	-63.6
380ct2f3	-213.6	-98.0	-63.6
bl2	-376.5	-189.5	-120.8
Post 1			
Post 2			
Post 3			

Max. Weight span (m)

Geleider	Weight span Combinatie1	
	ULS 1a	ULS 3
bl1	-138.0	-80.8
380ct1f1	-71.9	-48.4
380ct1f2	-71.9	-48.4
380ct1f3	-74.6	-48.8
380ct2f1	-71.9	-48.4
380ct2f2	-71.9	-48.4
380ct2f3	-74.6	-48.8
bl2	-138.0	-80.8
Post 1		
Post 2		
Post 3		

Envelop of weight span over all combinations (incl. 0,9 combinations)

For all conductors	Wind / Weight span ratio
Max. weight span	-48.4 m
Min. weight span	-585.9 m

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 10

Maximum values back + ahead span                      Maximum tension in conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	35.2	45.8	3.2	-44.8	47.6
380ct1f1	108.9	160.8	9.0	-157.2	164.7
380ct1f2	108.9	160.8	9.0	-157.2	164.7
380ct1f3	111.3	163.4	9.0	-160.3	167.4
380ct2f1	108.9	160.8	9.0	-157.2	164.7
380ct2f2	108.9	160.8	9.0	-157.2	164.7
380ct2f3	111.3	163.4	9.0	-160.3	167.4
bl2	35.2	45.8	3.2	-44.8	47.6
Post 1	3.3	3.3	4.6	0.0	
Post 2	3.3	3.3	4.6	0.0	
Post 3	3.3	3.3	4.6	0.0	

EDS-loads conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	18.5	10.4	0.7	-21.2	21.2
380ct1f1	71.1	39.8	5.3	-81.5	81.5
380ct1f2	71.1	39.8	5.3	-81.5	81.5
380ct1f3	71.1	39.8	5.3	-81.5	81.5
380ct2f1	71.1	39.8	5.3	-81.5	81.5
380ct2f2	71.1	39.8	5.3	-81.5	81.5
380ct2f3	71.1	39.8	5.3	-81.5	81.5
bl2	18.5	10.4	0.7	-21.2	21.2
Post 1	0.0	0.0	3.5	0.0	
Post 2	0.0	0.0	3.5	0.0	
Post 3	0.0	0.0	3.5	0.0	

1 Control uplift SLS-wind

Combinatie	Geleider	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4	bl1	0.0	-2.5
	380ct1f1	0.0	-5.7
	380ct1f2	0.0	-5.7
	380ct1f3	0.0	-5.7
	380ct2f1	0.0	-5.7
	380ct2f2	0.0	-5.7
	380ct2f3	0.0	-5.7
	bl2	0.0	-2.5
	Post 1	0.0	
	Post 2	0.0	
	Post 3	0.0	

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 10

ULS foundation loads for LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, from conductors

Combination	Combination	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]
ULS 1a_90		51	944	-28	28369	1509	0
ULS 1a_0,9_0		40	610	10	18208	1154	-119
ULS 1a_0,9_0,9_90		53	883	-43	26584	1568	0
ULS 3_0		29	956	10	28589	875	-36
SLS 7		0	519	15	15442	0	0

ULS foundation loads, LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, total conductors and tower

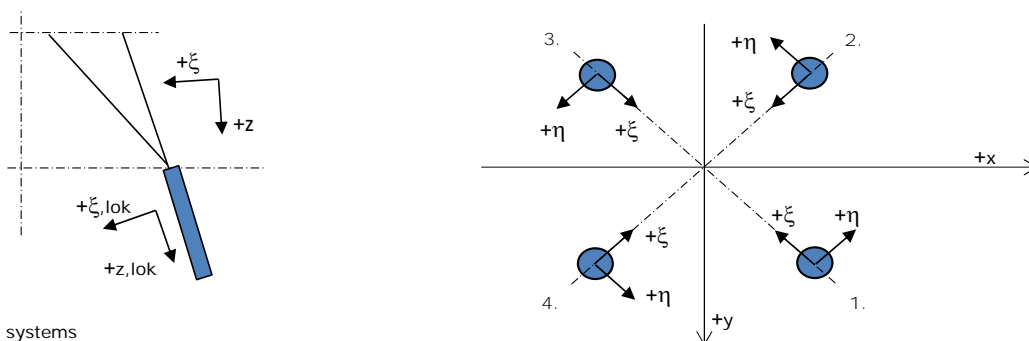
Combination	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
ULS 1a_90	51	1155	507	33052	1509	0
ULS 1a_0,9_0,9_90	53	1093	375	31267	1568	0
SLS 7	0	519	480	15442	0	0

Foundation loads, selection of load combinations based on greatest value

Combination	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]
ULS 3_0,9_119.25	40	1131	411	33451	1537	17
SPLS 3_0 Ba All Cts	717	353	517	10457	21148	-31
SPLS 3_119.25 Ah Ct1	-309	639	566	18158	-8992	4872
ULS 1a_0,9_119.25	173	1144	369	32753	6291	58

Note: Largest values can appear in multiple combinations, one combination is displayed.

Support reactions per leg



Axis systems

Maximum compression load

Index	Combination	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_119.25	326	354	2073	-20	-481	-120	2104
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts	130	-109	720	-15	-169	-44	731
3	SPLS 3_135 Ah All Cts	-101	-83	570	13	-130	-31	579
4	ULS 1a_60.75	-293	322	1873	20	-435	-109	1901

Maximum tension load

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_0,9_135 Ah All Cts	-56	-40	-297	-11	68	17	-301
2	ULS 1a_0,9_60.75	-252	286	-1634	-24	380	96	-1658
3	ULS 1a_0,9_119.25	289	323	-1860	24	433	109	-1888
4	SPLS 1a_0,9_0 Ba All Cts	89	-75	-485	10	116	32	-492

Maximum torsional load (positive)

Index	Combination	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_60.75 Ba Ct2	360	133	1488	160	-349	-90	1510
2	SPLS 3_0,9_119.25 Ah Ct1	-327	92	-1247	166	296	79	-1266
3	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	-76	187	-317	186	78	23	-321
4	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	-123	376	1499	179	-353	-92	1522

Maximum torsional load (negative)

Index	Combination	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_119.25 Ah Ct2	-22	232	650	-180	-148	-35	660
2	SPLS 3_60.75 Ba Ct1	71	178	-324	-176	76	19	-329
3	SPLS 3_0,9_60.75 Ba Ct1	331	100	-1301	-163	304	78	-1320
4	SPLS 3_0,9_119.25 Ah Ct2	-370	129	1521	-170	-352	-88	1544

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 10

Combination Ftensile+Fhor

Index	Combination	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 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	-64	2	-196	-47	44	10	-199
2	SPLS 3_0,9_60.75 Ah Ct2	-116	337	-1390	-156	320	78	-1411
3	ULS 1a_0,9_119.25	289	323	-1860	24	433	109	-1888
4	SPLS 1a_0,9_0 Ba All Cts	89	-75	-485	10	116	32	-492

Permanent load

Index	Combination	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	143	149	892	-4	-206	-51	905
2	SLS 7	-104	111	-652	-4	152	38	-662
3	SLS 7	104	111	-652	4	152	38	-662
4	SLS 7	-143	149	892	4	-206	-51	905

Envelope of load combinations for all of the legs

Index	Combination	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. pressure	ULS 1a_119.25	326	354	2073	-20	-481	-120	2104
Max. tension	ULS 1a_0,9_119.25	289	323	-1860	24	433	109	-1888
Max. pos. torsie	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	-76	187	-317	186	78	23	-321
Max. neg. torsie	SPLS 3_119.25 Ah Ct2	-22	232	650	-180	-148	-35	660
Comb. tension+torsie	ULS 1a_0,9_119.25	289	323	-1860	24	433	109	-1888

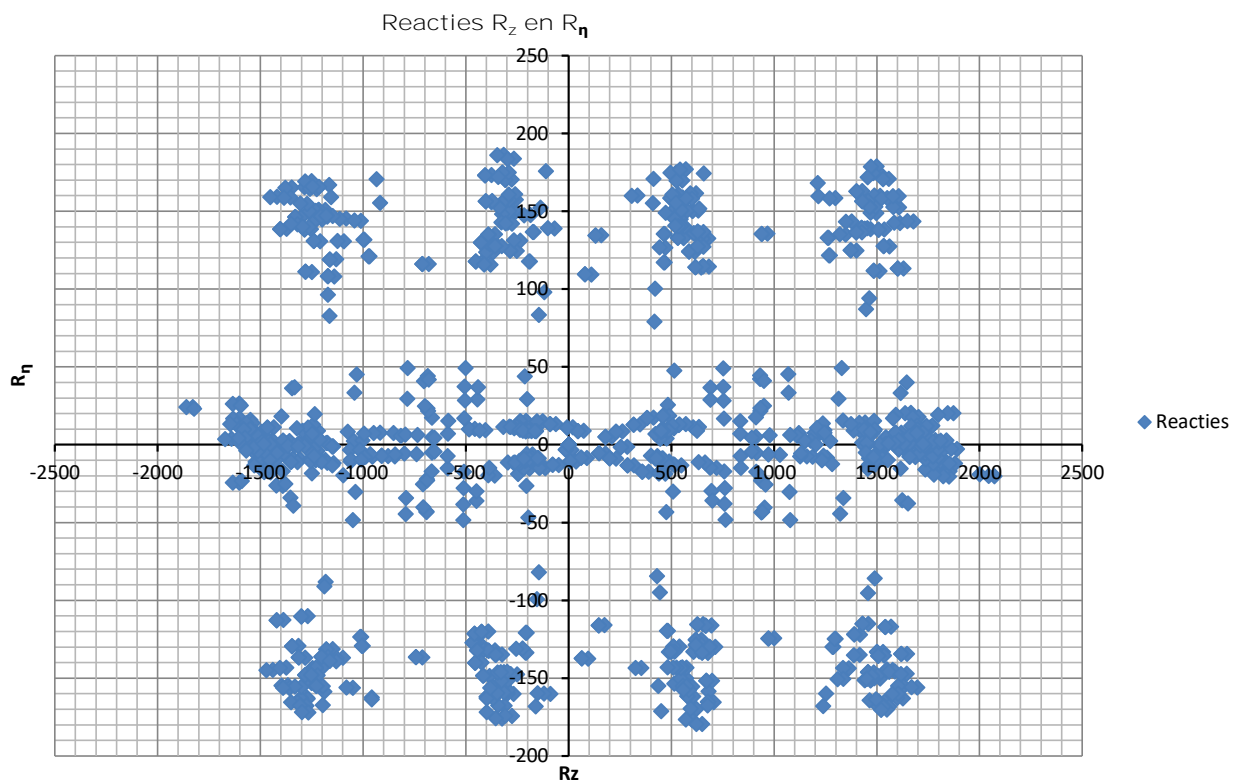
Maximum tension load - SLS

Index	Combination	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	143	149	892	-4	-206	-51	905
2	SLS 3_90	-201	214	-1256	-9	293	74	-1275
3	SLS 3_90	207	220	-1295	9	302	77	-1315
4	SLS 1a_0	-91	104	625	9	-138	-30	634

Maximum compression load - SLS

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 3_90	244	257	1528	-9	-354	-89	1550
2	SLS 1a_0	-49	70	-387	-15	84	17	-392
3	SLS 7	104	111	-652	4	152	38	-662
4	SLS 3_90	-238	251	1488	9	-345	-87	1511

Project: ENS-ZL  
Tower: HC-3\_R  
Number: 10



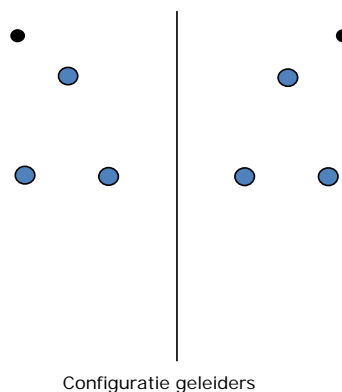


Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 34

Conductor loads Auteur: TBR  
Versie: v11.6

General  
 Description HC-3\_R  
 Tower type Hoekmast  
 Number of circuits 2  
 Configuration 2-circuit-donau  
 Number of earth wires 2

Starting points  
 Norm NEN-EN50341-2-15:2019  
 Consequence class CC2-0  
 Reliability level initial Afkeur CC2-0  
 Reference period initial 30 jaar  
 Consequence class modified CC2  
 Reliability level modified Verbouw  
 Reference period modified 50 jaar  
 Wind zone III  
 Terrain category 24.5 m/s  
 Reduction factor  $c_{dir}$  II  
 Ice region phase conductor 1.00  
 Ice region earth conductor B



Conductors back

Description	Voltage	Conductor Back	Bundle Ba	Ice region	Additional weight	Additional diameter	Catenary $P_{back}$
Circuit 1	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	1760
Circuit 2	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	1760
Bliksemdraad 1		OPGW 226	1	B	3 %	3 %	2100
Bliksemdraad 2		OPGW 226	1	B	3 %	3 %	2100

Conductors ahead

Description	Voltage	Conductor Ahead	Bundle Ah	Ice region	Additional weight	Additional diameter	Catenary $P_{ahead}$
Circuit 1	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	1760
Circuit 2	380 kV	ACCCZ-Warsaw	3	B	3 %	3 %	1760
Bliksemdraad 1		OPGW 226	1	B	3 %	3 %	2100
Bliksemdraad 2		OPGW 226	1	B	3 %	3 %	2100

Insulators (1)

Description	Suspension	Weight [kN]	Length [m]	Wind area [m <sup>2</sup> ]
Circuit 1	Afspanketting	2.00	4.50	1.00
Circuit 2	Afspanketting	2.00	4.50	1.00
Bliksemdraad 1	Vast (Bliksemdraad)	0.10	0.30	0.10
Bliksemdraad 2	Vast (Bliksemdraad)	0.10	0.30	0.10

1. Properties apply to the entire isolator set

Suspension height and position in mast

Circuits	Designation	Number	Suspension height	Attach point	Position in tower Horizontal distance
Circuit 1	10	380ct1f1	25.2 m	25.2 m	-17.2 m
Circuit 1	11	380ct1f2	25.2 m	25.2 m	-9.0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	36.5 m	36.5 m	-13.1 m
Circuit 2	21	380ct2f1	25.2 m	25.2 m	17.2 m
Circuit 2	20	380ct2f2	25.2 m	25.2 m	9.0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	36.5 m	36.5 m	13.1 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	41.5 m	41.8 m	-17.1 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	41.5 m	41.8 m	17.1 m

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 34

Height adjustment adjacent masts	(wind and weight span adjustment)		
	Back	Ahead	
Height increase for wind pressure	0.0 m	0.0 m	(positive: higher)
Height decrease for vertical load	0.0 m	0.0 m	(negative: decrease, more weight span)
Decrease: Niet in 0,9EG-combinaties			

Height difference adjacent tower and change of direction with respect to Line direction

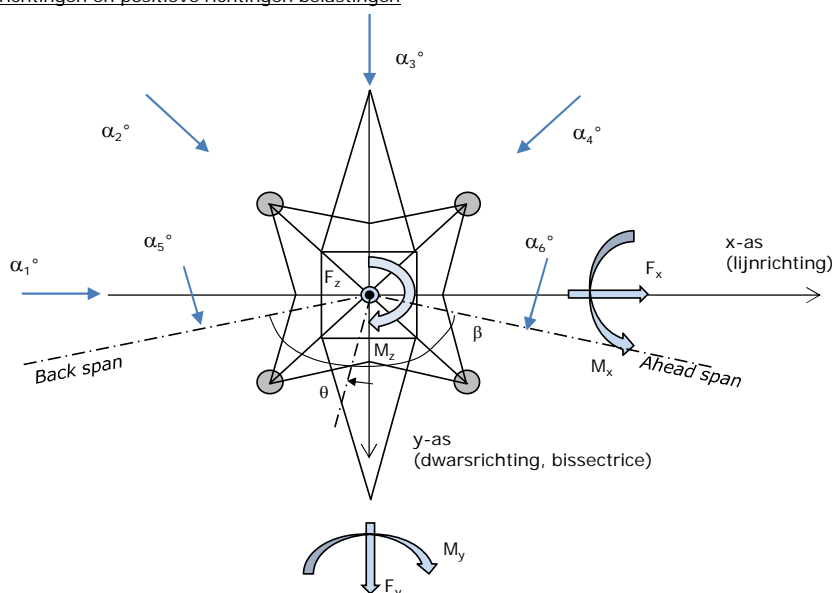
Circuits	Aanduiding	Nummer	Hoogteverschil		Richtingsverandering	
			$\Delta h_{back}$	$\Delta h_{ahead}$	$\Delta y_{back}$	$\Delta y_{ahead}$
Circuit 1	10	380ct1f1	2.6	3.5 m	0.0	0.0 m
Circuit 1	11	380ct1f2	2.6	3.5 m	0.0	0.0 m
Circuit 1	12	380ct1f3	2.6	3.5 m	0.0	0.0 m
Circuit 2	21	380ct2f1	2.6	3.5 m	0.0	0.0 m
Circuit 2	20	380ct2f2	2.6	3.5 m	0.0	0.0 m
Circuit 2	22	380ct2f3	2.6	3.5 m	0.0	0.0 m
Bliksemdraad 1	1	bl1	2.6	3.5 m	0.0	0.0 m
Bliksemdraad 2	3	bl2	2.6	3.5 m	0.0	0.0 m

Line and tower data

	Back	Ahead
Ruling span $\sqrt{(\Sigma L^3/\Sigma L)}$	437.5	367.9 m
Line angle $\beta$	412.8	367.9 m
Tower orientation with respect to bis: $\theta$	135.5 °	
Section length	0 °	
Height bottom of tower to ground level	1618	368 m
Wind directions considered $\alpha_1$	0.5 m	
Wind directions according to: $\alpha_2$	0 °	
<i>Geleiderbelastingen</i> $\alpha_3$	45 °	
$\alpha_4$	90 °	
$\alpha_5$	135 °	
$\alpha_6$	67.75 °	
	112.25 °	

Wind directions apply to the main direction of mast construction, not to the bisector.

Windrichtingen en positieve richtingen belastingen



Considered number of wind directions

1a	6
3	6
4	1
6	1
Overig	1



Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 34

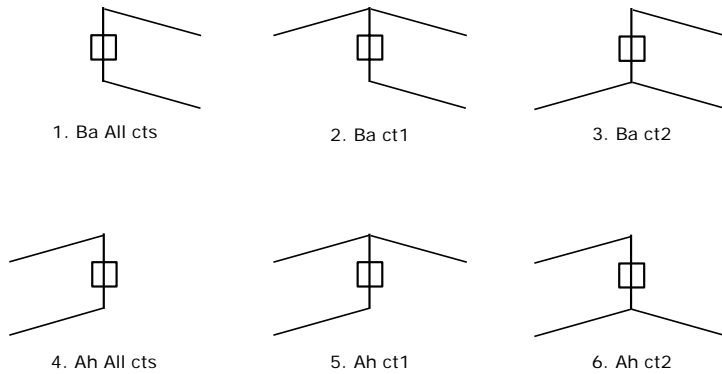
Absence of conductors

		SPLS - torsie		SPLS - Enkelzijdige trek		5a - geleiderbreuk	
		Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.	Aanw.	Afw.
Circuit 1	380ct1f1	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f2	1	0	1	0	1	0
Circuit 1	380ct1f3	1	0	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f1	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f2	0	1	1	0	1	0
Circuit 2	380ct2f3	0	1	1	0	1	0
Bliksemdraad 1	bl1	1	0	1	0	1	0
Bliksemdraad 2	bl2	0	1	1	0	1	0

Load situations SPLS

Considered situations SPLS: 1 up to 6, All possible situations

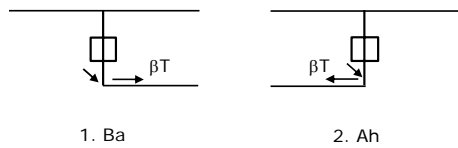
Principle of load situations:



Load situation 5a. Conductor failure

Considered situations conductor failure 5a: 1 and 2, all possible situations

Principle of load situations:



Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 34

Load situations LC6. Construction and maintenance

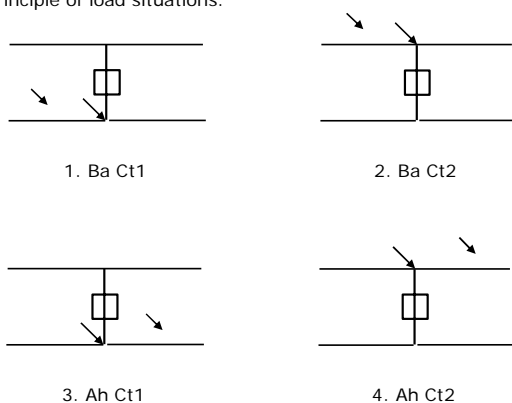
Under 6a, the load due to the presence of a line vehicle or line bicycle in combination with point load on the traverse is assessed. Combination 6b does not contain any loads in conductor or on traverse. This combination has been added to be able to combine with separate control platforms, etc. The situations are applied in ULS and in every SPLS situation (in case of angle tower).

3.0 kN                      2.0 kN  
 1.0 kN                      1.0 kN

Considered situations construction and maintenance 6a: 1 up to 4, all possible situations

Presence line vehicle: Circuit, load present in all conductors of a circuit

Principle of load situations:



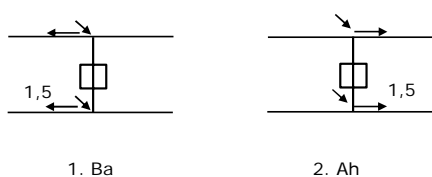
Load situations 8. Galloping as a static load

Conductor		
Suspension tower phase	0.866 W	1.5 W
Suspension tower earth	1.5 EDS	1.5 W
Strain tower phase and earth	1.5 EDS	1.5 W

Considered situations galloping 8: None (existing structure)

Belasting tegelijk aanwezig in alle geleiders van het circuit.

Principle of load situations:



Load combination 8. Galloping as a dynamic load

Only applies to tension towers

Load consists of EDS tensile load in one of the conductors on one side of the tower

Can be converted by user to fatigue spectrum via the load spectrum of table 4.11 / NL.1

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 34

Tower structure

Properties

Tower type	Hoekmast	
Tower designation	HC-3_R	
Base plate w.r.t. ground level	0.5 m	
Tower height w.r.t. base plate	42.5 m	
Tower self weight	465.0 kN	
<i>Width and slope at foundation</i>		
Leg spread	x-ri. 10.00	y-ri. 10.00 m
Inclination of main leg	0.123	0.123 -
Horizontal force factor	1.3	1.3 -

Calculation Wind load

Dynamic factor $G_T$	1.00 ( <i>Masthoogte &lt; 60 m</i> )
Wind load diagonally to tower body proportional to:	$(A1C1\sin^2(\phi) + A2C2\cos^2(\phi))$
Wind load diagonally on traverse proportional to:	$(A1C1\sin^2(\phi) + A2C2\cos^2(\phi))$
Magnification factor diagonal wind to tower body	$(1 + 0,2\sin^2(2\phi))$
Magnification factor diagonal wind to cross arm	$(1 + 0,2\sin^2(2\phi))$
Magnification factor wind parallel to perpendicular to cross a	0.4

Properties mast sections longitudinal direction (front view, yz plane)

Description	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	11.36	10.00	7.21	11.36	0.123	97.72	15.94	0.16	3.10
Eerste tussenstuk	16.61	7.21	5.91	5.25	0.123	34.43	6.49	0.19	2.98
Tweede tussenstuk	25.20	5.91	3.80	8.59	0.123	41.72	11.42	0.27	2.63
Bovenstuk 1	33.00	3.80	3.19	7.80	0.039	27.25	6.74	0.25	2.73
Bovenstuk 2	40.50	3.19	2.60	7.50	0.039	21.71	5.36	0.25	2.74
Topstuk	42.50	2.60		2.00		2.60	0.40	0.15	3.14
Ondertraverse	25.20	15.30		4.00		30.60	6.65	0.22	2.86
Boventraverse	36.50	15.64		5.30		41.45	7.18	0.17	3.05

Properties tower sections transversal direction (side view, xz plane)

Description	h [m]	b <sub>1</sub> [m]	b <sub>2</sub> [m]	Δh [m]	Δ <sub>x</sub> [m]	A <sub>0</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	χ = A <sub>1</sub> /A <sub>0</sub> [-]	C <sub>t</sub>
Broekstuk	11.36	10.00	7.21	11.36	0.123	97.72	15.94	0.16	3.10
Eerste tussenstuk	16.61	7.21	5.91	5.25	0.123	34.43	6.49	0.19	2.98
Tweede tussenstuk	25.20	5.91	3.80	8.59	0.123	41.72	11.42	0.27	2.63
Bovenstuk 1	33.00	3.80	3.19	7.80	0.039	27.25	6.74	0.25	2.73
Bovenstuk 2	40.50	3.19	2.60	7.50	0.039	21.71	5.36	0.25	2.74
Topstuk	42.50	2.60		2.00		2.60	0.40	0.15	3.14
Ondertraverse	25.20	15.30		4.00		30.60	6.65	0.22	2.86
Boventraverse	36.50	15.64		5.30		41.45	7.18	0.17	3.05

Note: Surface transverse direction is reduced in calculation.

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 34

Wind surface feeders telecom installations				
Part	A (m <sup>2</sup> /m)	Factor	Δh	A <sub>1</sub>
Broekstuk				
Eerste tussenstuk				
Tweede tussenstuk				
Bovenstuk 1				
Bovenstuk 2				

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

Tower section loads longitudinal (x-direction) per wind direction

Description	p <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>x1</sub> [kN]	F <sub>x2</sub> [kN]	F <sub>x3</sub> [kN]	F <sub>x4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>y1</sub> [kNm]	M <sub>y2</sub> [kNm]	M <sub>y3</sub> [kNm]	M <sub>y4</sub> [kNm]
Broekstuk	0.70	34.6	29.4	0.0	-29.4	5.7	196.6	166.8	0.0	-166.8
Eerste tussenstuk	0.78	15.2	12.9	0.0	-12.9	14.0	212.3	180.2	0.0	-180.2
Tweede tussenstuk	0.89	26.7	22.7	0.0	-22.7	20.9	558.9	474.2	0.0	-474.2
Bovenstuk 1	0.98	18.1	15.4	0.0	-15.4	29.1	527.9	447.9	0.0	-447.9
Bovenstuk 2	1.05	15.3	13.0	0.0	-13.0	36.8	563.2	477.9	0.0	-477.9
Topstuk	1.08	1.4	1.2	0.0	-1.2	41.5	56.3	47.8	0.0	-47.8
Ondertraverse	0.95	36.2	21.5	0.0	-21.5	26.5	961.6	571.2	0.0	-571.2
Boventraverse	1.06	46.3	27.5	0.0	-27.5	38.3	1772.8	1053.0	0.0	-1053.0
<b>Totaal</b>		<b>193.9</b>	<b>143.5</b>	<b>0.0</b>	<b>-143.5</b>		<b>4849.6</b>	<b>3419.0</b>	<b>0.0</b>	<b>-3419.0</b>

Tower section loads transversal (y-direction) per wind direction

Description	p <sub>w</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	F <sub>y1</sub> [kN]	F <sub>y2</sub> [kN]	F <sub>y3</sub> [kN]	F <sub>y4</sub> [kN]	h <sub>ef</sub> [m]	M <sub>x1</sub> [kNm]	M <sub>x2</sub> [kNm]	M <sub>x3</sub> [kNm]	M <sub>x4</sub> [kNm]
Broekstuk	0.70	0.0	29.4	34.6	29.4	5.7	0.0	166.8	196.6	166.8
Eerste tussenstuk	0.78	0.0	12.9	15.2	12.9	14.0	0.0	180.2	212.3	180.2
Tweede tussenstuk	0.89	0.0	22.7	26.7	22.7	20.9	0.0	474.2	558.9	474.2
Bovenstuk 1	0.98	0.0	15.4	18.1	15.4	29.1	0.0	447.9	527.9	447.9
Bovenstuk 2	1.05	0.0	13.0	15.3	13.0	36.8	0.0	477.9	563.2	477.9
Topstuk	1.08	0.0	1.2	1.4	1.2	41.5	0.0	47.8	56.3	47.8
Ondertraverse	0.95	0.0	21.5	14.5	21.5	26.5	0.0	571.2	384.6	571.2
Boventraverse	1.06	0.0	27.5	18.5	27.5	38.3	0.0	1053.0	709.1	1053.0
<b>Total</b>		<b>0.0</b>	<b>143.5</b>	<b>144.4</b>	<b>143.5</b>		<b>0.0</b>	<b>3419.0</b>	<b>3208.9</b>	<b>3419.0</b>

Resulting loads from mast construction incl. Antenna without conductors level foundation (char. Value)

Load / wind direction	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	465	0	0	0
Windrichting 0°	194	0	0	0	4850	0
Windrichting 45°	144	144	0	3419	3419	0
Windrichting 90°	0	144	0	3209	0	0
Windrichting 135°	-144	144	0	3419	-3419	0

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 34

Intermediate results for conductor loads

Conductors back

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	αT [-]
Circuit 1	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Circuit 2	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Bliksemdraad 1	OPGW 226	21.7	264.0	9.80	81000	2.30E-05
Bliksemdraad 2	OPGW 226	21.7	264.0	9.80	81000	2.30E-05

Conductors ahead

Circuit	Geleider	Diameter [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	G [N/m]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	αT [-]
Circuit 1	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Circuit 2	ACCCZ-Warsaw	27.7	571.0	14.98	62700	1.88E-05
Bliksemdraad 1	OPGW 226	21.7	264.0	9.80	81000	2.30E-05
Bliksemdraad 2	OPGW 226	21.7	264.0	9.80	81000	2.30E-05

Vertical load back

Circuit	Bundle [-]	Additional [%]	w <sub>z,G</sub> [N/m]	Ice region	Formula	w <sub>z,ijs</sub> [N/m]	w <sub>z,ijs,bundel</sub> [N/m]
Circuit 1	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Circuit 2	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Bliksemdraad 1	1	3	10.1	B	4+0,2d	8.3	8.3
Bliksemdraad 2	1	3	10.1	B	4+0,2d	8.3	8.3

Vertical load ahead

Circuit	Bundle [-]	Additional [%]	w <sub>z,G</sub> [N/m]	Ice region	Formula	w <sub>z,ijs</sub> [N/m]	w <sub>z,ijs,bundel</sub> [N/m]
Circuit 1	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Circuit 2	3	3	46.3	B	4+0,2d	9.5	28.6
Bliksemdraad 1	1	3	10.1	B	4+0,2d	8.3	8.3
Bliksemdraad 2	1	3	10.1	B	4+0,2d	8.3	8.3

Insulators

Conductor	G <sub>isolator</sub> [kN]	Number	F <sub>v,iso</sub> [kN]	Length [m]	Wind surf. [m <sup>2</sup> ]	Wind heigth [m]	Pressure [kN/m <sup>2</sup> ]	Drag factor [-]	F <sub>h,iso</sub> [kN]
380ct1f1	2.00	1	2	4.5	1.0	25.70	0.95	1.2	1.13
380ct1f2	2.00	1	2	4.5	1.0	25.70	0.95	1.2	1.13
380ct1f3	2.00	1	2	4.5	1.0	37.00	1.05	1.2	1.26
380ct2f1	2.00	1	2	4.5	1.0	25.70	0.95	1.2	1.13
380ct2f2	2.00	1	2	4.5	1.0	25.70	0.95	1.2	1.13
380ct2f3	2.00	1	2	4.5	1.0	37.00	1.05	1.2	1.26
bl1	0.10	0.5	0.05	0.3	0.1	42.00	1.08	1.2	0.13
bl2	0.10	0.5	0.05	0.3	0.1	42.00	1.08	1.2	0.13

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 34

Wind load back

Conductor	Height		G <sub>c,dwars</sub>	G <sub>c,trek</sub>	C <sub>c</sub>	d <sub>additional</sub>	w <sub>y</sub>	w <sub>y,section</sub>	D <sub>ijs,additional</sub>	W <sub>y,ijs</sub>	W <sub>y,ijs,section</sub>
	wind	Pressure									
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	17.9	0.85	0.54	0.49	1.14	28.53	44.4	41.0	47.4	77.6	71.6
380ct1f2	17.9	0.85	0.54	0.49	1.14	28.53	44.4	41.0	47.4	77.6	71.6
380ct1f3	29.2	0.98	0.57	0.53	1.10	28.53	53.2	49.0	47.4	96.2	88.7
380ct2f1	17.9	0.85	0.54	0.49	1.14	28.53	44.4	41.0	47.4	77.6	71.6
380ct2f2	17.9	0.85	0.54	0.49	1.14	28.53	44.4	41.0	47.4	77.6	71.6
380ct2f3	29.2	0.98	0.57	0.53	1.10	28.53	53.2	49.0	47.4	96.2	88.7
bl1	35.7	1.04	0.59	0.54	1.20	22.35	16.4	15.2	41.8	30.8	28.4
bl2	35.7	1.04	0.59	0.54	1.20	22.35	16.4	15.2	41.8	30.8	28.4

Wind load ahead

Conductor	Height		G <sub>c,dwars</sub>	G <sub>c,trek</sub>	C <sub>c</sub>	d <sub>additional</sub>	w <sub>y</sub>	w <sub>y,section</sub>	D <sub>ijs,additional</sub>	W <sub>y,ijs</sub>	W <sub>y,ijs,section</sub>
	wind	Pressure									
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[mm]	[N/m]	[N/m]	[mm]	[N/m]	[N/m]
380ct1f1	21.1	0.89	0.55	0.61	1.13	28.53	47.2	52.7	47.4	83.5	93.2
380ct1f2	21.1	0.89	0.55	0.61	1.13	28.53	47.2	52.7	47.4	83.5	93.2
380ct1f3	32.4	1.01	0.58	0.65	1.09	28.53	55.1	61.4	47.4	100.4	112.0
380ct2f1	21.1	0.89	0.55	0.61	1.13	28.53	47.2	52.7	47.4	83.5	93.2
380ct2f2	21.1	0.89	0.55	0.61	1.13	28.53	47.2	52.7	47.4	83.5	93.2
380ct2f3	32.4	1.01	0.58	0.65	1.09	28.53	55.1	61.4	47.4	100.4	112.0
bl1	38.4	1.06	0.60	0.66	1.20	22.35	16.9	18.9	41.8	31.7	35.3
bl2	38.4	1.06	0.60	0.66	1.20	22.35	16.9	18.9	41.8	31.7	35.3

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 34

Auteur: TBR  
 Versie: v11.6

Conductor loads

Starting points  
 Consequence class Afkeur CC2-0  
 Reference period 30 jaar

ULS (strength)		NEN-EN50341-2-15:2019						
Load case	description	Temp °C	$\gamma_G$ $G_{k,mast}$	$\gamma_G$ $G_{k,geleider}$	$\gamma_Q$ $Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$\gamma_a$ $A_k$
ULS 1a	Wind	10°	1.05	1.05	0.00	1.12	0.00	0.0
ULS 1a_0,9	Wind 0,9Gk only tower	10°	0.90	1.05	0.00	1.12	0.00	0.0
ULS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9Gk conductors too	10°	0.90	0.90	0.00	1.12	0.00	0.0
ULS 3	Wind+ice	-5°	1.05	1.05	0.00	0.34	0.97	0.0
ULS 3_0,9	Wind+ice 0,9Gk	-5°	0.90	1.05	0.00	0.34	0.97	0.0
ULS 4	Cold+wind	-20°	1.05	1.05	0.00	0.22	0.00	0.0
ULS 4_0,9	Cold+wind 0,9Gk	-20°	0.90	1.05	0.00	0.22	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°	1.05	1.05	1.20	0.22	0.00	0.0
ULS 6_0,9	Construction + maintenance	5°	1.05	1.05	0.00	0.22	0.00	0.0
ULS 7	Permanent	10°	1.15	1.15	0.00	0.00	0.00	0.0
ULS 8	Special	10°	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.0
SPLS (strength, for angle towers: absence of conductors)				$\gamma_G$ $G_k$	$\gamma_Q$ $Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$
SPLS 1a	Wind	10°	1.05	1.05	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 1a_0,9	Wind 0,9	10°	0.90	1.05	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 1a_0,9_0,9	Wind 0,9	10°	0.90	1.05	0.0	0.78	0.00	0.0
SPLS 3	Wind+ice	-5°	1.05	1.05	0.0	0.36	0.34	0.0
SPLS 3_0,9	Wind+ice 0,9	-5°	0.90	1.05	0.0	0.36	0.34	0.0
SPLS 4	Cold+wind	-20°	1.05	1.05	0.0	0.24	0.00	0.0
SPLS 4_0,9	Cold+wind 0,9	-20°	0.90	1.05	0.0	0.24	0.00	0.0
SPLS 6	Maintenance	5°	1.05	1.05	1.2	0.24	0.0	0.0
SPLS 6_0,9	Maintenance	5°	1.05	1.05	0.0	0.24	0.0	0.0
SLS (deformations, fatigue, EDS)				$G_k$	$Q_{pk}$	$Q_{wk}$	$Q_{ik}$	$A_k$
SLS 1a	Wind	10°	1.00	1.00	0.0	0.94	0.0	0.0
SLS 3	Wind+ice	-5°	1.00	1.00	0.0	0.28	0.88	0.0
SLS 4	Wind	-20°	1.00	1.00	0.0	0.19	0.0	0.0
SLS 6	Maintenance	5°	1.00	1.00	0.0	0.19	0.0	0.0
SLS 7	EDS, no wind	10°	1.00	1.00	0.0	0.00	0.0	0.0

Number of wind directions 6  
 Number of load combinations for ULS 54  
 Number of load combinations for SPLS 222  
 Number of load combinations for SLS 15  
 Number of concentrated loads 5238

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 34

Summary table - Conductor loads

The four tables below show:

- The maximum conductor load in the global axis system, split into proportion of back and ahead span
- The combined conductor load (Ba+Ah) in the global axis system with the maximum tensile force in the local axes. Components Fx and Fy as absolute values
- The everyday (EDS) values of the combined conductor loads (Ba+Ah) with corresponding tensile forces
- Check for uplift, where a negative value indicates uplift

Note: Maximum values for Fx, Fy and Fz do not necessarily belong to the same load combination.

Maximum values for back and ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-35.9	36.7	17.2	17.9	5.9	5.2
380ct1f1	-122.3	124.3	56.6	56.8	18.0	14.9
380ct1f2	-122.3	124.3	56.6	56.8	18.0	14.9
380ct1f3	-124.1	127.0	58.8	61.6	18.0	14.9
380ct2f1	-122.3	124.3	56.6	56.8	18.0	14.9
380ct2f2	-122.3	124.3	56.6	56.8	18.0	14.9
380ct2f3	-124.1	127.0	58.8	61.6	18.0	14.9
bl2	-35.9	36.7	17.2	17.9	5.9	5.2
Post 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Post 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Min. Weight span (m)

Geleider	Weight span Combinatie1		
	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	354.5	361.9	370.2
380ct1f1	368.5	371.3	375.4
380ct1f2	368.5	371.3	375.4
380ct1f3	366.5	371.1	375.4
380ct2f1	368.5	371.3	375.4
380ct2f2	368.5	371.3	375.4
380ct2f3	366.5	371.1	375.4
bl2	354.5	361.9	370.2
Post 1			
Post 2			

Max. Weight span (m)

Geleider	Weight span Combinatie1	
	ULS 1a	ULS 3
bl1	369.8	373.3
380ct1f1	375.4	376.5
380ct1f2	375.4	376.5
380ct1f3	375.3	376.4
380ct2f1	375.4	376.5
380ct2f2	375.4	376.5
380ct2f3	375.3	376.4
bl2	369.8	373.3
Post 1		
Post 2		

Envelop of weight span over all combinations (incl. 0,9 combinations)

For all conductors	Wind / Weight span ratio
Max. weight span	376.5 m 0.935 -
Min. weight span	345.6 m 0.858 -



Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 34

Maximum values back + ahead span                      Maximum tension in conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	36.7	32.2	5.9	-39.1	39.9
380ct1f1	106.7	110.6	18.0	-134.6	136.6
380ct1f2	106.7	110.6	18.0	-134.6	136.6
380ct1f3	111.0	114.2	18.0	-137.2	139.9
380ct2f1	106.7	110.6	18.0	-134.6	136.6
380ct2f2	106.7	110.6	18.0	-134.6	136.6
380ct2f3	111.0	114.2	18.0	-137.2	139.9
bl2	36.7	32.2	5.9	-39.1	39.9
Post 1	2.5	2.5	4.0	0.0	
Post 2	2.5	2.5	4.0	0.0	

EDS-loads conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	19.6	8.0	2.1	-21.2	21.2
380ct1f1	75.4	30.8	11.6	-81.5	81.5
380ct1f2	75.4	30.8	11.6	-81.5	81.5
380ct1f3	75.4	30.8	11.6	-81.5	81.5
380ct2f1	75.4	30.8	11.6	-81.5	81.5
380ct2f2	75.4	30.8	11.6	-81.5	81.5
380ct2f3	75.4	30.8	11.6	-81.5	81.5
bl2	19.6	8.0	2.1	-21.2	21.2
Post 1	0.0	0.0	3.5	0.0	
Post 2	0.0	0.0	3.5	0.0	

1 Control uplift SLS-wind

Combinatie	Geleider	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4	bl1	0.0	0.0
	380ct1f1	0.0	0.0
	380ct1f2	0.0	0.0
	380ct1f3	0.0	0.0
	380ct2f1	0.0	0.0
	380ct2f2	0.0	0.0
	380ct2f3	0.0	0.0
	bl2	0.0	0.0
	Post 1	0.0	
	Post 2	0.0	

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 34

ULS foundation loads for LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, from conductors

Combination	Combination	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]
ULS 1a_90		61	694	147	20926	1843	0
ULS 1a_0,9_0		16	425	149	12679	453	-68
ULS 1a_0,9_0,9_90		68	662	125	20024	2079	0
ULS 3_0		1	642	219	19192	13	-20
SLS 7		0	402	143	11970	0	0

ULS foundation loads, LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, total conductors and tower

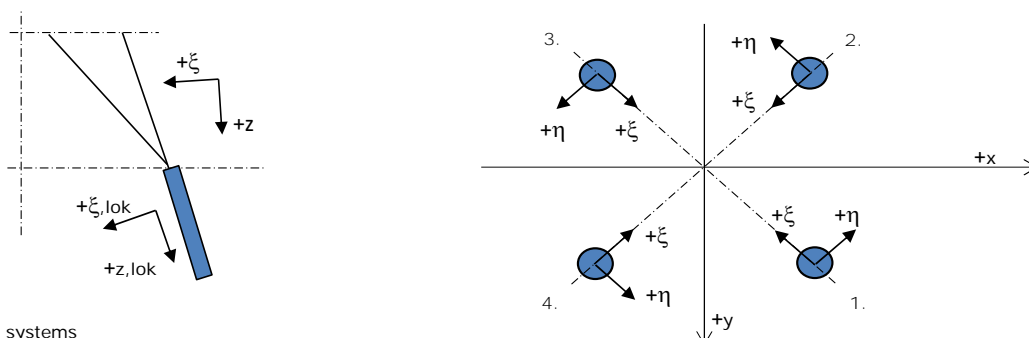
Combination	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
ULS 1a_90	61	855	635	24510	1843	0
ULS 1a_0,9_0,9_90	68	824	544	23608	2079	0
SLS 7	0	402	608	11970	0	0

Foundation loads, selection of load combinations based on greatest value

Combination	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]
ULS 1a_0,9_90	61	855	565	24524	1843	0
SPLS 3_112.25 Ba All Cts	690	376	583	10850	21000	8
SPLS 3_112.25 Ah Ct1	-309	495	630	14811	-9066	4805
SPLS 3_0,9_112.25 Ba All Cts	690	376	512	10864	21000	8

Note: Largest values can appear in multiple combinations, one combination is displayed.

Support reactions per leg



Maximum compression load

Index	Combination	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_112.25 Ba All Cts	283	285	1738	-2	-401	-99	1764
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts	144	-126	813	-13	-191	-50	825
3	SPLS 3_135 Ah All Cts	-122	-106	704	12	-161	-39	715
4	SPLS 3_67.75 Ah All Cts	-273	275	1677	2	-387	-96	1702

Maximum tension load

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_0,9_135 Ah All Cts	-76	-61	-422	-11	97	24	-428
2	SPLS 3_0,9_67.75 Ah All Cts	-227	231	-1396	-2	324	81	-1417
3	SPLS 3_0,9_112.25 Ba All Cts	239	242	-1465	2	340	85	-1487
4	SPLS 1a_0,9_0 Ba All Cts	99	-85	-543	9	130	36	-551

Maximum torsional load (positive)

Index	Combination	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 6a_90 Ah Ct1 Ah Ct2	205	-29	550	165	-124	-29	558
2	SPLS 3_0,9_112.25 Ah Ct1	-293	54	-1055	170	245	62	-1071
3	SPLS 3_112.25 Ah Ct1	-104	146	-130	177	30	7	-132
4	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	86	163	220	176	-54	-16	224

Maximum torsional load (negative)

Index	Combination	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_112.25 Ah Ct2	-60	196	403	-181	-96	-26	410
2	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ah Ct1	8	239	-679	-175	163	45	-689
3	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	283	48	-1009	-166	233	58	-1024
4	SPLS 3_0,9_112.25 Ah Ct2	-331	99	1293	-164	-304	-79	1313

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 34

Combination Ftensile+Fhor

Index	Combination	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 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	-85	-17	-315	-48	72	17	-320
2	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct1	-296	65	-1102	163	255	63	-1118
3	SPLS 3_0,9_112.25 Ba Ct1	302	90	-1207	-150	277	67	-1225
4	SPLS 1a_0,9_0 Ba All Cts	99	-85	-543	9	130	36	-551

Permanent load

Index	Combination	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	120	125	751	-3	-173	-43	762
2	SLS 7	-71	76	-447	-3	104	27	-453
3	SLS 7	71	76	-447	3	104	27	-453
4	SLS 7	-120	125	751	3	-173	-43	762

Envelope of load combinations for all of the legs

Index	Combination	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. pressure	SPLS 3_112.25 Ba All Cts	283	285	1738	-2	-401	-99	1764
Max. tension	SPLS 3_0,9_112.25 Ba All Cts	239	242	-1465	2	340	85	-1487
Max. pos. torsie	SPLS 3_112.25 Ah Ct1	-104	146	-130	177	30	7	-132
Max. neg. torsie	SPLS 3_112.25 Ah Ct2	-60	196	403	-181	-96	-26	410
Comb. tension+torsie	SPLS 3_0,9_112.25 Ba Ct1	302	90	-1207	-150	277	67	-1225

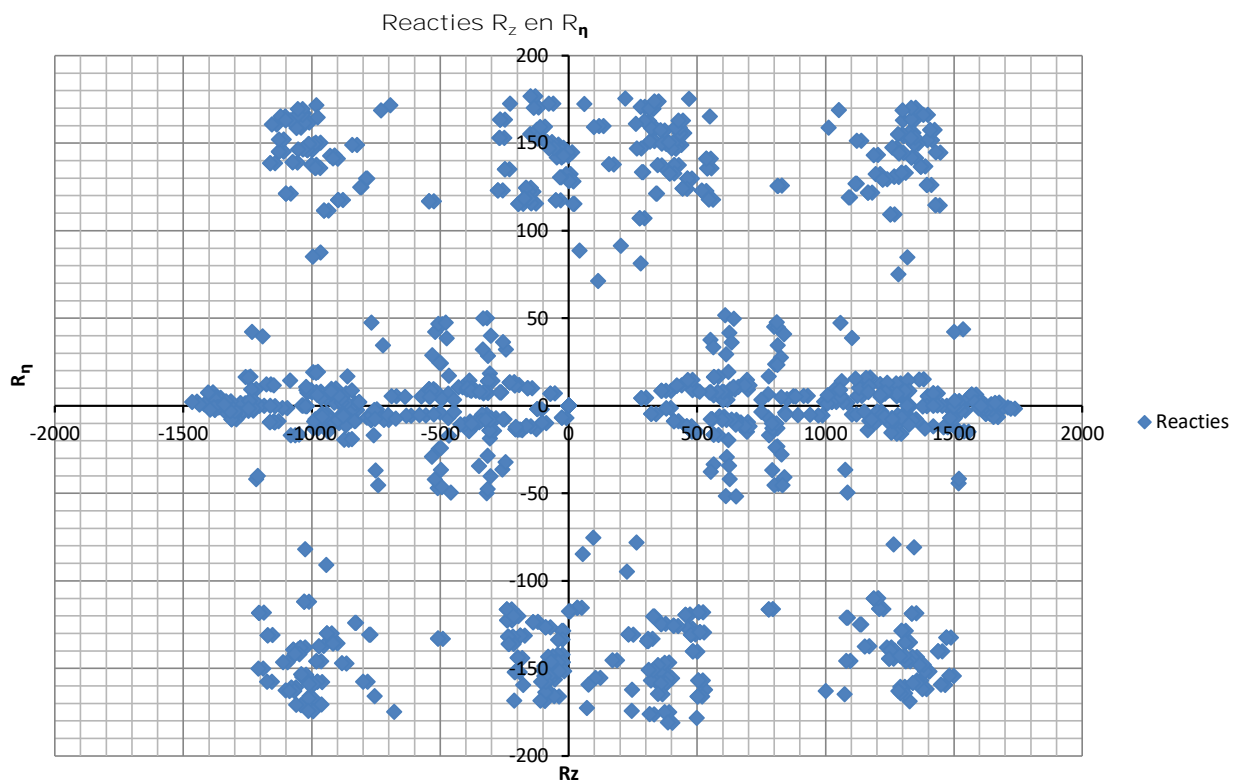
Maximum tension load - SLS

Index	Combination	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	120	125	751	-3	-173	-43	762
2	SLS 3_90	-143	153	-896	-7	210	54	-910
3	SLS 1a_90	164	179	-1022	11	242	65	-1037
4	SLS 1a_0	-74	85	510	8	-112	-23	517

Maximum compression load - SLS

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 1a_90	212	227	1325	-11	-311	-80	1345
2	SLS 1a_0	-22	39	-206	-12	43	8	-209
3	SLS 7	71	76	-447	3	104	27	-453
4	SLS 3_90	-197	207	1231	7	-285	-71	1250

Project: ENS-ZL  
Tower: HC-3\_R  
Number: 34





Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 34

Summary table - Conductor loads

The four tables below show:

- The maximum conductor load in the global axis system, split into proportion of back and ahead span
- The combined conductor load (Ba+Ah) in the global axis system with the maximum tensile force in the local axes. Components Fx and Fy as absolute values
- The everyday (EDS) values of the combined conductor loads (Ba+Ah) with corresponding tensile forces
- Check for uplift, where a negative value indicates uplift

Note: Maximum values for Fx, Fy and Fz do not necessarily belong to the same load combination.

Maximum values for back and ahead span

Geleider	Fx_ba [kN]	Fx_ah [kN]	Fy_ba [kN]	Fy_ah [kN]	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
bl1	-39.9	40.5	20.1	21.0	6.4	5.7
380ct1f1	-140.4	142.2	65.6	65.9	21.2	17.5
380ct1f2	-140.4	142.2	65.6	65.9	21.2	17.5
380ct1f3	-142.7	145.4	68.8	72.3	21.2	17.5
380ct2f1	-140.4	142.2	65.6	65.9	21.2	17.5
380ct2f2	-140.4	142.2	65.6	65.9	21.2	17.5
380ct2f3	-142.7	145.4	68.8	72.3	21.2	17.5
bl2	-39.9	40.5	20.1	21.0	6.4	5.7
Post 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Post 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Min. Weight span (m)

Geleider	Weight span Combinatie1		
	SLS 1a	SLS 4	SLS 7
bl1	353.2	361.8	370.2
380ct1f1	367.8	371.2	375.4
380ct1f2	367.8	371.2	375.4
380ct1f3	365.6	371.1	375.4
380ct2f1	367.8	371.2	375.4
380ct2f2	367.8	371.2	375.4
380ct2f3	365.6	371.1	375.4
bl2	353.2	361.8	370.2
Post 1			
Post 2			

Max. Weight span (m)

Geleider	Weight span Combinatie1	
	ULS 1a	ULS 3
bl1	370.3	375.0
380ct1f1	375.7	377.4
380ct1f2	375.7	377.4
380ct1f3	375.6	377.4
380ct2f1	375.7	377.4
380ct2f2	375.7	377.4
380ct2f3	375.6	377.4
bl2	370.3	375.0
Post 1		
Post 2		

Envelop of weight span over all combinations (incl. 0,9 combinations)

For all conductors	Wind / Weight span ratio
Max. weight span	377.4 m 0.937 -
Min. weight span	337.7 m 0.839 -

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 34

Geleider	Maximum values back + ahead span			Maximum tension in conductor	
	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	37.7	37.2	6.4	-44.2	44.8
380ct1f1	111.7	127.8	21.2	-154.8	156.5
380ct1f2	111.7	127.8	21.2	-154.8	156.5
380ct1f3	115.7	132.3	21.2	-158.0	160.5
380ct2f1	111.7	127.8	21.2	-154.8	156.5
380ct2f2	111.7	127.8	21.2	-154.8	156.5
380ct2f3	115.7	132.3	21.2	-158.0	160.5
bl2	37.7	37.2	6.4	-44.2	44.8
Post 1	3.2	3.2	4.6	0.0	
Post 2	3.2	3.2	4.6	0.0	

EDS-loads conductor

Geleider	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Ft_ba [kN]	Ft_ah [kN]
bl1	19.6	8.0	2.1	-21.2	21.2
380ct1f1	75.4	30.8	11.6	-81.5	81.5
380ct1f2	75.4	30.8	11.6	-81.5	81.5
380ct1f3	75.4	30.8	11.6	-81.5	81.5
380ct2f1	75.4	30.8	11.6	-81.5	81.5
380ct2f2	75.4	30.8	11.6	-81.5	81.5
380ct2f3	75.4	30.8	11.6	-81.5	81.5
bl2	19.6	8.0	2.1	-21.2	21.2
Post 1	0.0	0.0	3.5	0.0	
Post 2	0.0	0.0	3.5	0.0	

1 Control uplift SLS-wind

Combinatie	Geleider	Fz_ba [kN]	Fz_ah [kN]
SLS 4	bl1	0.0	0.0
	380ct1f1	0.0	0.0
	380ct1f2	0.0	0.0
	380ct1f3	0.0	0.0
	380ct2f1	0.0	0.0
	380ct2f2	0.0	0.0
	380ct2f3	0.0	0.0
	bl2	0.0	0.0
	Post 1	0.0	
	Post 2	0.0	

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 34

ULS foundation loads for LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, from conductors

Combination	Combination	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]
ULS 1a_90		75	806	161	24332	2263	0
ULS 1a_0,9_0		19	460	163	13733	536	-85
ULS 1a_0,9_0,9_90		88	761	124	23033	2650	0
ULS 3_0		-4	733	258	21913	-126	-25
SLS 7		0	402	143	11970	0	0

ULS foundation loads, LC 1 and 3, wind perpendicular to the line or bisector and EDS, total conductors and tower

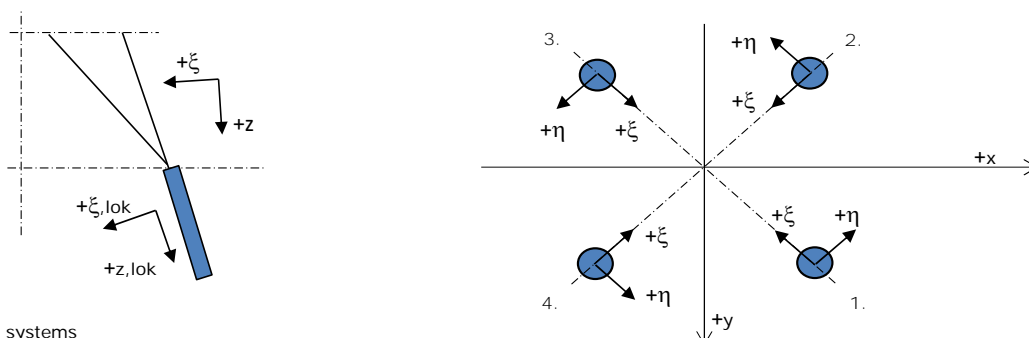
Combination	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
ULS 1a_90	75	1008	695	28825	2263	0
ULS 1a_0,9_0,9_90	88	963	542	27526	2650	0
SLS 7	0	402	608	11970	0	0

Foundation loads, selection of load combinations based on greatest value

Combination	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]
ULS 1a_0,9_90	75	1008	577	28848	2263	0
SPLS 3_0 Ba All Cts	745	272	638	8062	22017	-22
SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ah Ct2	-193	444	702	13535	-5705	5012
ULS 1a_0,9_112.25	146	980	577	27978	5221	32

Note: Largest values can appear in multiple combinations, one combination is displayed.

Support reactions per leg



Axis systems

Maximum compression load

Index	Combination	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_112.25	289	314	1833	-18	-426	-107	1860
2	SPLS 1a_0 Ba All Cts	152	-133	861	-13	-202	-52	874
3	SPLS 3_135 Ah All Cts	-131	-113	754	12	-173	-41	765
4	SPLS 3_67.75 Ah All Cts	-287	289	1764	2	-408	-101	1790

Maximum tension load

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>η</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_0,9_135 Ah All Cts	-82	-67	-455	-11	105	26	-462
2	SPLS 3_0,9_67.75 Ah All Cts	-239	242	-1467	-2	340	85	-1489
3	SPLS 3_0,9_112.25 Ba All Cts	249	252	-1528	2	354	88	-1551
4	SPLS 1a_0,9_0 Ba All Cts	104	-90	-575	10	138	37	-584

Maximum torsional load (positive)

Index	Combination	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 6a_90 Ah Ct1 Ah Ct2	213	-32	567	173	-128	-30	576
2	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ah Ct2	-254	3	-787	177	182	45	-798
3	SPLS 3_112.25 Ah Ct1	-112	149	-115	184	26	6	-116
4	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	89	173	243	185	-60	-17	246

Maximum torsional load (negative)

Index	Combination	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_112.25 Ah Ct2	-64	204	414	-189	-99	-27	420
2	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ah Ct1	6	254	-731	-183	176	48	-742
3	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	296	49	-1056	-175	244	60	-1071
4	SPLS 3_0,9_112.25 Ah Ct2	-348	105	1362	-171	-320	-83	1382



Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 34

Combination Ftensile+Fhor

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>n</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SPLS 3_0,9_135 Ah All Cts	-82	-67	-455	-11	105	26	-462
2	SPLS 3_0,9_90 Ah Ct1	-311	69	-1162	171	269	67	-1180
3	SPLS 3_0,9_112.25 Ba Ct1	316	91	-1254	-159	288	70	-1273
4	SPLS 1a_0,9_0 Ba All Cts	104	-90	-575	10	138	37	-584

Permanent load

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>n</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 7	120	125	751	-3	-173	-43	762
2	SLS 7	-71	76	-447	-3	104	27	-453
3	SLS 7	71	76	-447	3	104	27	-453
4	SLS 7	-120	125	751	3	-173	-43	762

Envelope of load combinations for all of the legs

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>n</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
Max. pressure	ULS 1a_112.25	289	314	1833	-18	-426	-107	1860
Max. tension	SPLS 3_0,9_112.25 Ba All Cts	249	252	-1528	2	354	88	-1551
Max. pos. torsie	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	89	173	243	185	-60	-17	246
Max. neg. torsie	SPLS 3_112.25 Ah Ct2	-64	204	414	-189	-99	-27	420
Comb. tension+torsie	SPLS 3_0,9_112.25 Ba Ct1	316	91	-1254	-159	288	70	-1273

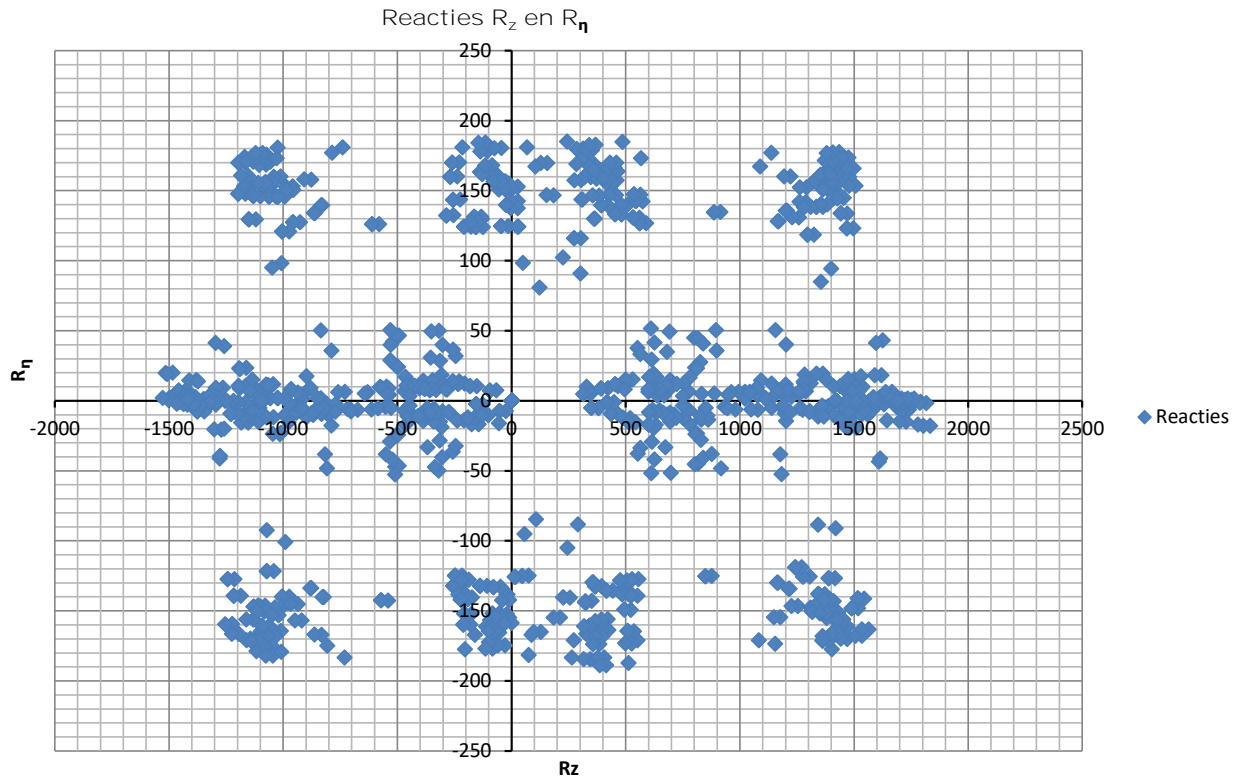
Maximum tension load - SLS

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>n</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 7	120	125	751	-3	-173	-43	762
2	SLS 3_90	-150	161	-940	-7	220	56	-954
3	SLS 1a_90	171	187	-1065	11	253	67	-1081
4	SLS 1a_0	-71	83	495	8	-108	-22	503

Maximum compression load - SLS

Index	Combination	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	R <sub>n</sub> [kN]	R <sub>ξ</sub> [kN]	R <sub>ξ,lok</sub> [kN]	R <sub>z,lok</sub> [kN]
1	SLS 1a_90	219	235	1368	-11	-321	-83	1389
2	SLS 1a_0	-19	37	-192	-13	40	6	-194
3	SLS 7	71	76	-447	3	104	27	-453
4	SLS 3_90	-205	215	1280	7	-297	-74	1299

Project: ENS-ZL  
 Tower: HC-3\_R  
 Number: 34





## **APPENDIX B**

### **Uitvoer PLS-TOWER**

---



Assessment of groups for initial mast (afkeur level)

Date 26-02-21  
 Author MKh  
 Version 1.0

ENS-ZL 380  
 HC-3 R  
 10

Group Label	Description	Profile	Steel Quality	Bolts	RLX	RLY	RLZ	Slenderness	Compression	Load Case (Compression)	Buckling	Shear (Comp)	Bearing (Comp)	U.C. (Comp)	Exceedance (Comp)	Tension	Load Case (Tension)	Net Section	Shear (Tens)	Bearing (Tens)	U.C. (Tens)	Exceedance (Tens)
101A	Leg	120x120x12	S355	8M24-8.8t	0.50	0.50	0.50	85	-75.0	SPLS 3_60.75 Ah All Cts	572.4	1074.8	1693.4	0.13		60.6	3_0,9_119.25 Ba All Cts	750.1	1074.8		1592.1	0.08
101B	Leg	120x120x12	S355	9M24-8.8t	0.50	0.50	0.50	75	-222.1	SPLS 3_90 Ah Ct2	659.0	1214.9	1905.1	0.34		183.8	PLS 3_0,9_119.25 Ba Ct1	750.1	1214.9		1791.1	0.25
102A	leg	160x160x15f	S355	8M24-8.8t	0.50	0.50	0.50	60	-487.0	SPLS 3_60.75 Ah All Cts	1288.7	1084.4	2116.8	0.45		430.2	3_0,9_119.25 Ba All Cts	1372.7	1084.4		1990.2	0.40
102B	leg	160x160x15f	S355	10M24-8.8t	0.50	0.50	0.50	64	-436.9	ULS 1a_119.25	1252.5	2660.2	2646.0	0.35		387.0	ULS 1a_0,9_119.25	1372.7	2660.2		2397.2	0.28
103A	Leg	250x250x18f	S355	10M24-8.8t	0.26	0.26	0.26	21	-936.6	SPLS 3_119.25 Ba All Cts	2966.0	2533.1	3175.2	0.37		836.8	3_0,9_119.25 Ba All Cts	2763.8	2533.1		2985.2	0.33
103B	Leg	250x250x18f	S355	13M24-8.8t	0.26	0.26	0.26	28	-1475.5	SPLS 3_119.25 Ba All Cts	2880.0	3083.8	4127.8	0.51		1315.5	3_0,9_119.25 Ba All Cts	2763.8	3083.8		4127.8	0.48
103C	Leg	250x250x18f	S355		0.52	0.52	0.52	27	-1197.7	SPLS 3_119.25 Ba All Cts	2890.5	0.0	0.0	0.41		1077.6	3_0,9_119.25 Ba All Cts	3113.4	0.0		0.0	0.35
104A	Leg	250x250x20f	S355	12M24-8.8t	0.50	0.50	0.50	29	-1595.2	SPLS 3_119.25 Ba All Cts	3260.8	2975.4	4233.6	0.54		1424.8	3_0,9_119.25 Ba All Cts	3055.2	2975.4		4233.6	0.48
104B	Leg	250x250x20f	S355	12M24-8.8t	0.20	0.20	0.20	35	-1599.7	SPLS 3_119.25 Ba All Cts	3173.2	2975.4	4233.6	0.54		1417.6	3_0,9_119.25 Ba All Cts	3055.2	2975.4		3980.3	0.48
201L	CD	120x120x10	S235	2M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	109	-79.6	SPLS 3_119.25 Ba Ct1	271.6	271.1	259.2	0.31		85.7	PLS 3_0,9_119.25 Ah Ct2	278.4	271.1		243.7	0.35
201T	CD	100x100x8	S235	2M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	131	-41.5	SPLS 3_119.25 Ah Ct2	150.4	271.1	207.4	0.28		32.3	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct1	181.4	271.1		189.2	0.18
202L	CD	150x150x18*	S235	5M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	84	-360.6	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	733.6	677.8	1166.4	0.53		324.1	PLS 3_0,9_119.25 Ah Ct2	687.5	677.8		901.1	0.48
202T	CD	150x150x12	S235	4M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	83	-283.0	SPLS 3_0,9_119.25 Ah Ct1	502.8	542.2	622.1	0.56		280.4	PLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	470.2	542.2		486.8	0.60
203L	CD	150x150x18*	S235	5M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	92	-296.9	SPLS 3_0,9_119.25 Ah Ct2	691.2	677.8	1166.4	0.44		328.9	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	687.5	677.8		901.1	0.49
203T	CD	150x150x12	S235	4M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	91	-255.7	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	474.0	542.2	622.1	0.54		258.1	PLS 3_0,9_119.25 Ah Ct1	470.2	542.2		486.8	0.55
204L	CD	180x180x16f	S235	4M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	81	-358.4	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct1	814.1	542.2	829.4	0.66		352.7	PLS 3_0,9_119.25 Ah Ct2	760.6	542.2		672.0	0.65
204T	CD	150x150x18*	S235	4M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	98	-368.1	SPLS 3_119.25 Ah Ct2	656.1	542.2	933.1	0.68		331.3	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct1	687.5	542.2		730.1	0.61
205L	CD	200x200x16	S235	5M24-8.8t	0.56	0.28	0.28	53	-525.7	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	1054.0	677.8	1036.8	0.78		512.0	PLS 3_0,9_119.25 Ah Ct1	881.1	677.8		890.5	0.76
205T	CD	200x200x16	S235	5M24-8.8t	0.56	0.28	0.28	53	-470.3	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	1054.0	677.8	1036.8	0.69		449.8	PLS 3_0,9_119.25 Ah Ct2	881.1	677.8		890.5	0.66
206L	CD	160x160x17f	S235	4M24-8.8t	1.00	0.56	0.56	80	-409.4	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	729.5	542.2	881.3	0.76		400.0	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	725.8	542.2		736.4	0.74
206T	CD	160x160x17f	S235	4M24-8.8t	1.00	0.56	0.56	80	-370.1	SPLS 3_119.25 Ah Ct2	729.5	542.2	881.3	0.68		371.7	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	725.8	542.2		736.4	0.69
207L	CD	150x150x14	S235	3M24-8.8t	0.56	0.28	0.28	103	-310.9	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	467.7	406.7	544.3	0.76		324.3	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	557.9	406.7		453.9	0.80
207T	CD	150x150x14	S235	3M24-8.8t	0.56	0.28	0.28	103	-298.6	SPLS 3_0,9_119.25 Ah Ct1	467.7	406.7	544.3	0.73		295.1	SPLS 3_119.25 Ah Ct2	557.9	406.7		453.9	0.73
208L	CD	150x150x12	S235	3M24-8.8t	1.00	0.50	0.50	100	-276.0	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	415.0	406.7	466.6	0.68		250.6	PLS 3_0,9_119.25 Ah Ct2	498.3	406.7		405.3	0.62
208T	CD	150x150x12	S235	3M24-8.8t	1.00	0.50	0.50	100	-254.4	SPLS 3_119.25 Ah Ct2	415.0	406.7	466.6	0.63		253.0	PLS 3_0,9_119.25 Ah Ct1	498.3	406.7		405.3	0.62
209L	CD	160x160x15f	S235	4M24-8.8t	0.20	0.20	0.20	63	-422.5	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	782.1	542.2	777.6	0.78		396.9	PLS 3_0,9_119.25 Ah Ct1	673.4	542.2		680.3	0.73
209T	CD	160x160x15f	S235	4M24-8.8t	0.20	0.20	0.20	63	-372.1	SPLS 3_119.25 Ah Ct2	782.1	542.2	777.6	0.69		359.3	PLS 3_0,9_119.25 Ah Ct1	673.4	542.2		680.3	0.66
210	Top	80x80x8	S235	2M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	174	-29.3	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	84.7	188.2	172.8	0.35		29.2	PLS 3_0,9_119.25 Ah Ct1	146.3	188.2		157.1	0.20
211L		100x100x8	S235	4M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	133	-53.8	SPLS 3_0,9_119.25 Ba All Cts	148.9	542.2	414.7	0.36		104.2	5_6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	211.1	542.2		362.8	0.49
211T		70x70x7	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	191	-5.8	SPLS 3_0,9_119.25 Ah Ct2	45.6	60.3	60.5	0.13		6.4	ULS 1a_90	92.7	60.3		52.3	0.12
212L		150x150x14	S355	13M24-8.8t	1.00	2.00	1.00	64	-489.4	SPLS 3_60.75 Ah All Cts	1076.0	1751.2	3210.5	0.45		461.1	3_0,9_119.25 Ba All Cts	1159.3	1751.2		2497.0	0.40
212T		120x120x10	S235	5M24-8.8t	1.00	2.00	1.00	79	-121.7	SPLS 3_0,9_119.25 Ah Ct1	328.3	677.8	648.0	0.37		124.2	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	466.6	677.8		559.4	0.27
213		120x120x10	S235	3M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	87	-168.9	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	325.2	406.7	388.8	0.52		169.3	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	296.6	406.7		302.4	0.57
214		50x50x5	S235	1M16-8.8t	0.50	0.50	0.50	150	-0.1	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ba Ct1	31.9	60.3	43.2	0.00		0.1	PLS 3_0,9_119.25 Ba Ct1	46.1	60.3		32.7	0.00
215L		120x120x10	S235	5M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	148	-38.2	SPLS 3_0,9_119.25 Ba All Cts	196.7	677.8	648.0	0.19		150.4	SPLS 3_60.75 Ah All Cts	342.3	677.8		609.2	0.44
215T		150x150x12	S235	3M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	118	-122.5	ULS 3_0,9_90	377.5	406.7	466.6	0.32		136.5	ULS 3_90	512.3	406.7		438.6	0.34
216L		200x200x16	S355	9M24-8.8t	1.00	2.00	1.00	62	-538.4	SPLS 3_60.75 Ah All Cts	1686.0	915.0	2540.2	0.59		440.5	3_0,9_119.25 Ba All Cts	1581.6	915.0		2388.2	0.48
216T		120x120x10	S235	5M24-8.8t	1.00	2.00	1.00	104	-127.9	SPLS 3_0,9_60.75 Ba Ct1	269.2	677.8	648.0	0.48		139.5	SPLS 3_60.75 Ba Ct1	466.6	677.8		609.2	0.30
217		120x120x10	S235	3M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	114	-179.6	SPLS 3_0,9_119.25 Ah Ct1	261.1	406.7	388.8	0.69		180.5	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	324.0	406.7		359.4	0.56
218		50x50x7	S235	1M16-8.8t	0.50	0.50	0.50	200	-0.5	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct1	29.9	60.3	60.5	0.02		0.6	5_6a_90 Ah All Cts Ba Ct1	64.5	60.3		45.8	0.01
219L		80x80x8	S235	2M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	253	-11.8	SPLS 3_0,9_119.25 Ba All Cts	49.4	120.6	138.2	0.24		6.5	LS 1a_0,9_135 Ah All Cts	177.2	120.6		119.5	0.05
219T		80x80x8	S235	2M16-8.8t	1.00	1.03	1.00	247	-11.5	ULS 3_0,9_135	51.5	120.6	138.2	0.22		8.4	ULS 1a_0,9_135	177.2	120.6		119.5	0.07
220		80x80x8	S235	1M16-8.8t	1.00	0.50	0.50	227	-5.4	ULS 1a_119.25	38.5	60.3	69.1	0.14		4.7	ULS 1a_0,9_60.75	142.8	60.3		59.7	0.08
221		80x80x8	S235	1M16-8.8t	0.50	0.50	0.50	253	-1.6	ULS 1a_0	39.5	60.3	69.1	0.04		0.2	ULS 1a_0,9_0,0	142.8	60.3		59.7	0.00
490A	Tweede DWSRM onderregel	150x150x14	S355	13M24-8.8t	1.00	2.38	1.00	64	-368.7	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	1069.1	1751.2	3210.5	0.34		316.7	PLS 3_0,9_119.25 Ba Ct2	1159.3	1751.2		2497.0	0.27
490B	Tweede DWSRM onderregel	150x150x14	S355		2.00	1.00	1.00	14	0.0		1425.0	0.0	0.0	0.00								

Assessment of groups for initial mast (afkeur level)

Date 26-02-21  
 Author MKh  
 Version 1.0

ENS-ZL 380  
 HC-3 R  
 10

Group Label	Description	Profile	Steel Quality	Bolts	RLX	RLY	RLZ	Slenderness	Compression	Load Case (Compression)	Buckling	Shear (Comp)	Bearing (Comp)	U.C. (Comp)	Exceedance (Comp)	Tension	Load Case (Tension)	Net Section	Shear (Tens)	Bearing (Tens)	U.C. (Tens)	Exceedance (Tens)
433	D-D CD	50x50x5	S235	1M16-8.8t	0.50	0.50	0.50	153	-26.1	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	31.2	60.3	43.2	0.84	27.2	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	46.1	60.3	32.7	0.83		
434	Bovenregel	120x120x10	S355	4M24-8.8t	2.00	2.00	2.00	272	-96.2	SPLS 3_0_9_119.25 Ba All Cts	90.5	542.2	705.6	1.06	knik	143.0	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	416.2	542.2	609.1	0.34	
435	Bovenregel	100x100x8	S355	4M20-8.8t	2.00	1.00	1.00	201	-62.1	SPLS 3_0_9_119.25 Ba All Cts	94.2	376.3	470.4	0.66	74.8	ULS 5a Ah 22	298.7	376.3	427.6	0.25		
436	Vertical	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	103	-0.2	ULS 5a Ba 12	47.5	60.3	43.2	0.00	2.7	ULS 5a Ba 12	46.1	60.3	32.7	0.08		
437	Vertical	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	208	-14.2	SPLS 3_0_9_60.75 Ah All Cts	20.7	60.3	43.2	0.68	21.8	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	46.1	60.3	32.7	0.67		
438	Vertical	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	204	-1.9	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ba Ct2	23.9	60.3	43.2	0.08	2.8	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ba Ct2	46.1	60.3	32.7	0.09		
439	Vertical	60x60x6	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	337	-3.2	SPLS 1a_119.25 Ba Ct2	14.1	60.3	51.8	0.23	0.0		48.4	60.3	33.7	0.00		
440	CD	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	327	-6.9	ULS 5a Ba 12	10.3	60.3	43.2	0.67	0.0		46.1	60.3	32.7	0.00		
441	CD	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	306	-8.5	SPLS 3_119.25 Ba All Cts	11.5	60.3	43.2	0.74	0.3	SPLS 3_0_9_119.25 Ba Ct2	46.1	60.3	32.7	0.01		
442	CD	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	246	0.0		16.2	60.3	43.2	0.00	1.1	ULS 1a_60.75	46.1	60.3	32.7	0.03		
390A	Eerste DWSRM onderregel	200x200x16	S355	9M24-8.8t	1.00	2.99	1.00	63	-729.6	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	1662.7	915.0	2540.2	0.80	562.8	PLS 3_0_9_119.25 Ba Ct2	1581.6	915.0	2388.2	0.62		
390B	Eerste DWSRM onderregel	200x200x16	S355	8M24-8.8t	2.00	6.61	1.00	66	-376.0	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	1620.3	1078.8	2257.9	0.35	287.6	PLS 3_0_9_119.25 Ba Ct2	1886.8	1078.8	2007.0	0.27		
390C	Eerste DWSRM onderregel	200x200x16	S355	200x200x16	1.00	3.01	1.00	63	-695.1	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	1662.8	0.0	0.0	0.42	523.7	PLS 3_0_9_119.25 Ba Ct2	2193.9	0.0	0.0	0.24		
391A	Eerste DWSRM onderregel	160x160x15+	S355	8M24-8.8t	2.00	6.61	1.00	83	-376.0	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	1007.1	1084.4	2116.8	0.37	287.5	PLS 3_0_9_119.25 Ba Ct2	1372.7	1084.4	1827.3	0.27		
391B	Eerste DWSRM onderregel	160x160x15+	S355	160x160x15+	1.00	2.32	1.00	12	-2.3	ULS 1a_0_9_60.75	1658.2	0.0	0.0	0.00	0.9	SPLS 3_0_9_0 Ah Ct1	1658.2	0.0	0.0	0.00		
391C	Eerste DWSRM onderregel	160x160x15+	S355	160x160x15+	1.00	3.31	1.00	83	-350.8	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	1006.1	0.0	0.0	0.35	258.7	PLS 3_0_9_119.25 Ba Ct2	1658.2	0.0	0.0	0.16		
301	CD	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	130	-52.3	SPLS 3_0_9_119.25 Ba All Cts	120.4	188.2	172.8	0.43	56.4	SPLS 3_119.25 Ba All Cts	146.3	188.2	157.1	0.39		
302	CD	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	123	-65.6	SPLS 3_119.25 Ba Ct2	127.7	188.2	172.8	0.51	63.3	PLS 3_0_9_119.25 Ba Ct2	149.6	188.2	157.1	0.42		
303	CD	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	117	-64.9	SPLS 3_119.25 Ba All Cts	135.3	188.2	172.8	0.48	66.2	S 3_0_9_119.25 Ba All Cts	149.6	188.2	157.1	0.44		
304	CD	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.53	0.53	0.53	114	-75.0	SPLS 3_0_9_119.25 Ba All Cts	138.7	188.2	172.8	0.54	72.0	SPLS 3_119.25 Ba All Cts	151.2	188.2	157.1	0.48		
305	CD	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.53	0.53	0.53	106	-83.5	SPLS 3_0_9_119.25 Ba All Cts	147.8	188.2	172.8	0.57	87.9	SPLS 3_119.25 Ba All Cts	152.9	188.2	157.1	0.57		
306	CD	80x80x8	S235	2M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	89	-46.7	SPLS 3_119.25 Ba All Cts	170.0	271.1	207.4	0.27	52.8	S 3_0_9_119.25 Ba All Cts	125.9	271.1	157.0	0.42		
307	CD	60x60x6	S235	2M16-8.8t	0.53	0.53	0.53	123	-32.3	SPLS 3_119.25 Ba All Cts	71.7	120.6	103.7	0.45	28.4	S 3_0_9_119.25 Ba All Cts	73.8	120.6	67.3	0.42		
308	CD	60x60x6	S235	2M16-8.8t	0.53	0.53	0.53	115	-32.4	SPLS 3_0_9_119.25 Ba All Cts	77.0	120.6	103.7	0.42	30.5	SPLS 3_119.25 Ba All Cts	73.8	120.6	67.3	0.45		
309	CD	60x60x6	S235	2M16-8.8t	0.54	0.54	0.54	110	-36.4	SPLS 3_119.25 Ba All Cts	80.4	120.6	103.7	0.45	35.9	S 3_0_9_119.25 Ba All Cts	76.0	120.6	67.3	0.53		
310	CD	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.54	0.54	0.54	87	-44.0	SPLS 3_119.25 Ba All Cts	131.9	188.2	151.2	0.33	46.0	SPLS 3_119.25 Ba All Cts	90.5	188.2	111.4	0.51		
311	CD	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.55	0.55	0.55	71	-55.4	SPLS 3_0_9_119.25 Ba All Cts	194.5	188.2	172.8	0.32	51.2	SPLS 3_119.25 Ba All Cts	121.4	188.2	130.9	0.42		
312	CD	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.55	0.55	0.55	66	-64.8	SPLS 3_119.25 Ba All Cts	202.4	188.2	172.8	0.37	67.6	S 3_0_9_119.25 Ba All Cts	121.4	188.2	134.4	0.56		
313	CD	90x90x8	S235	2M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	52	-37.3	SPLS 3_119.25 Ba Ct2	249.5	271.1	207.4	0.18	34.1	PLS 3_0_9_119.25 Ba Ct1	136.2	271.1	161.3	0.25		
314	Hor. onderregel	HEA160	S235	2M20-8.8t	2.00	2.00	2.00	79	-0.3	SPLS 1a_0_9_135 Ba All Cts	583.3	188.2	216.0	0.00	6.1	ULS 3_60.75	766.1	188.2	0.0	0.03		
315	Hor. onderregel	120x120x12	S235	2M20-8.8t	2.00	2.00	2.00	108	0.0		325.7	188.2	259.2	0.00	49.9	ULS 3_119.25	286.4	188.2	149.2	0.33		
316	Hor. onderregel	HEA160	S235	2M20-8.8t	2.00	2.00	2.00	53	0.0		693.2	188.2	216.0	0.00	5.8	ULS 3_60.75	766.1	188.2	0.0	0.03		
317	Hor. onderregel	120x120x12	S355	2M20-8.8t	2.00	2.00	2.00	48	0.0		711.6	188.2	352.8	0.00	81.9	ULS 3_119.25	389.8	188.2	139.0	0.59		
318	Hor. onderregel	HEA160	S235	2M20-8.8t	2.00	2.00	2.00	27	-15.8	ULS 1a_0_9_90	786.7	188.2	216.0	0.08	0.0		766.1	188.2	0.0	0.00		
319A	Eerste DWSRM bovenregel	100x100x8	S235	4M24-8.8t	1.00	1.80	1.00	246	-36.9	SPLS 3_0_9_119.25 Ba All Cts	62.7	542.2	414.7	0.59	103.3	SPLS 1a_135 Ah All Cts	211.1	542.2	362.8	0.49		
319B	Eerste DWSRM bovenregel	100x100x8	S235	4M24-8.8t	1.00	2.25	1.00	246	-36.2	SPLS 3_0_9_119.25 Ba All Cts	62.7	542.2	414.7	0.58	87.7	SPLS 1a_135 Ah All Cts	293.9	542.2	389.9	0.30		
320A	Eerste DWSRM bovenregel	100x100x8	S235	4M24-8.8t	2.02	1.00	1.00	277	-40.6	SPLS 3_0_9_119.25 Ba All Cts	52.1	542.2	414.7	0.78	75.8	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct1	293.9	542.2	389.9	0.26		
320B	Eerste DWSRM bovenregel	100x100x8	S235	3M24-8.8t	1.98	1.00	1.00	278	-40.6	SPLS 3_0_9_119.25 Ba All Cts	52.1	406.7	311.0	0.78	75.8	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct1	211.1	406.7	276.0	0.36		
322	Hor. bovenregel	60x60x6	S235	1M16-8.8t	1.00	2.00	1.00	132	-1.0	ULS 1a_0	56.5	60.3	51.8	0.02	0.8	ULS 1a_0_9_0	48.4	60.3	33.7	0.03		
323	B-B CD	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	256	-2.6	ULS 1a_0	15.2	60.3	43.2	0.17	1.8	ULS 1a_0_9_0	46.1	60.3	32.7	0.05		
324	Vertical	90x90x8	S235	1M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	168	-16.6	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct1	80.2	135.6	103.7	0.21	3.8	ULS 1a_0_9_0_9_119.25	147.5	135.6	97.5	0.04		
325	Vertical	60x60x6	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	182	-5.7	ULS 1a_0	36.0	60.3	51.8	0.16	0.4	ULS 1a_0_9_0	48.4	60.3	33.7	0.01		
326	Vertical	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	111	-1.0	ULS 7	44.4	60.3	43.2	0.02	0.0		46.1	60.3	32.7	0.00		
327	CD	80x80x6#	S235	2M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	358	-7.4	ULS 1a_0_9_0_9_119.25	21.8	188.2	129.6	0.34	30.2	ULS 1a_0	112.1	188.2	117.8	0.27		
328	CD	80x80x8	S235	2M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	280	-9.1	ULS 1a_0_9_0_9_119.25	42.2	188.2	172.8	0.22	32.4	S 6a_90 Ah All Cts Ba Ct1	146.3	188.2	157.1	0.22		
329	CD	80x80x6#	S235	1M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	288	-4.1	ULS 1a_0_9_0	24.7	94.1	64.8	0.16	20.2	ULS 1a_0	100.2	94.1	58.9	0.34		
250L	80x80x6#	S235	2M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	166	-9.1	SPLS 3_0_9_119.25 Ba All Cts	68.8	120.6	103.7	0.13	7.5	SPLS 3_60.75 Ah All Cts	111.8	120.6	89.6	0.08			
250T	80x80x6#	S235																				

**Assessment of groups for strengthened mast (afkeur level)**

Date 26-02-21  
 Author MKH  
 Version 1.0

ENS-ZL 380  
 HC-3 R  
 10

Staafgroep	Omschrijving	Profiel	Staalsoort	Bouten	RLX	RLY	RLZ	Slankheid	Druk	Combinatie druk	Knik	Afschuiving	Stuik (druk)	U.C. (druk)	Opm.	Trek	Combinatie trek	Nettodsn.	Afschuif	Stuik (trek)	U.C. (trek)
101A	Leg	120x120x12	S355	8M24-8.8t	0.50	0.50	0.50	85	-75.3	SPLS 3_60.75 Ah All Ct	572.4	1074.8	1693.4	0.13		60.6	SPLS 3_0_9_119.25 Ba	750.1	1074.8	1592.1	0.08
101B	Leg	120x120x12	S355	9M24-8.8t	0.50	0.50	0.50	75	-222.5	SPLS 3_90 Ah Ct2	659.0	1214.9	1905.1	0.34		183.8	SPLS 3_0_9_119.25 Ba	750.1	1214.9	1791.1	0.25
102A	leg	160x160x15#	S355	8M24-8.8t	0.50	0.50	0.50	60	-487.6	SPLS 3_60.75 Ah All Ct	1288.7	1084.4	2116.8	0.45		430.2	SPLS 3_0_9_119.25 Ba	1372.7	1084.4	1990.2	0.40
102B	leg	160x160x15#	S355	10M24-8.8t	0.50	0.50	0.50	64	-438.3	ULS 1a_119.25	1252.5	2660.2	2646.0	0.35		388.0	ULS 1a_0_9_119.25	1372.7	2660.2	2397.2	0.28
103A	Leg	250x250x18#	S355	10M24-8.8t	0.26	0.26	0.26	21	-937.6	SPLS 3_119.25 Ba All (	2966.0	2533.1	3175.2	0.37		837.2	SPLS 3_0_9_119.25 Ba	2763.8	2533.1	2985.2	0.33
103B	Leg	250x250x18#	S355	13M24-8.8t	0.26	0.26	0.26	28	-1476.5	SPLS 3_119.25 Ba All (	2880.0	3083.8	4127.8	0.51		1315.9	SPLS 3_0_9_119.25 Ba	2763.8	3083.8	4127.8	0.48
103C	Leg	250x250x18#	S355		0.52	0.52	0.52	27	-1198.7	SPLS 3_119.25 Ba All (	2890.5	0.0	0.0	0.41		1077.9	SPLS 3_0_9_119.25 Ba	3113.4	0.0	0.0	0.35
104A	Leg	250x250x20#	S355	12M24-8.8t	0.50	0.50	0.50	29	-1596.2	SPLS 3_119.25 Ba All (	3260.8	2975.4	4233.6	0.54		1425.2	SPLS 3_0_9_119.25 Ba	3055.2	2975.4	4233.6	0.48
104B	Leg	250x250x20#	S355	12M24-8.8t	0.20	0.20	0.20	35	-1600.7	SPLS 3_119.25 Ba All (	3173.2	2975.4	4233.6	0.54		1418.0	SPLS 3_0_9_119.25 Ba	3055.2	2975.4	3980.3	0.48
201L	CD	120x120x10	S235	2M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	109	-79.9	SPLS 3_119.25 Ba Ct1	271.6	271.1	259.2	0.31		86.2	SPLS 3_0_9_119.25 Ah	278.4	271.1	243.7	0.35
201T	CD	100x100x8	S235	2M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	131	-42.4	SPLS 3_119.25 Ah Ct2	150.4	271.1	207.4	0.28		32.7	SPLS 3_0_9_90 Ba Ct1	181.4	271.1	189.2	0.18
202L	CD	150x150x18*	S235	5M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	84	-360.8	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	733.6	677.8	1166.4	0.53		324.0	SPLS 3_0_9_119.25 Ah	687.5	677.8	901.1	0.48
202T	CD	150x150x12	S235	4M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	83	-283.0	SPLS 3_0_9_119.25 Ah	502.8	542.2	622.1	0.56		280.4	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba	470.2	542.2	486.8	0.60
203L	CD	150x150x18*	S235	5M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	92	-296.8	SPLS 3_0_9_119.25 Ah	691.2	677.8	1166.4	0.54		329.0	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	687.5	677.8	901.1	0.49
203T	CD	150x150x12	S235	4M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	91	-255.7	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba	474.0	542.2	622.1	0.44		258.1	SPLS 3_0_9_119.25 Ah	470.2	542.2	486.8	0.55
204L	CD	180x180x16#	S235	4M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	81	-358.5	SPLS 3_0_9_90 Ba Ct1	814.1	542.2	829.4	0.66		352.7	SPLS 3_0_9_119.25 Ah	760.6	542.2	672.0	0.65
204T	CD	150x150x18*	S235	4M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	98	-368.4	SPLS 3_119.25 Ah Ct2	656.1	542.2	933.1	0.68		331.4	SPLS 3_0_9_90 Ba Ct1	687.5	542.2	730.1	0.61
205L	CD	200x200x16	S235	5M24-8.8t	0.56	0.28	0.28	53	-525.7	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	1054.0	677.8	1036.8	0.78		512.0	SPLS 3_0_9_119.25 Ah	881.1	677.8	890.5	0.76
205T	CD	200x200x16	S235	5M24-8.8t	0.56	0.28	0.28	53	-470.3	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	1054.0	677.8	1036.8	0.69		449.8	SPLS 3_0_9_119.25 Ah	881.1	677.8	890.5	0.66
206L	CD	160x160x17#	S235	4M24-8.8t	1.00	0.56	0.56	80	-409.4	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	729.5	542.2	881.3	0.76		400.0	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	725.8	542.2	736.4	0.74
206T	CD	160x160x17#	S235	4M24-8.8t	1.00	0.56	0.56	80	-370.1	SPLS 3_119.25 Ah Ct2	729.5	542.2	881.3	0.68		371.7	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	725.8	542.2	736.4	0.69
207L	CD	150x150x14	S235	3M24-8.8t	0.56	0.28	0.28	103	-310.9	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	467.7	406.7	544.3	0.76		324.3	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	557.9	406.7	453.9	0.80
207T	CD	150x150x14	S235	3M24-8.8t	0.56	0.28	0.28	103	-298.6	SPLS 3_0_9_119.25 Ah	467.7	406.7	544.3	0.73		295.2	SPLS 3_119.25 Ah Ct2	557.9	406.7	453.9	0.73
208L	CD	150x150x12	S235	3M24-8.8t	1.00	0.50	0.50	100	-276.0	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	415.0	406.7	466.6	0.68		250.6	SPLS 3_0_9_119.25 Ah	498.3	406.7	405.3	0.62
208T	CD	150x150x12	S235	3M24-8.8t	1.00	0.50	0.50	100	-254.4	SPLS 3_119.25 Ah Ct2	415.0	406.7	466.6	0.63		253.0	SPLS 3_0_9_119.25 Ah	498.3	406.7	405.3	0.62
209L	CD	160x160x15#	S235	4M24-8.8t	0.20	0.20	0.20	63	-422.6	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	782.1	542.2	777.6	0.78		396.9	SPLS 3_0_9_119.25 Ah	673.4	542.2	680.3	0.73
209T	CD	160x160x15#	S235	4M24-8.8t	0.20	0.20	0.20	63	-372.1	SPLS 3_119.25 Ah Ct2	782.1	542.2	777.6	0.69		359.3	SPLS 3_0_9_119.25 Ah	673.4	542.2	680.3	0.66
210	Top	80x80x8	S235	2M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	174	-29.3	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	84.7	188.2	172.8	0.35		29.2	SPLS 3_0_9_119.25 Ah	146.3	188.2	157.1	0.20
211L	0	100x100x8	S235	4M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	133	-54.6	SPLS 3_0_9_119.25 Ba	148.9	542.2	414.7	0.37		107.0	SPLS 6a_90 Ah All Cts	211.1	542.2	362.8	0.51
211T	0	70x70x7	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	191	-6.2	SPLS 3_0_9_119.25 Ah	45.6	60.3	60.5	0.14		6.3	ULS 1a_90	92.7	60.3	52.3	0.12
212L	0	150x150x14	S355	13M24-8.8t	1.00	2.00	1.00	64	-488.1	SPLS 3_60.75 Ah All Ct	1076.0	1751.2	3210.5	0.45		459.4	SPLS 3_0_9_119.25 Ba	1159.3	1751.2	2497.0	0.40
212T	0	120x120x10	S235	5M24-8.8t	1.00	2.00	1.00	79	-121.6	SPLS 3_0_9_119.25 Ah	328.3	677.8	648.0	0.37		124.4	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	466.6	677.8	559.4	0.27
213	0	120x120x10	S235	3M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	87	-168.8	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	325.2	406.7	388.8	0.52		169.2	SPLS 3_0_9_119.25 Ah	296.6	406.7	302.4	0.57
214	0	50x50x5	S235	1M16-8.8t	0.50	0.50	0.50	150	-0.1	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ba	31.9	60.3	43.2	0.00		0.1	SPLS 3_0_9_119.25 Ba	46.1	60.3	32.7	0.00
215L	0	120x120x10	S235	5M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	148	-38.3	SPLS 3_0_9_119.25 Ba	196.7	677.8	648.0	0.19		150.5	SPLS 3_60.75 Ah All Ct	342.3	677.8	609.2	0.44
215T	0	150x150x12	S235	3M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	118	-122.6	ULS 3_0_9_90	377.5	406.7	466.6	0.32		136.7	ULS 3_90	512.3	406.7	438.6	0.34
216L	0	200x200x16	S355	9M24-8.8t	1.00	2.00	1.00	62	-538.4	SPLS 3_60.75 Ah All Ct	1686.0	915.0	2540.2	0.59		440.6	SPLS 3_0_9_119.25 Ba	1581.6	915.0	2388.2	0.48
216T	0	120x120x10	S235	5M24-8.8t	1.00	2.00	1.00	104	-127.9	SPLS 3_0_9_60.75 Ba (	269.2	677.8	648.0	0.48		139.5	SPLS 3_60.75 Ba Ct1	466.6	677.8	609.2	0.50
217	0	120x120x10	S235	3M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	114	-179.6	SPLS 3_0_9_119.25 Ah	261.1	406.7	388.8	0.69		180.5	SPLS 3_119.25 Ah Ct1	324.0	406.7	359.4	0.36
218	0	50x50x7	S235	1M16-8.8t	0.50	0.50	0.50	200	-0.5	SPLS 6a_90 Ah All Cts	29.9	60.3	60.5	0.02		0.6	SPLS 6a_90 Ah All Cts	64.5	60.3	45.8	0.01
219L	0	80x80x8	S235	2M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	253	-11.8	SPLS 3_0_9_119.25 Ba	49.4	120.6	138.2	0.24		6.5	SPLS 1a_0_9_135 Ah A	177.2	120.6	119.5	0.05
219T	0	80x80x8	S235	2M16-8.8t	1.00	1.03	1.00	247	-11.5	ULS 3_0_9_135	51.5	120.6	138.2	0.22		8.4	ULS 1a_0_9_135	177.2	120.6	119.5	0.07
220	0	80x80x8	S235	1M16-8.8t	1.00	0.50	0.50	227	-5.4	ULS 1a_119.25	38.5	60.3	69.1	0.14		4.7	ULS 1a_0_9_60.75	142.8	60.3	59.7	0.08
221	0	80x80x8	S235	1M16-8.8t	0.50	0.50	0.50	253	-1.6	ULS 1a_0	39.5	60.3	69.1	0.04		0.2	ULS 1a_0_9_0_9	142.8	60.3	59.7	0.00
490A	Tweede DWSRM	150x150x14	S355	13M24-8.8t	1.00	2.38	1.00	64	-369.3	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba	1069.1	1751.2	3210.5	0.35		316.6	SPLS 3_0_9_119.25 Ba	1159.3	1751.2	2497.0	0.27
490B	Tweede DWSRM	150x150x14	S355		2.00	1.00	1.00	14	0.0		1425.0	0.0	0.0	0.00		9.9	ULS 3_119.25	1425.0	0.0	0.0	0.01
490C	Tweede DWSRM	150x150x14	S355		1.00	2.38	1.00	64	-357.8	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba	1069.1	0.0	0.0	0.33		302.1	SPLS 3_0_9_119.25 Ba	14			

Assessment of groups for strengthened mast (afkeur level)

Date 26-02-21  
 Author MKh  
 Version 1.0

ENS-ZL 380  
 HC-3 R  
 10

Staafgroep	Omschrijving	Profiel	Staalsoort	Bouten	RLX	RLY	RLZ	Slankheid	Druk	Combinatie druk	Knik	Afschuiving	Stuik (druk)	U.C. (druk)	Opm.	Trek	Combinatie trek	Nettods.	Afschuif	Stuik (trek)	U.C. (trek)
430	0	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	108	0.0	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ba	45.3	60.3	43.2	0.00		0.0	ULS 3_0,9_60.75	46.1	60.3	32.7	0.00
431	Ladder CD	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	227	-1.7	SPLS 1a_0,9_135 Ba A	18.2	60.3	43.2	0.09		3.2	ULS 1a_0,9_0	46.1	60.3	32.7	0.10
432	Ladder CD	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	217	-4.9	ULS 5a Ba 12	19.5	60.3	43.2	0.25		7.6	ULS 5a Ah 12	46.1	60.3	32.7	0.23
433	D-D CD	50x50x5	S235	1M16-8.8t	0.50	0.50	0.50	153	-26.0	SPLS 6a_90 Ah All Cts	31.2	60.3	43.2	0.83		27.2	SPLS 6a_90 Ah All Cts	46.1	60.3	32.7	0.83
434	Bovenregel	120x120x10	S355	4M24-8.8t	1.00	2.00	1.00	175	-95.8	SPLS 3_0,9_119.25 Ba	171.9	542.2	705.6	0.56		143.4	SPLS 6a_90 Ah All Cts	416.2	542.2	609.1	0.34
435	Bovenregel	100x100x8	S355	4M20-8.8t	2.00	1.00	1.00	201	-61.9	SPLS 3_0,9_119.25 Ba	94.2	376.3	470.4	0.66		75.3	ULS 5a Ah 22	298.7	376.3	427.6	0.25
436	Vertical	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	103	-0.1	ULS 5a Ba 12	47.5	60.3	43.2	0.00		2.8	ULS 5a Ba 12	46.1	60.3	32.7	0.08
437	Vertical	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	208	-14.1	SPLS 3_0,9_60.75 Ah /	20.7	60.3	43.2	0.68		21.7	SPLS 6a_90 Ah All Cts	46.1	60.3	32.7	0.66
438	Vertical	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	204	-1.9	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ba	23.9	60.3	43.2	0.08		2.8	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ba	46.1	60.3	32.7	0.09
439	Vertical	60x60x6	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	337	-3.3	SPLS 1a_119.25 Ba Ct.	14.1	60.3	51.8	0.23		0.0		48.4	60.3	33.7	0.00
440	CD	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	327	-6.9	ULS 5a Ba 12	10.3	60.3	43.2	0.67		0.0		46.1	60.3	32.7	0.00
441	CD	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	306	-8.6	SPLS 3_119.25 Ba All (	11.5	60.3	43.2	0.75		0.2	SPLS 3_0,9_119.25 Ba	46.1	60.3	32.7	0.01
442	CD	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	246	0.0		16.2	60.3	43.2	0.00		1.1	ULS 1a_60.75	46.1	60.3	32.7	0.04
390A	Eerste DWSRM	200x200x16	S355	9M24-8.8t	1.00	2.99	1.00	63	-729.6	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba	1662.7	915.0	2540.2	0.80		562.8	SPLS 3_0,9_119.25 Ba	1581.6	915.0	2388.2	0.62
390B	Eerste DWSRM	200x200x16	S355	8M24-8.8t	2.00	6.61	1.00	66	-376.0	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba	1620.3	1078.8	2257.9	0.35		287.6	SPLS 3_0,9_119.25 Ba	1886.8	1078.8	2007.0	0.27
390C	Eerste DWSRM	200x200x16	S355		1.00	3.01	1.00	63	-695.1	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba	1662.8	0.0	0.0	0.42		523.7	SPLS 3_0,9_119.25 Ba	2193.9	0.0	0.0	0.24
391A	Eerste DWSRM	160x160x15#	S355	8M24-8.8t	2.00	6.61	1.00	83	-376.0	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba	1007.1	1084.4	2116.8	0.37		287.5	SPLS 3_0,9_119.25 Ba	1372.7	1084.4	1827.3	0.27
391B	Eerste DWSRM	160x160x15#	S355		1.00	2.32	1.00	12	-2.3	ULS 1a_0,9_60.75	1658.2	0.0	0.0	0.00		0.9	SPLS 3_0,9_0 Ah Ct1	1658.2	0.0	0.0	0.00
391C	Eerste DWSRM	160x160x15#	S355		1.00	3.31	1.00	83	-350.8	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba	1006.1	0.0	0.0	0.35		258.7	SPLS 3_0,9_119.25 Ba	1658.2	0.0	0.0	0.16
301	CD	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	130	-52.3	SPLS 3_0,9_119.25 Ba	120.4	188.2	172.8	0.43		56.4	SPLS 3_119.25 Ba All (	146.3	188.2	157.1	0.39
302	CD	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	123	-65.6	SPLS 3_119.25 Ba Ct2	127.7	188.2	172.8	0.51		63.3	SPLS 3_0,9_119.25 Ba	149.6	188.2	157.1	0.42
303	CD	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	117	-64.9	SPLS 3_119.25 Ba All (	135.3	188.2	172.8	0.48		66.2	SPLS 3_0,9_119.25 Ba	149.6	188.2	157.1	0.44
304	CD	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.53	0.53	0.53	114	-75.0	SPLS 3_0,9_119.25 Ba	138.7	188.2	172.8	0.54		72.0	SPLS 3_119.25 Ba All (	151.2	188.2	157.1	0.48
305	CD	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.53	0.53	0.53	106	-83.5	SPLS 3_0,9_119.25 Ba	147.8	188.2	172.8	0.57		87.9	SPLS 3_119.25 Ba All (	152.9	188.2	157.1	0.57
306	CD	80x80x8	S235	2M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	89	-46.7	SPLS 3_119.25 Ba All (	170.0	271.1	207.4	0.27		52.8	SPLS 3_0,9_119.25 Ba	125.9	271.1	157.0	0.42
307	CD	60x60x6	S235	2M16-8.8t	0.53	0.53	0.53	123	-32.3	SPLS 3_119.25 Ba All (	71.7	120.6	103.7	0.45		28.4	SPLS 3_0,9_119.25 Ba	73.8	120.6	67.3	0.42
308	CD	60x60x6	S235	2M16-8.8t	0.53	0.53	0.53	115	-32.4	SPLS 3_0,9_119.25 Ba	77.0	120.6	103.7	0.42		30.5	SPLS 3_119.25 Ba All (	73.8	120.6	67.3	0.45
309	CD	60x60x6	S235	2M16-8.8t	0.54	0.54	0.54	110	-36.4	SPLS 3_119.25 Ba All (	80.4	120.6	103.7	0.45		35.9	SPLS 3_0,9_119.25 Ba	76.0	120.6	67.3	0.53
310	CD	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.54	0.54	0.54	87	-44.0	SPLS 3_119.25 Ba All (	131.9	188.2	151.2	0.33		46.0	SPLS 3_119.25 Ba All (	90.5	188.2	111.4	0.51
311	CD	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.55	0.55	0.55	71	-55.4	SPLS 3_0,9_119.25 Ba	194.5	188.2	172.8	0.32		51.2	SPLS 3_119.25 Ba All (	121.4	188.2	130.9	0.42
312	CD	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.55	0.55	0.55	66	-64.8	SPLS 3_119.25 Ba All (	202.4	188.2	172.8	0.37		67.6	SPLS 3_0,9_119.25 Ba	121.4	188.2	134.4	0.56
313	CD	90x90x8	S235	2M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	52	-37.3	SPLS 3_119.25 Ba Ct2	249.5	271.1	207.4	0.18		34.1	SPLS 3_0,9_119.25 Ba	136.2	271.1	161.3	0.25
314	Hor. onderregel	HEA160	S235	2M20-8.8t	2.00	2.00	2.00	79	-0.3	SPLS 1a_0,9_135 Ba A	583.3	188.2	216.0	0.00		6.1	ULS 3_60.75	766.1	188.2	0.0	0.03
315	Hor. onderregel	120x120x12	S235	2M20-8.8t	2.00	2.00	2.00	108	0.0		325.7	188.2	259.2	0.00		49.9	ULS 3_119.25	286.4	188.2	149.2	0.33
316	Hor. onderregel	HEA160	S235	2M20-8.8t	2.00	2.00	2.00	53	0.0		693.2	188.2	216.0	0.00		5.8	ULS 3_60.75	766.1	188.2	0.0	0.03
317	Hor. onderregel	120x120x12	S355	2M20-8.8t	2.00	2.00	2.00	48	0.0		711.6	188.2	352.8	0.00		81.9	ULS 3_119.25	389.8	188.2	139.0	0.59
318	Hor. onderregel	HEA160	S235	2M20-8.8t	2.00	2.00	2.00	27	-15.8	ULS 1a_0,9_90	786.7	188.2	216.0	0.08		0.0		766.1	188.2	0.0	0.00
319A	Eerste DWSRM	100x100x8	S235	4M24-8.8t	1.00	1.80	1.00	246	-36.9	SPLS 3_0,9_119.25 Ba	62.7	542.2	414.7	0.59		103.3	SPLS 1a_135 Ah All Ct.	211.1	542.2	362.8	0.49
319B	Eerste DWSRM	100x100x8	S235	4M24-8.8t	1.00	2.25	1.00	246	-36.2	SPLS 3_0,9_119.25 Ba	62.7	542.2	414.7	0.58		87.7	SPLS 1a_135 Ah All Ct.	293.9	542.2	389.9	0.30
320A	Eerste DWSRM	100x100x8	S235	4M24-8.8t	2.02	1.00	1.00	277	-40.6	SPLS 3_0,9_119.25 Ba	52.1	542.2	414.7	0.78		75.8	SPLS 6a_90 Ah All Cts	293.9	542.2	389.9	0.26
320B	Eerste DWSRM	100x100x8	S235	3M24-8.8t	1.98	1.00	1.00	278	-40.6	SPLS 3_0,9_119.25 Ba	52.1	406.7	311.0	0.78		75.8	SPLS 6a_90 Ah All Cts	211.1	406.7	276.0	0.36
322	Hor. bovenregel	60x60x6	S235	1M16-8.8t	1.00	2.00	1.00	132	-1.0	ULS 1a_0	56.5	60.3	51.8	0.02		0.8	ULS 1a_0,9_0	48.4	60.3	33.7	0.03
323	B-B CD	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	256	-2.6	ULS 1a_0	15.2	60.3	43.2	0.17		1.8	ULS 1a_0,9_0	46.1	60.3	32.7	0.05
324	Vertical	90x90x8	S235	1M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	168	-16.6	SPLS 6a_90 Ah All Cts	80.2	135.6	103.7	0.21		3.8	ULS 1a_0,9_0,9_119.2	147.5	135.6	97.5	0.04
325	Vertical	60x60x6	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	182	-5.7	ULS 1a_0	36.0	60.3	51.8	0.16		0.4	ULS 1a_0,9_0	48.4	60.3	33.7	0.01
326	Vertical	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	111	-1.0	ULS 7	44.4	60.3	43.2	0.02		0.0		46.1	60.3	32.7	0.00
327	CD	80x80x6#	S235	2M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	358	-7.4	ULS 1a_0,9_0,9_119.2	21.8	188.2	129.6	0.34		30.2	ULS 1a_0	112.1	188.2	117.8	0.27
328	CD	80x80x8	S235	2M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	280	-9.1	ULS 1a_0,9_0,9_119.2	42.2	188.2	172.8	0.22		32.4	SPLS 6a_90 Ah All Cts	146.3	188.2	157.1	0.22
329	CD	80x80x6#	S235	1M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	288	-4.1	ULS 1a_0,9_0	24.7	94.1	64.8	0.16		20.2	ULS 1a_0	100.2			



**Assessment of groups for strengthened mast (verbouw level)**

Date 26-02-21  
 Author MKh  
 Version 1.0

ENS-ZL 380  
 HC-3 R  
 10

Staafgroep	Omschrijving	Profiel	Staalsoort	Bouten	RLX	RLY	RLZ	Slankheid	Druk	Combinatie druk	Knik	Afschuiving	Stuik (druk)	U.C. (druk)	Opm.	Trek	Combinatie trek	Nettods.	Afschuif	Stuik (trek)	U.C. (trek)
434	Bovenregel	120x120x10	S355	4M24-8.8t	<b>1.00</b>	2.00	<b>1.00</b>	175	<b>-100.2</b>	SPLS 3_0,9_119.25 Ba	171.9	542.2	705.6	0.58		<b>152.7</b>	SPLS 6a_90 Ah All Cts	416.2	542.2	609.1	0.37
451		<b>90x90x9</b>	S355	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	231	<b>-3.1</b>	SPLS 1a_0 Ba All Cts	62.7	60.3	105.8	0.05		<b>4.3</b>	SPLS 6a_90 Ah All Cts	112.9	60.3	68.6	0.07



Assessment of groups for initial mast (afkeur level)

Date 26-02-21  
 Author MKh  
 Version 1.0

ENS-ZL 380  
 HC-3 R  
 34

Group Label	Description	Profile	Steel Quality	Bolts	RLX	RLY	RLZ	Slenderness	Compression	Load Case (Compression)	Buckling	Shear (Comp)	Bearing (Comp)	U.C. (Comp)	Exceedance (Comp)	Tension	Load Case (Tension)	Net Section	Shear (Tens)	Bearing (Tens)	U.C. (Tens)	Exceedance (Tens)
101A	Leg	120x120x12	S355	8M24-8.8t	0.50	0.50	0.50	85	-90.1	SPLS 3_112.25 Ba Ct1	572.4	1074.8	1693.4	0.16	42.2	3_0,9_112.25 Ba All Cts	750.1	750.1	1074.8	0.06	1592.1	0.06
101B	Leg	120x120x12	S355	9M24-8.8t	0.50	0.50	0.50	75	-186.2	SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	659.0	1214.9	1905.1	0.28	180.4	PLS 3_0,9_112.25 Ba Ct1	750.1	1214.9	1791.1	0.24	1990.2	0.24
102A	leg	160x160x15f	S355	8M24-8.8t	0.50	0.50	0.50	60	-493.7	SPLS 3_112.25 Ba All Cts	1288.7	1084.4	2116.8	0.46	400.2	3_0,9_112.25 Ba All Cts	1372.7	1084.4	1990.2	0.37	2397.2	0.37
102B	leg	160x160x15f	S355	10M24-8.8t	0.50	0.50	0.50	64	-441.0	SPLS 3_112.25 Ba All Cts	1252.5	2660.2	2646.0	0.35	343.8	3_0,9_112.25 Ba All Cts	1372.7	2660.2	2397.2	0.25	2985.2	0.25
103A	Leg	250x250x18f	S355	10M24-8.8t	0.26	0.26	0.26	21	-932.4	SPLS 3_112.25 Ba All Cts	2966.0	2533.1	3175.2	0.37	769.2	3_0,9_112.25 Ba All Cts	2763.8	2533.1	2985.2	0.30	4127.8	0.30
103B	Leg	250x250x18f	S355	13M24-8.8t	0.26	0.26	0.26	28	-1436.9	SPLS 3_112.25 Ba All Cts	2880.0	3083.8	4127.8	0.50	1212.9	3_0,9_112.25 Ba All Cts	2763.8	3083.8	4127.8	0.44	3980.3	0.44
103C	Leg	250x250x18f	S355		0.52	0.52	0.52	27	-1182.7	SPLS 3_112.25 Ba All Cts	2890.5	0.0	0.0	0.41	996.8	3_0,9_112.25 Ba All Cts	3113.4	0.0	0.0	0.32	2975.4	0.32
104A	Leg	250x250x20f	S355	12M24-8.8t	0.50	0.50	0.50	29	-1550.6	SPLS 3_112.25 Ba All Cts	3260.8	2975.4	4233.6	0.52	1317.3	3_0,9_112.25 Ba All Cts	3055.2	2975.4	4233.6	0.44	3980.3	0.44
104B	Leg	250x250x20f	S355	12M24-8.8t	0.20	0.20	0.20	35	-1555.0	SPLS 3_112.25 Ba All Cts	3173.2	2975.4	4233.6	0.52	1310.4	3_0,9_112.25 Ba All Cts	3055.2	2975.4	3980.3	0.44	243.7	0.44
201L	CD	120x120x10	S235	2M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	109	-81.9	SPLS 3_112.25 Ba Ct1	271.6	271.1	259.2	0.32	57.9	iPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	278.4	271.1	243.7	0.24	189.2	0.24
201T	CD	100x100x8	S235	2M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	131	-37.8	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ah Ct2	150.4	271.1	207.4	0.25	27.6	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct1	181.4	271.1	189.2	0.15	677.8	0.15
202L	CD	150x150x18*	S235	5M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	84	-370.9	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	733.6	677.8	1166.4	0.55	317.7	PLS 3_0,9_112.25 Ah Ct2	687.5	677.8	901.1	0.47	486.8	0.47
202T	CD	150x150x12	S235	4M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	83	-289.1	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	502.8	542.2	622.1	0.57	300.5	iPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	470.2	542.2	486.8	0.64	677.8	0.64
203L	CD	150x150x18*	S235	5M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	92	-290.9	SPLS 3_0,9_112.25 Ah Ct2	691.2	677.8	1166.4	0.43	337.7	iPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	687.5	677.8	901.1	0.50	486.8	0.50
203T	CD	150x150x12	S235	4M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	91	-274.0	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	474.0	542.2	622.1	0.58	262.9	iPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	470.2	542.2	486.8	0.56	677.8	0.56
204L	CD	180x180x16f	S235	4M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	81	-372.0	SPLS 3_90 Ba Ct1	814.1	542.2	829.4	0.69	312.5	PLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	760.6	542.2	672.0	0.58	486.8	0.58
204T	CD	150x150x18*	S235	4M24-8.8t	0.53	0.53	0.53	98	-330.9	SPLS 3_112.25 Ah Ct2	656.1	542.2	933.1	0.61	315.9	SPLS 3_0,9_90 Ba Ct1	687.5	542.2	730.1	0.58	677.8	0.58
205L	CD	200x200x16	S235	5M24-8.8t	0.56	0.28	0.28	53	-500.2	SPLS 3_112.25 Ah Ct1	1054.0	677.8	1036.8	0.74	481.5	PLS 3_0,9_112.25 Ah Ct2	881.1	677.8	890.5	0.71	677.8	0.71
205T	CD	200x200x16	S235	5M24-8.8t	0.56	0.28	0.28	53	-478.9	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	1054.0	677.8	1036.8	0.71	461.9	PLS 3_0,9_112.25 Ah Ct2	881.1	677.8	890.5	0.68	725.8	0.68
206L	CD	160x160x17f	S235	4M24-8.8t	1.00	0.56	0.56	80	-383.7	SPLS 3_112.25 Ah Ct1	729.5	542.2	881.3	0.71	389.5	SPLS 3_112.25 Ah Ct2	725.8	542.2	736.4	0.72	486.8	0.72
206T	CD	160x160x17f	S235	4M24-8.8t	1.00	0.56	0.56	80	-377.8	SPLS 3_112.25 Ah Ct2	729.5	542.2	881.3	0.70	376.2	iPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	725.8	542.2	736.4	0.69	486.8	0.69
207L	CD	150x150x14	S235	3M24-8.8t	0.56	0.28	0.28	103	-308.3	SPLS 3_112.25 Ah Ct2	467.7	406.7	544.3	0.76	304.3	SPLS 3_112.25 Ah Ct1	557.9	406.7	453.9	0.75	486.8	0.75
207T	CD	150x150x14	S235	3M24-8.8t	0.56	0.28	0.28	103	-300.2	SPLS 3_0,9_112.25 Ah Ct1	467.7	406.7	544.3	0.74	300.3	SPLS 3_112.25 Ah Ct2	557.9	406.7	453.9	0.74	486.8	0.74
208L	CD	150x150x12	S235	3M24-8.8t	1.00	0.50	0.50	100	-260.4	SPLS 3_112.25 Ah Ct1	415.0	406.7	466.6	0.64	256.1	PLS 3_0,9_112.25 Ah Ct2	498.3	406.7	405.3	0.63	677.8	0.63
208T	CD	150x150x12	S235	3M24-8.8t	1.00	0.50	0.50	100	-256.8	SPLS 3_112.25 Ah Ct2	415.0	406.7	466.6	0.63	252.5	PLS 3_0,9_112.25 Ah Ct1	498.3	406.7	405.3	0.62	677.8	0.62
209L	CD	160x160x15f	S235	4M24-8.8t	0.20	0.20	0.20	63	-397.7	SPLS 3_112.25 Ah Ct1	782.1	542.2	777.6	0.73	388.6	PLS 3_0,9_112.25 Ah Ct2	673.4	542.2	680.3	0.72	486.8	0.72
209T	CD	160x160x15f	S235	4M24-8.8t	0.20	0.20	0.20	63	-379.9	SPLS 3_112.25 Ah Ct2	782.1	542.2	777.6	0.70	364.2	PLS 3_0,9_112.25 Ah Ct1	673.4	542.2	680.3	0.67	486.8	0.67
210	Top	80x80x8	S235	2M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	174	-26.2	SPLS 3_112.25 Ah Ct1	84.7	188.2	172.8	0.31	26.1	PLS 3_0,9_112.25 Ah Ct1	146.3	188.2	157.1	0.18	486.8	0.18
211L		100x100x8	S235	4M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	133	0.0		148.9	542.2	414.7	0.00	108.8	5_6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	211.1	542.2	362.8	0.52	486.8	0.52
211T		70x70x7	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	191	-4.8	SPLS 3_0,9_112.25 Ba Ct1	45.6	60.3	60.5	0.11	6.3	iPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	92.7	60.3	52.3	0.12	486.8	0.12
212L		150x150x14	S355	13M24-8.8t	1.00	2.00	1.00	64	-546.1	SPLS 3_112.25 Ba All Cts	1076.0	1751.2	3210.5	0.51	463.2	3_0,9_112.25 Ba All Cts	1159.3	1751.2	2497.0	0.40	486.8	0.40
212T		120x120x10	S235	5M24-8.8t	1.00	2.00	1.00	79	-122.9	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ah Ct2	328.3	677.8	648.0	0.37	134.2	PLS 6a_90 Ah Ct1 Ah Ct2	466.6	677.8	559.4	0.29	486.8	0.29
213		120x120x10	S235	3M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	87	-174.4	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	325.2	406.7	388.8	0.54	174.4	iPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	296.6	406.7	302.4	0.59	486.8	0.59
214		50x50x5	S235	1M16-8.8t	0.50	0.50	0.50	150	-0.2	ULS 3_0	31.9	60.3	43.2	0.01	0.1	PLS 6a_90 Ah Ct2 Ah Ct1	46.1	60.3	32.7	0.00	486.8	0.00
215L		120x120x10	S235	5M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	148	-28.5	SPLS 3_0,9_112.25 Ba All Cts	196.7	677.8	648.0	0.15	184.8	SPLS 3_90 Ah All Cts	342.3	677.8	609.2	0.54	486.8	0.54
215T		150x150x12	S235	3M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	118	-101.5	ULS 1a_0,9_90	377.5	406.7	466.6	0.27	124.1	ULS 1a_90	512.3	406.7	438.6	0.31	486.8	0.31
216L		200x200x16	S355	9M24-8.8t	1.00	2.00	1.00	62	-591.6	SPLS 3_112.25 Ba All Cts	1686.0	915.0	2540.2	0.65	432.0	3_0,9_112.25 Ba All Cts	1581.6	915.0	2388.2	0.47	486.8	0.47
216T		120x120x10	S235	5M24-8.8t	1.00	2.00	1.00	104	-130.1	SPLS 3_0,9_112.25 Ah Ct1	269.2	677.8	648.0	0.48	156.6	SPLS 3_112.25 Ah Ct1	466.6	677.8	609.2	0.34	486.8	0.34
217		120x120x10	S235	3M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	114	-186.3	SPLS 3_0,9_112.25 Ah Ct1	261.1	406.7	388.8	0.71	187.2	SPLS 3_112.25 Ah Ct1	324.0	406.7	359.4	0.58	486.8	0.58
218		50x50x7	S235	1M16-8.8t	0.50	0.50	0.50	200	-0.8	ULS 3_0	29.9	60.3	60.5	0.03	0.9	ULS 3_0	64.5	60.3	45.8	0.02	486.8	0.02
219L		80x80x8	S235	2M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	253	-11.3	SPLS 3_0,9_112.25 Ba All Cts	49.4	120.6	138.2	0.23	7.0	SPLS 3_0,9_0 Ba All Cts	177.2	120.6	119.5	0.06	486.8	0.06
219T		80x80x8	S235	2M16-8.8t	1.00	1.03	1.00	247	-9.4	ULS 1a_0,9_90	51.5	120.6	138.2	0.18	7.3	ULS 1a_0,9_112.25	177.2	120.6	119.5	0.06	486.8	0.06
220		80x80x8	S235	1M16-8.8t	1.00	0.50	0.50	227	-5.1	ULS 1a_112.25	38.5	60.3	69.1	0.13	4.3	ULS 1a_0,9_45	142.8	60.3	59.7	0.07	486.8	0.07
221		80x80x8	S235	1M16-8.8t	0.50	0.50	0.50	253	-1.5	ULS 1a_0	39.5	60.3	69.1	0.04	0.1	ULS 1a_0,9_0,9_0	142.8	60.3	59.7	0.00	486.8	0.00

**Assessment of groups for initial mast (afkeur level)**

Date 26-02-21  
 Author MKh  
 Version 1.0

ENS-ZL 380  
 HC-3 R  
 34

Group Label	Description	Profile	Steel Quality	Bolts	RLX	RLY	RLZ	Slenderness	Compression	Load Case (Compression)	Buckling	Shear (Comp)	Bearing (Comp)	U.C. (Comp)	Exceedance (Comp)	Tension	Load Case (Tension)	Net Section	Shear (Tens)	Bearing (Tens)	U.C. (Tens)	Exceedance (Tens)
433	D-D CD	50x50x5	S235	1M16-8.8t	0.50	0.50	0.50	153	-26.1	SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	31.2	60.3	43.2	0.84	27.1	5 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	46.1	60.3	32.7	0.83		
434	Bovenregel	100x100x8	S235	4M24-8.8t	2.00	2.00	2.00	328	-29.8	SPLS 3_0,9_112.25 Ba All Cts	41.4	542.2	414.7	0.72	150.3	5 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	199.2	542.2	330.3	0.75		
435	Bovenregel	80x80x8	S235	4M20-8.8t	2.00	1.00	1.00	252	0.0		47.7	376.3	345.6	0.00	112.2	ULS 3_90	168.3	376.3	310.2	0.67		
436	Vertical	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	103	-0.2	ULS 5a Ba 12	47.5	60.3	43.2	0.00	2.8	ULS 5a Ba 12	46.1	60.3	32.7	0.09		
437	Vertical	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	208	-14.5	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct2	20.7	60.3	43.2	0.70	21.6	5 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	46.1	60.3	32.7	0.66		
438	Vertical	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	204	-2.0	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ba Ct2	23.9	60.3	43.2	0.08	3.3	SPLS 6a_90 Ah Ct2 Ba Ct2	46.1	60.3	32.7	0.10		
439	Vertical	60x60x6	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	337	-3.0	SPLS 1a_112.25 Ba All Cts	14.1	60.3	51.8	0.21	0.0		48.4	60.3	33.7	0.00		
440	CD	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	327	-7.0	ULS 5a Ba 12	10.3	60.3	43.2	0.68	0.0		46.1	60.3	32.7	0.00		
441	CD	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	306	-7.3	SPLS 3_112.25 Ba All Cts	11.5	60.3	43.2	0.63	0.3	PLS 3_0,9_112.25 Ba Ct2	46.1	60.3	32.7	0.01		
442	CD	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	246	0.0		16.2	60.3	43.2	0.00	1.2	ULS 1a_67.75	46.1	60.3	32.7	0.04		
390A	Eerste DWSRM onderregel	200x200x16	S355	9M24-8.8t	1.00	2.99	1.00	63	-779.0	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	1662.7	915.0	2540.2	0.85	552.4	PLS 3_0,9_112.25 Ba Ct2	1581.6	915.0	2388.2	0.60		
390B	Eerste DWSRM onderregel	200x200x16	S355	8M24-8.8t	2.00	6.61	1.00	66	-402.1	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	1620.3	1078.8	2257.9	0.37	271.6	PLS 3_0,9_112.25 Ba Ct2	1886.8	1078.8	2007.0	0.25		
390C	Eerste DWSRM onderregel	200x200x16	S355	1.00	3.01	1.00	63	-741.7	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	1662.8	0.0	0.0	0.45	512.7	PLS 3_0,9_112.25 Ba Ct2	2193.9	0.0	0.0	0.23			
391A	Eerste DWSRM onderregel	160x160x15+	S355	8M24-8.8t	2.00	6.61	1.00	83	-402.1	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	1007.1	1084.4	2116.8	0.40	271.5	PLS 3_0,9_112.25 Ba Ct2	1372.7	1084.4	1827.3	0.25		
391B	Eerste DWSRM onderregel	160x160x15+	S355	1.00	2.32	1.00	12	-1.8	SPLS 1a_0,9_112.25 Ba Ct1	1658.2	0.0	0.0	0.00	0.8	SPLS 3_0,9_0 Ah Ct1	1658.2	0.0	0.0	0.00			
391C	Eerste DWSRM onderregel	160x160x15+	S355	1.00	3.31	1.00	83	-379.6	SPLS 6a_90 Ah Ct1 Ba Ct1	1006.1	0.0	0.0	0.38	242.6	PLS 3_0,9_112.25 Ba Ct2	1658.2	0.0	0.0	0.15			
301	CD	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	130	-52.4	SPLS 3_0,9_112.25 Ba All Cts	120.4	188.2	172.8	0.43	57.2	SPLS 3_112.25 Ba All Cts	146.3	188.2	157.1	0.39		
302	CD	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	123	-66.2	SPLS 6a_90 Ba Ct2 Ah Ct2	127.7	188.2	172.8	0.52	64.5	PLS 3_0,9_112.25 Ba Ct2	149.6	188.2	157.1	0.43		
303	CD	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.52	0.52	0.52	117	-66.4	SPLS 3_112.25 Ba All Cts	135.3	188.2	172.8	0.49	66.3	3_0,9_112.25 Ba All Cts	149.6	188.2	157.1	0.44		
304	CD	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.53	0.53	0.53	114	-76.1	SPLS 3_0,9_112.25 Ba All Cts	138.7	188.2	172.8	0.55	72.6	SPLS 3_112.25 Ba All Cts	151.2	188.2	157.1	0.48		
305	CD	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.53	0.53	0.53	106	-85.1	SPLS 3_0,9_112.25 Ba All Cts	147.8	188.2	172.8	0.58	88.2	SPLS 3_112.25 Ba All Cts	152.9	188.2	157.1	0.58		
306	CD	80x80x8	S235	2M24-8.8t	0.52	0.52	0.52	89	-68.1	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	170.0	271.1	207.4	0.40	53.4	3_0,9_112.25 Ba All Cts	125.9	271.1	157.0	0.42		
307	CD	60x60x6	S235	2M16-8.8t	0.53	0.53	0.53	123	-40.9	SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct1	71.7	120.6	103.7	0.57	28.8	3_0,9_112.25 Ba All Cts	73.8	120.6	67.3	0.43		
308	CD	60x60x6	S235	2M16-8.8t	0.53	0.53	0.53	115	-33.5	SPLS 6a_90 Ba All Cts Ah Ct2	77.0	120.6	103.7	0.43	30.3	SPLS 3_112.25 Ba All Cts	73.8	120.6	67.3	0.45		
309	CD	60x60x6	S235	2M16-8.8t	0.54	0.54	0.54	110	-37.3	SPLS 3_112.25 Ba All Cts	80.4	120.6	103.7	0.46	35.7	3_0,9_112.25 Ba All Cts	76.0	120.6	67.3	0.53		
310	CD	70x70x7	S235	2M20-8.8t	0.54	0.54	0.54	87	-44.7	SPLS 3_112.25 Ba All Cts	131.9	188.2	151.2	0.34	46.6	SPLS 3_112.25 Ba All Cts	90.5	188.2	111.4	0.52		
311	CD	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.55	0.55	0.55	71	-55.5	SPLS 3_0,9_112.25 Ba All Cts	194.5	188.2	172.8	0.32	52.8	SPLS 3_112.25 Ba All Cts	121.4	188.2	130.9	0.44		
312	CD	80x80x8	S235	2M20-8.8t	0.55	0.55	0.55	66	-67.1	SPLS 3_112.25 Ba All Cts	202.4	188.2	172.8	0.39	66.5	3_0,9_112.25 Ba All Cts	121.4	188.2	134.4	0.55		
313	CD	90x90x8	S235	2M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	52	-37.0	SPLS 6a_90 Ba Ct1 Ah Ct1	249.5	271.1	207.4	0.18	33.9	PLS 3_0,9_112.25 Ba Ct1	136.2	271.1	161.3	0.25		
314	Hor. onderregel	HEA160	S235	2M20-8.8t	2.00	2.00	2.00	79	0.0		583.3	188.2	216.0	0.00	6.2	ULS 3_0,9_112.25	766.1	188.2	0.0	0.03		
315	Hor. onderregel	120x120x12	S235	2M20-8.8t	2.00	2.00	2.00	108	0.0		325.7	188.2	259.2	0.00	98.3	ULS 1a_90	286.4	188.2	149.2	0.66		
316	Hor. onderregel	HEA160	S235	2M20-8.8t	2.00	2.00	2.00	53	0.0		693.2	188.2	216.0	0.00	8.6	ULS 3_112.25	766.1	188.2	0.0	0.05		
317	Hor. onderregel	120x120x12	S355	2M20-8.8t	2.00	2.00	2.00	48	0.0		711.6	188.2	352.8	0.00	81.7	ULS 3_112.25	389.8	188.2	139.0	0.59		
318	Hor. onderregel	HEA160	S235	2M20-8.8t	2.00	2.00	2.00	27	-13.7	ULS 3_112.25	786.7	188.2	216.0	0.07	0.0		766.1	188.2	0.0	0.00		
319A	Eerste DWSRM bovenregel	90x90x8	S235	4M24-8.8t	1.00	1.80	1.00	274	0.0		47.6	542.2	414.7	0.00	138.3	ULS 3_0	185.9	542.2	351.3	0.74		
319B	Eerste DWSRM bovenregel	90x90x8	S235	4M24-8.8t	1.00	2.25	1.00	274	0.0		47.6	542.2	414.7	0.00	108.1	ULS 3_0	252.5	542.2	389.9	0.43		
320A	Eerste DWSRM bovenregel	90x90x8	S235	4M24-8.8t	2.02	1.00	1.00	310	0.0		39.3	542.2	414.7	0.00	97.0	ULS 3_0	252.5	542.2	389.9	0.38		
320B	Eerste DWSRM bovenregel	90x90x8	S235	3M24-8.8t	1.98	1.00	1.00	310	0.0		39.3	406.7	311.0	0.00	97.1	ULS 3_0	185.9	406.7	264.5	0.52		
322	Hor. bovenregel	60x60x6	S235	1M16-8.8t	1.00	2.00	1.00	132	-0.9	ULS 1a_0	56.5	60.3	51.8	0.02	0.8	ULS 1a_0,9_0,9_0	48.4	60.3	33.7	0.02		
323	B-B CD	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	256	-2.4	ULS 1a_0	15.2	60.3	43.2	0.16	1.6	ULS 1a_0,9_0	46.1	60.3	32.7	0.05		
324	Vertical	90x90x8	S235	1M24-8.8t	1.00	1.00	1.00	168	-21.5	SPLS 6a_90 Ah All Cts Ba Ct1	80.2	135.6	103.7	0.27	0.0		147.5	135.6	97.5	0.00		
325	Vertical	60x60x6	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	182	-4.4	SPLS 1a_0 Ah Ct1	36.0	60.3	51.8	0.12	0.0		48.4	60.3	33.7	0.00		
326	Vertical	50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	111	-1.2	ULS 3_0	44.4	60.3	43.2	0.03	0.0		46.1	60.3	32.7	0.00		
327	CD	80x80x6#	S235	2M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	358	0.0		21.8	188.2	129.6	0.00	32.9	ULS 3_112.25	112.1	188.2	117.8	0.29		
328	CD	80x80x8	S235	2M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	280	0.0		42.2	188.2	172.8	0.00	42.6	5 6a_90 Ah All Cts Ba Ct1	146.3	188.2	157.1	0.29		
329	CD	80x80x6#	S235	1M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	288	0.0		24.7	94.1	64.8	0.00	14.9	SPLS 1a_0 Ah Ct1	100.2	94.1	58.9	0.25		
250L		80x80x6#	S235	2M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	166	-8.7	SPLS 3_0,9_112.25 Ba All Cts	68.8	120.6	103.7	0.13	8.0	SPLS 3_112.25 Ba All Cts	111.8	120.6	89.6	0.09		
250T		80x80x6#	S235		11.75	2.00	1.00	107	-8.4	SPLS 1a_45 Ba Ct1	105.9	0.0	0.0	0.08	4.5	SPLS 3_0,9_45 Ba Ct1	111.8	120.6	89.6	0.05		
251		90x90x8	S235	1M20-8.8t	1.00	1.00	1.00	204	-6.5	SPLS 1a_112.25 Ah Ct1	61.8	94.1	86.4	0.11	5.6	LS 1a_0,9_112.25 Ah Ct2	156.7	94.1	78.5	0.07		
252		60x60x6	S235	1M20-8.8t	0.50	0.50	0.50	226	-0.9	SPLS 1a_0 Ah Ct2	26.4	94.1	64.8	0.04	0.2	SPLS 1a_0,9_0 Ah All Cts	65.7	94.1	44.4	0.01		
450		50x50x5	S235	1M16-8.8t	1.00	1.00	1.00	245	-1.0	ULS 1a_0	16.3	60.3	43.2	0.06	1.0	ULS 1a_0	46.1	60.3	32.7	0.03		



## **APPENDIX C**

### **Toetsing knikverkorters**

---

**Knikverkorters initial construction (afkeur)**

Date: 2021-02-26

Author: K H Chan

Version: 1.8

ENS - ZL  
 HC-3\_R  
 Masts: 10/34

Posnr.	Section	Schematization	Profile	Steel Quality	Bolt	Quality	Length (m)	Angle (°)	Slenderness	Normal Force (kN)	Moment (kNm)	Buckling Cap. (kN)	Cap. Bolt (kN)	Bearing Cap. (kN)	Net Section Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Exceedance Type	Notes
3558	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	0.652	0	67	32.6	0.16	59.6	60.3	35.9	46.1	0.72	0.91		
4852	Broekstuk	Enkele staaf	L50.7	S235	M16	8.8	1.82	71	190	32.6	0.00	32.1	60.3	50.2	64.5	0.98	1.02	Buckling	
3556	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.44	0	148	32.6	0.36	32.4	60.3	35.9	46.1	0.72	1.01	Buckling	
3555	Broekstuk	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	2.14	53	183	32.6	0.00	35.6	60.3	38.4	72.6	1.24	0.92		
4857	Broekstuk	Enkele staaf	L80.6	S235	M16	8.8	2.23	0	142	32.6	0.56	66.4	60.3	38.4	107.1	2.25	0.85		
3553	Broekstuk	Enkele staaf	L80.6	S235	M16	8.8	2.67	40	170	32.6	0.00	53.3	60.3	38.4	107.1	2.25	0.85		
3552	Broekstuk	Enkele staaf	L80.6	S235	M16	8.8	3.02	0	192	32.6	0.76	45.0	60.3	38.4	107.1	2.25	0.85		
3551	Broekstuk	Enkele staaf	L80.6	S235	M16	8.8	3.31	30	210	32.6	0.72	39.7	60.3	38.4	107.1	2.25	0.85		
3550	Broekstuk	Enkele staaf	L80.6	S235	M16	8.8	2.49	29	158	32.6	0.54	58.4	60.3	38.4	107.1	2.25	0.85		
3549	Broekstuk	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	1.92	0	164	32.6	0.48	41.0	60.3	38.4	72.6	1.24	0.85		
3544	Pootverband	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	0.92	0	94	7.8	0.23	51.0	60.3	30.3	31.7	0.72	0.32		
3548	Pootverband	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	2.01	77	207	7.8	0.00	20.9	60.3	30.3	31.7	0.72	0.37		
3543	Pootverband	Kniksteun en verticale steun	L60.6	S235	M16	8.8	2.03	0	112	7.8	0.25	48.8	60.3	38.4	72.6	0.93	0.28		
3547	Pootverband	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	2.19	62	225	7.8	0.00	18.5	60.3	30.3	31.7	0.72	0.42		
3542	Pootverband	Kniksteun en verticale steun	L60.6	S235	M16	8.8	3.15	0	174	7.8	0.39	30.5	60.3	38.4	72.6	0.93	0.44		
3546	Pootverband	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	2.49	51	256	7.8	0.00	15.2	60.3	30.3	31.7	0.72	0.51		
3541	Pootverband	Kniksteun en verticale steun	L80.6	S235	M16	8.8	4.27	0	175	7.8	0.53	40.9	60.3	38.4	107.1	1.77	0.32		
3545	Pootverband	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	2.82	41	290	7.8	0.00	12.5	60.3	30.3	31.7	0.72	0.62		
3538	Tussenschot	Kniksteun en verticale steun	L80.8	S235	M16	8.8	5.33	0	220	0.5	0.67	40.2	60.3	51.2	142.8	2.20	0.31		
3537	Tussenschot	Kruisende staaf halverwege	L80.8	S235	M16	8.8	7.73	0	319	0.5	0.97	23.7	60.3	51.2	142.8	2.95	0.33		
3599	Eerste TSNSTK	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.57	0	161	28.8	0.39	29.2	60.3	30.3	31.7	0.72	0.99		
3598	Eerste TSNSTK	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	2.03	45	174	28.8	0.00	38.1	60.3	38.4	72.6	1.24	0.76		
3597	Eerste TSNSTK	Enkele staaf	L80.6	S235	M16	8.8	3.24	0	206	28.8	0.81	40.8	60.3	38.4	107.1	2.25	0.75		
3596	Eerste TSNSTK	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	2.02	33	173	28.8	0.00	38.4	60.3	38.4	72.6	1.2	0.75		
3595	Eerste TSNSTK	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.54	0	158	28.8	0.39	29.9	60.3	30.3	31.7	0.72	0.96		
3591	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.24	0	127	29.7	0.31	38.6	60.3	30.3	31.7	0.72	0.98		
4747	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L50.7	S235	M16	8.8	1.70	49	178	29.7	0.00	35.2	60.3	42.5	44.4	0.98	0.84		
4746	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L50.7	S235	M16	8.8	1.67	39	174	29.7	0.00	36.2	60.3	42.5	44.4	0.98	0.82		
3591	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.24	0	127	29.7	0.31	38.6	60.3	30.3	31.7	0.72	0.98		
3590	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	0.97	0	99	29.7	0.24	48.8	60.3	30.3	31.7	0.72	0.98		
3589	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.42	53	146	29.7	0.00	33.1	60.3	30.3	31.7	0.7	0.98		
4748	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L60.6	S235	M16	8.8	2.11	0	181	29.7	0.53	36.2	60.3	38.4	72.6	1.2	0.82		
3587	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.36	35	139	29.7	0.00	34.9	60.3	30.3	31.7	0.72	0.98		
3586	Tweede TSNSTK	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	0.99	0	102	29.7	0.25	47.8	60.3	30.3	31.7	0.72	0.98		
3600	Tussenschot	Enkele staaf	L80.6	S235	M16	8.8	2.48	0	158	29.7	0.62	58.6	60.3	38.4	107.1	2.2	0.77		
3601	Tussenschot	Enkele staaf	L90.8	S235	M16	8.8	3.56	0	202	0.8	0.89	62.4	60.3	51.2	165.9	3.77	0.24		
3602	Tussenschot	Kruisende staaf halverwege	L60.6	S235	M16	8.8	5.39	0	297	0.8	0.67	14.8	60.3	38.4	72.6	1.24	0.54		
2575	Bovenstuk 1	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.86	0	191	12.9	0.47	23.3	60.3	30.3	31.7	0.7	0.65		
2572	Bovenstuk 1	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.71	0	176	12.9	0.43	26.1	60.3	30.3	31.7	0.7	0.60		
2571	Bovenstuk 2	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.60	0	164	6.6	0.40	28.6	60.3	30.3	31.7	0.7	0.56		
2570	Bovenstuk 2	Enkele staaf	L50.5	S235	M16	8.8	1.41	0	145	6.6	0.35	33.3	60.3	30.3	31.7	0.7	0.49		

**Knikverkorters adjusted construction (verbouw)**

ENS - ZL

HC-3\_R  
10&34

Date: 2021-02-26  
Author: K H Chan  
Version: 1.8

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)	Block Tearing Cap. (kN)	Moment Cap. (kNm)	Highest U.C.	Exceedance Type	Mitigation
4852	Broekstuk	Enkele staaf	L60.6	S355	M16	8.8	1.82	71	156	32.6	0.00	50.5	60.3	61.0	75.3	1.88	0.65		Profile exchanged
3556	Broekstuk	Enkele staaf	L50.5	S355	M16	8.8	1.44	0	148	32.6	0.47	37.6	60.3	50.8	62.7	1.08	0.87		Profile exchanged



## **APPENDIX D**

### **Toetsing blokdeuvels**

---



Project: ENS-ZL380  
 Mast: HC-3 R II (10)

<b>Shear blocks</b>	NEN-EN 1993-1-1 en NEN-EN 1994-1-1	Datum: 2021-02-26
		Auteur: TBR
		Versie: 1.4

<b>Load</b>			<b>Results</b>		
Compression	$F_{Ed,c}$	1847 kN	Compression	U.C.	0.76 < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	1635 kN	Tension	U.C.	0.72 < 1,00 OK

**Main leg**

Profile		<b>L250.20</b>
Steel material		S355
Cross section		9643 mm <sup>2</sup>
Axial capacity	$N_{pl}$	3423 kN
Width	b	250 mm
Thickness	t	20 mm
Length in concrete		1800 mm

**Shear blocks main leg**

Width	b	50 mm
Thickness	h	30 mm
Length	L	260 mm
Welds	a	5 mm
c.t.c. separation	s	250 mm
Number for compr.	$n_c$	12 -
Number for tension	$n_t$	12 -

**Foot plate**

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

**Pile**

Name		Buispaal
Diameter		559 mm
Thickness		10 mm
Cross section		17241 mm <sup>2</sup>
Steel material		S235
Capacity		4052 kN
Concrete strength		C20/25

**Shear blocks pile**

Width	b	50 mm
Thickness	h	30 mm
Length	L	1200 mm
Welds	a	5 mm
c.t.c. separation	s	500 mm
Number for compr.	$n_c$	4 -
Number for tension	$n_t$	4 -

**Design value concrete strength**

Material factor	$\gamma_c$	1.5
Add. mat. factor	$\gamma_m$	1.25 -
$f_{cd} =$		10.7 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>

**Capacity shear blocks main leg**

$A_{f1} =$	7800 mm <sup>2</sup>
$A_{f2} =$	23800 mm <sup>2</sup>
Slope	1: 5
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}} =$	1.75
$f_{jd} = C_A \times f_{cd} =$	18.6 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} =$	1744 kN
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} =$	1744 kN

**Capacity foot plate**

$k_d =$	1.73 -
$f_{jd} = C_A \times f_{cd} =$	18.5 N/mm <sup>2</sup>
$c = t\sqrt{f_{yd} / 3f_{jd}} =$	63 mm
$m^* = \min(c,m) =$	30 mm
Type foot plate	Diagonally cut
Effective for	Compr. and tension
$A_{p,c} =$	37443 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = A_{p,druk} \times f_{jd} =$	692 kN
$A_{p,t} =$	27800 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd} =$	514 kN

**Capacities**

$F_{rd,c,plate} =$	692 kN
$F_{rd,blocks,c} =$	1744 kN
$F_{rd,c} = F_{rd,blk} + F_{rd,footplate} =$	<b>2436 kN</b>
U.C. compression	0.76 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)	1207 kN
$F_{rd,t} = \min(\text{welds} / \text{foot plate}) =$	514 kN
$F_{rd,blocks,t} =$	1744 kN
$F_{rd,t} = F_{rd,blk} + F_{rd,footplate} =$	<b>2258 kN</b>
U.C. tension	0.72 < 1,00 OK
U.C. welds	0.35 < 1,00 OK

**Capacity shear blocks pile**

$A_{f1} =$	36000 mm <sup>2</sup>
$A_{f2} =$	108000 mm <sup>2</sup>
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}} =$	1.73 -
$f_{jd} = k_d \times f_{cd} =$	18.5 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} =$	<b>2660 kN</b>
U.C. compression	0.69 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} =$	<b>2660 kN</b>
U.C. tension	0.61 < 1,00 OK
U.C. welds	0.34 < 1,00 OK

**"Splitting" of pile**

Spread of forces	$f_{vd} =$	45 °
Length force flow		1531 mm
Splitting force		534 kN/m
Yield strength wall		235 N/mm <sup>2</sup>
Capacity tubular pile		4700 kN/m
U.C.		0.11 < 1,00 OK

Project: ENS-ZL380  
 Mast: HC-3 R II (10)

**Welds of shear blocks of main leg**  
 Out-of-plane loading

**Plate**

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

**Member forces**

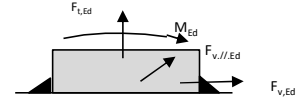
Factor 1.2  
 $F_{t,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = F_{rd,c} / n = 174 \text{ kN}$   
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 2.62 \text{ kNm}$

**Check**

$\sigma_{w,Ed} = 153 \text{ N/mm}^2 \leq$   
 $\sigma_1 = 76 \text{ N/mm}^2 \leq$

**Welds**

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



**Stress components**

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 4al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 4al = 49 \text{ N/mm}^2$   


---

 $49 \text{ N/mm}^2$   
 $b^* = b + 2/3av^2 = 54.7 \text{ mm}$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = 0.706M_{Ed} / al b^* = 27 \text{ N/mm}^2$   
 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{w,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 153 \text{ N/mm}^2$

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.35 OK**  
 $0.9f_u / \gamma_{M2} = 353 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.22 OK**

**Welds of shear blocks of pile**  
 Out-of-plane loading

**Plate**

t = 50 mm  
 Grade S235  
 $f_{yd} = 235 \text{ N/mm}^2$   
 $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$

**Member forces**

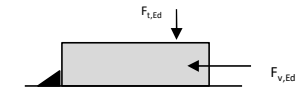
Factor 1.2  
 $F_{t,Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 239 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = 798 \text{ kN}$   
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 0.00 \text{ kNm}$

**Check**

$\sigma_{w,Ed} = 122 \text{ N/mm}^2 \leq$   
 $\sigma_1 = 61 \text{ N/mm}^2 \leq$

**Welds**

a = 5 mm  
 l = 1200 mm  
 $\beta_w = 0.8 -$   
 $\gamma_{M2} = 1.25 -$



**Stress components**

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 2al = 14 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 2al = 47 \text{ N/mm}^2$   


---

 $61 \text{ N/mm}^2$   
 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{w,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 122 \text{ N/mm}^2$

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 360 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.34 OK**  
 $0.9f_u / \gamma_{M2} = 259 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.24 OK**

**Welds of foot plate**

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$   
 Weld size a = 5 mm  
 Length l = 2b + 2b - t = 960 mm  
 Capacity  $F_{Rd} = a \times l \times f_{w,d} / \sqrt{3} = 1207 \text{ kN}$

Project: ENS-ZL380  
 Mast: HC-3 R (34)

<b>Shear blocks</b>	NEN-EN 1993-1-1 en NEN-EN 1994-1-1	Datum: 2021-03-01
		Auteur: TBR
		Versie: 1.4

<b>Load</b>			<b>Results</b>		
Compression	$F_{Ed,c}$	1774 kN	Compression	U.C.	0.73 < 1,00 OK
Tension	$F_{Ed,t}$	1496 kN	Tension	U.C.	0.66 < 1,00 OK

**Main leg**

Profile		<b>L250.20</b>
Steel material		S355
Cross section		9643 mm <sup>2</sup>
Axial capacity	$N_{pl}$	3423 kN
Width	b	250 mm
Thickness	t	20 mm
Length in concrete		1800 mm

**Shear blocks main leg**

Width	b	50 mm
Thickness	h	30 mm
Length	L	260 mm
Welds	a	5 mm
c.t.c. separation	s	250 mm
Number for compr.	$n_c$	12 -
Number for tension	$n_t$	12 -

**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		S235
Capacity		6674 kN
Concrete strength		C20/25

**Shear blocks pile**

Width	b	50 mm
Thickness	h	30 mm
Length	L	1300 mm
Welds	a	5 mm
c.t.c. separation	s	450 mm
Number for compr.	$n_c$	5 -
Number for tension	$n_t$	5 -

**Design value concrete strength**

Material factor	$\gamma_c$	1.5
Add. mat. factor	$\gamma_m$	1.25 -
$f_{cd} =$		10.7 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>

**Capacity shear blocks main leg**

$A_{f1} =$	7800 mm <sup>2</sup>
$A_{f2} =$	23800 mm <sup>2</sup>
Slope	1: 5
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}} =$	1.75
$f_{jd} = C_A \times f_{cd} =$	18.6 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} =$	1744 kN
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} =$	1744 kN

**Capacity foot plate**

$k_d =$	1.73 -
$f_{jd} = C_A \times f_{cd} =$	18.5 N/mm <sup>2</sup>
$c = t\sqrt{f_{yd} / 3f_{jd}} =$	63 mm
$m^* = \min(c,m) =$	30 mm
Type foot plate	Diagonally cut
Effective for	Compr. and tension
$A_{p,c} =$	37443 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = A_{p,druk} \times f_{jd} =$	692 kN
$A_{p,t} =$	27800 mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,t} = A_{p,t} \times f_{jd} =$	514 kN

**Capacities**

$F_{rd,c,plate} =$	692 kN
$F_{rd,blocks,c} =$	1744 kN
$F_{rd,c} = F_{rd,blk} + F_{rd,footplate} =$	<b>2436 kN</b>
U.C. compression	0.73 < 1,00 OK
Welds foot plate (see next page)	1207 kN
$F_{rd,t} = \min. (\text{welds} / \text{foot plate}) =$	514 kN
$F_{rd,blocks,t} =$	1744 kN
$F_{rd,t} = F_{rd,blk} + F_{rd,footplate} =$	<b>2258 kN</b>
U.C. tension	0.66 < 1,00 OK
U.C. welds	0.35 < 1,00 OK

**Capacity shear blocks pile**

$A_{f1} =$	39000 mm <sup>2</sup>
$A_{f2} =$	117000 mm <sup>2</sup>
$C_A = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}} =$	1.73 -
$f_{jd} = k_d \times f_{cd} =$	18.5 N/mm <sup>2</sup>
$F_{Rd,c} = n_c \times A_{f1} \times f_{jd} =$	<b>3603 kN</b>
U.C. compression	0.49 < 1,00 OK
$F_{Rd,t} = n_t \times A_{f1} \times f_{jd} =$	<b>3603 kN</b>
U.C. tension	0.42 < 1,00 OK
U.C. welds	0.34 < 1,00 OK

**"Splitting" of pile**

Spread of forces		45 °
Length force flow		1353 mm
Splitting force		553 kN/m
Yield strength wall	$f_{vd} =$	235 N/mm <sup>2</sup>
Capacity tubular pile		4700 kN/m
U.C.		0.12 < 1,00 OK

Project: ENS-ZL380  
 Mast: HC-3 R (34)

**Welds of shear blocks of main leg**  
 Out-of-plane loading

**Plate**

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

**Member forces**

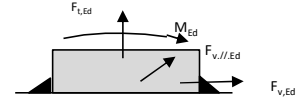
Factor 1.2  
 $F_{t,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = F_{rd,c} / n = 174 \text{ kN}$   
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 2.62 \text{ kNm}$

**Check**

$\sigma_{w,Ed} = 153 \text{ N/mm}^2 \leq$   
 $\sigma_1 = 76 \text{ N/mm}^2 \leq$

**Welds**

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



**Stress components**

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 4al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 4al = 49 \text{ N/mm}^2$   


---

 $49 \text{ N/mm}^2$   
 $b^* = b + 2/3av2 = 54.7 \text{ mm}$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = 0.706M_{Ed} / al b^* = 27 \text{ N/mm}^2$   
 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{w,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 153 \text{ N/mm}^2$

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.35 OK**  
 $0.9f_u / \gamma_{M2} = 353 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.22 OK**

**Welds of shear blocks of pile**  
 Out-of-plane loading

**Plate**

t = 50 mm  
 Grade S235  
 $f_{yd} = 235 \text{ N/mm}^2$   
 $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$

**Member forces**

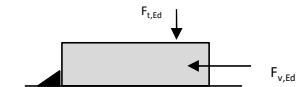
Factor 1.2  
 $F_{t,Ed} = 1/2 b / h \times F_{v,Ed} = 259 \text{ kN}$   
 $F_{v,Ed} = 865 \text{ kN}$   
 $F_{v//,Ed} = 0 \text{ kN}$   
 $M_{Ed} = 0.00 \text{ kNm}$

**Check**

$\sigma_{w,Ed} = 122 \text{ N/mm}^2 \leq$   
 $\sigma_1 = 61 \text{ N/mm}^2 \leq$

**Welds**

a = 5 mm  
 l = 1300 mm  
 $\beta_w = 0.8 -$   
 $\gamma_{M2} = 1.25 -$



**Stress components**

$\sigma_1 = \tau_1 = F_{t,Ed} \sqrt{2} / 2al = 14 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_1 = \tau_1 = F_{v,Ed} \sqrt{2} / 2al = 47 \text{ N/mm}^2$   


---

 $61 \text{ N/mm}^2$   
 $\tau_{//} = F_{v//,Ed} / 2al = 0 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{w,Ed} = \sqrt{(\sigma_1^2 + 3\tau_1^2 + 3\tau_{//}^2)} = 122 \text{ N/mm}^2$

$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 360 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.34 OK**  
 $0.9f_u / \gamma_{M2} = 259 \text{ N/mm}^2$  U.C. = **0.24 OK**

**Welds of foot plate**

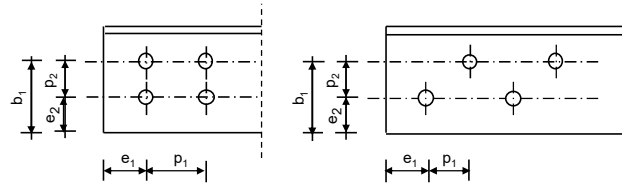
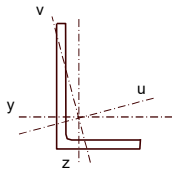
$f_u / \beta_w \gamma_{M2} = 436 \text{ N/mm}^2$   
 Weld size a = 5 mm  
 Length l = 2b + 2b - t = 960 mm  
 Capacity  $F_{Rd} = a \times l \times f_{w,d} / \sqrt{3} = 1207 \text{ kN}$

**Angle check**

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

Datum: 2021-01-07  
Auteur: TBR  
Versie: 2.7

<b>Member name</b>	<b>G93</b>	<b>Conclusion</b>
<b>Section</b>	<b>L60.6</b>	U.C. (compression) <b>0.58 &lt; 1,0 OK</b>
		U.C. (tension) <b>0.82 &lt; 1,0 OK</b>



Steel grade **S235**

**Member loads**

Compressive force  $N_{Ed} = -31$  kN  
Tensile force **34** kN

**Crossing diagonal loads**

Applicable: **Yes**  
Min. tensile force diagonal 2 **34** kN  
Max. comp. force diagonal 1 **-31** kN  
Position crossing diagonal y-axis **1.13** m

**Construction loads**

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

**Geometry**

System length y-axis  $L_{y,buc} = 2.03$  m  
System length z-axis  $L_{z,buc} = 1.13$  m  
System length v-axis  $L_{v,buc} = 1.13$  m

Member type **Other**  
Type bracing **Non staggered**

**End conditions**

Begin **One bolt**  
End **Continuous**  
Restraint code TOWER **C5**

**Bolted connection**

Bolt type **M16**  
Bolt class **8.8**  
Number of bolts per leg **1**  
Shearplane through **Thread**  
Boltpattern **Line**  
Boltpattern (leg-member only) **Non staggered**

End distance  $e_1 = 35$  mm **Ok**  
Separation distance //  $p_1 = 55$  mm **Ok**  
Separation distance |  $p_2 = 0$  mm **Ok**  
End distance  $e_2 = 23$  mm **Ok**

Double strap or single strap **Single**  
Tie plate  $b_p = 120$  mm **OK**  
 $t_p = 10$  mm **OK**  
 $e_2 = 50$  mm **OK**

A **691** mm<sup>2</sup>  
G **5.5** kg/m  
Partial safety factor  $\gamma_{r;Q} = 1.50$   
Material factors  $\gamma_{M0} = 1.00$   
 $\gamma_{M1} = 1.00$  mmm  
 $\gamma_{M2} = 1.25$

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

**Slenderness**  $\lambda_{max} = L / i : 97 -$   
Allowed: **180 OK**

**Bending due to vertical construction load**

$M_{y,Ed} = 1/4 F_{Ed} L_{pr} = 0.76$  kNm  
U.C. = **0.61 < 1,00 OK**

**Results stability**

	$\lambda_{eff,rel}$	$\lambda_{eff}$	$\lambda_{eff,mod}$	$\chi_{buc}$	$\eta$	$N_{b,Rd} = \eta \chi A_f \gamma_y / \gamma_{M1}$
$L_{y,buc} = 1.13$ m	0.66	0,4+0,7 I	0.87	0.68	0.9	100 <b>0.31</b>
$L_{z,buc} = 1.13$ m	0.66	0,4+0,7 I	0.87	0.68	0.9	100 <b>0.31</b>
$L_{v,buc} = 1.13$ m	1.03	0,35+0,70 I	1.07	0.55	0.9	81 <b>0.38</b>

**Bolted connection**

	$F_{Rd}$ (kN)	U.C.		$F_{Rd}$ (kN)	U.C.
Compression			Tension		
Cross section angle	$F_{u;Rd} = 162$	<b>0.19</b>	Net section angle	$F_{u;Rd} = 48$	<b>0.70</b>
Cross section tie plate	$F_{u;Rd} = 282$	<b>0.11</b>	Net section tie plate	$F_{u;Rd} = 264$	<b>0.13</b>
Shear strength	$F_{v;Rd} = 60$	<b>0.51</b>	Block shear	$F_{u;Rd} = 50$	<b>0.68</b>
Bearing strength	$F_{b;Rd} = 53$	<b>0.58</b>	Shear strength	$F_{v;Rd} = 60$	<b>0.56</b>
Combined effect	$F_{v;Rd} = 53$	<b>0.58</b> plastisch	Bearing strength	$F_{b;Rd} = 41$	<b>0.82</b>
			Combined effect	$F_{v;Rd} = 41$	<b>0.82</b> plastisch

## CALCULATION OF POST INSULATOR LOADS

The following parameters are calculated:

- The forces on the insulator attachment due to wind loading and weight
- The required measurements of the components

The diagram below is a representation of the loads on the insulator:

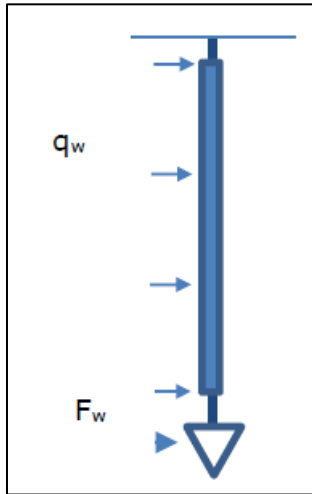


Figure 1: Diagrammatic representation of the loads on the post insulator

### 1. Forces on the insulator attachment

Wind pressure based on non-urban terrain in wind zone II at a height of 25.2 m:  $q_h = 1.14 \text{ kN/m}^2$

Wind load per meter based on an insulator diameter of 0.2 m and a drag factor of 1.2:

$$q_w = 1.2 \times 0.2 \times 1.14 = \underline{0.27 \text{ kN/m}}$$

Then calculate  $F_w$  based on a supported length of 9 m, a dragfactor of 0,9 and a structural factor of 1,0:

$$F_w = 9 \times 0.9 \times 1.0 \times 3 \times 0.036 \times 1.14 = 0.99 \text{ kN}$$

Calculate the moment based on the wind loading and the point load:

$$M_w = 0.5 \times 0.24 \times 4^2 + 4 \times 0.99 = 5.88 \text{ kNm}$$

Design values:

$$M_{ED} = 1.4 \times 5.88 = 8.23 \text{ kNm}$$

$$V_{ED} = 1.4 \times (0.99 + 3.5 \times 0.24) = 2.56 \text{ kN}$$

### 2. Assessment of the pin

The figure below is a sketch of the insulator attachment mechanism indicating the location of the pin.

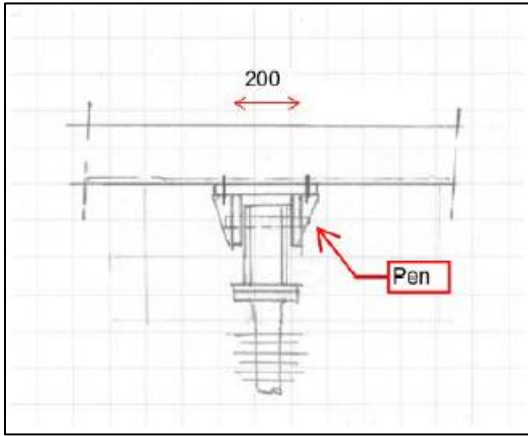


Figure 2: Post insulator attachment mechanism

Calculation of the shear force on the pin:

Assuming a total vertical weight of 5 kN and an attachment fit of 200 mm:

$$F_v = 8.23 / 0.2 + 5/2 = 43.65 \text{ kN}$$

Using a pin with a diameter of 25 mm is sufficient; see the attached spreadsheet calculation at the end of this appendix. A minimum flange thickness of 15 mm is required.

### 3. Console thickness

This will be determined in the subsequent design phases.

### 4. Attachment to the crossarm

The figure below depicts the additional members required for attachment to the crossarm.

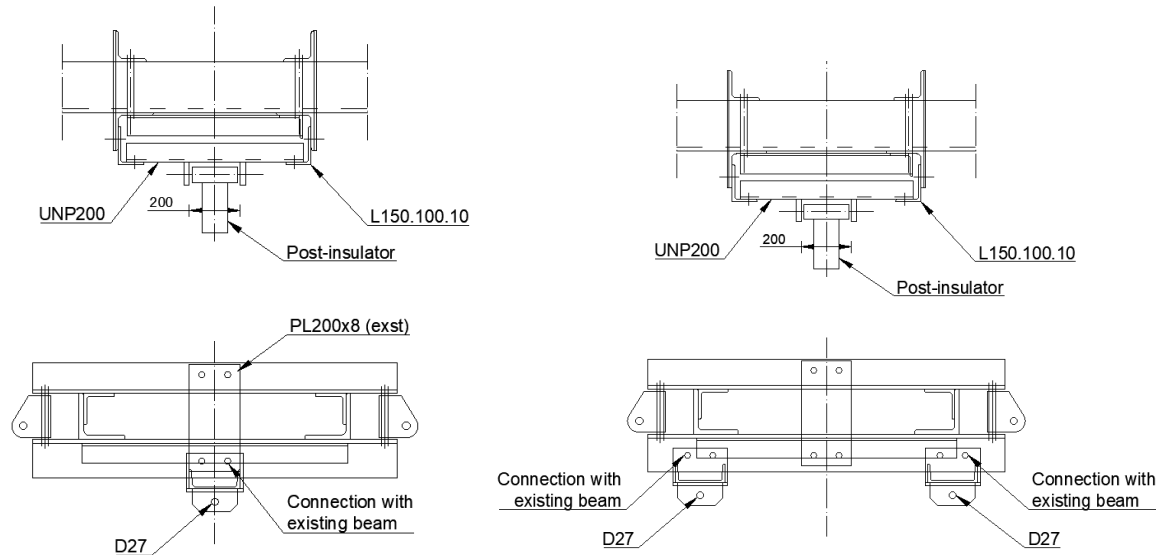


Figure 3: Overview of the new members required for attachment

$$M = 0.5 \times 8.23 + 0.25 \times 5 \times 0.66 = 4.94 \text{ kNm}$$

$$\text{Proposition: } 1 \times \text{UNP200: } M_{rd} = 26900 \times 355 = 9.55 \text{ kNm}$$

$$\text{U.C.} = 4.94 / 9.55 = 0.51 < 1 \text{ OK}$$

Project: BBB - ENS-ZL  
Mast: HC-3\_R

DNV·GL

**Pen-gatverbinding**

Datum: 2021-03-02  
Auteur: MKh  
Versie: 1.3

<b>Onderwerp</b>	<b>Post Insulator Attachment</b>	Toetsing sterkte	0.59 < 1,0 OK
------------------	----------------------------------	------------------	---------------

**Input**

Dikte 15 mm  
Gat 27 mm  
Pendiameter 25 mm  
Ringdikte 5 mm  
Eindafstand 40 mm  
Randafstand 35 mm

Staalsoort S235  
Kwaliteit pen 8.8

**Belasting**

$F_{Ed} = 43.7$  kN

$\gamma_{m0,staal} = 1.20$   
 $\gamma_{m0,pen} = 1.00$   
 $\gamma_{m2} = 1.25$   
 $\gamma_{m6,ser} = 1.00$

**Toetsing**

*Afstanden*

Randafstand OK  
Eindafstand OK  
Dikte OK

*Sterkte-eisen*

Afschuifsterkte pen 0.23 < 1,0 OK  
Buigsterkte pen 0.59 < 1,0 OK  
Combinatie M + V 0.41 < 1,0 OK  
Stuik plaat 0.40 < 1,0 OK

Berekeningen

**Controle eind- en randafstand**

*Aan de eisen van óf A óf B moet voldaan worden*

Type A

Rand  $a > F_{Ed} \gamma_{m0} / 2t f_y + 2 d_0/3 = 25$  mm OK  
Eind  $c > F_{Ed} \gamma_{m0} / 2t f_y + d_0/3 = 16$  mm OK

Type B

Min. eindafstand  $e > 1,6d_0 = 43$  mm Niet OK  
Min. randafstand  $e > 1,25d_0 = 34$  mm OK  
Min. dikte  $t > 0,7\sqrt{(F_{Ed} \gamma_{m0} / f_y)} = 10$  mm OK

Pen

A = 491 mm<sup>2</sup>  
 $W_{el} = 1534$  mm<sup>2</sup>  
Excentriciteit  
 $e = (132-102) + t_{clip}/2 = 20$  mm

Materiaalsterktes

$f_y = \min(f_{y,staal}, f_{yp}) = 235$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{yp} = 640$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{up} = 800$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{y,staal} = 235$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{t,staal} = 360$  N/mm<sup>2</sup>

**Afschuiving**

$F_{v,Rd} = 0,6A f_{up} / \gamma_{m2} = 188$  kN  
U.C. 0.23 < 1,0 OK

**Buigweerstand**

$M_{Ed} = F_{Ed} e = 0.87$  kNm  
 $M_{Rd} = 1,5 W_{el} f_{yp} / \gamma_{m0} = 1.47$  kNm

**Stuik**

$F_{b,Rd} = 1,5 t d f_y / \gamma_{m0} = 110$  kN  
U.C. 0.40 < 1,0 OK

U.C. = 0.59 < 1,0 OK

$(M_{Ed} / M_{Rd})^2 + (F_{v,Ed} / F_{v,Rd})^2 = 0.41 < 1,0$  OK



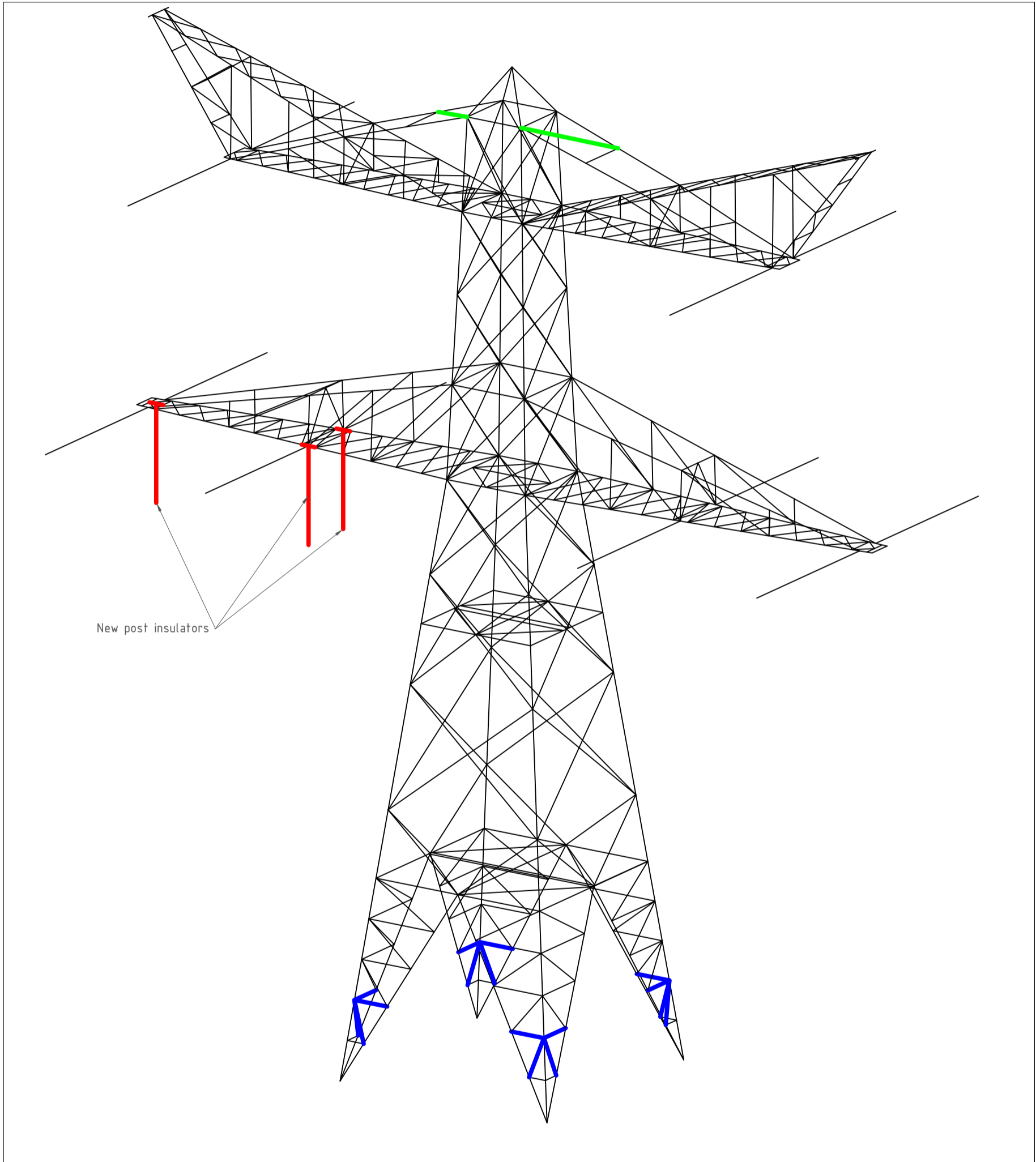


## **APPENDIX E**

### **Tekeningen**

---

Initial Profiles and Bolts					Final Profiles and Bolts			
Group label	Profile type (ini)	Profile size (ini)	Steel quality (ini)	Bolt size and quality (ini)	Profile type (new)	Profile size (new)	Steel quality (new)	Bolt size and quality (new)
451					EA	L90x9	S355 t<=40	M16-8.8t-NEN2012
Pos 4852	EA	L50x7	S235 t<=40	M16-8.8t-NEN2012	EA	L60x6	S355 t<=40	M16-8.8t-NEN2012
Pos 3556	EA	L50x5	S235 t<=40	M16-8.8t-NEN2012	EA	L50x5	S355 t<=40	M16-8.8t-NEN2012





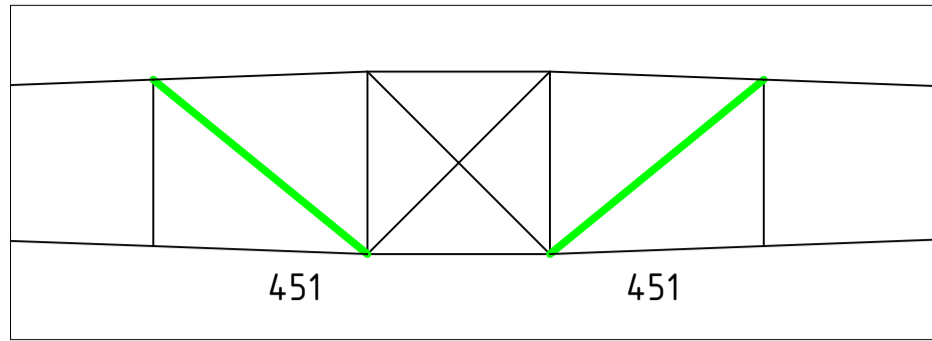
Overview

Notes and legend:

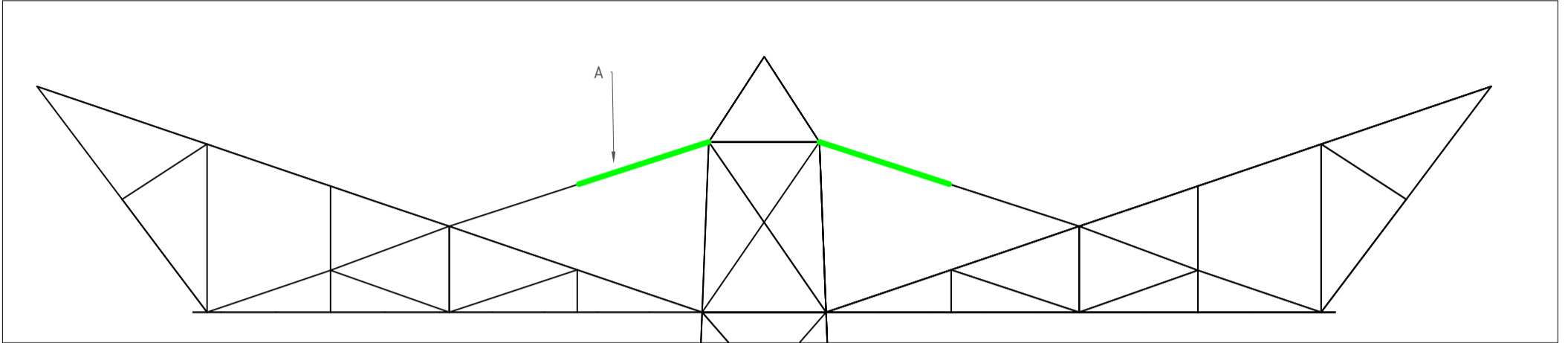
- New redundants according to drawing
- Size for new redundants is L50x50x5
- Other changes according to the table
- All changes are symmetrical unless otherwise indicated
- Material quality  $t \leq 16\text{mm}$  S355J0
- Material quality  $t > 16\text{mm}$  S355J2
- Bolt quality 8.8 rolled

- New profile/insulator
- Profile exchanged
- New redundant
- Bolt exchanged

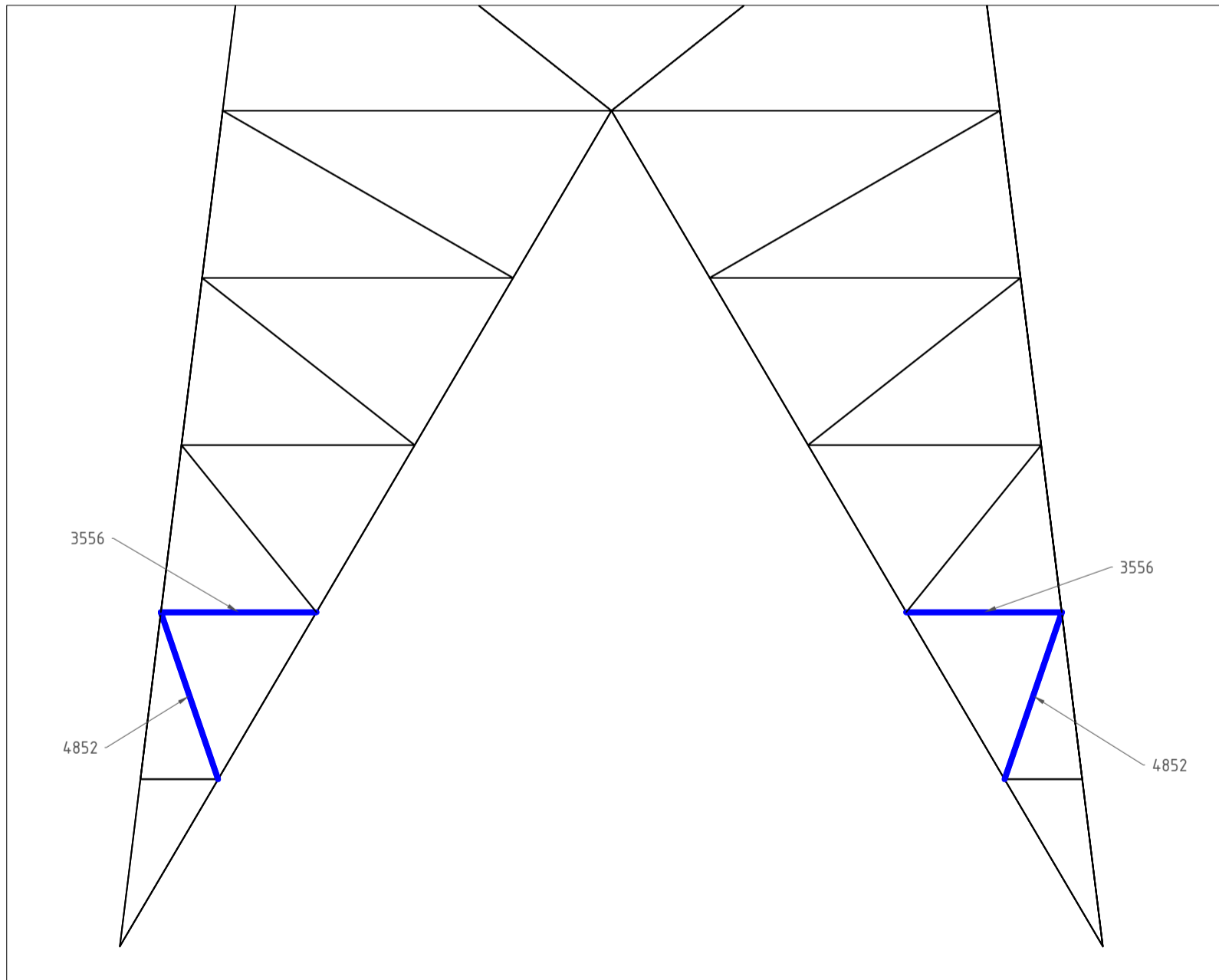
01	26-02-2021	Dimension added		
00	13-1-2021	Version 1.0		
		Projectname: Mast constructions ENS - ZL 380 kV		
			Drawing no.: 10166260-049	
Design state: FINAL		Scale: -	Description: Modifications overview for mast type HC-3_R (Mast 10) page 1 of 3	
Drawn by: KCh	26-02-2021	Units: m	Revision: 01	
Checked by: TBR	26-02-2021	Project no: 10166260	Format: A2	
Approved by: JHu	26-02-2021	Company: TenneT		



View on Arrow A



Front View - Upper Crossarm



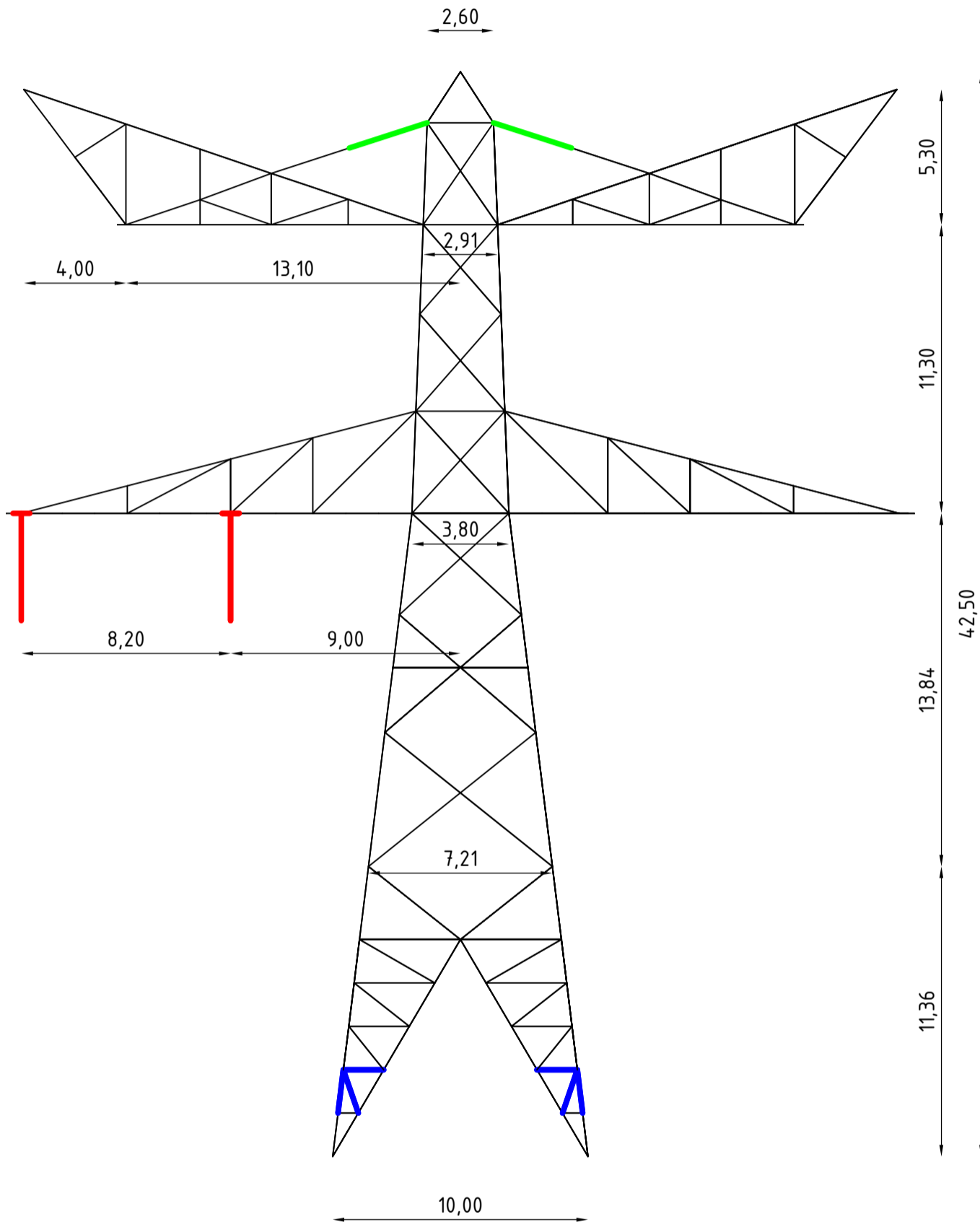
Front View - Lower Leg Section

Notes and legend:

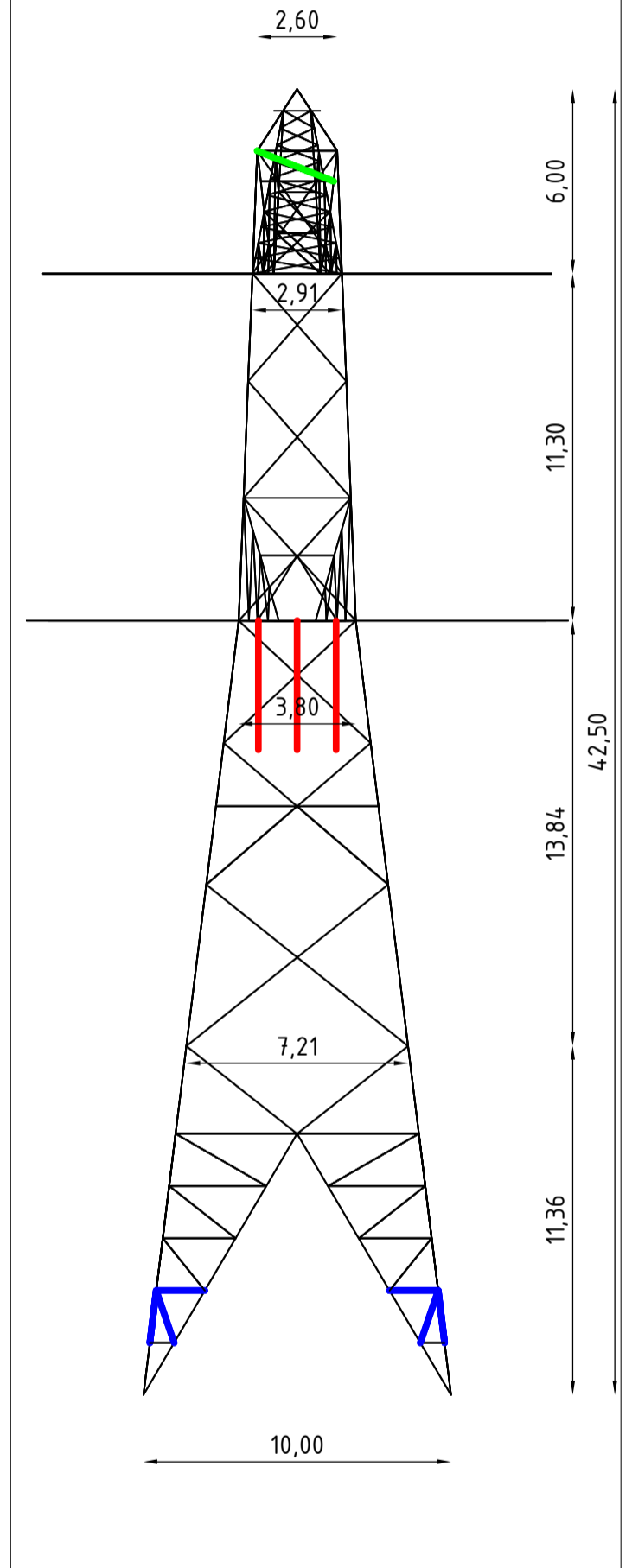
- New redundants according to drawing
- Size for new redundants is L50x50x5
- Other changes according to the table
- All changes are symmetrical unless otherwise indicated
- Material quality  $t \leq 16\text{mm}$  S355J0
- Material quality  $t > 16\text{mm}$  S355J2
- Bolt quality 8.8 rolled

- New profile/insulators
- Profile exchanged
- New redundant
- Bolt exchanged

01	26-02-2021	Dimension added		
00	13-1-2021	Version 1.0		
		Projectname: Mast constructions ENS - ZL 380 kV		
				Drawing no.: 10166260-049
Design state: FINAL		Scale: -	Description: Modifications overview for mast type HC-3_R (Mast 10) page 2 of 3	
Drawn by: KCh	26-02-2021	Units: m	Revision: 01	
Checked by: TBR	26-02-2021	Project no: 10166260	Format: A2	
Approved by: JHu	26-02-2021	Company: TenneT		



Front View



Side View

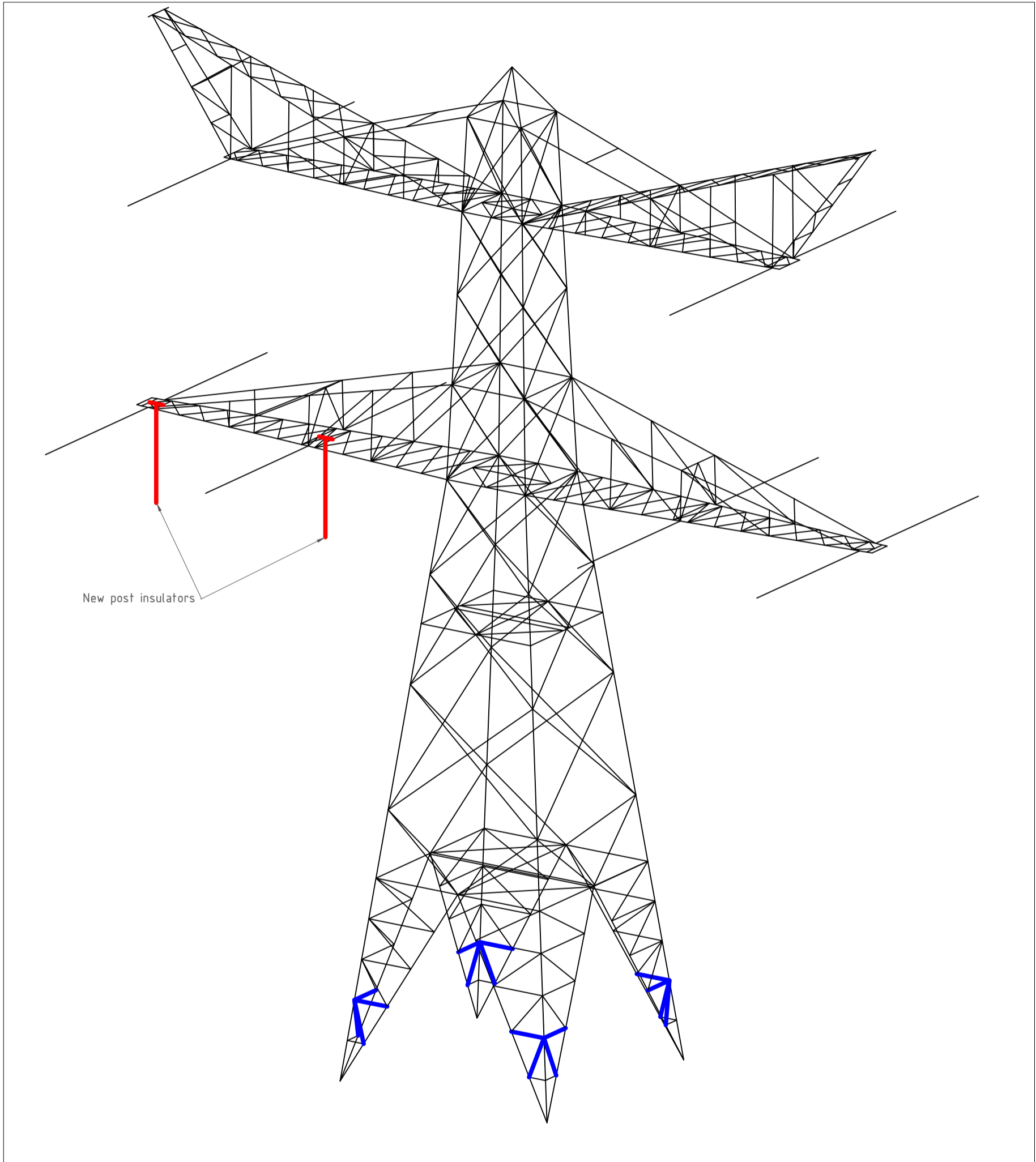
Notes and legend:

- New redundants according to drawing
- Size for new redundants is L50x50x5
- Other changes according to the table
- All changes are symmetrical unless otherwise indicated
- Material quality  $t \leq 16\text{mm}$  S355J0
- Material quality  $t > 16\text{mm}$  S355J2
- Bolt quality 8.8 rolled

- New profile/insulators
- Profile exchanged
- New redundant
- Bolt exchanged

01	26-02-2021	Dimension added		
00	13-1-2021	Version 1.0		
		Projectname: Mast constructions ENS - ZL 380 kV		
		Drawing no.: 10166260-049		
Design state: FINAL		Scale: -	Description: Modifications overview for mast type HC-3_R (Mast 10) page 3 of 3	
Drawn by: KCh	26-02-2021	Units: m	Revision: 01	
Checked by: TBR	26-02-2021	Project no: 10166260	Format: A2	
Approved by: JHu	26-02-2021	Company: TenneT		

Initial Profiles and Bolts					Final Profiles and Bolts			
Group label	Profile type (ini)	Profile size (ini)	Steel quality (ini)	Bolt size and quality (ini)	Profile type (new)	Profile size (new)	Steel quality (new)	Bolt size and quality (new)
Pos 4852	EA	L50x7	S235 t<=40	M16-8.8t-NEN2012	EA	L60x6	S355 t<=40	M16-8.8t-NEN2012
Pos 3556	EA	L50x5	S235 t<=40	M16-8.8t-NEN2012	EA	L50x5	S355 t<=40	M16-8.8t-NEN2012


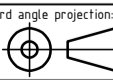


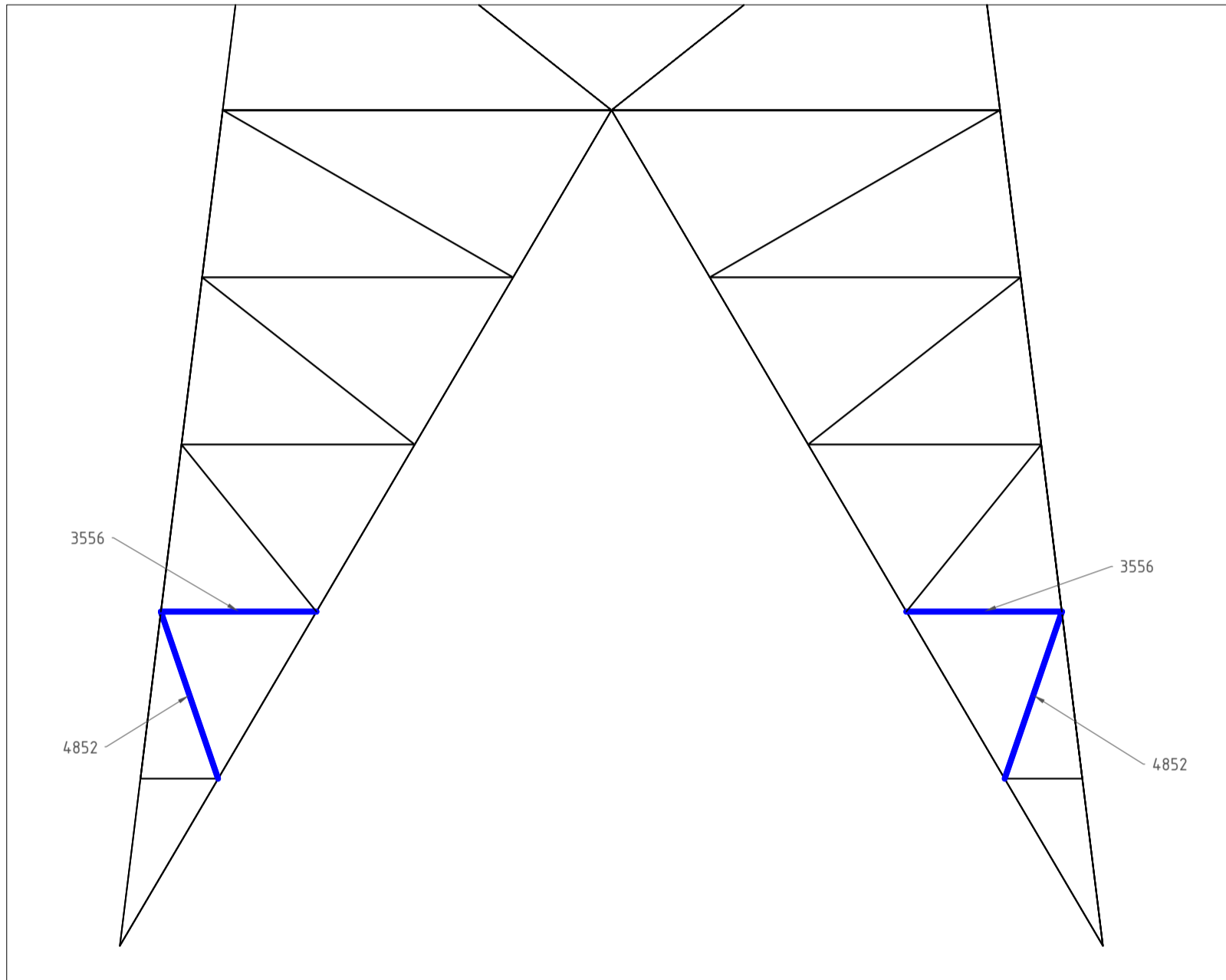
Overview

Notes and legend:

- New redundants according to drawing
- Size for new redundants is L50x50x5
- Other changes according to the table
- All changes are symmetrical unless otherwise indicated
- Material quality  $t \leq 16\text{mm}$  S355J0
- Material quality  $t > 16\text{mm}$  S355J2
- Bolt quality 8.8 rolled

- New profile/insulator
- Profile exchanged
- New redundant
- Bolt exchanged

01	1-3-2021	Dimension added		
00	13-1-2021	Version 1.0		
		Projectname: Mast constructions ENS - ZL 380 kV		
			Drawing no.: 10166260-050	
Design state: FINAL	Scale: -	Description: Modifications overview for mast type HC-3_R (Mast 34) page 1 of 3		Revision: 01
Drawn by: KCh 1-3-2021	Units: m	Project no: 10166260	Format: A2	
Checked by: TBR 1-3-2021	Company: TenneT			
Approved by: JHu 1-3-2021				


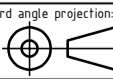


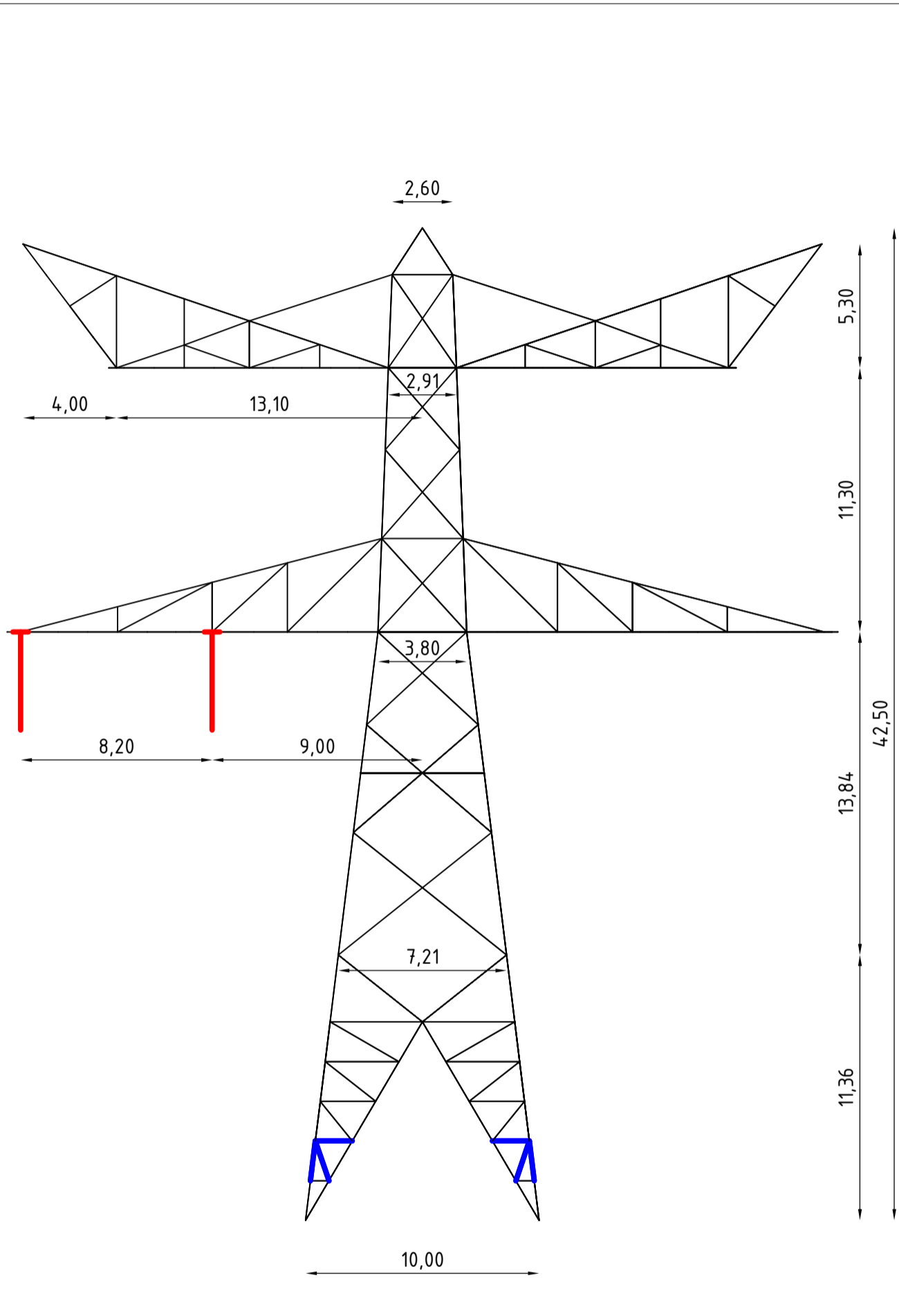
Front View - Lower Leg Section

Notes and legend:

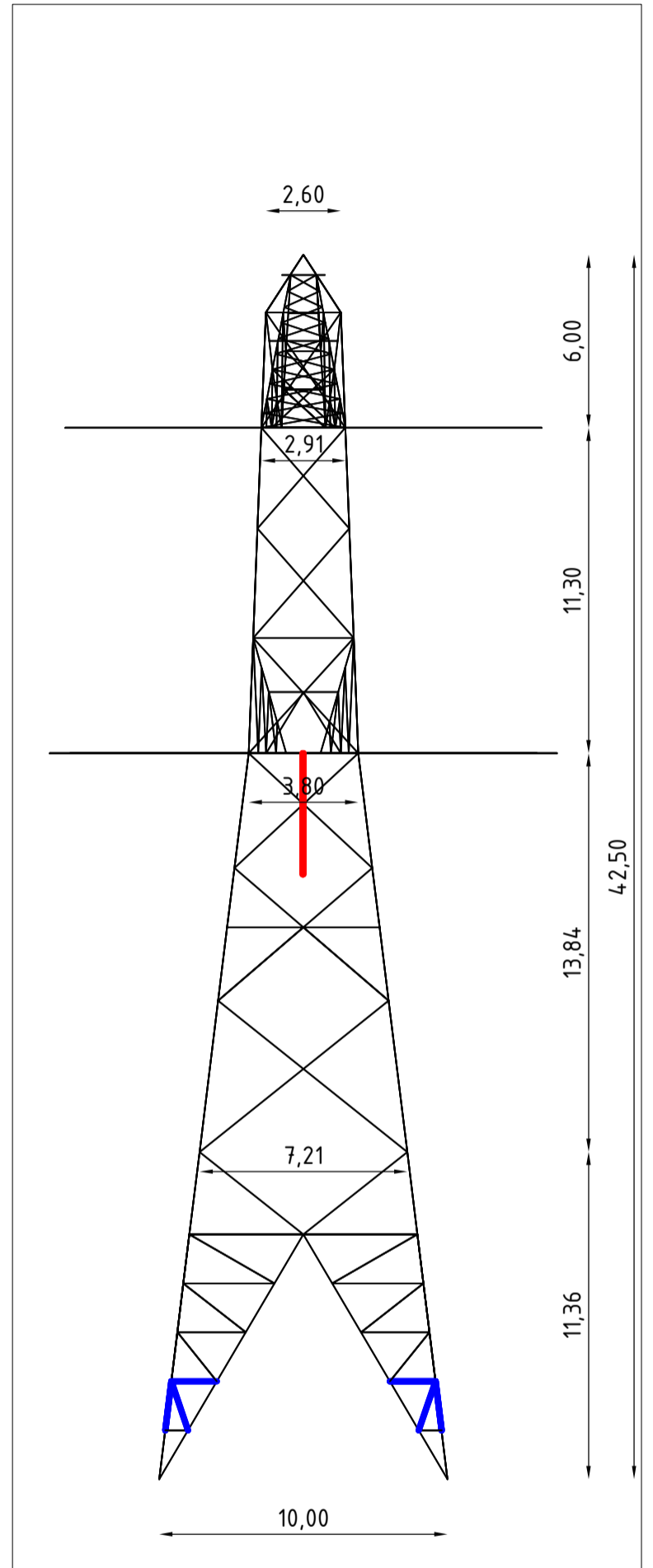
- New redundants according to drawing
- Size for new redundants is L50x50x5
- Other changes according to the table
- All changes are symmetrical unless otherwise indicated
- Material quality  $t \leq 16\text{mm}$  S355J0
- Material quality  $t > 16\text{mm}$  S355J2
- Bolt quality 8.8 rolled

- New profile/insulator
- Profile exchanged
- New redundant
- Bolt exchanged

01	1-3-2021	Dimension added		
00	13-1-2021	Version 1.0		
		Projectname: Mast constructions ENS - ZL 380 kV		
			Drawing no.: 10166260-050	
Design state: FINAL		Scale: -	Description: Modifications overview for mast type HC-3_R (Mast 34) page 2 of 3	
Drawn by: KCh	1-3-2021	Units: m	Revision: 01	
Checked by: TBR	1-3-2021	Project no: 10166260	Format: A2	
Approved by: JHu	1-3-2021	Company: TenneT		



Front View



Side View

Notes and legend:

- New redundants according to drawing
- Size for new redundants is L50x50x5
- Other changes according to the table
- All changes are symmetrical unless otherwise indicated
- Material quality  $t \leq 16\text{mm}$  S355J0
- Material quality  $t > 16\text{mm}$  S355J2
- Bolt quality 8.8 rolled

- New profile/insulator
- Profile exchanged
- New redundant
- Bolt exchanged

01	1-3-2021	Dimension added		
00	13-1-2021	Version 1.0		
		Projectname: Mast constructions ENS - ZL 380 kV		
		Third angle projection:		
Design state: FINAL		Scale: -	Drawing no.: 10166260-050	
Drawn by: KCh	1-3-2021	Units: m	Description: Modifications overview for mast type HC-3_R (Mast 34) page 3 of 3	
Checked by: TBR	1-3-2021	Project no: 10166260	Revision: 01	
Approved by: JHu	1-3-2021	Company: TenneT	Format: A2	
<small>DNV GL Energy &amp; Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvgl.com</small>				



## **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.



## Bijlage 5

### Gegevens UO per masttype



“REVIEW AND RE-DESIGN TOWERS BBB380”

## ENS-ZL380 – Tower EC-3\_R\_X Mast 1

TenneT TSO B.V.

### Detail Calculation

Projectnummer Aafjes: **21-187**

Documentnummer: **00974-01-00130**



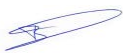
Projectnummer TenneT: **002.515**

Meridian nummer: **002.515.40 0994385**

Opdrachtgever: **TenneT**

Project: **Opwaardering ENS-ZL380**

Onderdeel: **EC-3\_R\_X Mast 1 - Detailberekeningen**

					
Definitief – Document goedgekeurd	G. Pieper	R. Hol	B. Aafjes	18-02-2022	1.0
1e versie ter review	G. Pieper	R. Hol	B. Aafjes	02-02-2022	0.1
	Author	Checked	Approved	date	revision



## Content

1	Introduction.....	3
2	General Data .....	4
2.1	Principal constructor .....	4
2.2	Principal calculation and related documents .....	4
2.3	Material- and bolt quality .....	4
2.4	Applicable standards .....	4
2.5	Tennet specifications.....	4
3	Calculations .....	5
3.1	Connection of post insulators to the lower crossarm .....	5
3.1.1	Overview .....	5
3.1.2	Detail 1.....	6
3.1.3	Loads.....	8
3.1.4	Calculation .....	9
3.1.5	Detail 2.....	18
3.1.6	Loads.....	20
3.1.7	Calculation .....	21
4	Summary U.C. 's.....	30
4.1.1	Connection of post insulators to the lower crossarm .....	30
5	Conclusion .....	31
5.1.1	Connection of post insulators to the lower crossarm .....	31



## 1 Introduction

This report contains the detail calculations of the reinforcements of towertype EC-3/R windzone II.

It concerns tower number: Tower 1

To increase the future capacity of electricity transmission, it is necessary to upgrade the transmission grid by building new and modifying existing high voltage connections.

It is for this reason the client (OG) intends to upgrade part the existing 380kV grid. This upgrading is part of the program “Beter Benutten Bestaande 380kV” and consists of the following subprojects:

- Upgrading of the 380 kV-connection Lelystad – Ens (LLS-ENS380).
- Upgrading of the 380 kV-connection Diemen – Lelystad (DIM-LLS380).
- Upgrading of the 380 kV-connection Rilland – Zandvliet (RLL-ZVL380).
- Upgrading of the 380 kV-connection Krimpen aan de IJssel – Geertruidenberg (KIJ-GT380).
- Upgrading of the 380 kV-connection Ens – Zwolle (ENS-ZL380).
- Upgrading of the 380 kV-connection Maasbracht – Eindhoven (MBT-EHV380).

DNV GL has calculated the existing tower for the new situation on behalf of Tennet. On the instructions of DNV GL, the reinforcements mainly consist of the exchange of bolts and profiles and the reinforcement of profiles and the application of redundant members.

DNV GL has tested the profiles and bolts. In this report only the detail calculations are made of the specified reinforcements (bolts are specified by DNV GL).



## 2 General Data

### 2.1 Principal constructor

DNV GL - Energy

### 2.2 Principal calculation and related documents

- ENS-ZL380 - Tower EC-3/R  
Reportnr.: 21-0093 Rev 4  
Date: 2021-12-22
- Uitgangspuntenrapport 380kV verbinding Ens - Zwolle  
Reportnr.: 20-1245 Rev.3  
Date: 2021-06-09

### 2.3 Material- and bolt quality

Materials existing construction

	Signification 1969	Current startingpoint
Steeltype	St.37 St.52	S235JR S355J0
Bolt quality	bolt class 8.8	8.8 rolled thread
Concrete quality	K225	Min. C16/20
Reinforcing steel	Qr24, Qr40	B220, B400

Materials modified construction

Steeltype	S355J0 ( $t \leq 16$ mm ) S355J2 ( $16 < t \leq 40$ mm )
Bolt quality	8.8 rolled thread

### 2.4 Applicable standards

Mainly used:

- NEN-EN 1993-1-8+C2 :2011/NB:2011 nl

Also used:

- NEN-EN 50341-2-15: 2019
- NEN-EN 8700: 2011
- NEN-EN 8701: 2011
- Eurocode reeks

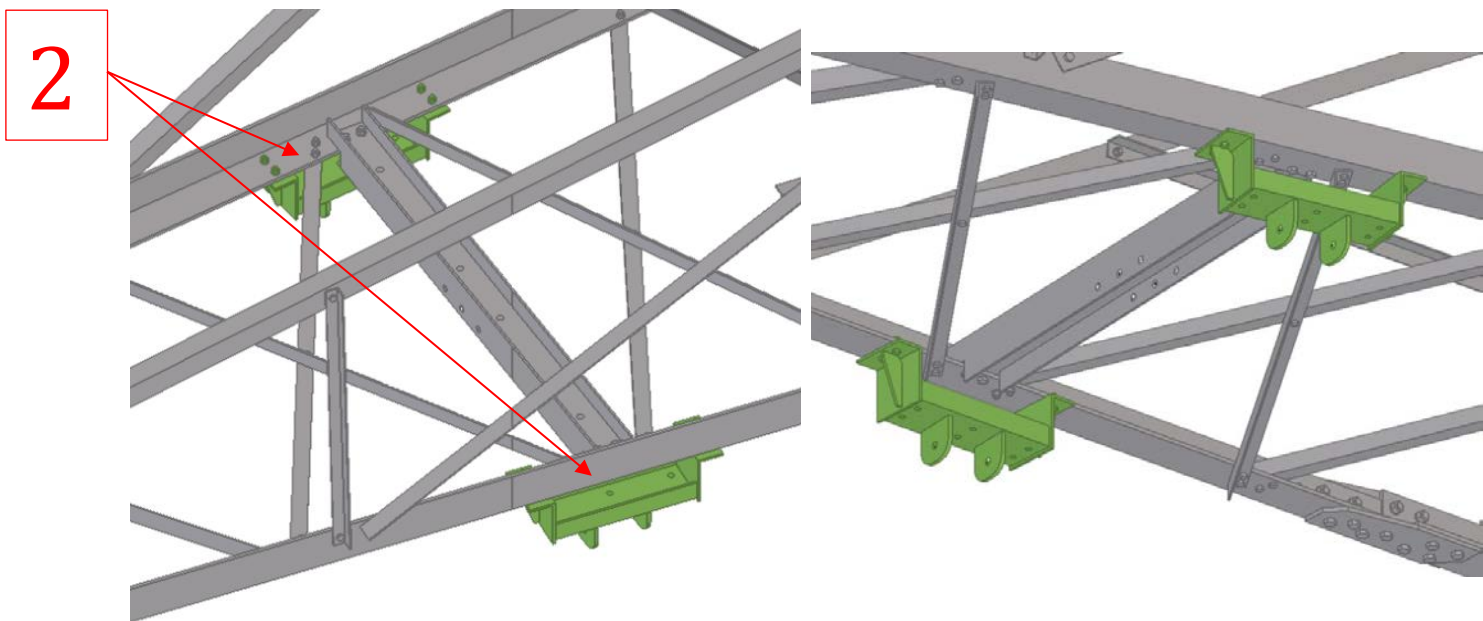
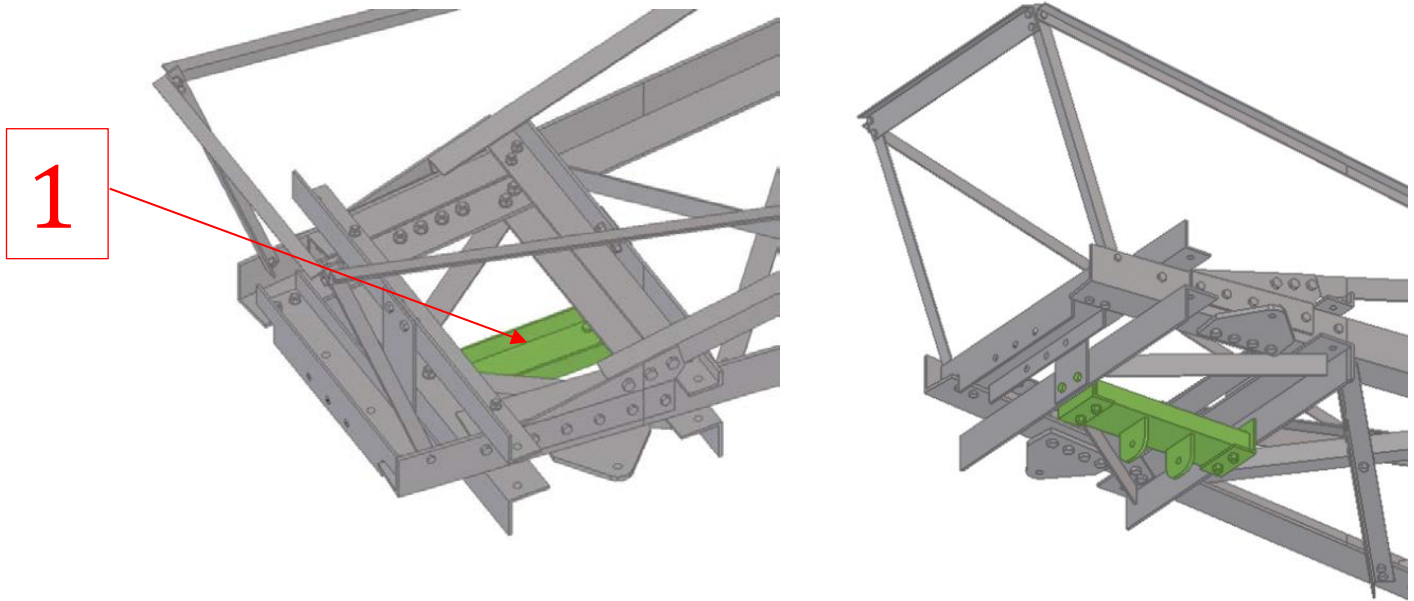
### 2.5 Tennet specifications

- SPE. 05. 346. v 2.0 algemene specificatie stalen masten

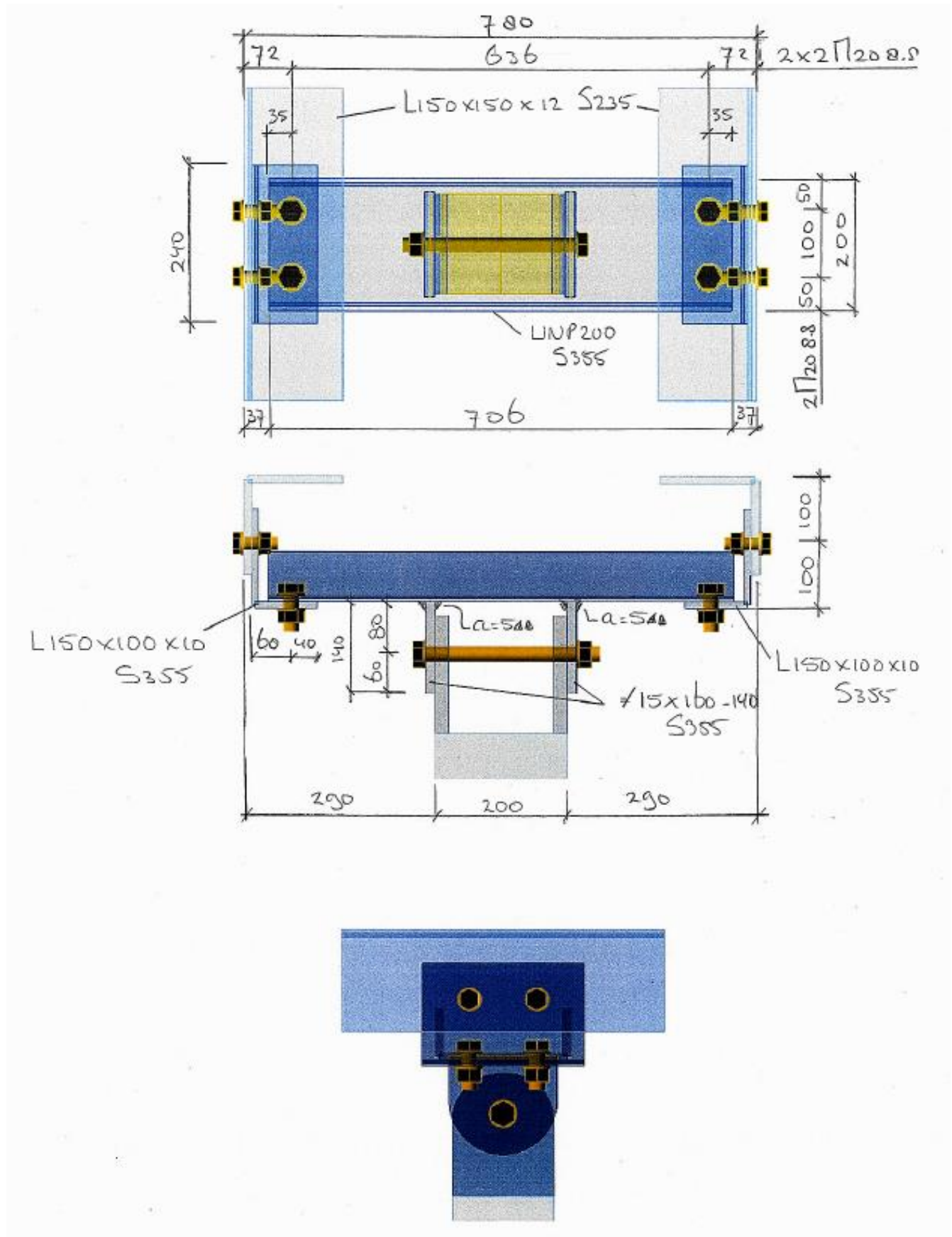
### 3 Calculations

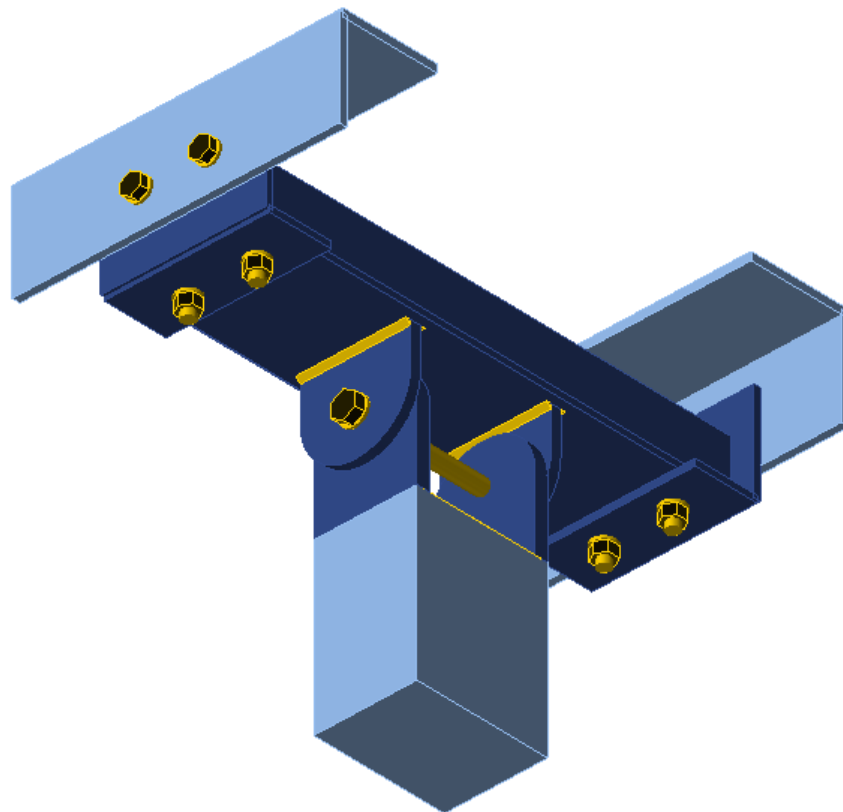
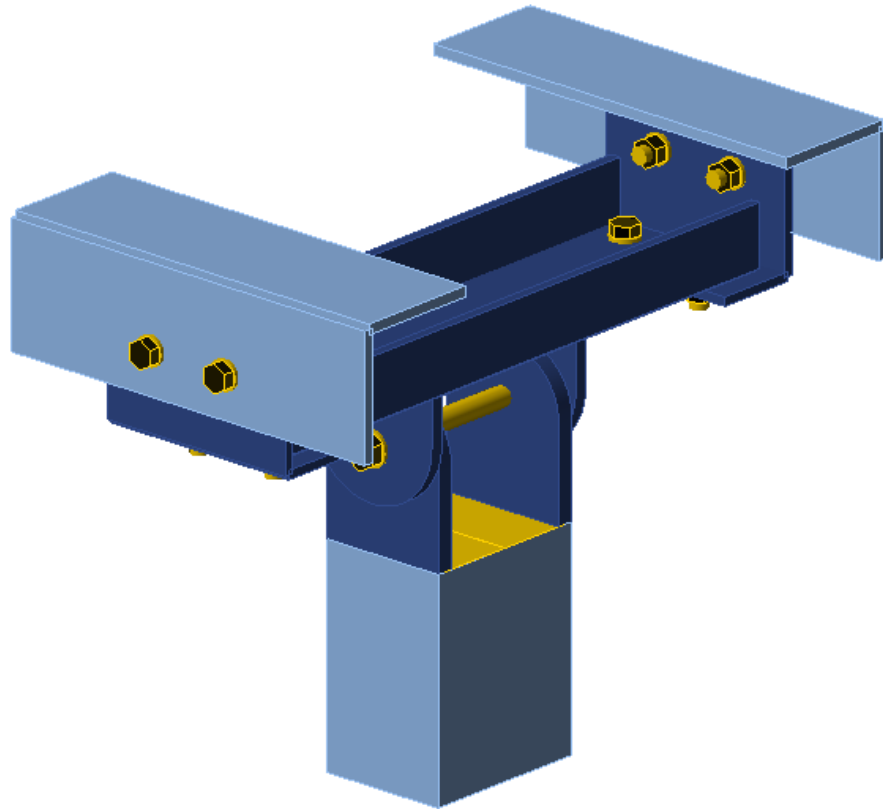
#### 3.1 Connection of post insulators to the lower crossarm

##### 3.1.1 Overview



3.1.2 Detail 1







### 3.1.3 Loads

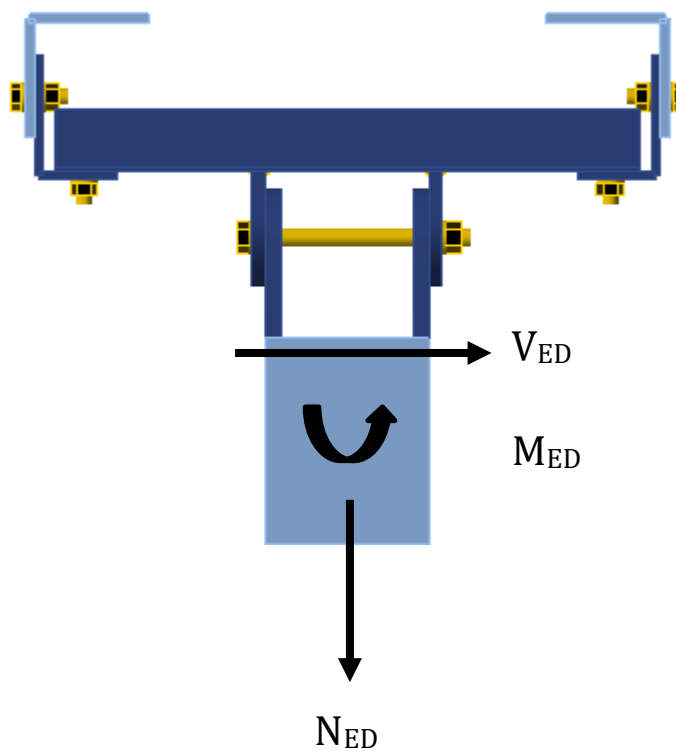
Loads from report:

**ENS-ZL380 – Tower EC-3/R**

Report nr.: 21-0093 Rev 4

Date: 2021-12-22

Page 80 / 81



$$V_{ED} = 2,56 \text{ kN}$$

$$M_{ED} = 8,23 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} = 5 \text{ kN}$$



### 3.1.4 Calculation

#### 3.1.4.1 IDEA calculation

## Project data

Project name	ENS-ZL380 EC-3/R Tower 1
Project number	21-187
Author	G.P.
Description	Detail 1
Date	1/19/2022
Design code	EN

## Material

Steel	S 235, S 355
-------	--------------

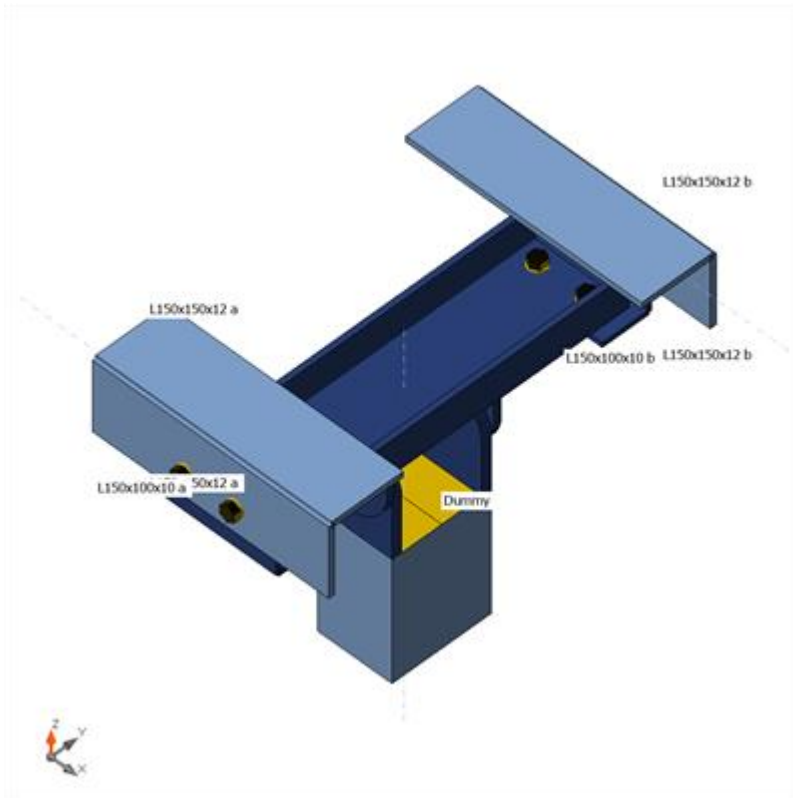
## Project item Detail 1

### Design

Name	Detail 1
Description	
Analysis	Stress, strain/ loads in equilibrium

### Beams and columns

Name	Cross-section	$\beta$ - Direction [°]	$\gamma$ - Pitch [°]	$\alpha$ - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forces in
L150x150x12 a	3 - HFLeq150x150x12	0.0	0.0	-90.0	0	0	-349	Node
L150x150x12 b	3 - HFLeq150x150x12	180.0	0.0	-90.0	0	0	-349	Bolts
Dummy	5 - Plaat 200, 150	0.0	90.0	90.0	0	0	0	Node



## Cross-sections

Name	Material
3 - HFLeq150x150x12	S 235
5 - Plaat 200, 150	S 355
10 - UNP200	S 355
9 - HFLue150x100x10	S 355

## Bolts

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	fu [MPa]	Gross area [mm <sup>2</sup> ]
M24 8.8	M24 8.8	24	800.0	452
M20 8.8	M20 8.8	20	800.0	314

## Load effects (forces in equilibrium)

Name	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	L150x150x12 a	0.0	-7.2	-0.6	0.0	0.0	0.0
	L150x150x12 a	0.0	-7.2	-0.6	0.0	0.0	0.0
	L150x150x12 b	0.0	4.7	0.6	0.0	0.0	0.0
	L150x150x12 b	0.0	4.7	0.6	0.0	0.0	0.0
	Dummy	5.0	0.0	-2.6	0.0	8.2	0.0



## Check

### Summary

Name	Value	Status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5.0%	OK
Bolts	30.3 < 100%	OK
Welds	98.0 < 100%	OK
Buckling	85.57	

### Plates

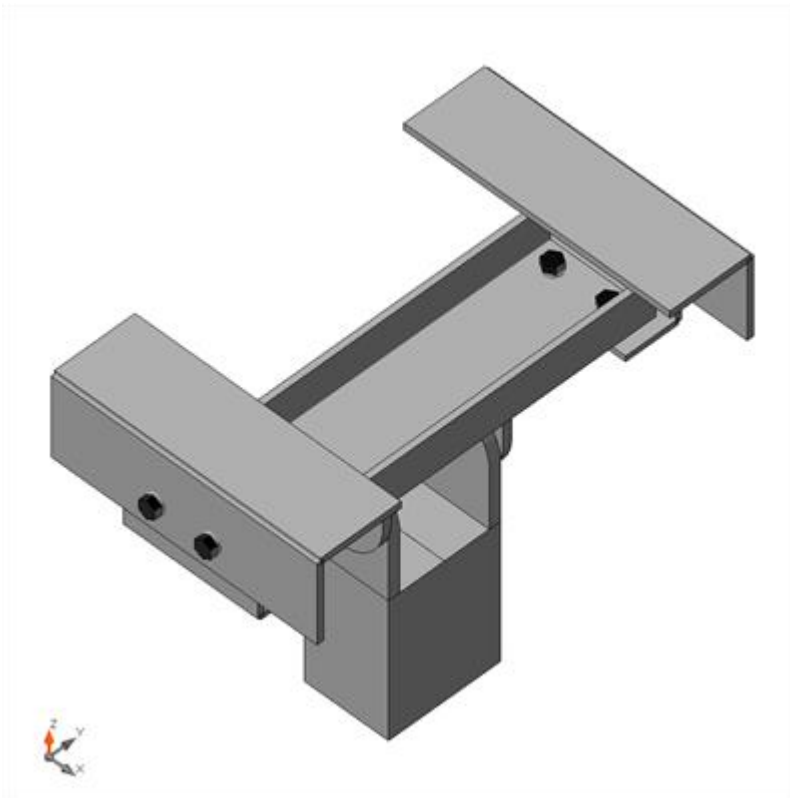
Name	Material	Thickness [mm]	Loads	$\sigma_{Ed}$ [MPa]	$\epsilon_{Pl}$ [%]	$\sigma_{CEd}$ [MPa]	Status
L150x150x12 a-bfl 1	S 235	12.0	LE1	111.1	0.0	10.6	OK
L150x150x12 a-w 1	S 235	12.0	LE1	32.7	0.0	0.0	OK
L150x150x12 b-bfl 1	S 235	12.0	LE1	47.6	0.0	5.4	OK
L150x150x12 b-w 1	S 235	12.0	LE1	19.8	0.0	0.0	OK
Dummy-bfl 1	S 355	200.0	LE1	7.8	0.0	0.0	OK
UNP200-bfl 1	S 355 - 1	11.5	LE1	93.0	0.0	0.0	OK
UNP200-tfl 1	S 355 - 1	11.5	LE1	92.9	0.0	0.0	OK
UNP200-w 1	S 355 - 1	8.5	LE1	123.6	0.0	17.8	OK
L150x100x10 a-bfl 1	S 355 - 1	10.0	LE1	112.4	0.0	17.8	OK
L150x100x10 a-w 1	S 355 - 1	10.0	LE1	153.9	0.0	10.6	OK
L150x100x10 b-bfl 1	S 355 - 1	10.0	LE1	86.0	0.0	8.1	OK
L150x100x10 b-w 1	S 355 - 1	10.0	LE1	107.4	0.0	5.4	OK
SP2	S 355 - 1	15.0	LE1	136.1	0.0	18.8	OK
SP1	S 355 - 1	15.0	LE1	151.8	0.0	11.1	OK
dummy1	S 355 - 1	20.0	LE1	66.1	0.0	18.8	OK
dummy2	S 355 - 1	20.0	LE1	85.1	0.0	11.1	OK

### Design data

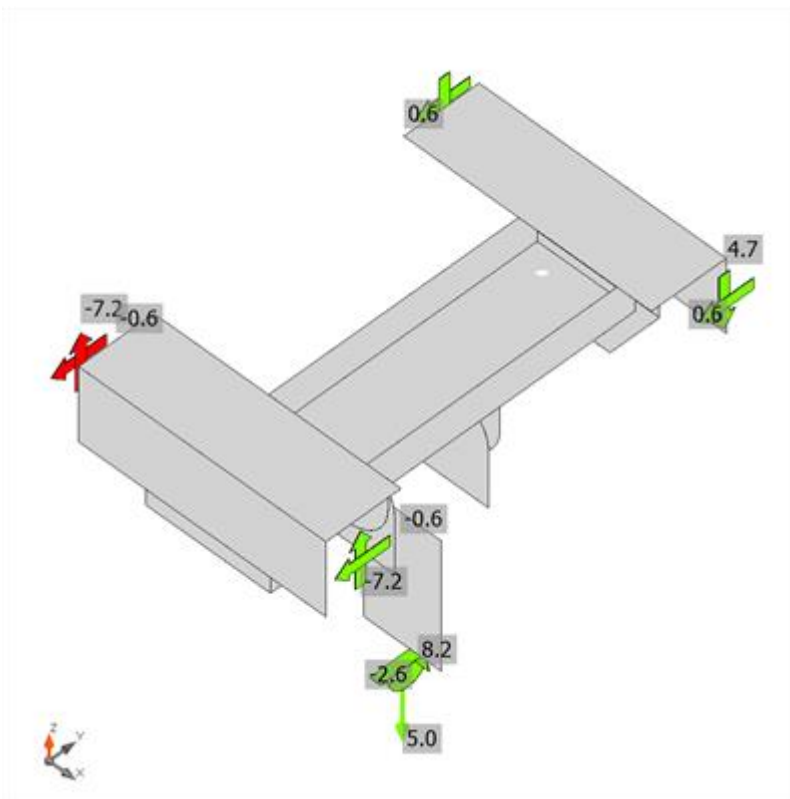
Material	$f_y$ [MPa]	$\epsilon_{lim}$ [%]
S 235	235.0	5.0
S 355	335.0	5.0
S 355 - 1	355.0	5.0

### Symbol explanation

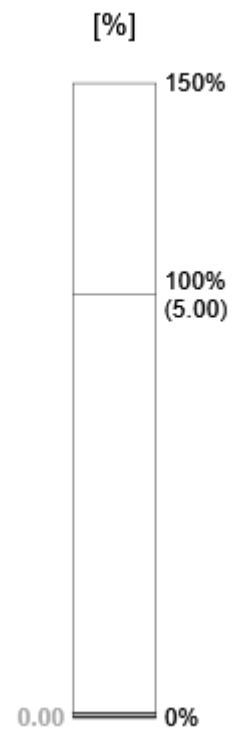
$\epsilon_{Pl}$	Strain
$\sigma_{Ed}$	Eq. stress
$\sigma_{CEd}$	Contact stress
$f_y$	Yield strength
$\epsilon_{lim}$	Limit of plastic strain

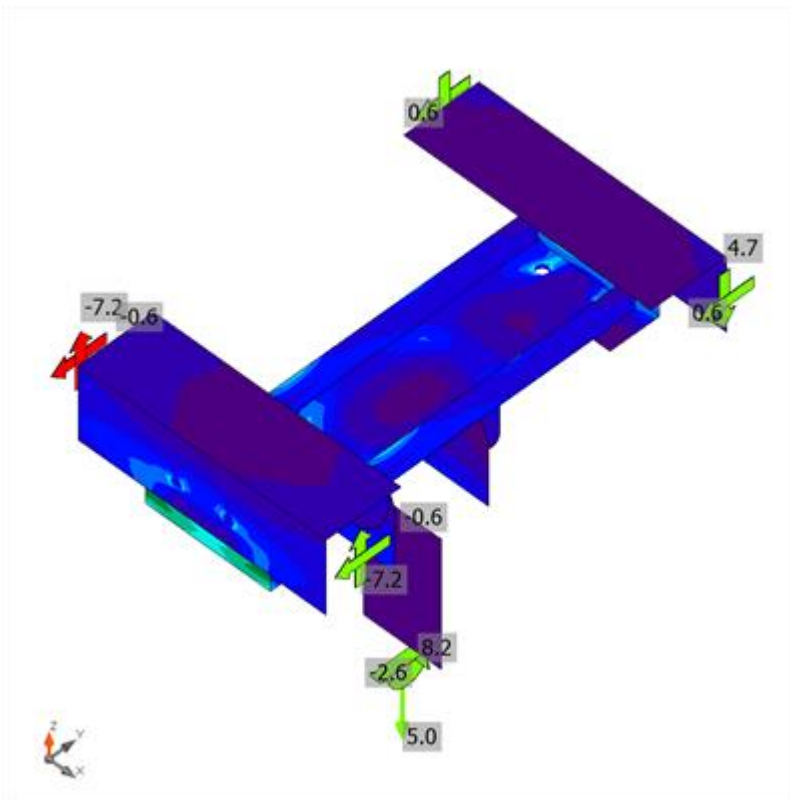


Overall check, LE1

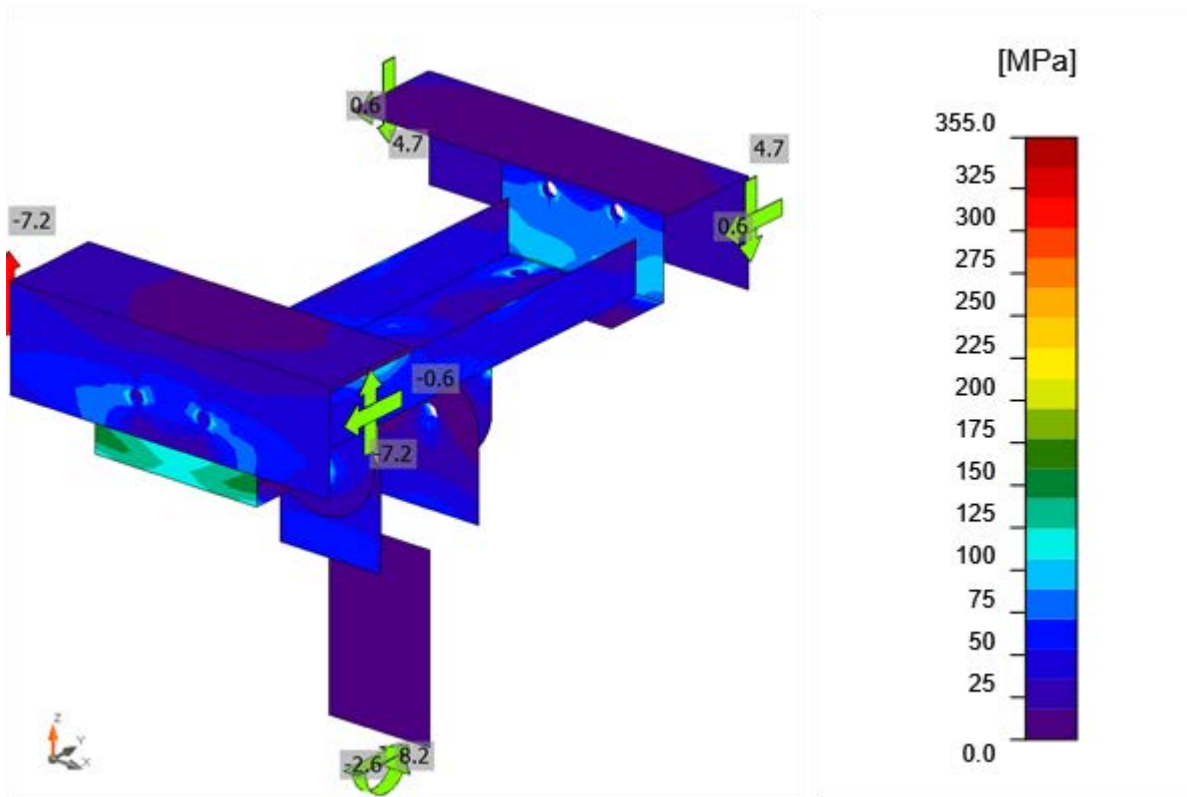


Strain check, LE1

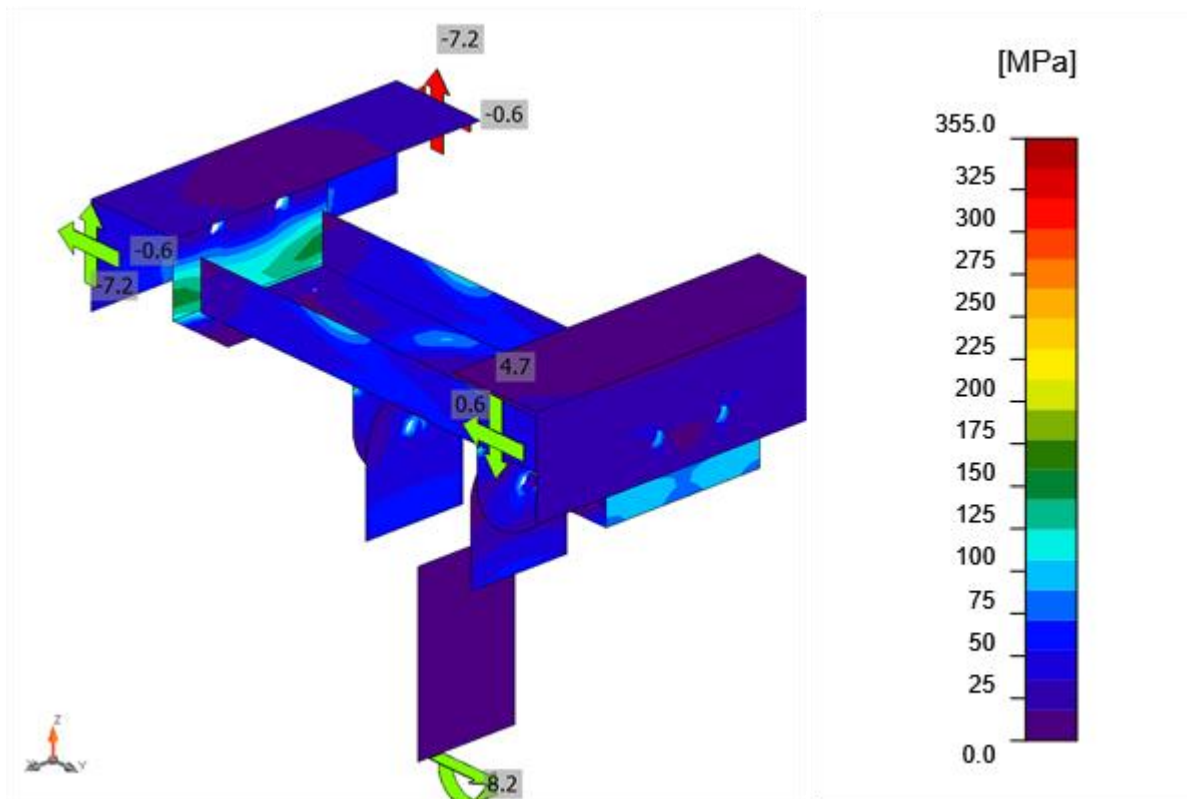




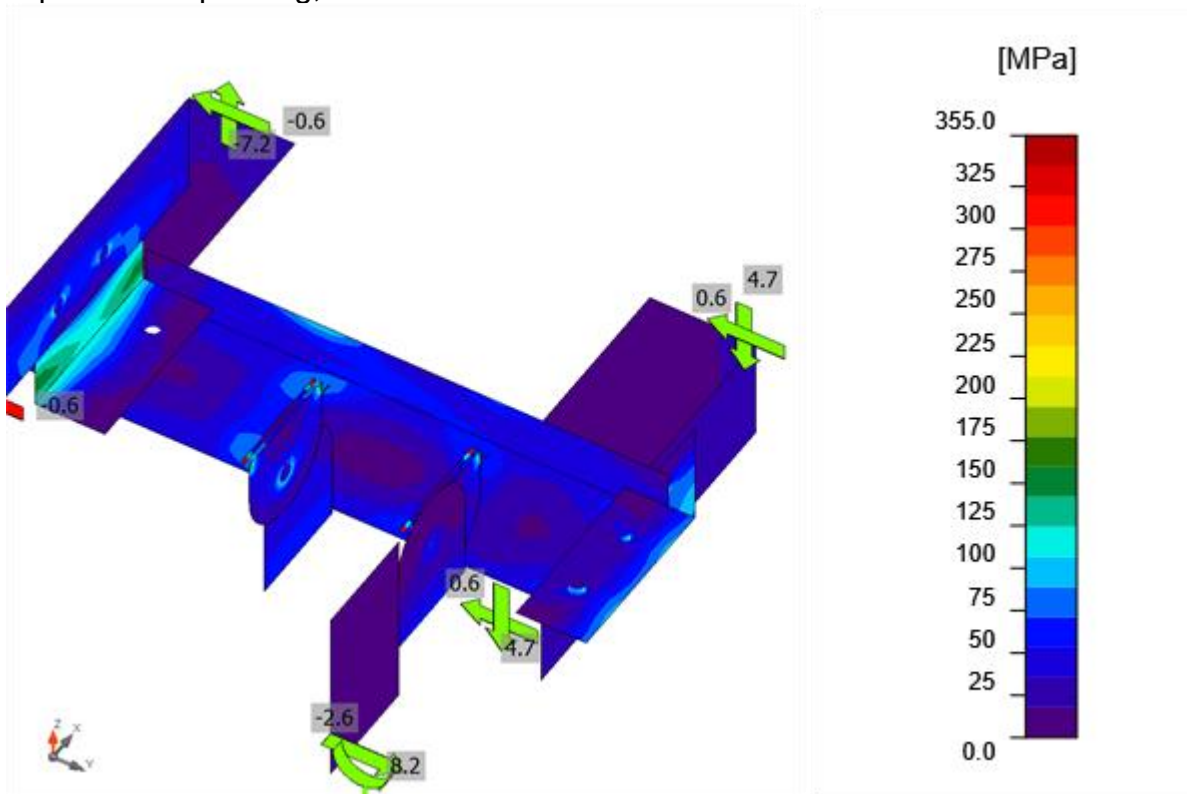
Equivalent stress, LE1



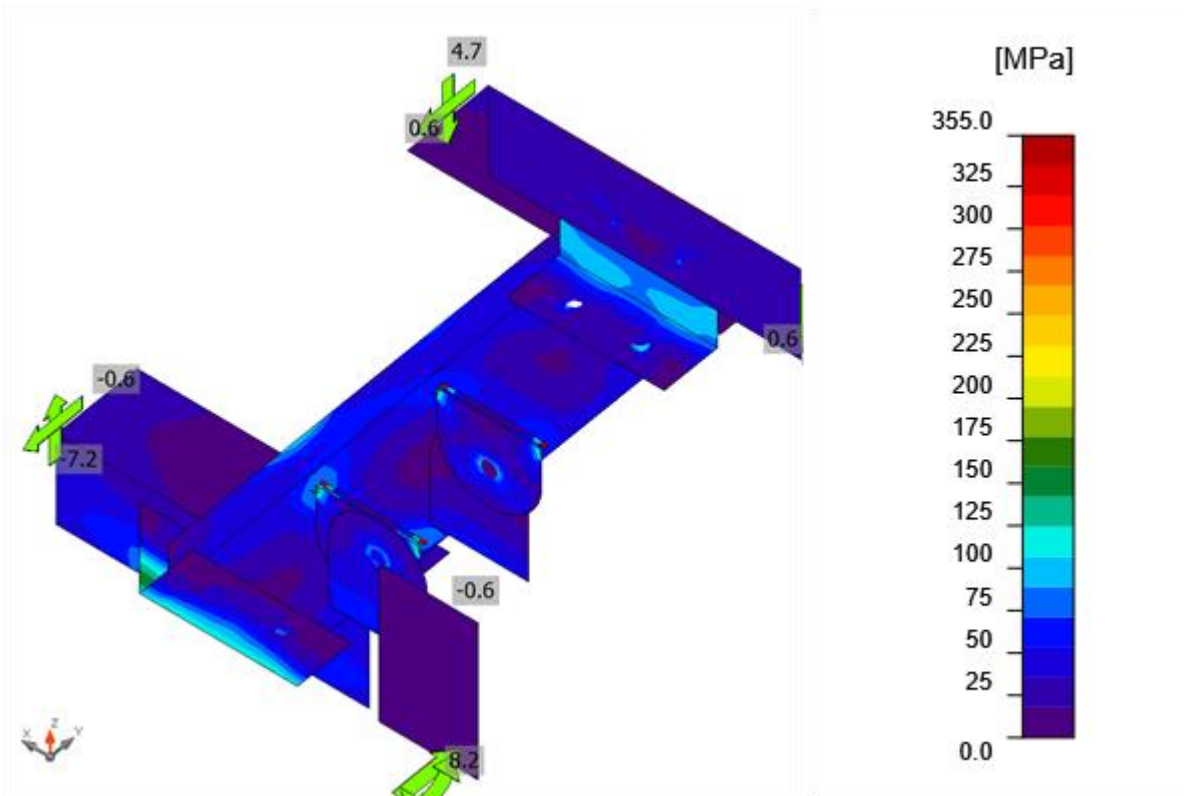
Equivalentte spanning, LE1



Equivalentte spanning, LE1



Equivalentte spanning, LE1



Equivalent spanning, LE1

## Bolts

	Name	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	$U_{t_t}$ [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	$U_{t_s}$ [%]	$U_{t_{ts}}$ [%]	Status
	B1	M24 8.8 - 1	LE1	6.0	38.2	3.0	271.1	28.2	30.3	OK
	B2	M20 8.8 - 2	LE1	6.4	4.7	4.5	172.8	5.0	8.2	OK
	B3	M20 8.8 - 2	LE1	6.4	4.7	4.5	172.8	5.0	8.2	OK
	B4	M20 8.8 - 2	LE1	8.0	7.2	5.7	130.3	7.6	11.7	OK
	B5	M20 8.8 - 2	LE1	8.3	7.2	5.9	130.3	7.6	11.9	OK
	B6	M20 8.8 - 3	LE1	12.7	1.0	9.0	166.6	1.0	7.5	OK
	B7	M20 8.8 - 3	LE1	12.7	1.0	9.0	166.6	1.0	7.5	OK
	B8	M20 8.8 - 3	LE1	0.5	0.8	0.3	89.4	0.9	1.1	OK
	B9	M20 8.8 - 3	LE1	0.5	0.8	0.3	89.4	0.9	1.1	OK





## Design data

Name	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M24 8.8 - 1	203.3	421.2	135.6
M20 8.8 - 2	141.1	205.2	94.1
M20 8.8 - 3	141.1	197.8	94.1

## Symbol explanation

$F_{t,Rd}$	Bolt tension resistance EN 1993-1-8 tab. 3.4
$F_{t,Ed}$	Tension force
$B_{p,Rd}$	Punching shear resistance
$V$	Resultant of shear forces $V_y$ , $V_z$ in bolt
$F_{v,Rd}$	Bolt shear resistance EN_1993-1-8 table 3.4
$F_{b,Rd}$	Plate bearing resistance EN 1993-1-8 tab. 3.4
$U_t$	Utilization in tension
$U_s$	Utilization in shear

## Welds (Plastic redistribution)

Item	Edge	Material	Throat th. [mm]	Length [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	$\epsilon_{PI}$ [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$T_{\parallel}$ [MPa]	$T_{\perp}$ [MPa]	$U_t$ [%]	$U_{tc}$ [%]	Status
Dummy-bfl 1	dummy 1	S 235	20.0	150	LE1								OK
Dummy-bfl 1	dummy 2	S 235	20.0	150	LE1								OK
UNP20 0-w 1	SP1	S 355	▲5.0 ▲	160	LE1	426.9	0.0	144.2	189.8	133.4	98.0	19.9	OK
		S 355	▲5.0 ▲	160	LE1	420.5	0.0	122.3	-188.6	-135.6	96.6	20.5	OK
UNP20 0-w 1	SP2	S 355	▲5.0 ▲	160	LE1	327.1	0.0	-94.1	-147.8	-104.2	75.1	16.4	OK
		S 355	▲5.0 ▲	160	LE1	363.5	0.0	-121.0	164.1	110.6	83.5	17.2	OK

## Design data

	$\beta_w$ [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	$0.9 \sigma$ [MPa]
S 235	0.80	360.0	259.2
S 355	0.90	435.6	352.8

## Symbol explanation

$\epsilon_{PI}$	Strain
$\sigma_{w,Ed}$	Equivalent stress
$\sigma_{w,Rd}$	Equivalent stress resistance
$\sigma_{\perp}$	Perpendicular stress
$T_{\parallel}$	Shear stress parallel to weld axis



$\tau_{\perp}$	Shear stress perpendicular to weld axis
$0.9 \sigma$	Perpendicular stress resistance - $0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$
$\beta_w$	Corelation factor EN 1993-1-8 tab. 4.1
Ut	Utilization
Utc	Weld capacity utilization

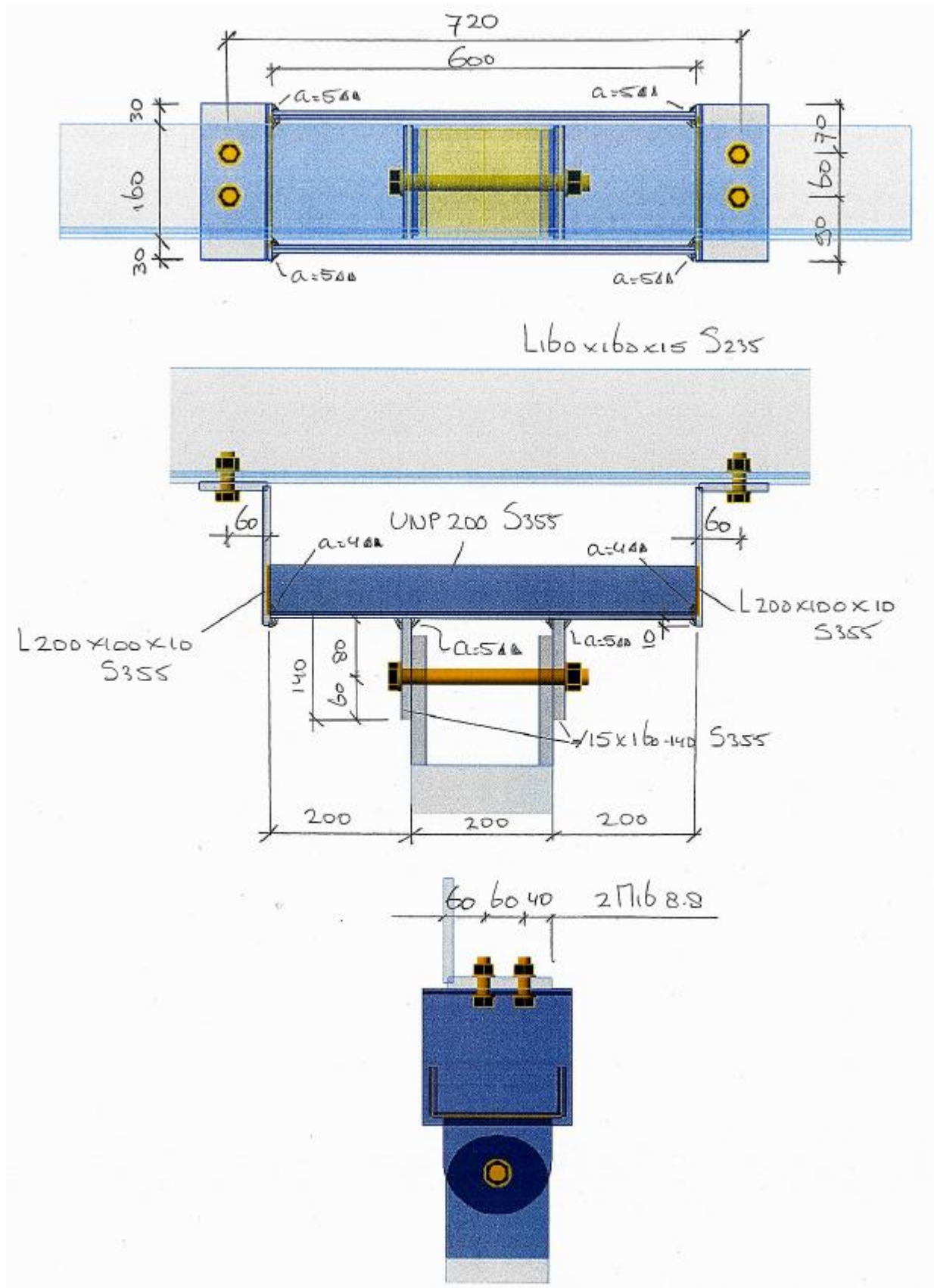
## Buckling

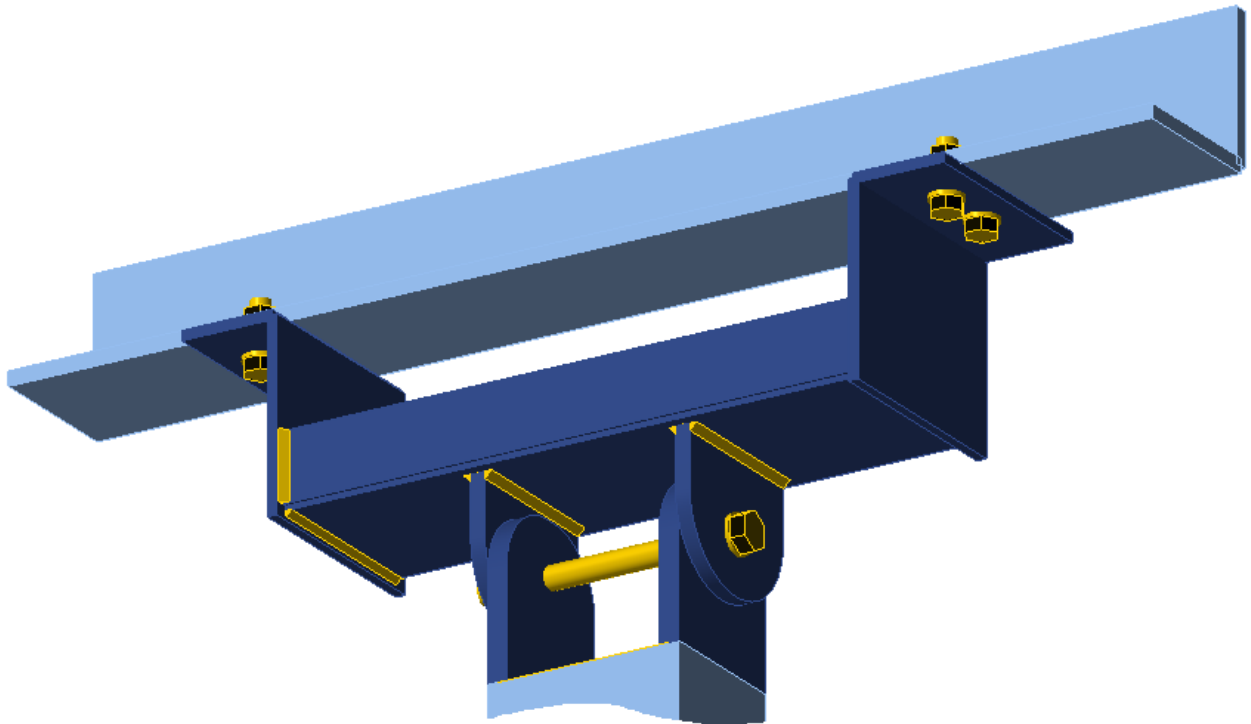
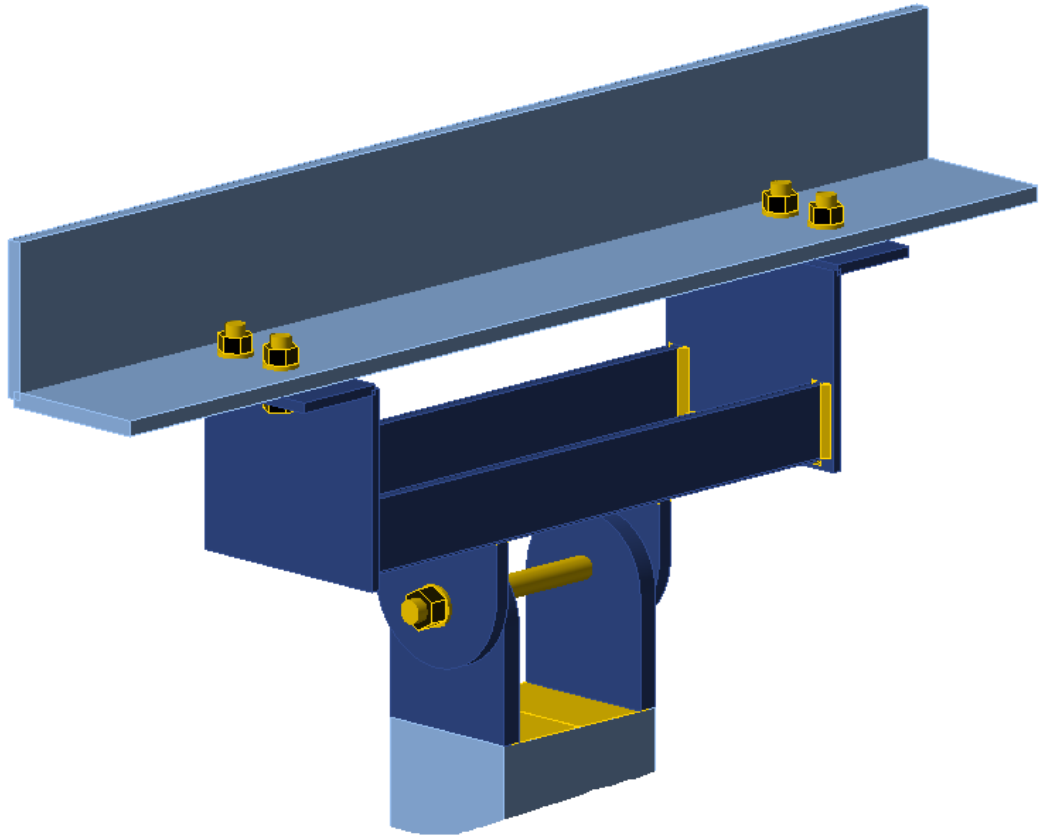
Loads	Shape	Factor [-]
LE1	1	85.57
	2	85.70
	3	91.68
	4	93.65
	5	154.53
	6	161.94

## Code settings

Item	Value	Unit	Reference
$\gamma_{M0}$	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
$\gamma_{M1}$	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
$\gamma_{M2}$	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
$\gamma_{M3}$	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
$\gamma_C$	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
$\gamma_{Inst}$	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Joint coefficient $\beta_j$	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Effective area - influence of mesh size	0.10	-	
Friction coefficient - concrete	0.25	-	EN 1993-1-8
Friction coefficient in slip-resistance	0.30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Limit plastic strain	0.05	-	EN 1993-1-5
Weld stress evaluation	Plastic redistribution		
Detailing	No		
Distance between bolts [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Distance between bolts and edge [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Concrete breakout resistance check	Both		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Use calculated $a_b$ in bearing check.	Yes		EN 1993-1-8: tab 3.4
Cracked concrete	Yes		EN 1992-4
Local deformation check	No		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Local deformation limit	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrical nonlinearity (GMNA)	Yes		Analysis with large deformations for hollow section joints
Braced system	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

3.1.5 Detail 2





### 3.1.6 Loads

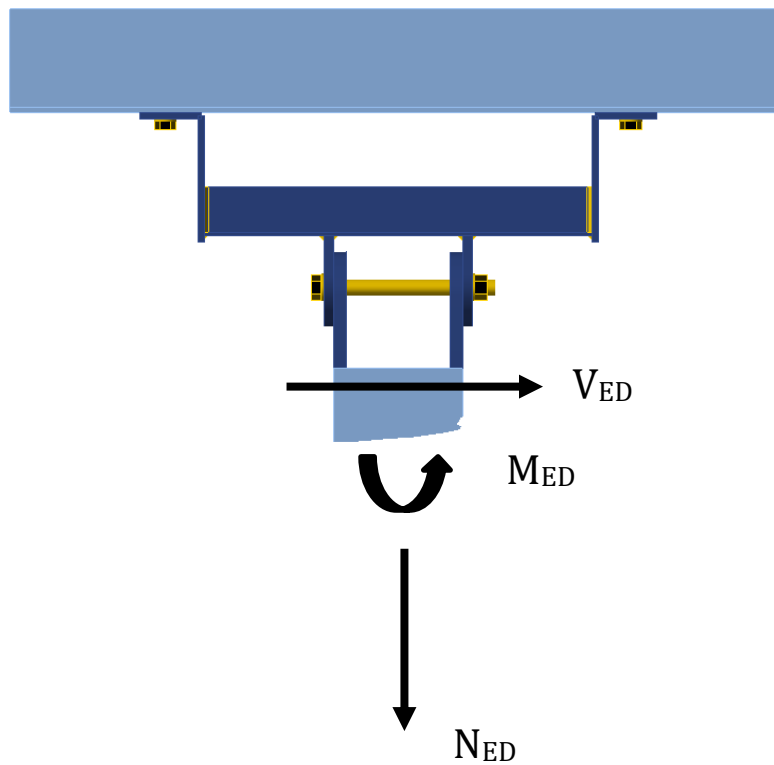
Loads from report:

**ENS-ZL380 – Tower EC-3/R**

Report nr.: 21-0093 Rev 4

Date: 2021-12-22

Page 80 / 81



$$V_{ED} = 2,56 \text{ kN}$$

$$M_{ED} = 8,23 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} = 5 \text{ kN}$$



### 3.1.7 Calculation

#### 3.1.7.1 IDEA calculation

## Project data

Project name	ENS-ZL380 EC-3/R Tower 1
Project number	21-187
Author	G.P.
Description	Detail 2
Date	1/19/2022
Design code	EN

## Material

Steel	S 235, S 355
-------	--------------

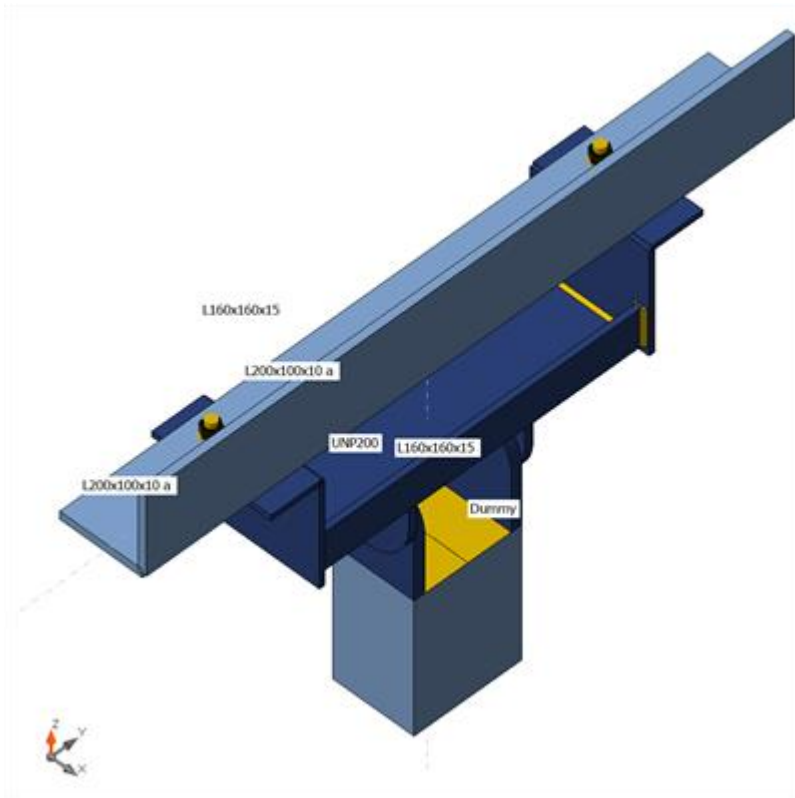
## Project item Detail 2

### Design

Name	Detail 2
Description	
Analysis	Stress, strain/ simplified loading

### Beams and columns

Name	Cross-section	$\beta$ - Direction [°]	$\gamma$ - Pitch [°]	$\alpha$ - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forces in
L160x160x15	3 - HFLeq160x160x15	90.0	0.0	0.0	0	0	0	Node
Dummy	5 - Plaat 200, 150	0.0	90.0	90.0	0	-35	0	Node



## Cross-sections

Name	Material
3 - HFLeq160x160x15	S 235
5 - Plaat 200, 150	S 355
10 - UNP200	S 355
9 - HFLue200x100x10	S 355

## Bolts

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	fu [MPa]	Gross area [mm <sup>2</sup> ]
M24 8.8	M24 8.8	24	800.0	452
M20 8.8	M20 8.8	20	800.0	314

## Load effects (equilibrium not required)

Name	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	Dummy	5.0	0.0	-2.6	0.0	8.2	0.0



## Check

### Summary

Name	Value	Status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5.0%	OK
Bolts	29.6 < 100%	OK
Welds	98.0 < 100%	OK
Buckling	106.12	

### Plates

Name	Material	Thickness [mm]	Loads	$\sigma_{Ed}$ [MPa]	$\epsilon_{Pl}$ [%]	$\sigma_{CEd}$ [MPa]	Status
L160x160x15-bfl 1	S 235	15.0	LE1	133.6	0.0	16.9	OK
L160x160x15-w 1	S 235	15.0	LE1	60.8	0.0	0.0	OK
Dummy-bfl 1	S 355	200.0	LE1	7.7	0.0	0.0	OK
UNP200-bfl 1	S 355 - 1	11.5	LE1	83.7	0.0	0.0	OK
UNP200-tfl 1	S 355 - 1	11.5	LE1	82.0	0.0	0.0	OK
UNP200-w 1	S 355 - 1	8.5	LE1	109.1	0.0	0.0	OK
L200x100x10 a-bfl 1	S 355 - 1	10.0	LE1	225.4	0.0	16.9	OK
L200x100x10 a-w 1	S 355 - 1	10.0	LE1	140.3	0.0	0.0	OK
L200x100x10 b-bfl 1	S 355 - 1	10.0	LE1	31.2	0.0	10.8	OK
L200x100x10 b-w 1	S 355 - 1	10.0	LE1	68.3	0.0	0.0	OK
SP2	S 355 - 1	15.0	LE1	158.0	0.0	13.1	OK
SP1	S 355 - 1	15.0	LE1	160.1	0.0	10.3	OK
dummy1	S 355 - 1	20.0	LE1	65.2	0.0	13.1	OK
dummy2	S 355 - 1	20.0	LE1	81.2	0.0	10.3	OK

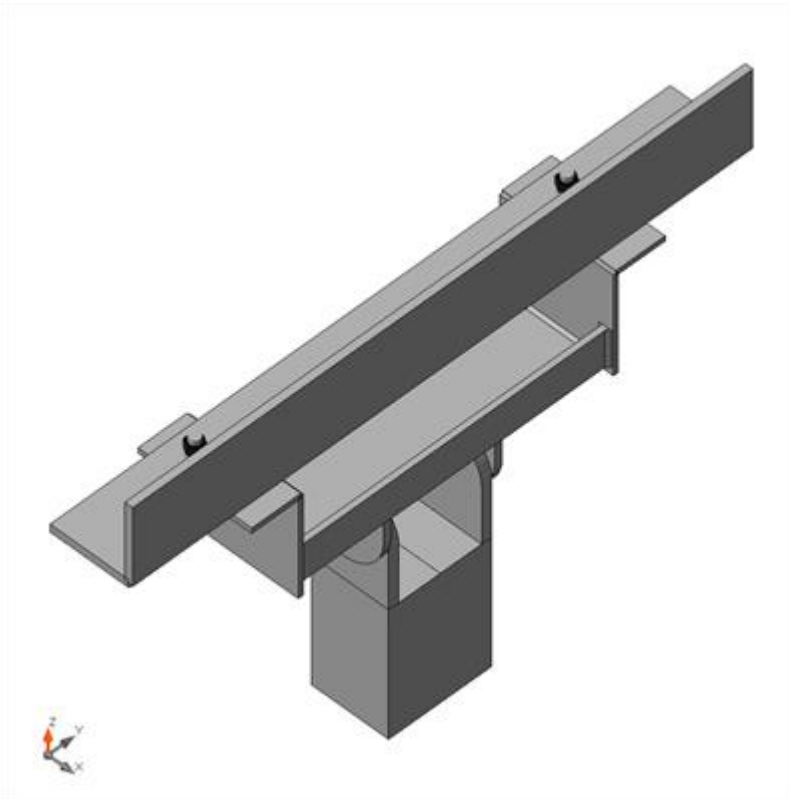
### Design data

Material	$f_y$ [MPa]	$\epsilon_{lim}$ [%]
S 235	235.0	5.0
S 355	335.0	5.0
S 355 - 1	355.0	5.0

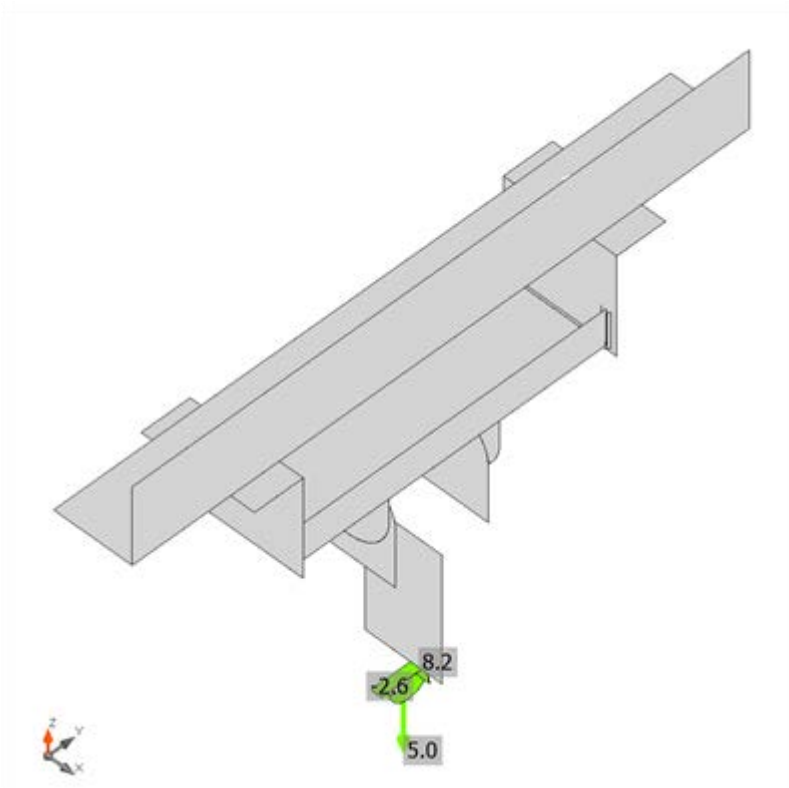
### Symbol explanation

$\epsilon_{Pl}$	Strain
$\sigma_{Ed}$	Eq. stress
$\sigma_{CEd}$	Contact stress
$f_y$	Yield strength
$\epsilon_{lim}$	Limit of plastic strain

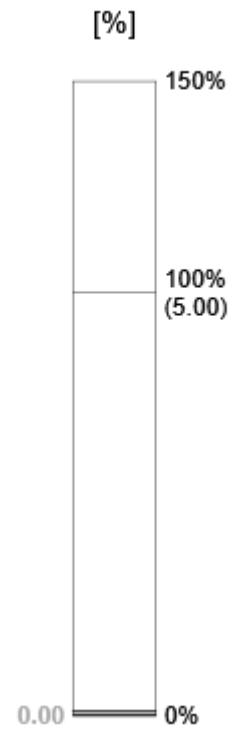


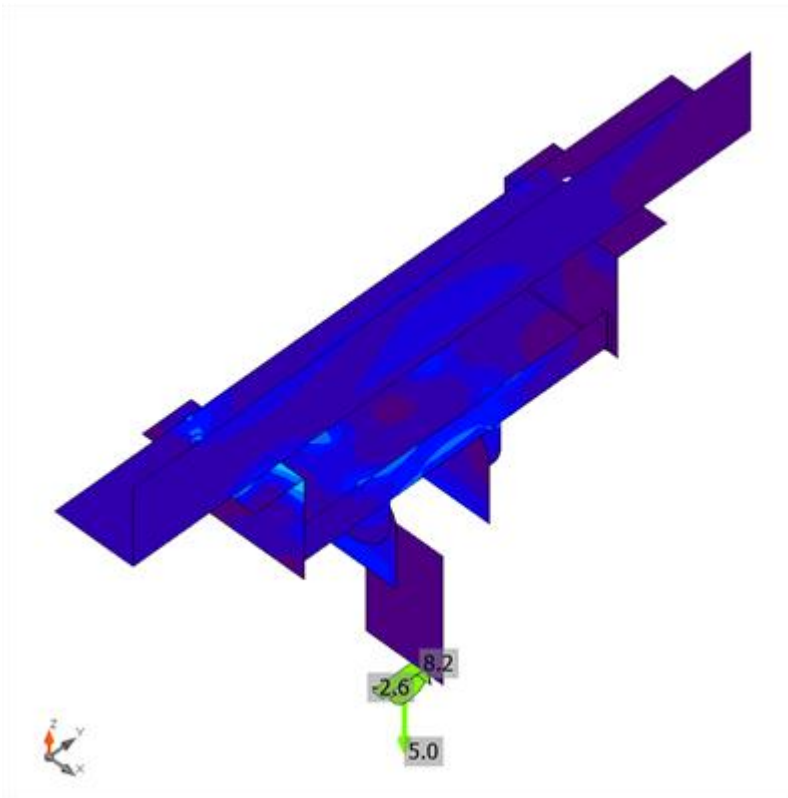


Overall check, LE1

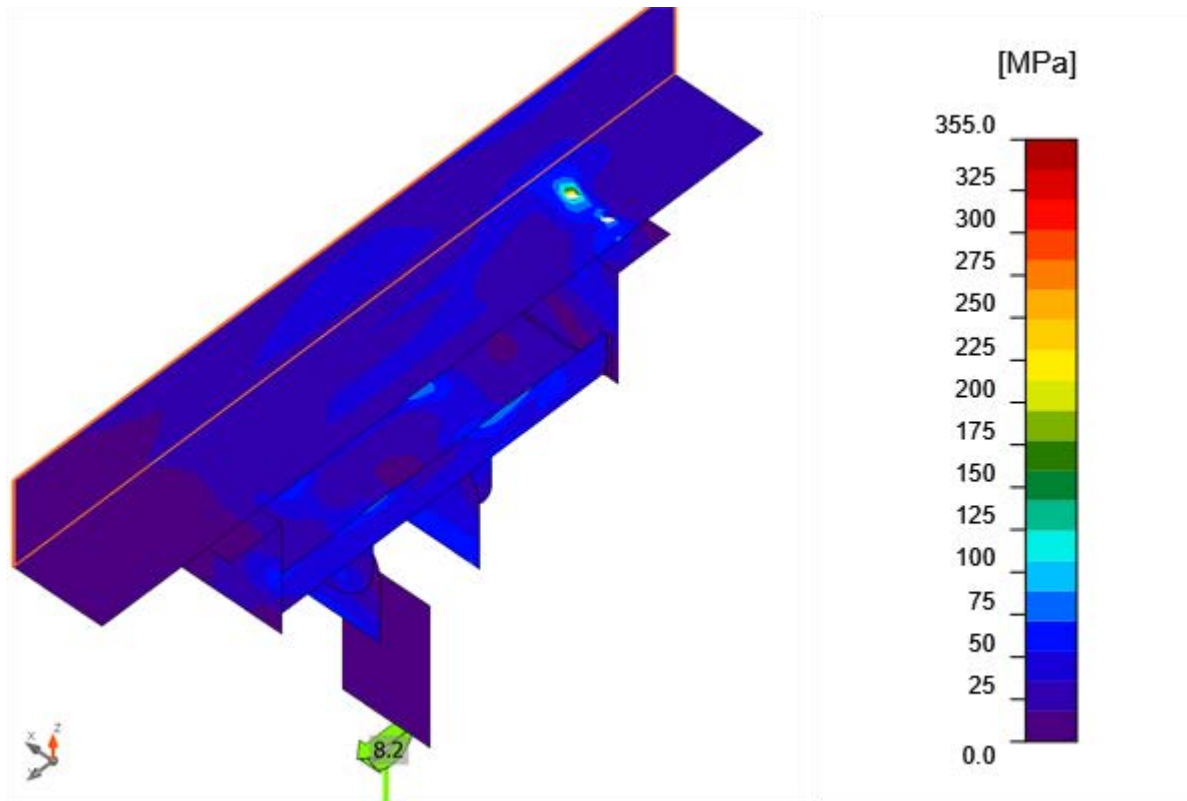


Strain check, LE1

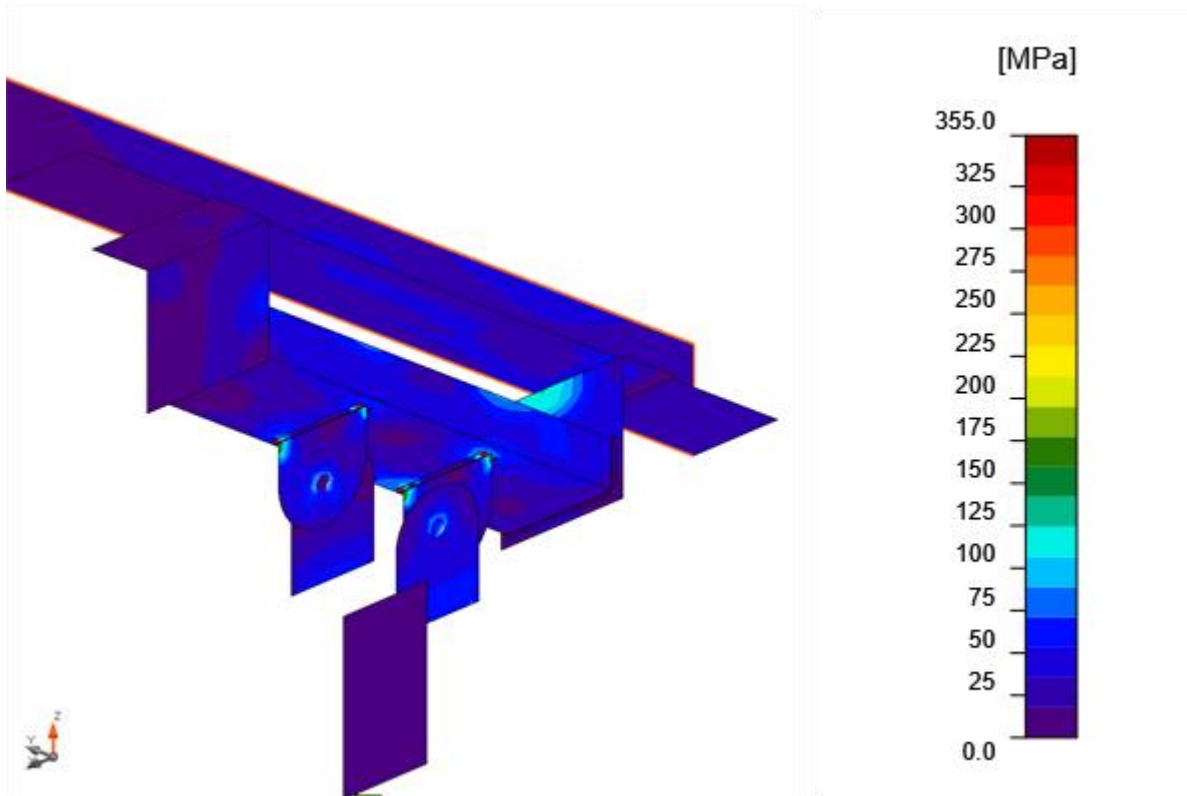




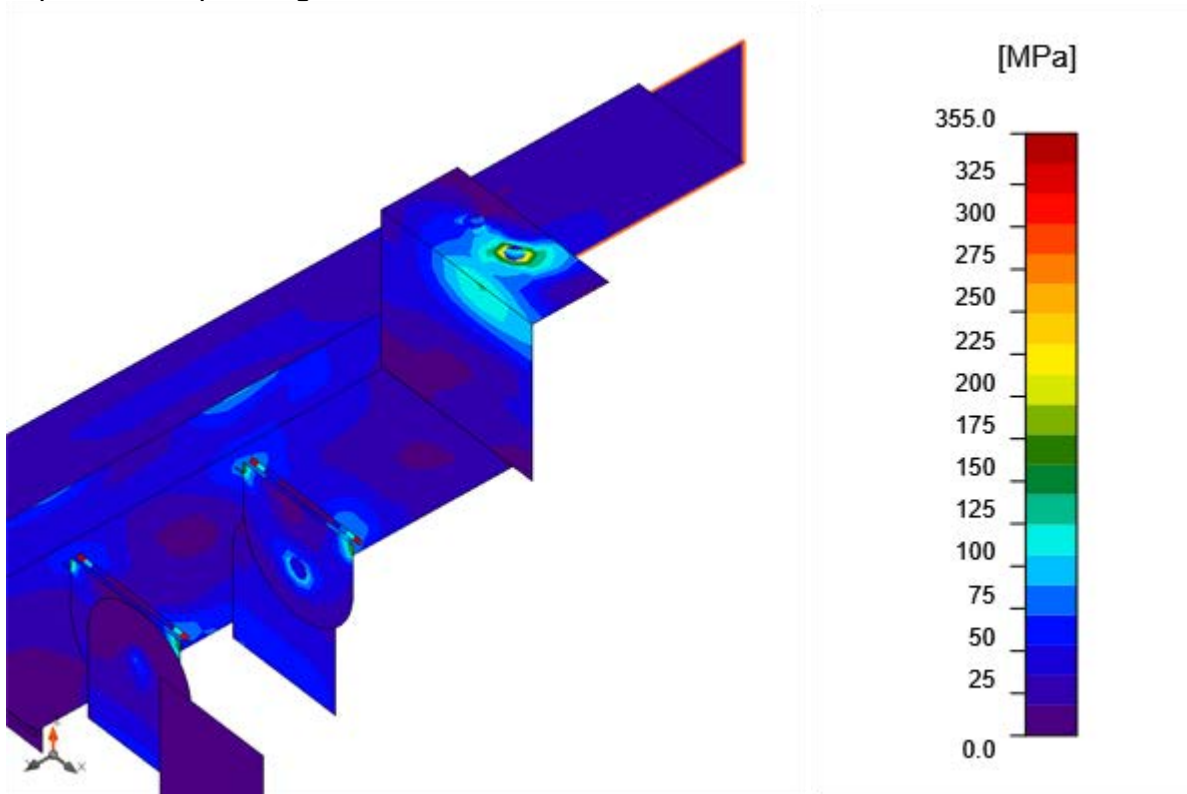
Equivalent stress, LE1



Equivalentte spanning, LE1



Equivalentte spanning, LE1



Equivalentte spanning, LE1

### Bolts

	Name	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [kN]	$V$ [kN]	$U_t$ [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	$U_s$ [%]	$U_{ts}$ [%]	Status



	B1	M24 8.8 - 1	LE1	6.1	37.3	3.0	271.1	27.5	29.6	OK
	B2	M20 8.8 - 2	LE1	2.3	3.7	1.6	100.3	3.9	5.0	OK
	B3	M20 8.8 - 2	LE1	0.7	2.6	0.5	138.7	2.8	3.1	OK
	B4	M20 8.8 - 2	LE1	30.1	6.2	21.3	100.3	6.5	21.8	OK
	B5	M20 8.8 - 2	LE1	10.2	2.5	7.2	138.7	2.7	7.9	OK

## Design data

Name	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M24 8.8 - 1	203.3	421.2	135.6
M20 8.8 - 2	141.1	232.8	94.1

## Symbol explanation

- $F_{t,Rd}$  Bolt tension resistance EN 1993-1-8 tab. 3.4
- $F_{t,Ed}$  Tension force
- $B_{p,Rd}$  Punching shear resistance
- $V$  Resultant of shear forces  $V_y$ ,  $V_z$  in bolt
- $F_{v,Rd}$  Bolt shear resistance EN\_1993-1-8 table 3.4
- $F_{b,Rd}$  Plate bearing resistance EN 1993-1-8 tab. 3.4
- $U_t$  Utilization in tension
- $U_s$  Utilization in shear

## Welds (Plastic redistribution)

Item	Edge	Material	Throat th. [mm]	Length [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	$\epsilon_{pl}$ [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$T_{  }$ [MPa]	$T_{\perp}$ [MPa]	$U_t$ [%]	$U_c$ [%]	Status
Dummy-bfl 1	dummy 1	S 235	20.0	150	LE1								OK
Dummy-bfl 1	dummy 2	S 235	20.0	150	LE1								OK
UNP200-w 1	SP1	S 355	▲5.0 ▲	160	LE1	426.9	0.1	149.4	186.5	136.2	98.0	19.7	OK
		S 355	▲5.0 ▲	160	LE1	412.3	0.0	138.5	181.8	-131.3	94.7	19.8	OK
UNP200-w 1	SP2	S 355	▲5.0 ▲	160	LE1	339.6	0.0	-116.5	150.2	-106.6	78.0	16.8	OK



		S 355	▲5.0 ▲	160	LE1	395.5	0.0	-142.9	173.9	122.9	90.8	17.4	OK
L200x100x10 b-w 1	UNP200-bfl 1	S 355	▲5.0 ▲	71	LE1	62.3	0.0	32.4	-23.5	19.8	14.3	8.9	OK
		S 355	▲5.0 ▲	71	LE1	57.1	0.0	-4.1	-32.4	5.6	13.1	7.8	OK
L200x100x10 b-w 1	UNP200-tfl 1	S 355	▲5.0 ▲	71	LE1	17.4	0.0	2.6	9.9	-0.7	4.0	2.1	OK
		S 355	▲5.0 ▲	71	LE1	24.4	0.0	-3.4	-13.9	0.2	5.6	3.9	OK
L200x100x10 b-w 1	UNP200-w 1	S 355	▲4.0 ▲	189	LE1	21.9	0.0	-4.7	11.8	-3.6	5.0	3.3	OK
		S 355	▲4.0 ▲	189	LE1	22.5	0.0	1.3	12.8	-1.8	5.2	4.2	OK
L200x100x10 a-w 1	UNP200-bfl 1	S 355	▲5.0 ▲	71	LE1	35.0	0.0	-5.6	19.1	-5.7	8.0	6.4	OK
		S 355	▲5.0 ▲	71	LE1	22.5	0.0	3.2	-12.5	-3.3	5.2	3.5	OK
L200x100x10 a-w 1	UNP200-tfl 1	S 355	▲5.0 ▲	71	LE1	42.5	0.0	-3.3	22.7	9.2	9.7	6.8	OK
		S 355	▲5.0 ▲	71	LE1	74.7	0.0	21.2	-40.4	-8.7	17.2	8.3	OK
L200x100x10 a-w 1	UNP200-w 1	S 355	▲4.0 ▲	189	LE1	20.7	0.0	8.5	9.0	6.2	4.8	3.9	OK
		S 355	▲4.0 ▲	189	LE1	28.2	0.0	-3.4	15.7	3.8	6.5	4.4	OK

## Design data

	$\beta_w$ [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	$0.9 \sigma$ [MPa]
S 235	0.80	360.0	259.2
S 355	0.90	435.6	352.8

## Symbol explanation

$\epsilon_{Pl}$	Strain
$\sigma_{w,Ed}$	Equivalent stress
$\sigma_{w,Rd}$	Equivalent stress resistance
$\sigma_{\perp}$	Perpendicular stress
$T_{\parallel}$	Shear stress parallel to weld axis
$T_{\perp}$	Shear stress perpendicular to weld axis
$0.9 \sigma$	Perpendicular stress resistance - $0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$
$\beta_w$	Corelation factor EN 1993-1-8 tab. 4.1
$U_t$	Utilization
$U_{tc}$	Weld capacity utilization

## Buckling

Loads	Shape	Factor [-]
LE1	1	106.12
	2	112.85



	3	116.17
	4	124.05
	5	185.68
	6	219.72

## Code settings

Item	Value	Unit	Reference
$\gamma_{M0}$	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
$\gamma_{M1}$	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
$\gamma_{M2}$	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
$\gamma_{M3}$	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
$\gamma_C$	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
$\gamma_{Inst}$	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Joint coefficient $\beta_j$	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Effective area - influence of mesh size	0.10	-	
Friction coefficient - concrete	0.25	-	EN 1993-1-8
Friction coefficient in slip-resistance	0.30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Limit plastic strain	0.05	-	EN 1993-1-5
Weld stress evaluation	Plastic redistribution		
Detailing	No		
Distance between bolts [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Distance between bolts and edge [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Concrete breakout resistance check	Both		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Use calculated $\alpha_b$ in bearing check.	Yes		EN 1993-1-8: tab 3.4
Cracked concrete	Yes		EN 1992-4
Local deformation check	No		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Local deformation limit	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrical nonlinearity (GMNA)	Yes		Analysis with large deformations for hollow section joints
Braced system	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5



#### 4 Summary U.C. 's

##### 4.1.1 Connection of post insulators to the lower crossarm

Detail 1

### Summary

Name	Value	Status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5.0%	OK
Bolts	30.3 < 100%	OK
Welds	98.0 < 100%	OK
Buckling	85.57	

Detail 2

### Summary

Name	Value	Status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5.0%	OK
Bolts	29.6 < 100%	OK
Welds	98.0 < 100%	OK
Buckling	106.12	



## 5 Conclusion

### 5.1.1 Connection of post insulators to the lower crossarm

Both connections have sufficient strength.





Projectnummer Aafjes: **21-187**

Documentnummer: **00974-01-00120**



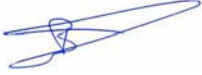
Projectnummer TenneT: **002.515**

Meridian nummer: **002.515.40 0994384**

Opdrachtgever: **TenneT**

Project: **Opwaardering ENS-ZL380**

Onderdeel: **EC-3\_R\_X Mast 1 - Lijsten**

	Naam	Functie	Handtekening	Datum
Opgesteld	Rogier Hol	Tekenaar		18-02-2022
Validatie Aafjes	Niels Verhaar	System Engineer		18-02-2022
Vrijgegeven	Bart Aafjes	Projectleider		18-02-2022

Revisie	Documentstatus	Datum	Reden van uitgifte
0.1	Voorlopig	02-02-2022	1 <sup>e</sup> versie ter review
1.0	Definitief	18-02-2022	Document goedgekeurd

ENS-ZL380  
Masttype EC-3\_R\_X  
t.b.v. mast 1

Datum: 18.02.2022

-----

Naam	Type	Kwal.	Aantal
BOUT-M16*50	4014	8.8	8
BOUT-M20*45	4017	8.8	4
BOUT-M20*60	4017	8.8	4
-----			
MOER-M16	4032		8
MOER-M20	4032		8
-----			
RING-M16	7091		8
RING-M20	7091		8

=====

MATERIAALLIJST

Pagina: 1

ENS-ZL380  
Masttype EC-3\_R\_X  
t.b.v. mast 1

Datum: 18.02.2022

Profiel	Pos	Kwaliteit	Aantal	Lengte(mm)	Opp.(m2)	Gewicht(kg)
L150/100/10	1	S355JO	2	220	0.11	4.2
				440	0.22	8.4
L200/100/10	P2	S355JO	2	220	0.13	5.1
L200/100/10	P3	S355JO	2	220	0.13	5.1
				880	0.53	20.4
STRIP10*80	P6	S355JO	4	180	0.02	0.8
				720	0.09	3.0
STRIP15*140	P5	S355JO	6	160	0.05	2.5
				960	0.30	14.9
UNP200	P1	S355JO	1	706	0.47	18.2
UNP200	P4	S355JO	2	360	0.24	9.3
				1426	0.94	36.7
Totaal:					2.08	83.5

ENS-ZL380  
Masttype EC-3\_R\_X  
t.b.v. mast 1

Datum: 18.02.2022

-----

Merk	Aantal	Profiel	Lengte	Opp.(m2)	Gewicht (kg)
1	2	L150/100/10	220	0.11	4.2
2	1	UNP200	706	0.57	23.1
3	1	UNP200	560	0.65	26.0
4	1	UNP200	560	0.65	26.0
Totaal		5 merk(en)		2.08	83.5

-----

Masttype: EC-3\_R\_X, Mast 1  
Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle

Tekening omschrijving	Tekeningnummer	Rev.	Datum	Tek.	formaat
Masttype EC-3_R_X, Mast 1 - Overzicht	00974-01-00101	1.0	18.02.2022	A2	594x420
Masttype EC-3_R_X, Mast 1 - Ondertraverse	00974-01-00102	1.0	18.02.2022	A0	1189x841
EC-3_R_X, Mast 1 - Onderdeeltekeningen	00974-01-00110	1.0	18.02.2022	A2/3/4	

Lijsten	Documentnummer	Datum
bouten-moeren-ringenlijst	00974-01-00120	18.02.2022
materiaallijst	00974-01-00120	18.02.2022
merkenlijst	00974-01-00120	18.02.2022
Documentenlijst	00974-01-00120	18.02.2022

Detailberekeningen	Documentnummer	Datum
EC-3_R_X Mast 1	00974-01-00130	18.02.2022



Projectnummer Aafjes: **21-187**

Documentnummer: **00974-01-00110**

Projectnummer TenneT: **002.515**

Meridian nummer: **002.515.40 0994383**

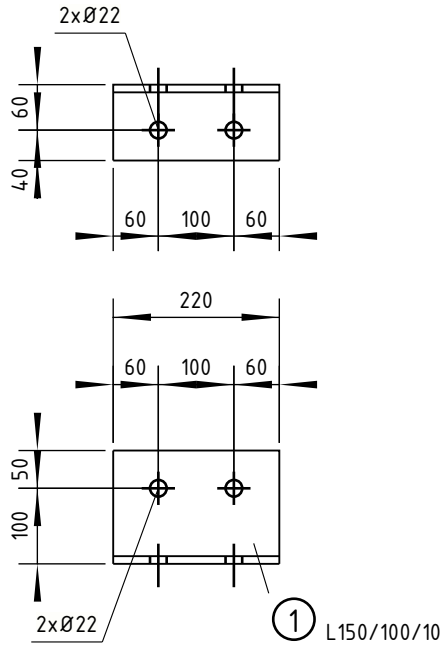
Opdrachtgever: **TenneT**

Project: **Opwaardering ENS-ZL380**

Onderdeel: **EC-3\_R\_X Mast 1 - Onderdeeltekeningen**

	Naam	Functie	Handtekening	Datum
Opgesteld	Rogier Hol	Tekenaar		18-02-2022
Validatie Aafjes	Niels Verhaar	System Engineer		18-02-2022
Vrijgegeven	Bart Aafjes	Projectleider		18-02-2022

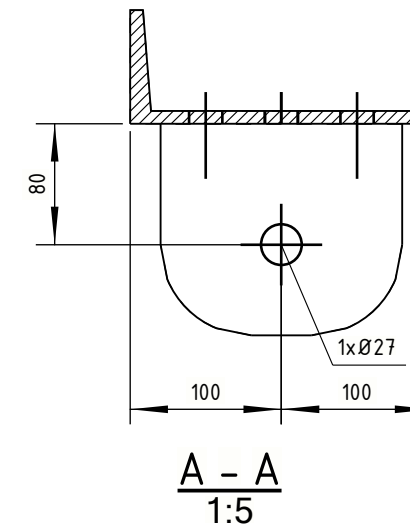
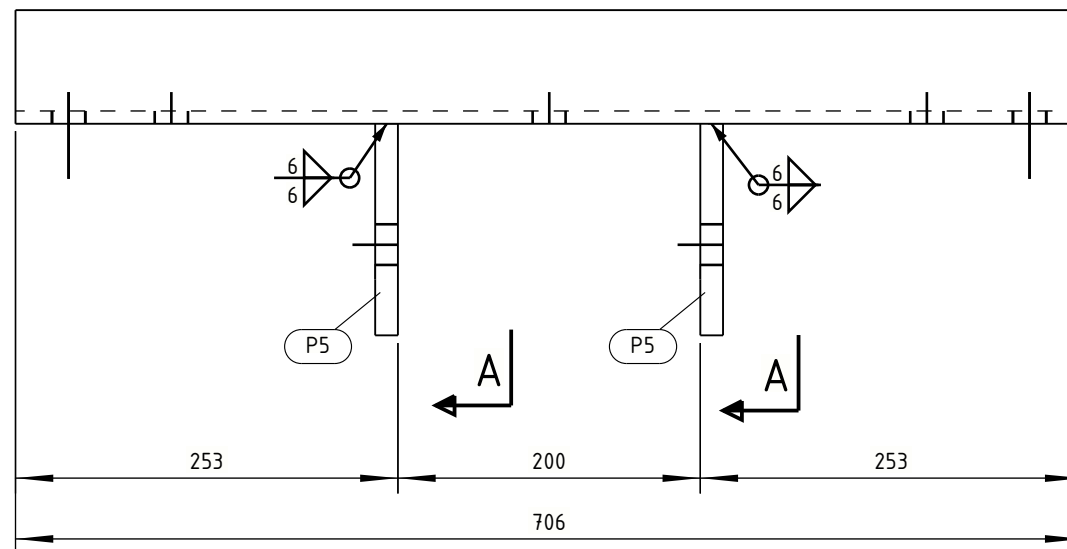
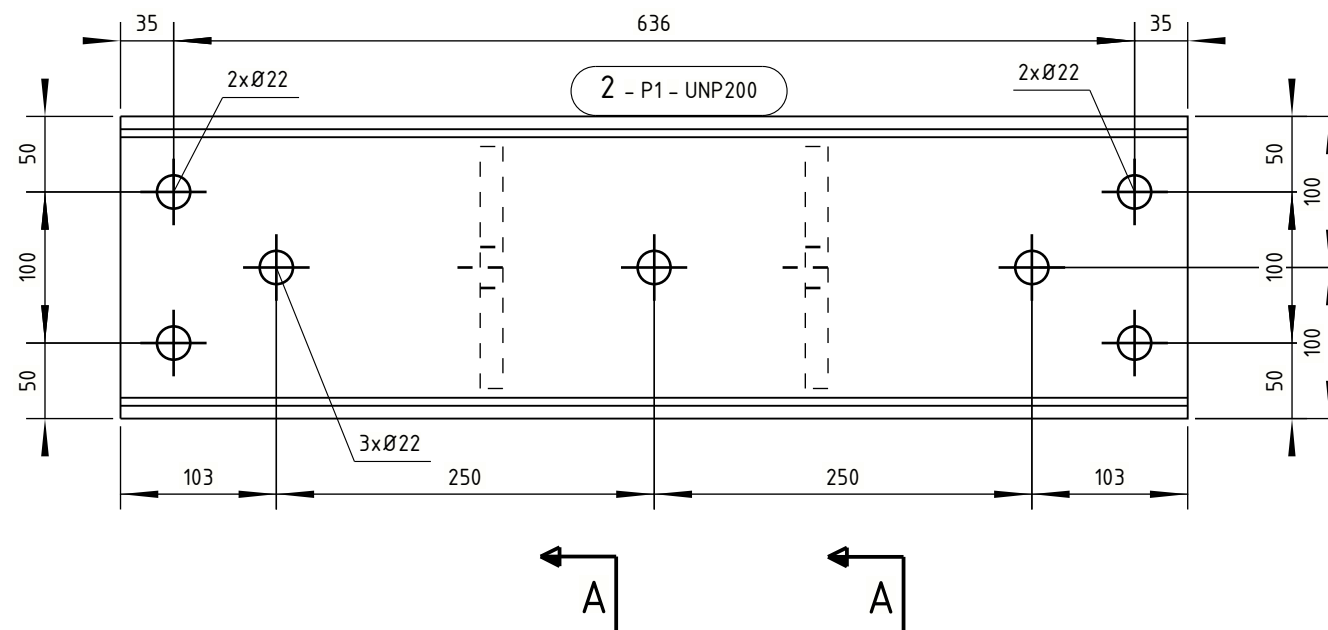
Revisie	Documentstatus	Datum	Reden van uitgifte
0.1	Voorlopig	02-02-2022	1 <sup>e</sup> versie ter review
1.0	Definitief	18-02-2022	Document goedgekeurd



1	L150/100/10	2	S355J0	220	0.11
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Definitief</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
1.0	18.02.2022	Document goedgekeurd	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 EC-3_R_X Mast 1			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [1]			
		Documentnummer:				



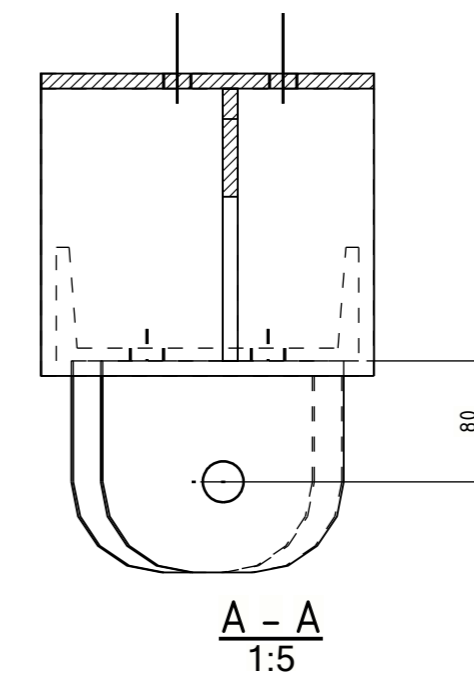
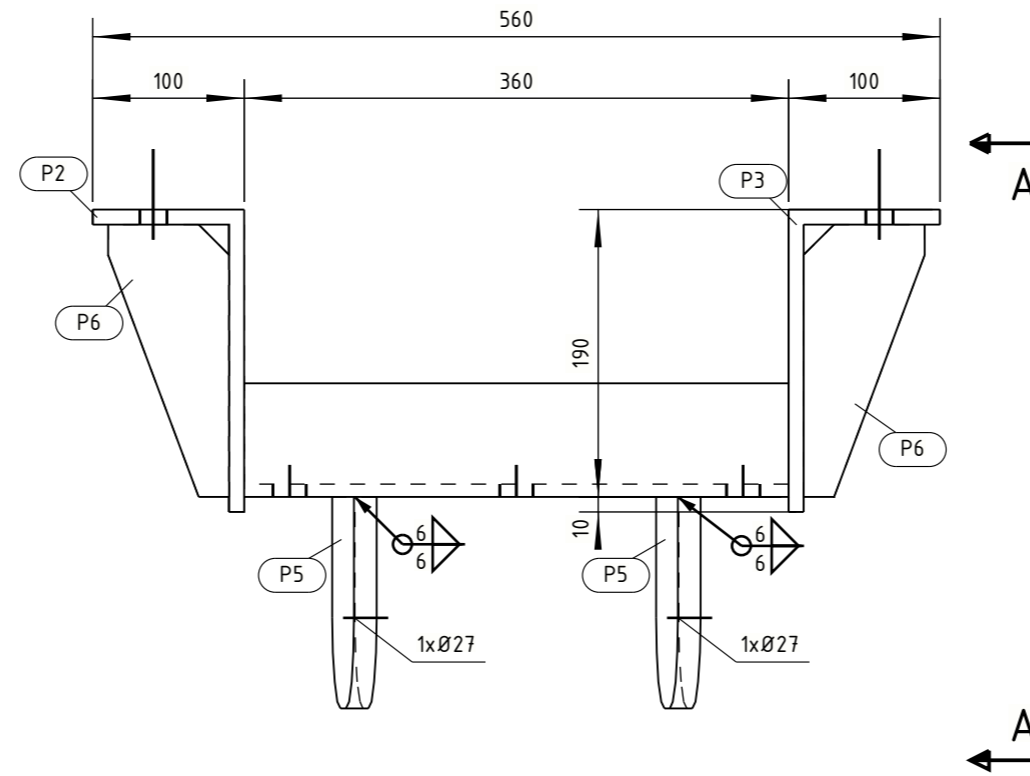
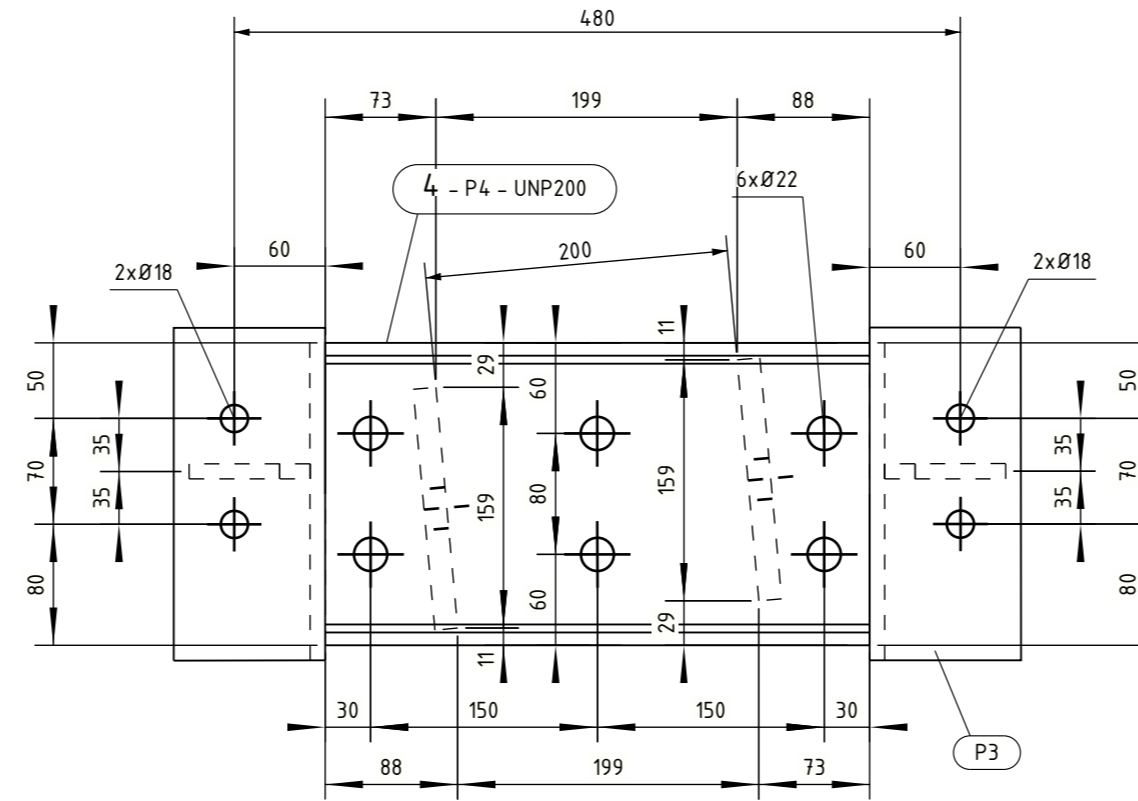


ASSEMBLY						
Mark: 2						
			length (mm): 706		Number: 1	
Pos	Profile	Grade	Number	Length (mm)	Weight (kg)	Area (m <sup>2</sup> )
P1	UNP200	S355JO	1	706	18.2	0.47
P5	STRIP15*140	S355JO	2	160	5.0	0.10
Total of one mark					23.1	0.57

Naam Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle					Tekeningstatus Definitief	
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
1.0	18.02.2022	Document goedgekeurd	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:5	A3
Relatie			Thema	Verbinding		
			Categorie	Algemeen		
			Documentcode	Constructietekening		
			Object ID	ENS-ZL380 EC-3_R_X Mast 1		
Oud tekeningnummer:			Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [2]		
			Documentnummer:			



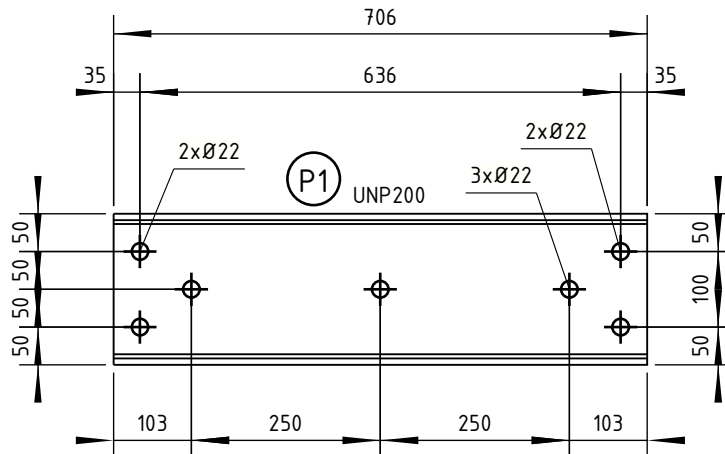




**ASSEMBLY**  
Mark: 4 length (mm): 560 Number: 1

Pos	Profile	Grade	Number	Length (mm)	Weight (kg)	Area (m <sup>2</sup> )
P2	L200/100/10	S355JO	1	220	5.1	0.13
P3	L200/100/10	S355JO	1	220	5.1	0.13
P4	UNP200	S355JO	1	360	9.3	0.24
P5	STRIP15*14.0	S355JO	2	160	5.0	0.10
P6	STRIP10*80	S355JO	2	180	1.5	0.05
Total of one mark					26.0	0.65

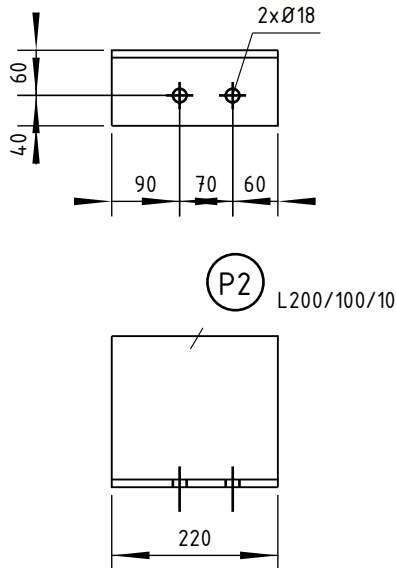
Naam				Tekeningstatus		
Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle				Definitief		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
1.0	18.02.2022	Document goedgekeurd	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:5	594x420
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 EC-3_R_X Mast 1			
		Omschrijving	Nieuw staal - onderdeel [4]			
		Documentnummer				
		Goud tekeningnummer:				



P1	UNP200	1	S355J0	706	0.47
Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Definitief</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
1.0	18.02.2022	Document goedgekeurd	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 EC-3_R_X Mast 1			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [P1]			
		Documentnummer:				

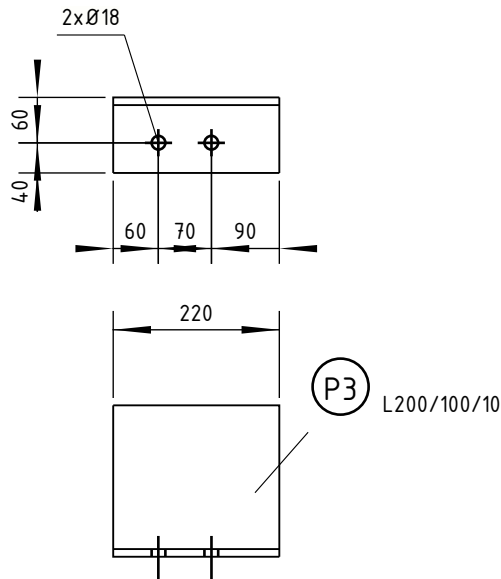




P2	L200/100/10	2	S355J0	220	0.13
Pos	Profil	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam				Tekeningstatus		
Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle				Definitief		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
1.0	18.02.2022	Document goedgekeurd	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 EC-3_R_X Mast 1			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [P2]			
		Documentnummer:				

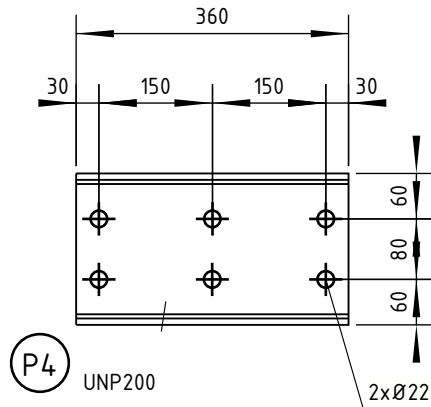




P3	L200/100/10	2	S355J0	220	0.13
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Definitief</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
1.0	18.02.2022	Document goedgekeurd	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 EC-3_R_X Mast 1			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [P3]			
		Documentnummer:				

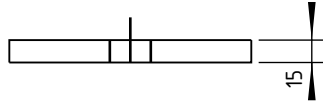




P4	UNP200	2	S355J0	360	0.24
Pos	Profil	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

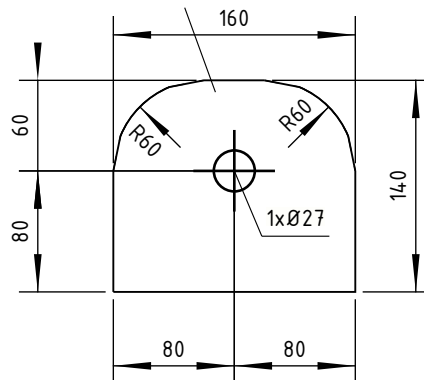
Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Definitief</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
1.0	18.02.2022	Document goedgekeurd	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 EC-3_R_X Mast 1			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [P4]			
		Documentnummer:				





(P5)

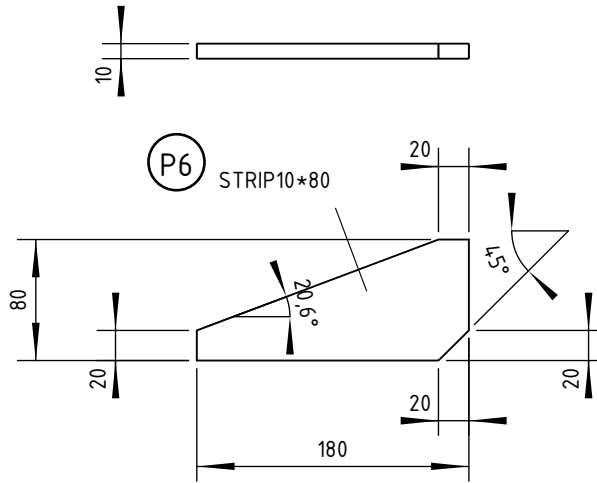
STRIP15\*140



P5	STRIP15*140	6	S355J0	160	0.05
Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Definitief</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
1.0	18.02.2022	Document goedgekeurd	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:5	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 EC-3_R_X Mast 1			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [P5]			
		Documentnummer:				






P6	STRIP10*80	4	S355J0	180	0.02
Pos	Profil	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle				Tekeningstatus Definitief		
--	--	--	--	------------------------------	--	--

Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
1.0	18.02.2022	Document goedgekeurd	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:5	210x297

Relatie	Thema	Verbinding				
	Categorie	Algemeen				
	Documentcode	Constructietekening				
	Object ID	ENS-ZL380 EC-3_R_X Mast 1				
Oud tekeningnummer:						
	Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [P6]				
	Documentnummer:					





Projectnummer Aafjes: **21-187**

Documentnummer: **00974-01-00100**



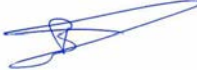
Projectnummer TenneT: **002.515**

Meridian nummer: **002.515.40 0994382**

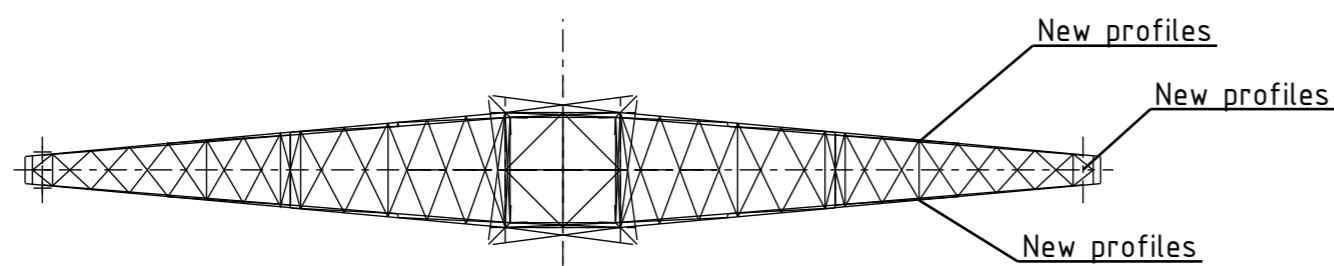
Opdrachtgever: **TenneT**

Project: **Opwaardering ENS-ZL380**

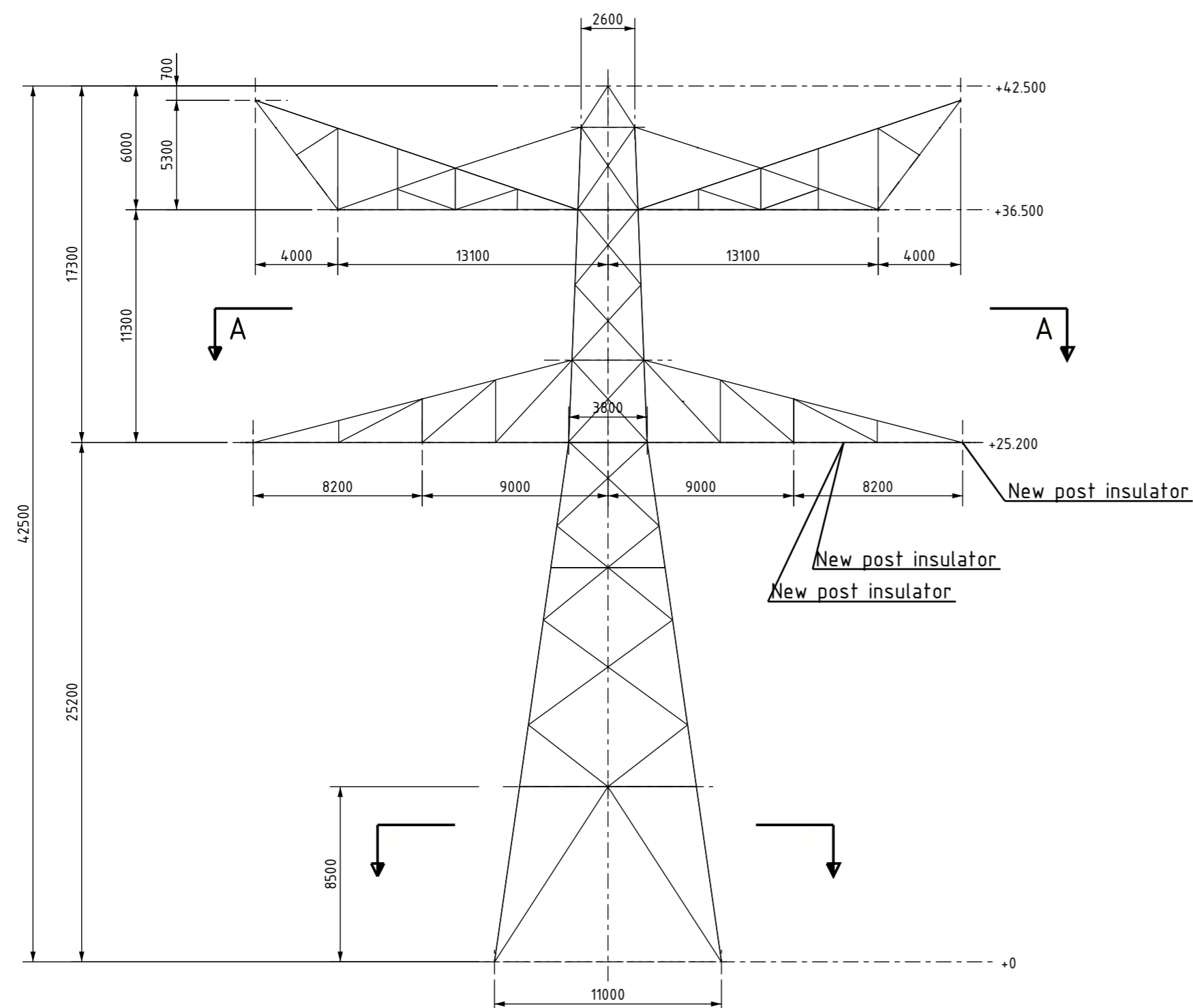
Onderdeel: **EC-3\_R\_X Mast 1 - Overzichtstekeningen**

	Naam	Functie	Handtekening	Datum
Opgesteld	Rogier Hol	Tekenaar		18-02-2022
Validatie Aafjes	Niels Verhaar	System Engineer		18-02-2022
Vrijgegeven	Bart Aafjes	Projectleider		18-02-2022

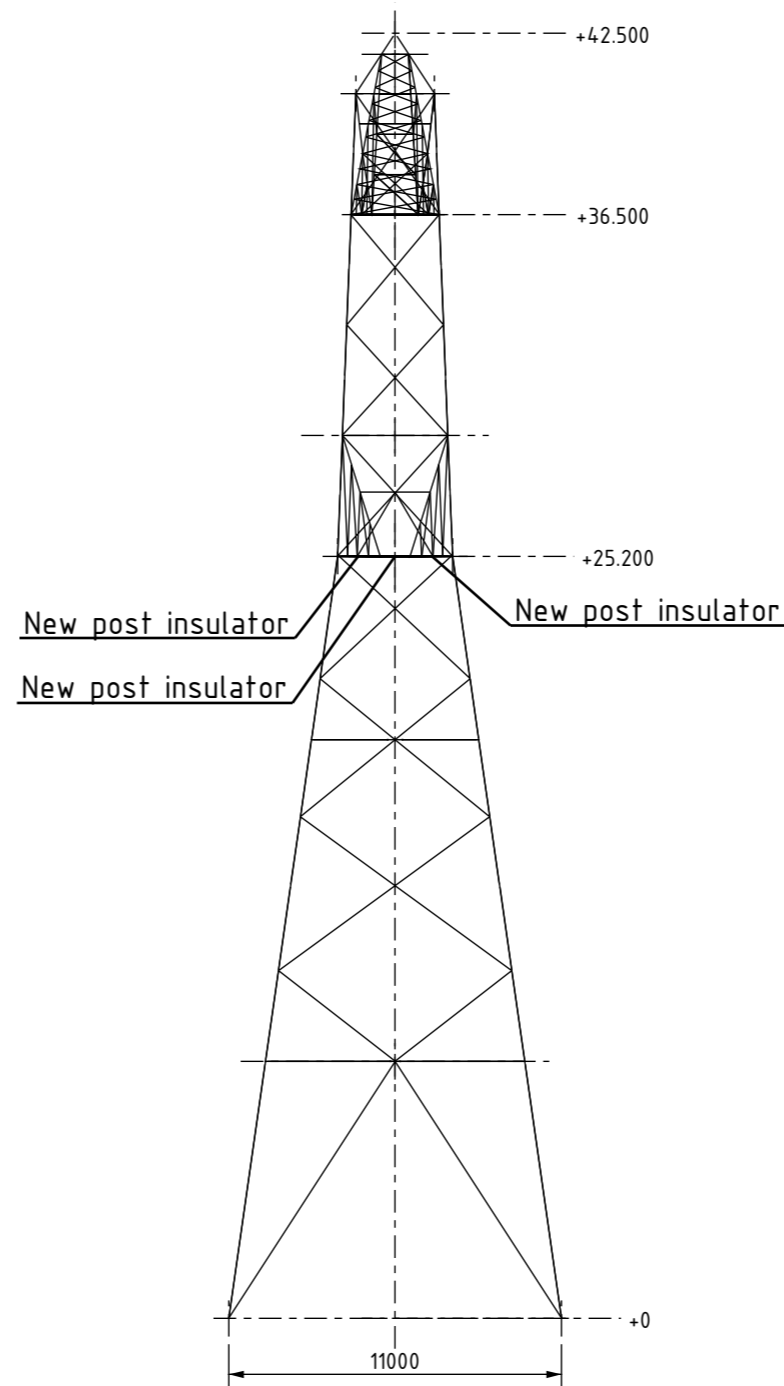
Revisie	Documentstatus	Datum	Reden van uitgifte
0.1	Voorlopig	02-02-2022	1 <sup>e</sup> versie ter review
1.0	Definitief	18-02-2022	Document goedgekeurd



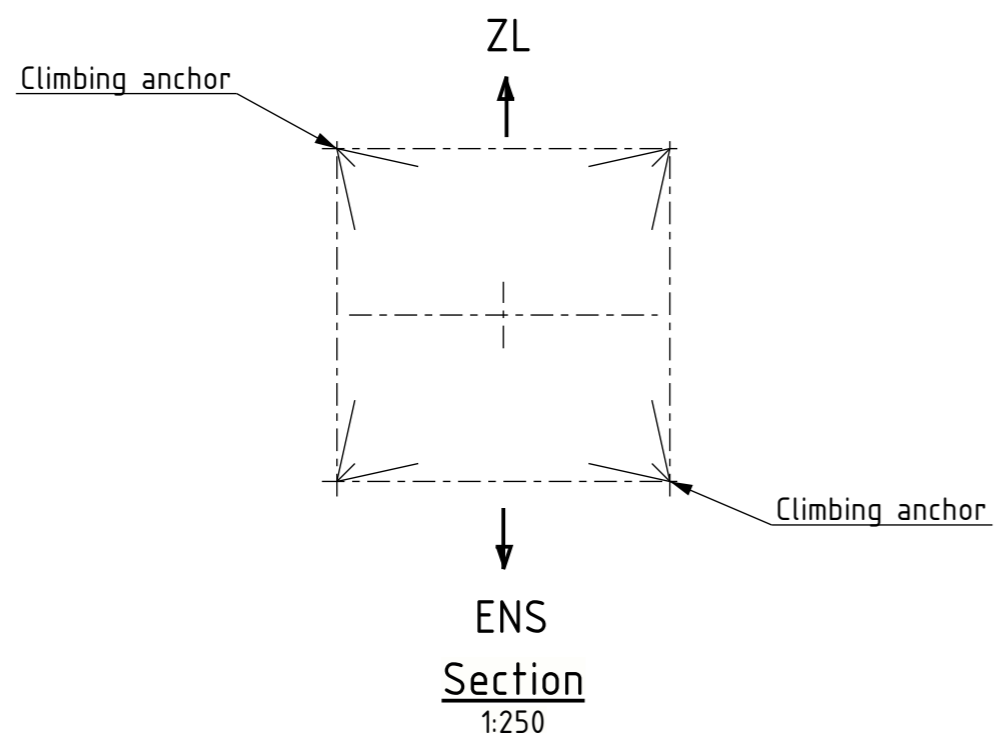
Section A - A  
1:250



Transverse face  
1:250



Longitudinal face  
1:250



All components of manufacture and finishing according to implementation of TenneT specifications below:  
 - SPE.05.312 V2.0 Algemene specificatie transport montage staalconstructies HS-stations, HS-lijnen  
 - SPE.05.346 V2.0 Algemene specificatie stalen HS masten  
 - SPE.00.905 V13 Conservering Mastverzwaring

Unless otherwise specified:  
 - It has drawn on the right side.  
 - Material quality S355J0 (t<=16mm), S355J2 (16<t<=40mm)  
 - All bended profiles and plates "HOT BENDING".  
 - Hot-dip galvanization according to NEN-EN-ISO 1461.  
 - Treat any damage of the zinc layer on the existing profiles due to drilling/grinding for corrosion protection.

Norms for connection components:

Bolts ISO 4014  
 Nuts ISO 4032  
 Washers ISO 7091  
 Welds NEN-EN 15607

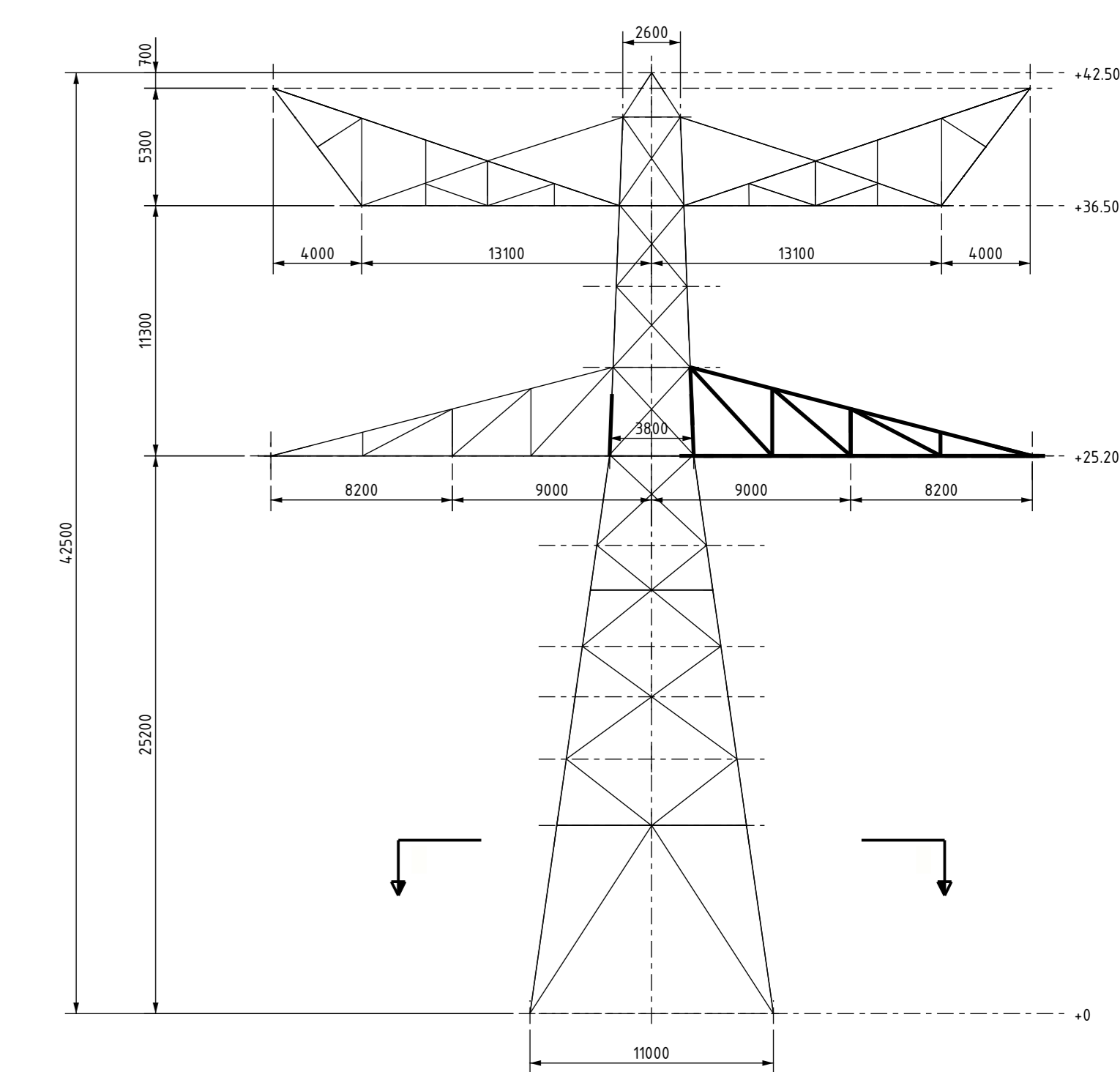
Quality of connection components:

Bolts : Quality 8.8 - HDG oversized  
 Nuts : Quality 8 - HDG oversized  
 Washers : St. -HDG oversized

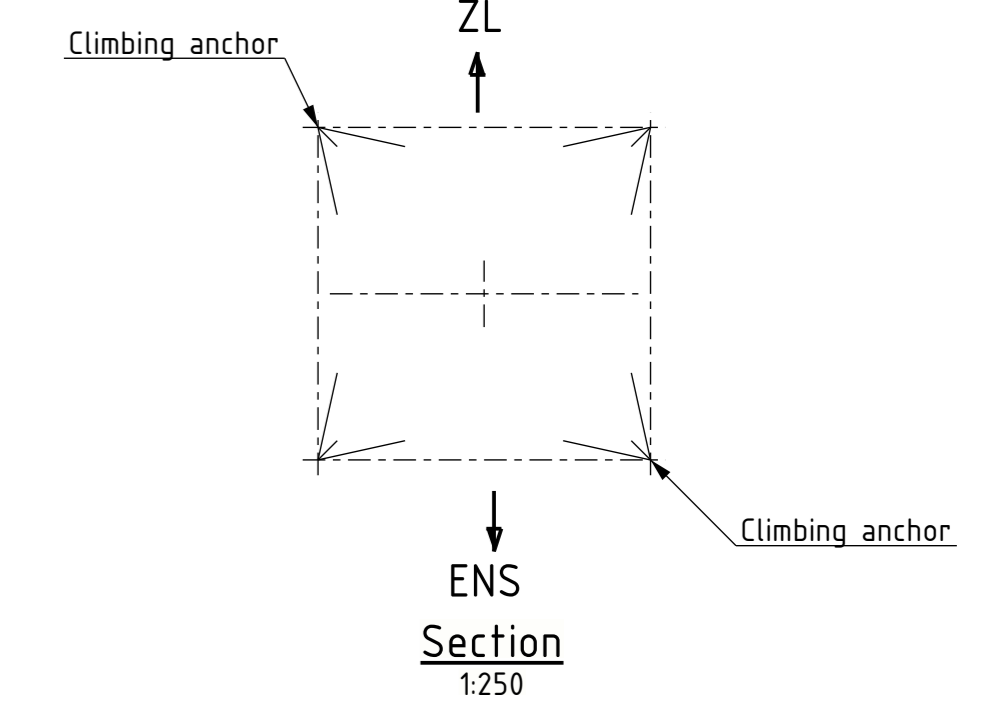
- Place a washer under each nut.  
 - Length of bolts after mounting must be minimum 1 thread and maximum 4 threads.  
 - If a profile needs to be replaced, always use new bolts.

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>					Tekeningstatus <b>Definitief</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat	
1.0	18.02.2022	Document goedgekeurd	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:250	594x420	
Relatie		Thema Verbinding					
		Categorie Algemeen					
		Documentcode Constructietekening					
		Object ID ENS-ZL380 EC-3_R_X Mast 1					
Oud tekeningnummer:		Omschrijving Masttype EC-3_R_X, Mast 1 - Overzicht					
		Documentnummer: 00974-01-00101					

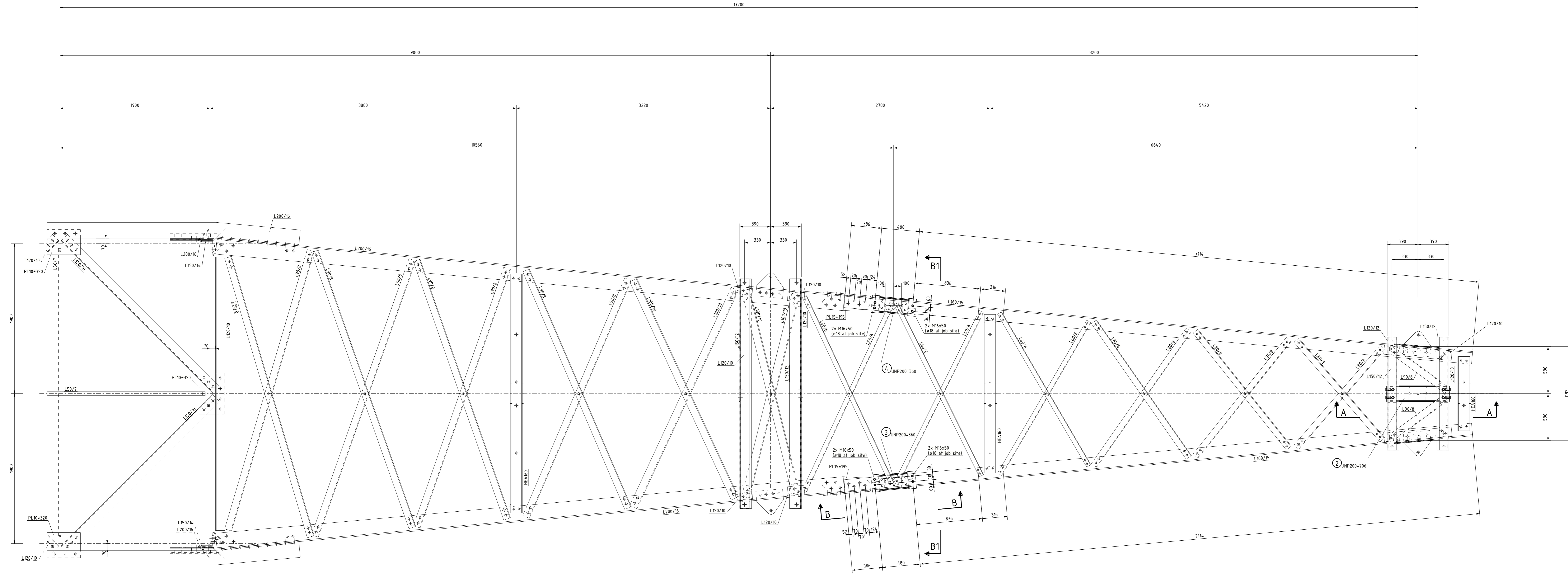




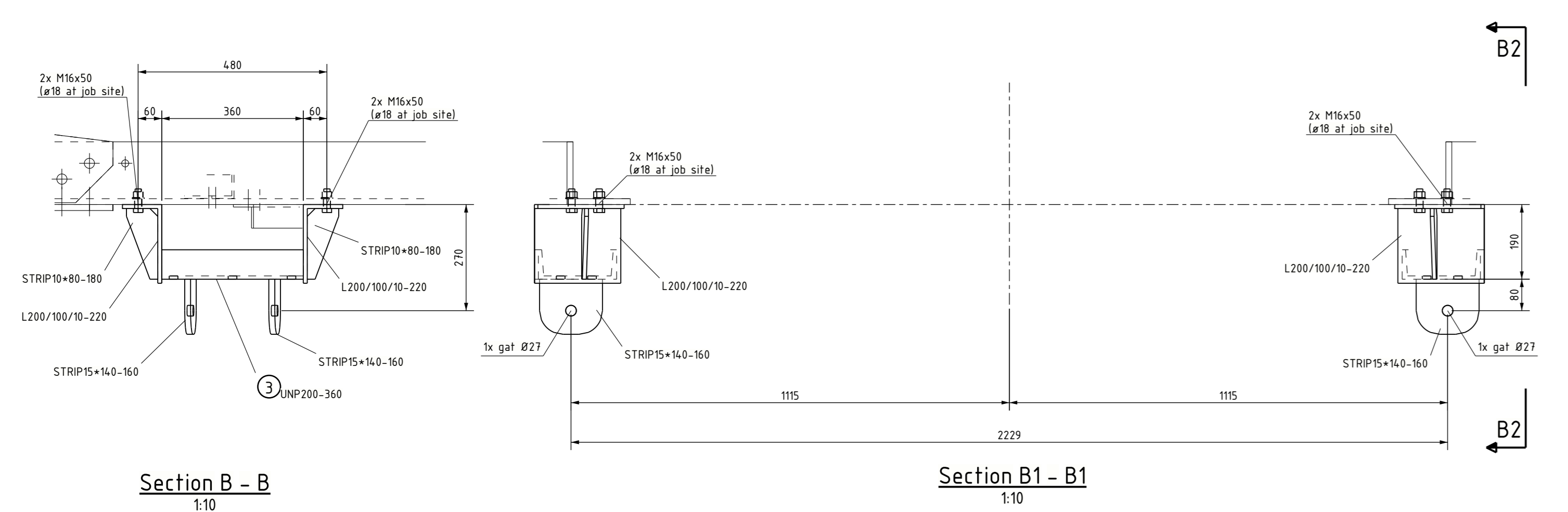
Transverse face  
1250



ENS  
Section  
1250

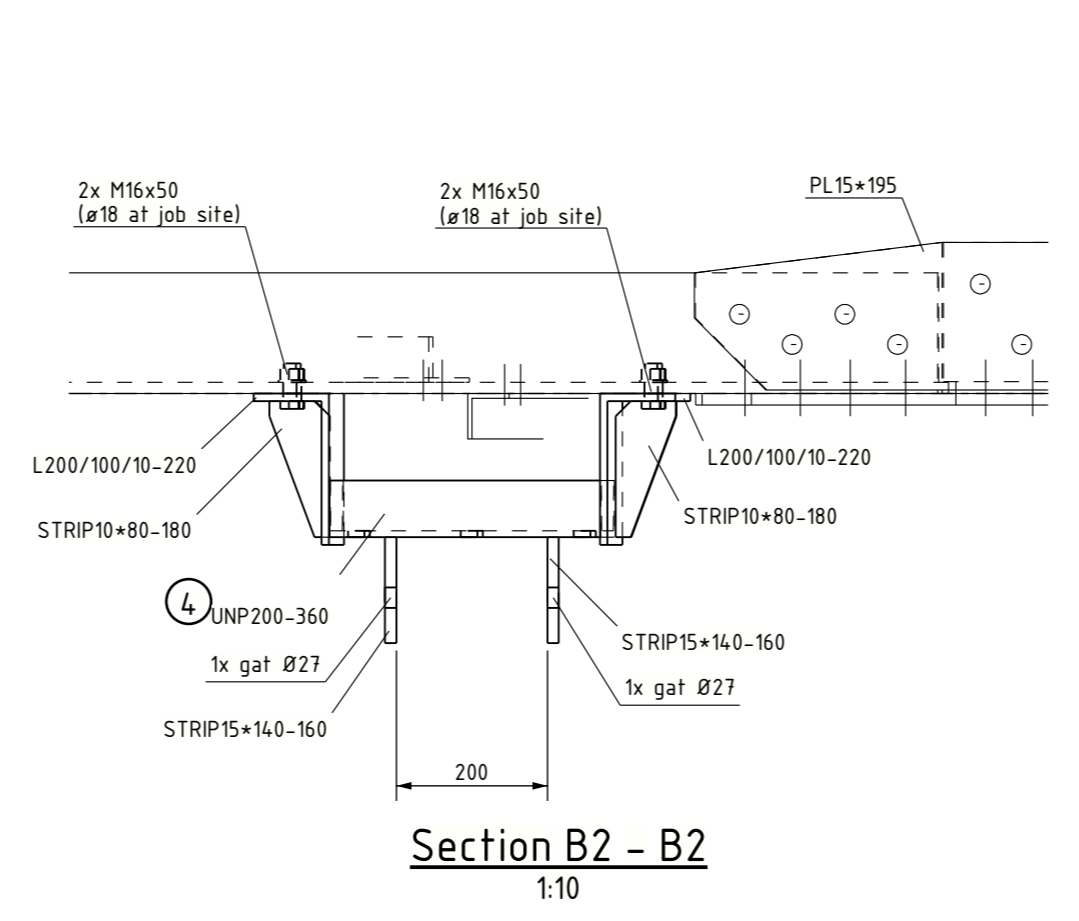


Bottom Surface Lower Cross Arm  
1:20

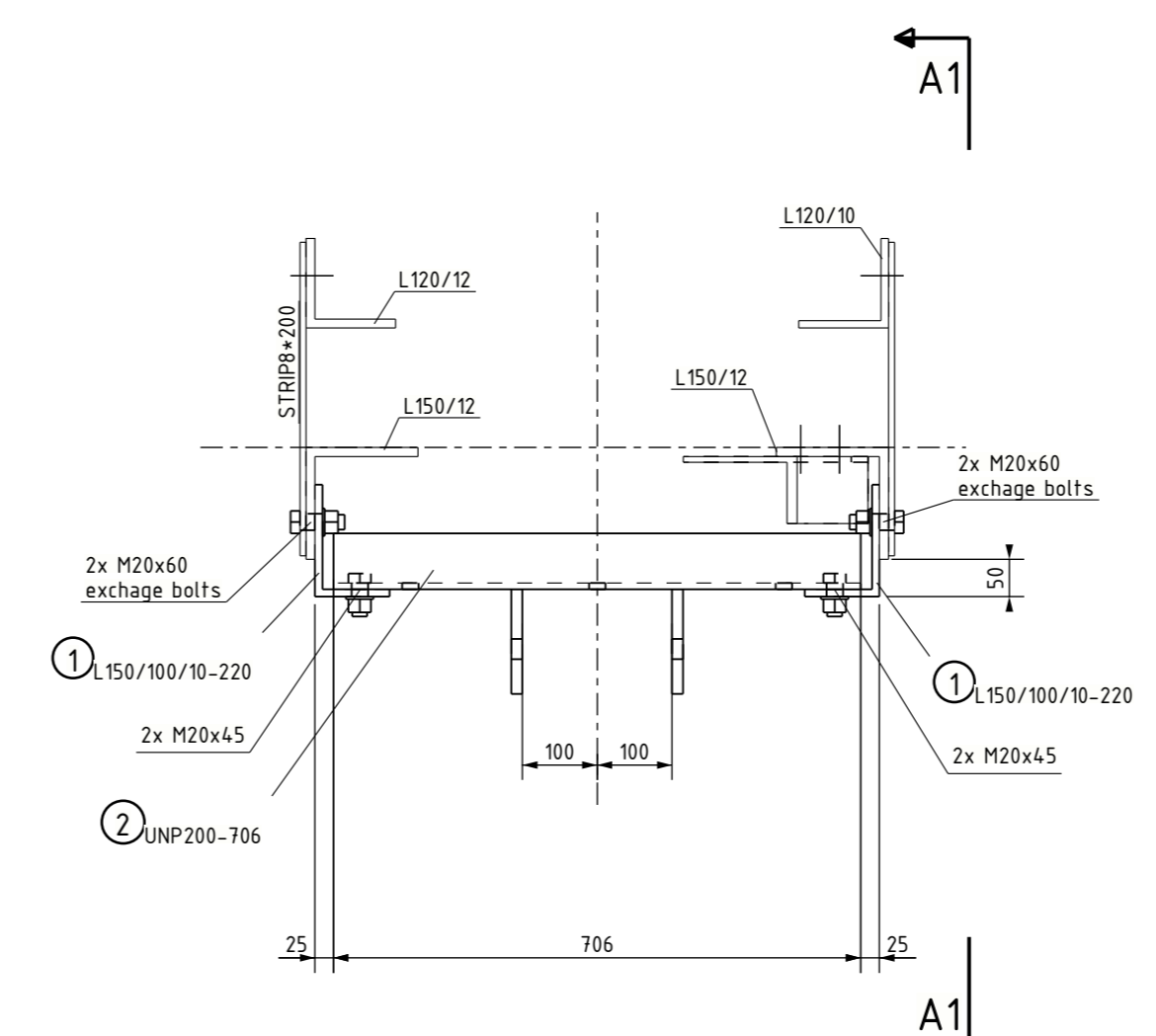


Section B - B  
1:10

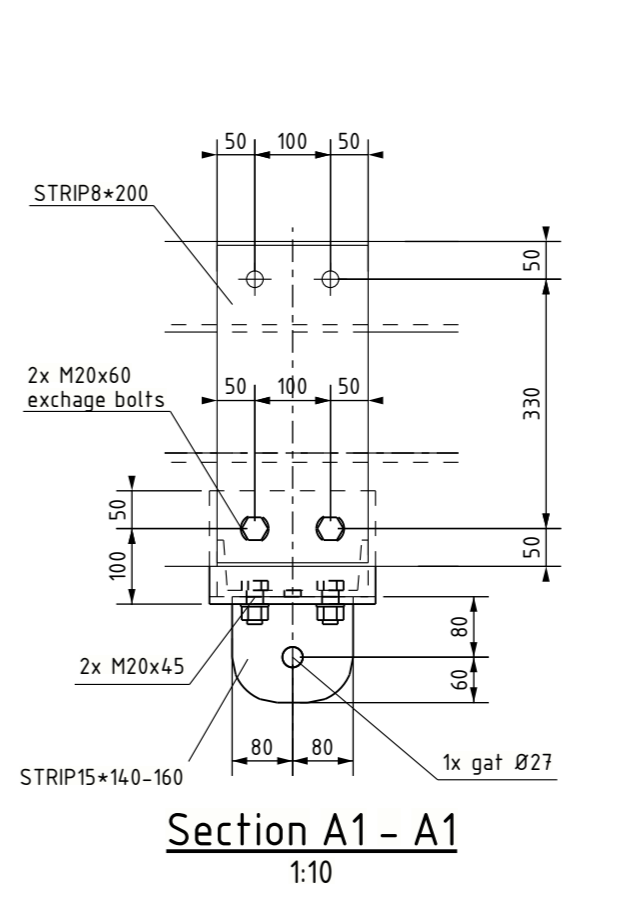
Section B1 - B1  
1:10



Section B2 - B2  
1:10



Section A - A  
1:10



Section A1 - A1  
1:10

All components of manufacture and finishing according to implementation of TenneT specifications below:  
 - SPE 05.370 V2.0 Algemeen specificatie transport montage staalconstructies HS-stations, HS-lijnen  
 - SPE 05.344 V2.0 Algemeen specificatie stalen HS masten  
 - SPE 05.905 V1.3 Conservering Metaalwerkzaam

Unless otherwise specified:  
 - It has drawn on the right side.  
 - Material quality: S355J0 (t<+36mm), S355J2 (t<+40mm)  
 - All bent profiles and plates "HOT BENDING".  
 - Hot-dip galvanization according to NEN-EN-ISO 1461.  
 - Treat any damage of the zinc layer on the existing profiles due to drilling/grinding for corrosion protection.

Notes for connection components:  
 Bolts: ISO 4014  
 Nuts: ISO 4032  
 Washers: ISO 7091  
 Welds: NEN-EN 7567  
 Quality of connection components:  
 Bolts: Quality B8 - HDG oversized  
 Nuts: Quality B - HDG oversized  
 Washers: S1 - HDG oversized  
 - Place a washer under each nut.  
 - Length of bolts after mounting must be minimum 1 thread and maximum 4 threads.  
 - If a profile needs to be repaired, always use new bolts.

Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle		Definitief	
Dt	Opstelling versie	Gebruik	Formaat
10	18.02.2022	Document goedgekeurd	150 120 A0
Maken	Tenax	Verbinding	
Controle	Algemeen		
Documentatie	Constructieketting		
Opsteller	EN3-ZL380-EC-3_R_X_Mast 1		
Ontwerper	Masttype EC-3_R_X_Mast 1 - Ondertraverse		
		00974-01-00102	



Projectnummer Aafjes: **21-187**

Documentnummer: **00974-01-00600**



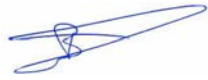
Projectnummer TeneT: **002.515**

Meridian nummer: **002.515.40 0994412**

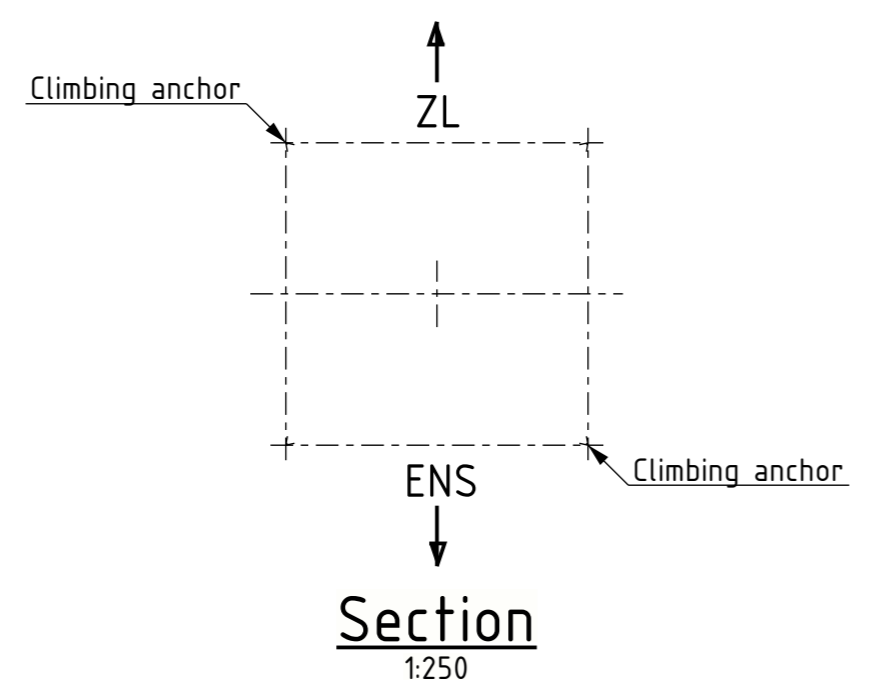
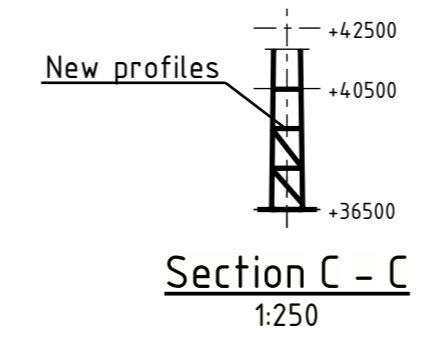
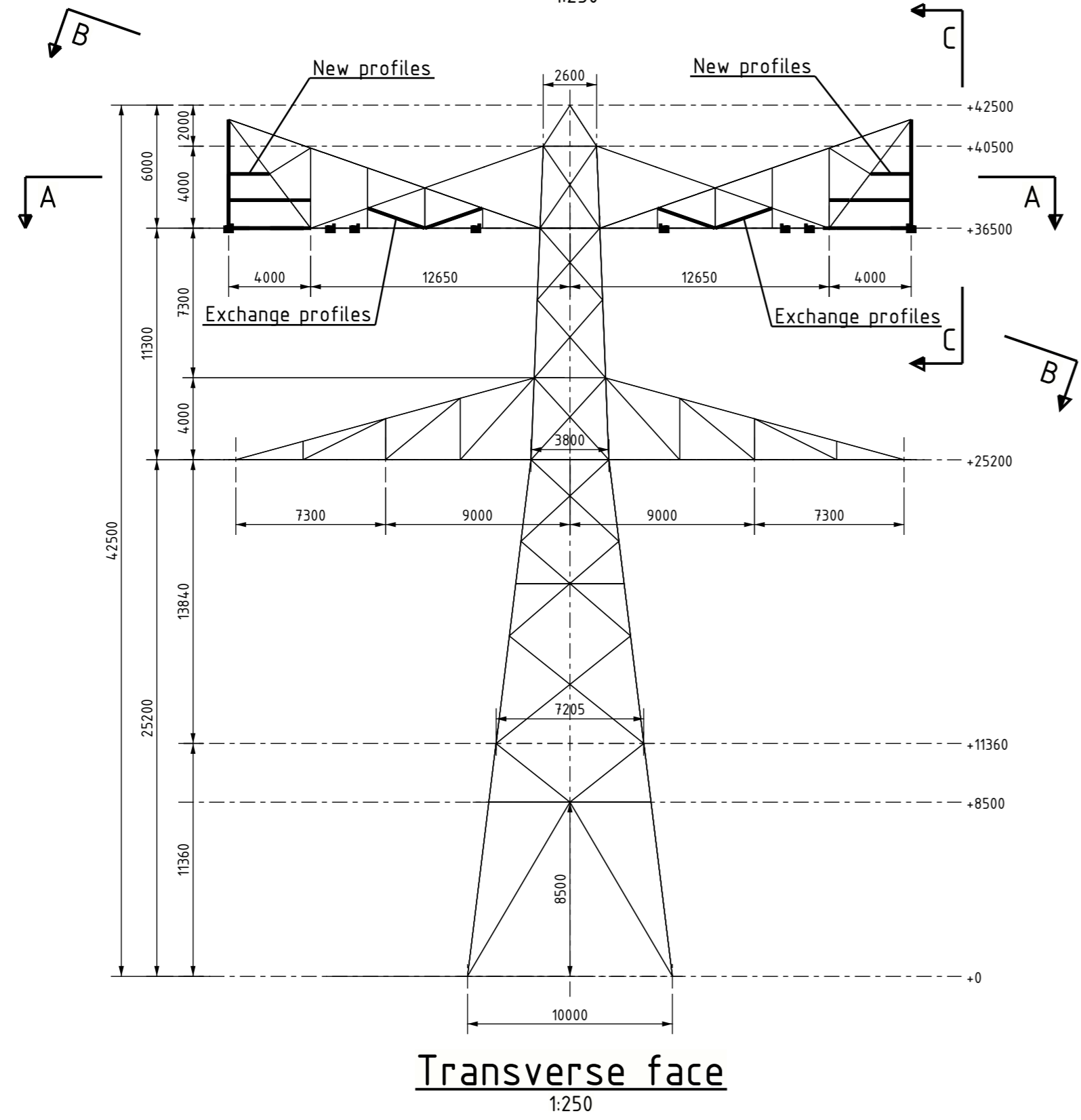
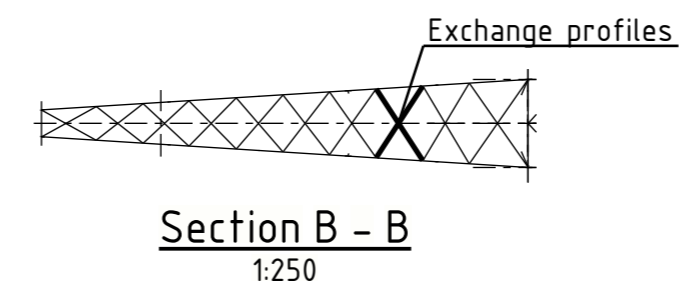
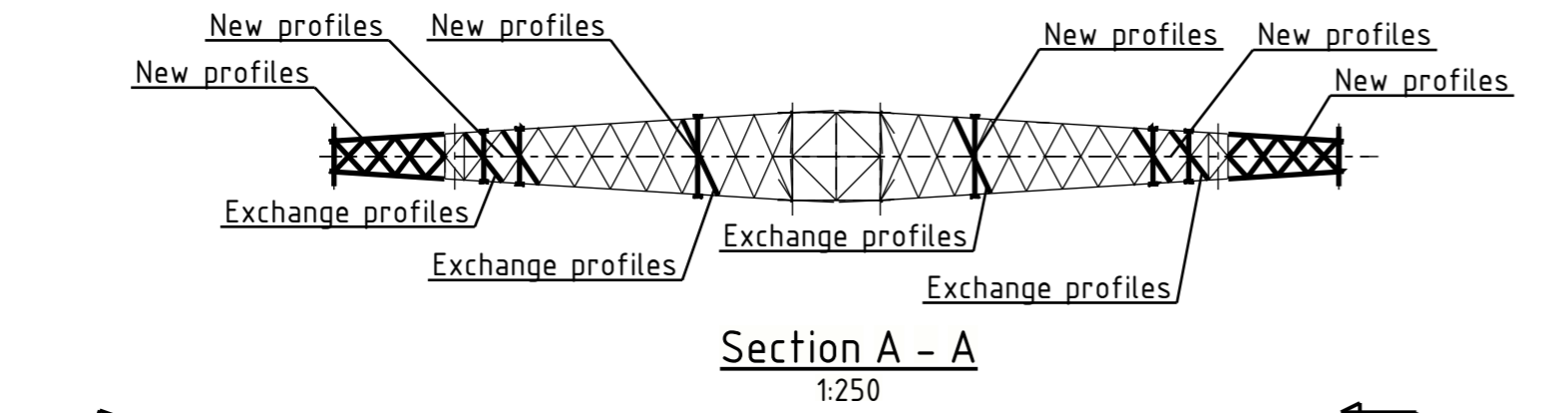
Opdrachtgever: **TenneT**

Project: **Opwaardering ENS-ZL380**

Onderdeel: **Masttype HB-3\_R\_X, Mast 6 - Overzichtstekeningen**

	Naam	Functie	Handtekening	Datum
Opgesteld	Erik-Jan Fledderus	Tekenaar		18-02-2022
Validatie Aafjes	Niels Verhaar	System Engineer		18-02-2022
Vrijgegeven	Bart Aafjes	Projectleider		18-02-2022

Revisie	Documentstatus	Datum	Reden van uitgifte
0.1	Voorlopig	18-02-2022	1 <sup>e</sup> versie ter review



All components of manufacture and finishing according to implementation of TenneT specifications below:

- SPE.05.312 V2.0 Algemene specificatie transport montage staalconstructies HS-stations, HS-lijnen
- SPE.05.346 V2.0 Algemene specificatie stalen HS masten
- SPE.00.905 V13 Conservering Mastverzwaring

Unless otherwise specified:

- It has drawn on the right side.
- Material quality S355J0 ( $t \leq 16\text{mm}$ ), S355J2 ( $16 < t \leq 40\text{mm}$ )
- All bended profiles and plates "HOT BENDING".
- Hot-dip galvanization according to NEN-EN-ISO 1461.
- Treat any damage of the zinc layer on the existing profiles due to drilling/grinding for corrosion protection.

Norms for connection components:

Bolts	ISO 4014
Nuts	ISO 4032
Washers	ISO 7091
Welds	NEN-EN 15607

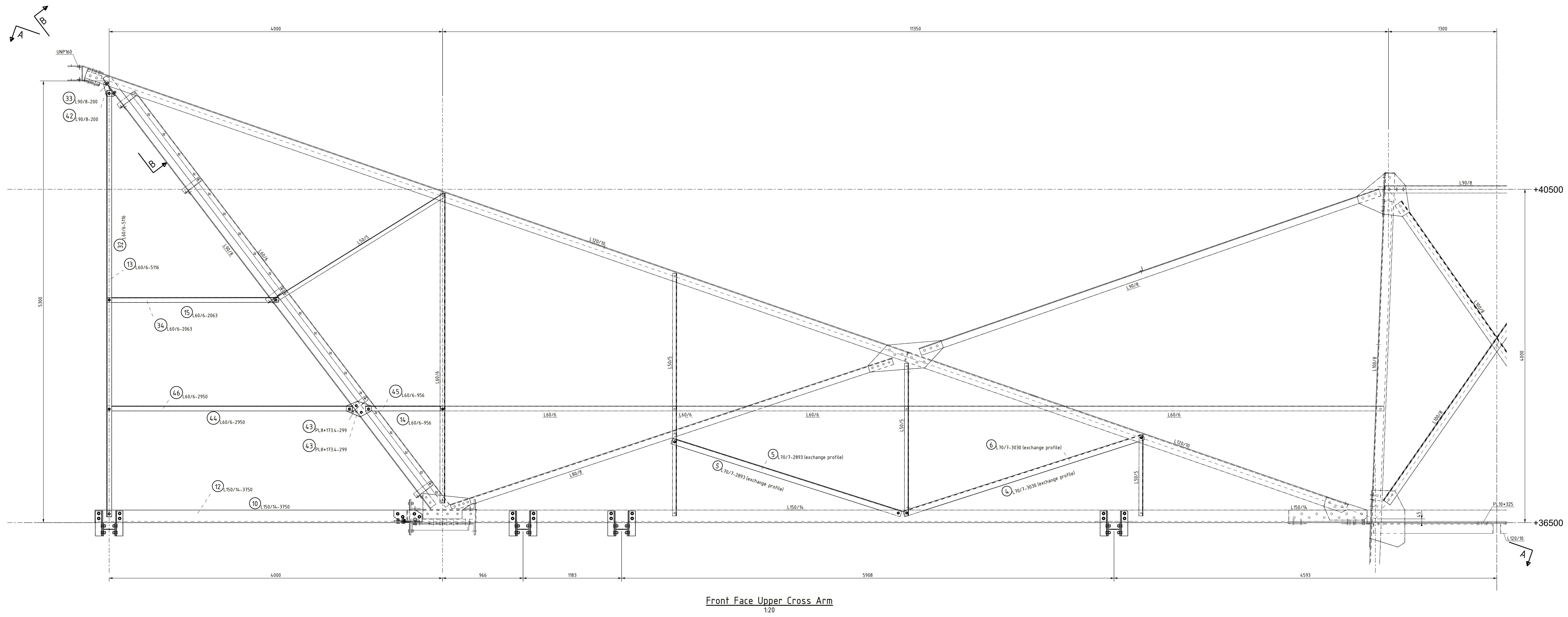
Quality of connection components:

Bolts	: Quality 8.8 - HDG oversized
Nuts	: Quality 8 - HDG oversized
Washers	: St. -HDG oversized

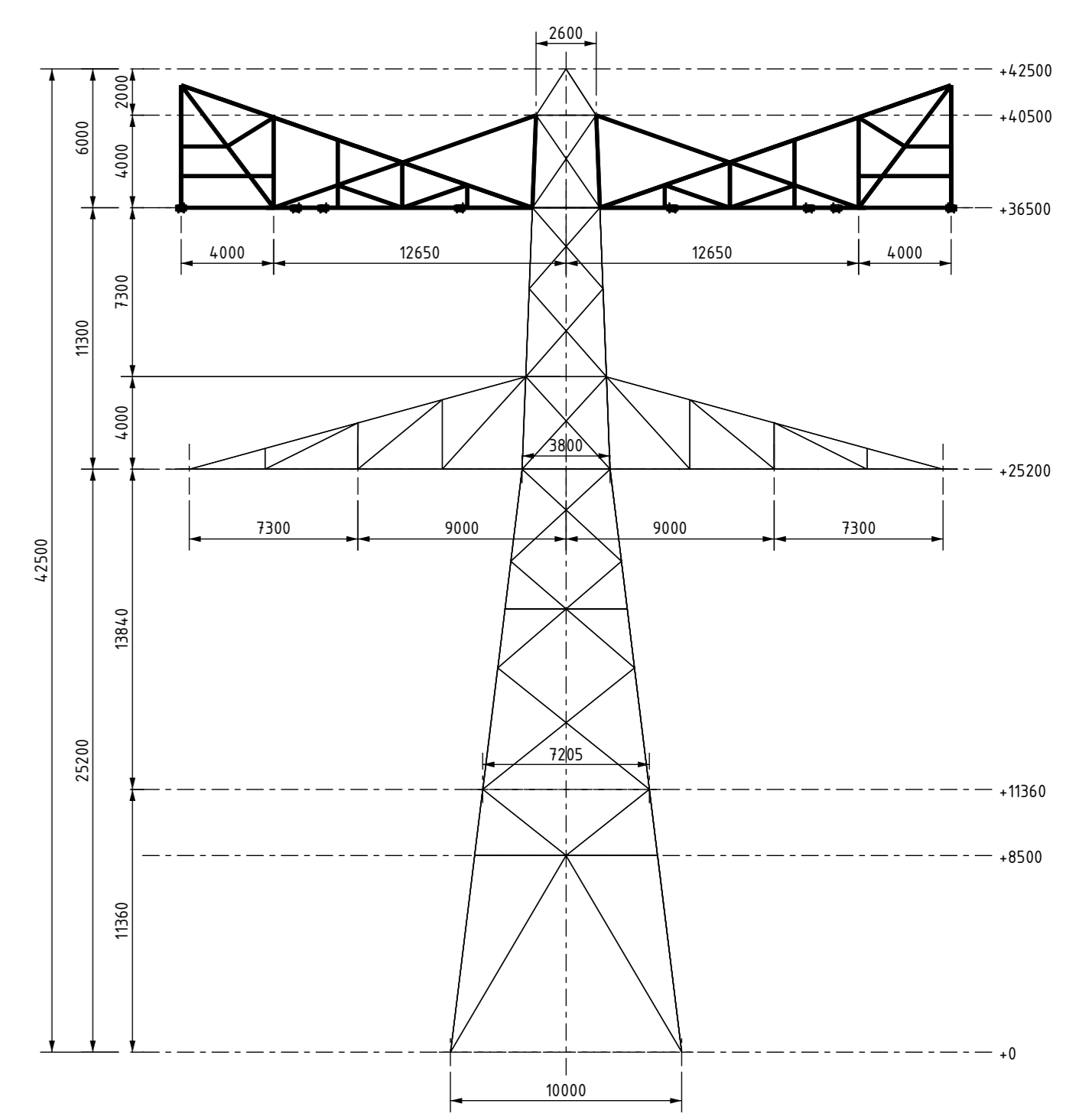
- Place a washer under each nut.
- Length of bolts after mounting must be minimum 1 thread and maximum 4 threads.
- If a profile needs to be replaced, always use new bolts.

Naam: <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>					Tekeningstatus: <b>Voorlopig</b>	
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:250	594x420
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
Oud tekeningnummer:		Omschrijving:	Masttype HB-3_R_X, Mast 6 - Overzicht			
		Documentnummer:	00974-01-00601			

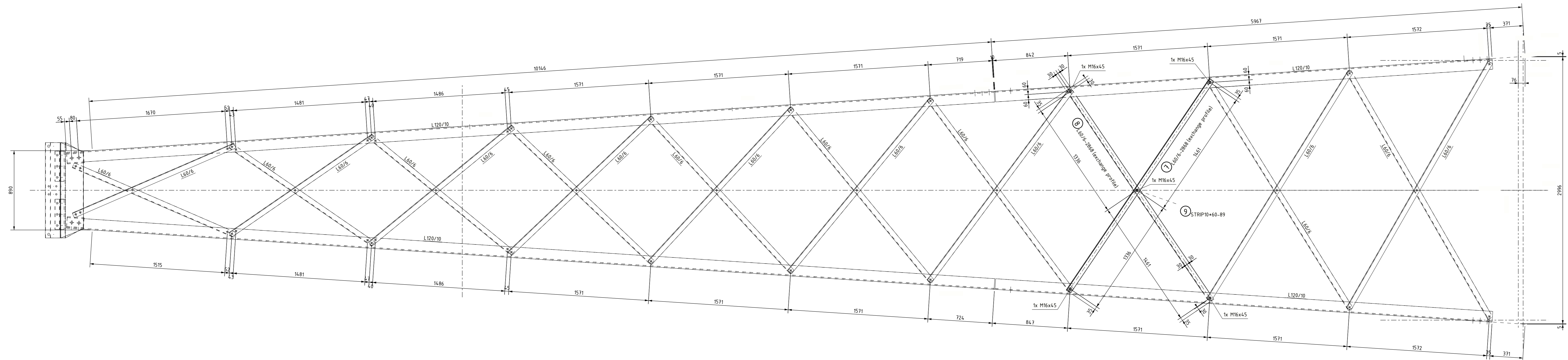
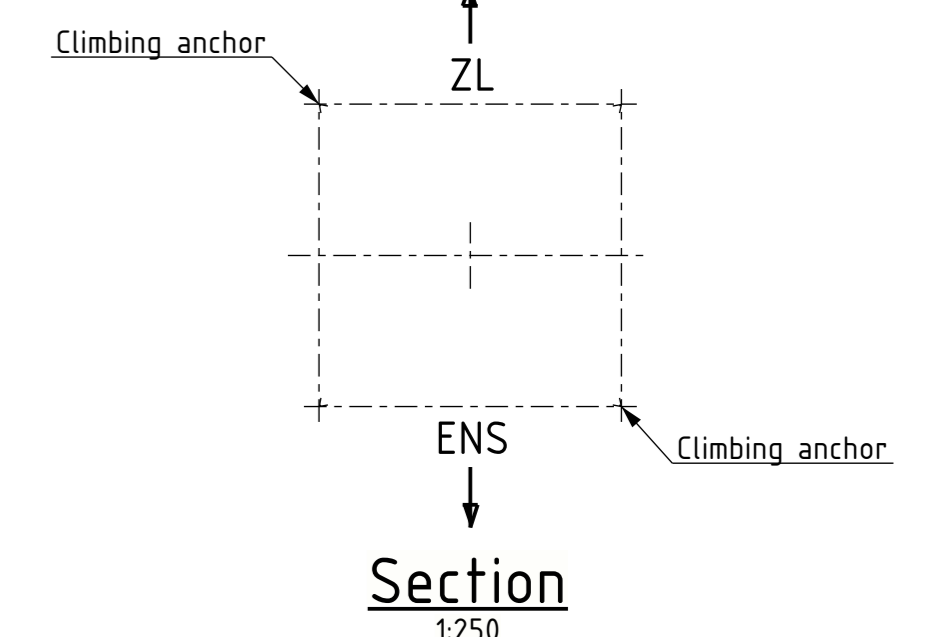




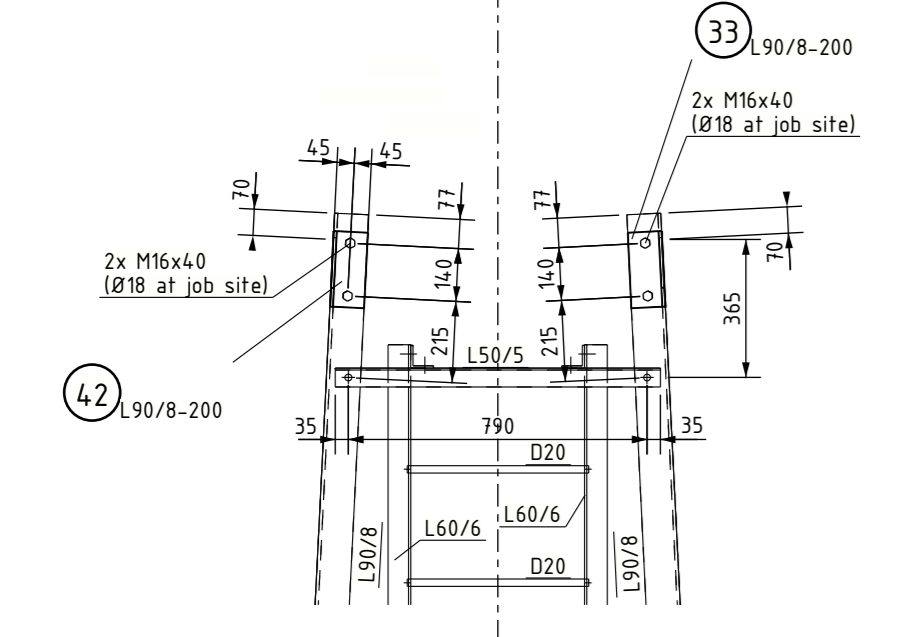
Front Face Upper Cross Arm  
1:20



Transverse face  
1:250



Section A - A  
1:20



Section B - B  
1:20

All components of manufacture and finishing according to implementation of TenneT specifications below:  
 - SPE 05.372 V2.0 Algemeen specificatie transport montage staalconstructies HS-stations, HS-lijnen  
 - SPE 05.346 V2.0 Algemeen specificatie stalen HS masten  
 - SPE 05.905 V1.3 Conservering Mastverzuizing

Unless otherwise specified:  
 - It has drawn on the right side.  
 - Material quality S355J0 II (+S16ml), S355J2 II (+S16ml)  
 - All banded profiles and plates "HOT BENDING"  
 - Hot-dip galvanization according to NEN-EN ISO 1461  
 - Treat any damage of the zinc layer on the existing profiles due to drilling/grinding for corrosion protection

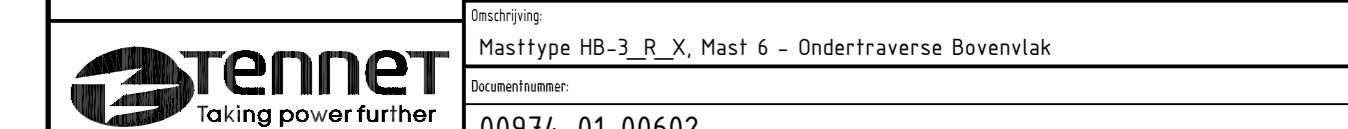
Norms for connection components:  
 Bolts ISO 4014  
 Nuts ISO 4032  
 Washers ISO 10911  
 Welds NEN-EN 15607

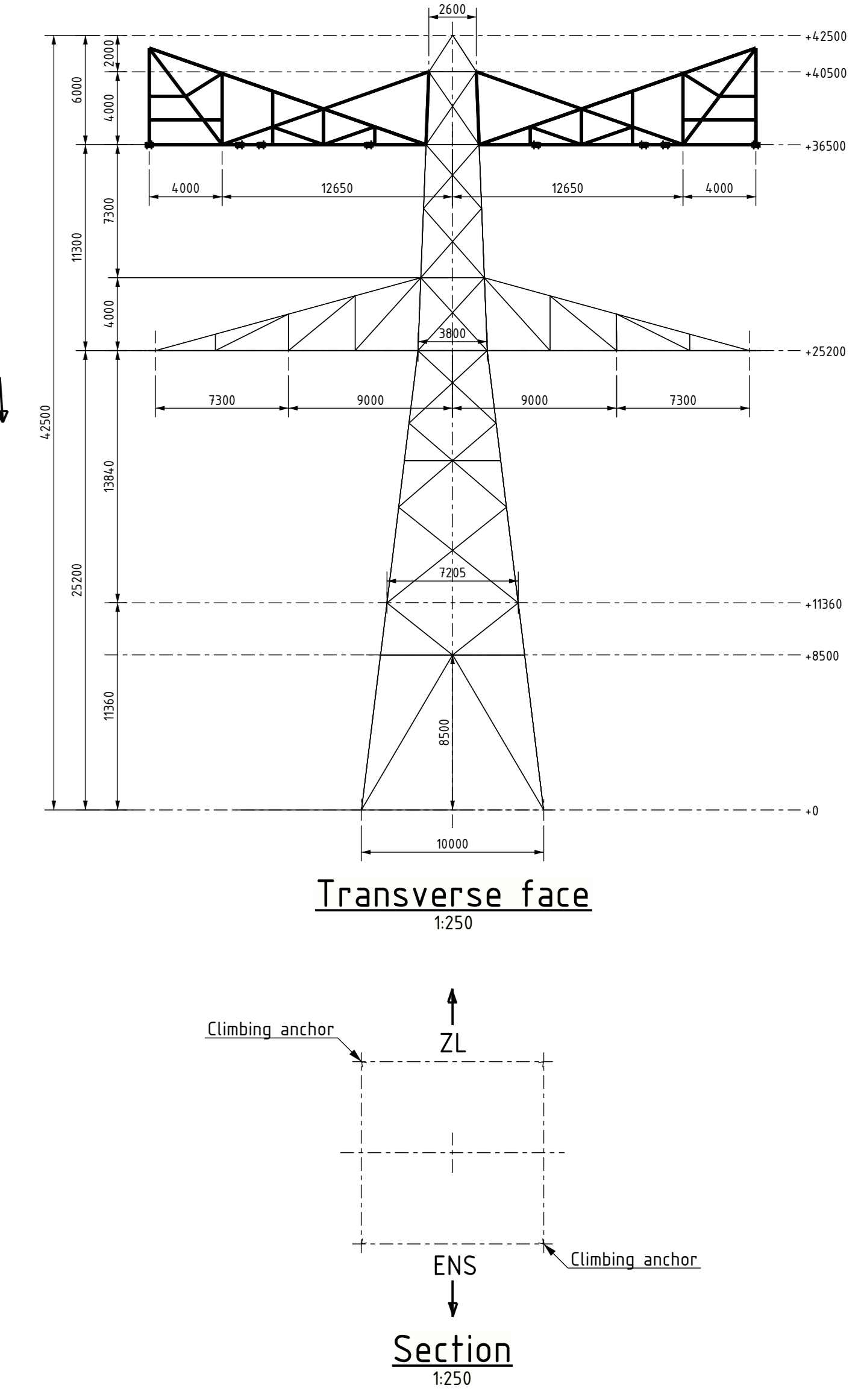
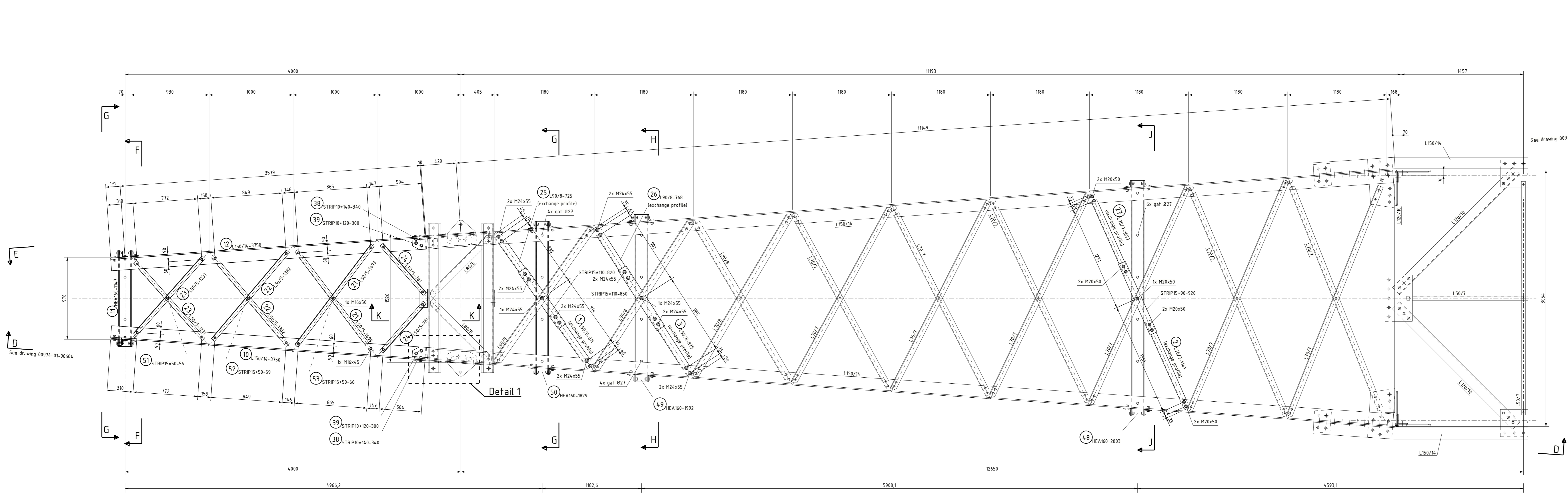
Quality of connection components:  
 Bolts Quality B8 - HDG oversized  
 Nuts Quality 8 - HDG oversized  
 Washers S1 - HDG oversized  
 - Place a washer under each nut  
 - Length of bolts after mounting must be minimum 1 thread and maximum 4 threads.  
 - If a profile needs to be replaced, always use new bolts.

See also drawing 00974-01-00603 and 00974-01-00604

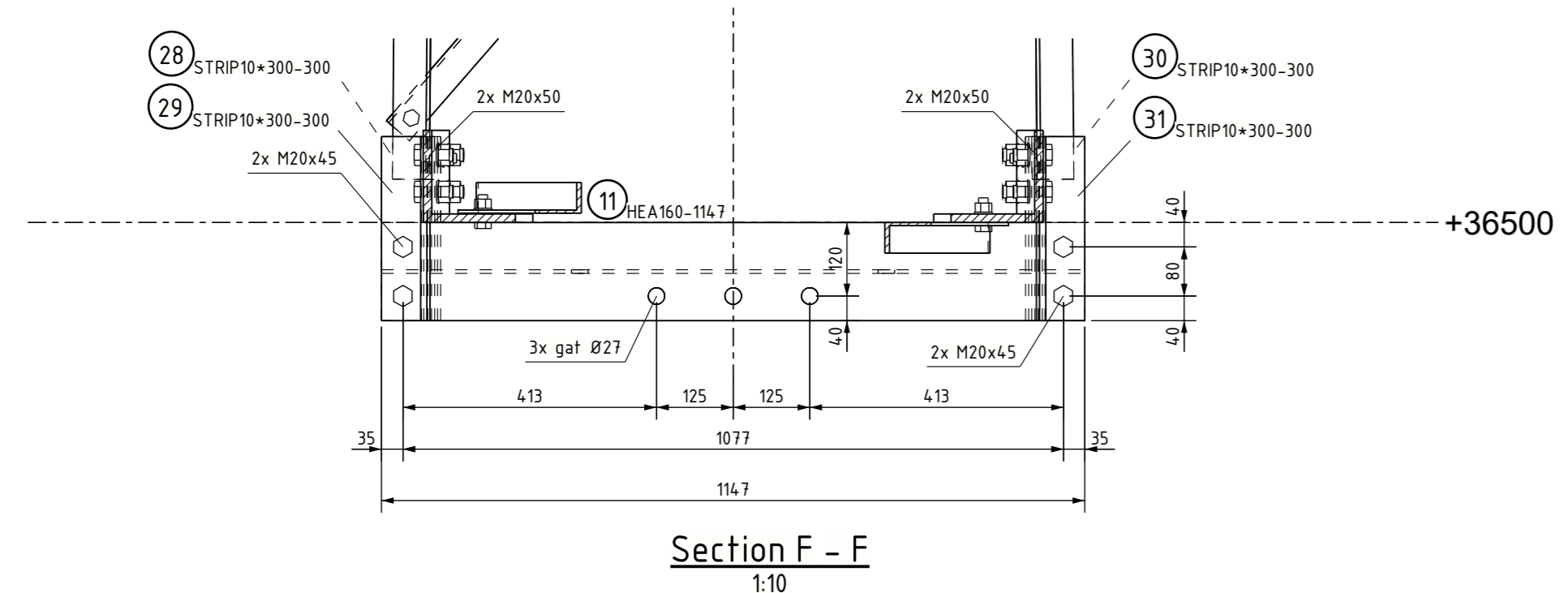
Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle		Voortloopp	
Op: 18.02.2022	Ontwerp versie: 1e versie ter review	Getekend: ing. bureau Aaltes b.v.	Tekening: 120 1250 A0

Titel	Verbinding
Categorie	Algemeen
Bouwmethodiek	Constructie/steekwerk
Opdrachtgever	TenneT
Projectnummer	ENS-ZL380-HB-1_R_X_Mast 6
Bestandnummer	Masttype HB-3_R_X_Mast 6 - Ondertraverse Bovenvlak
Projectlocatie	00974-01-00602

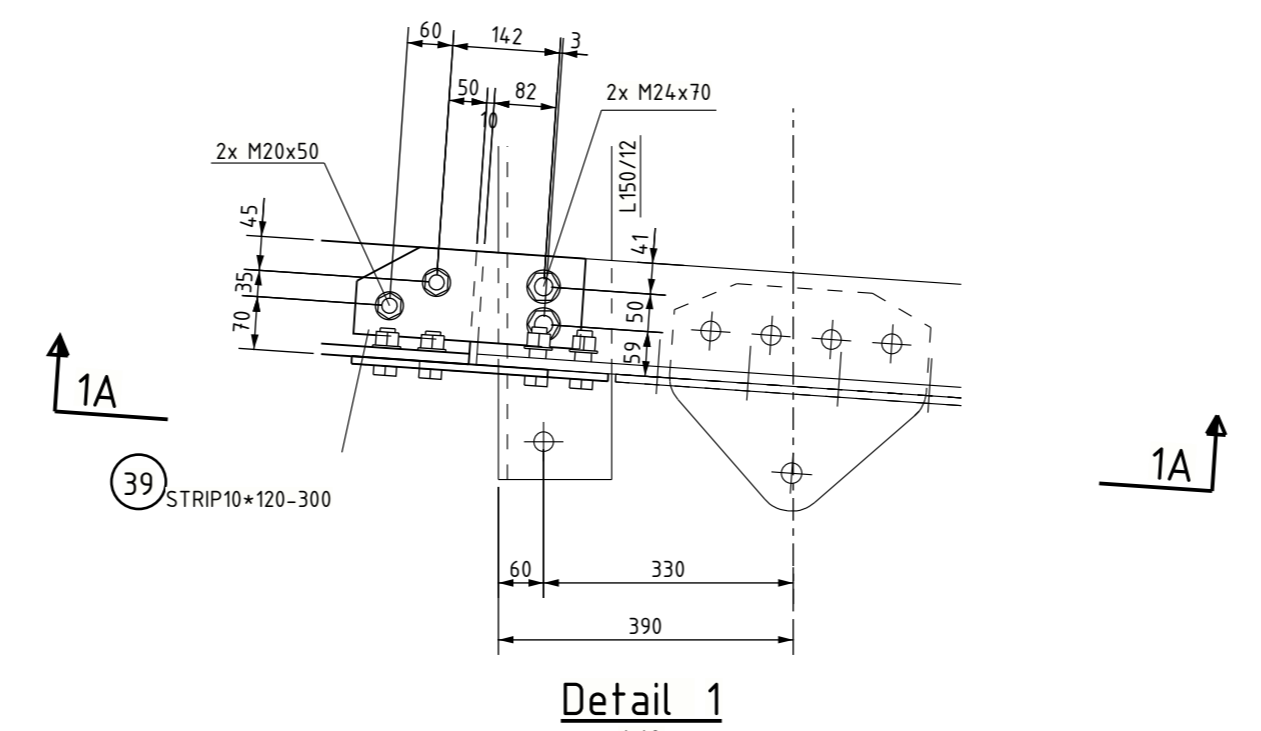




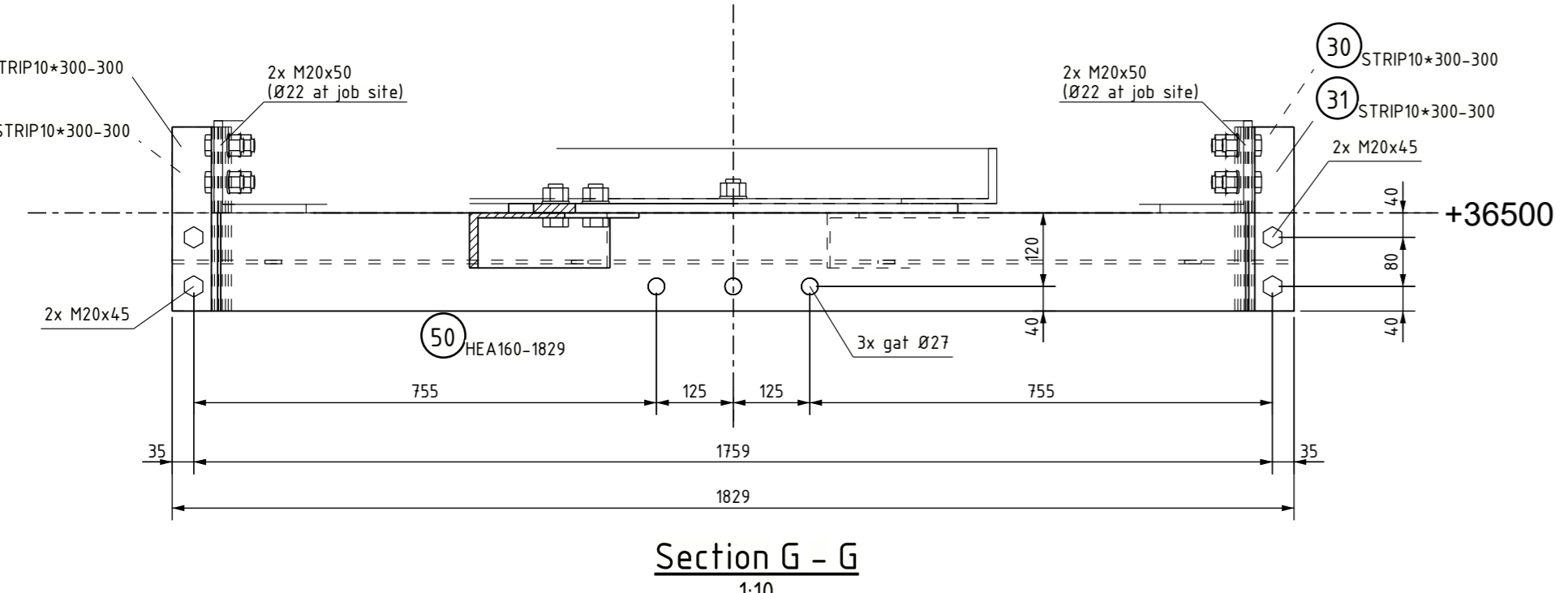
Bottom Surface Upper Cross Arm  
1:20



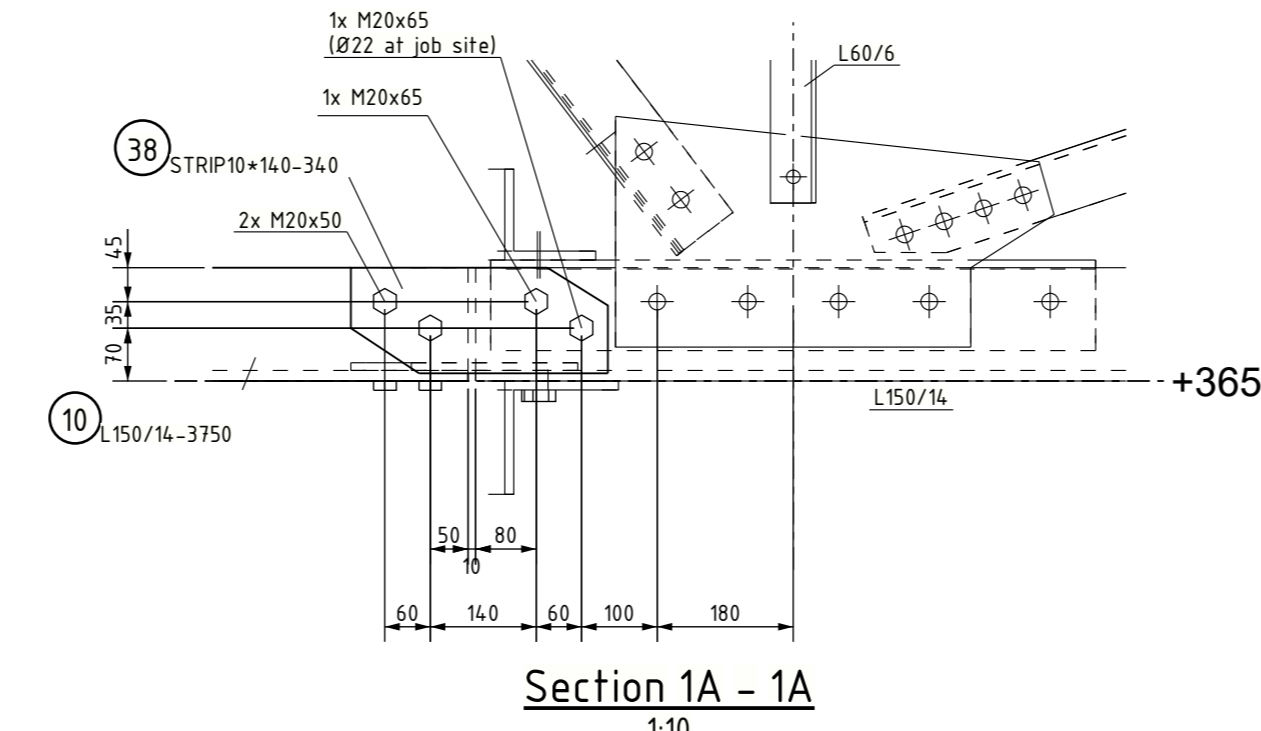
Section F - F  
1:10



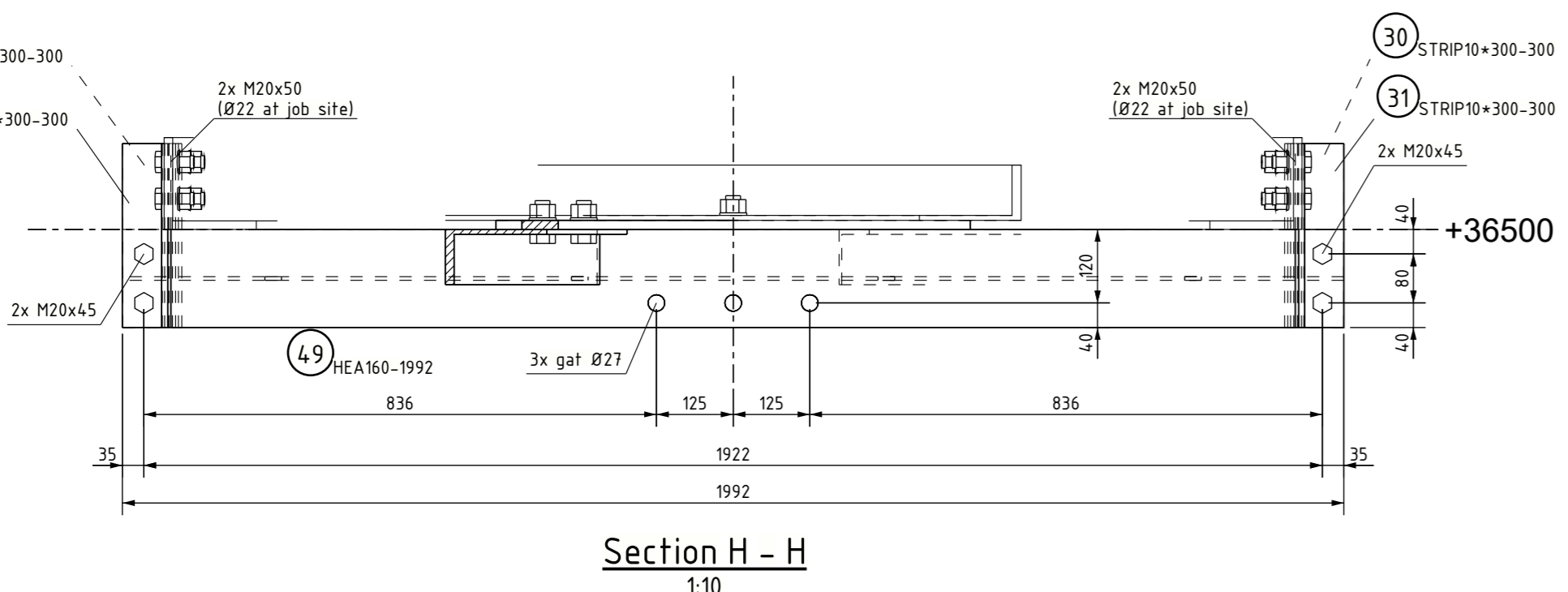
Detail 1  
1:10



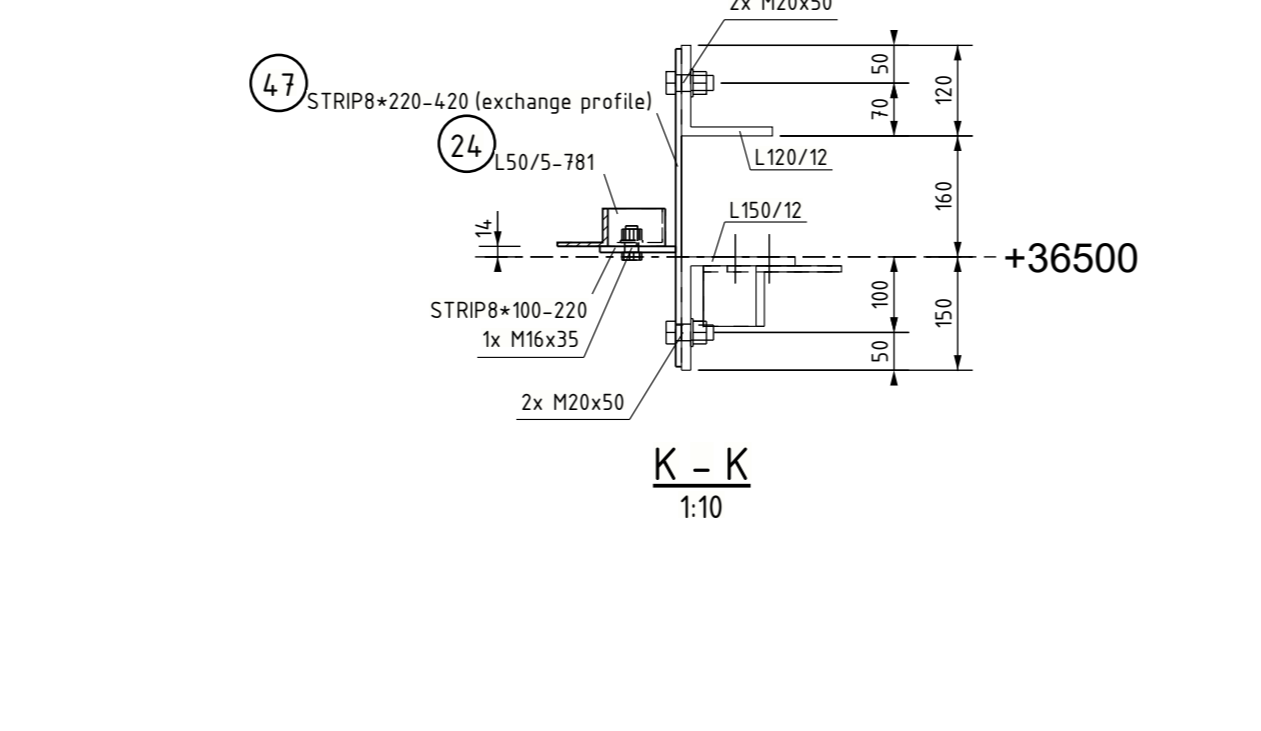
Section G - G  
1:10



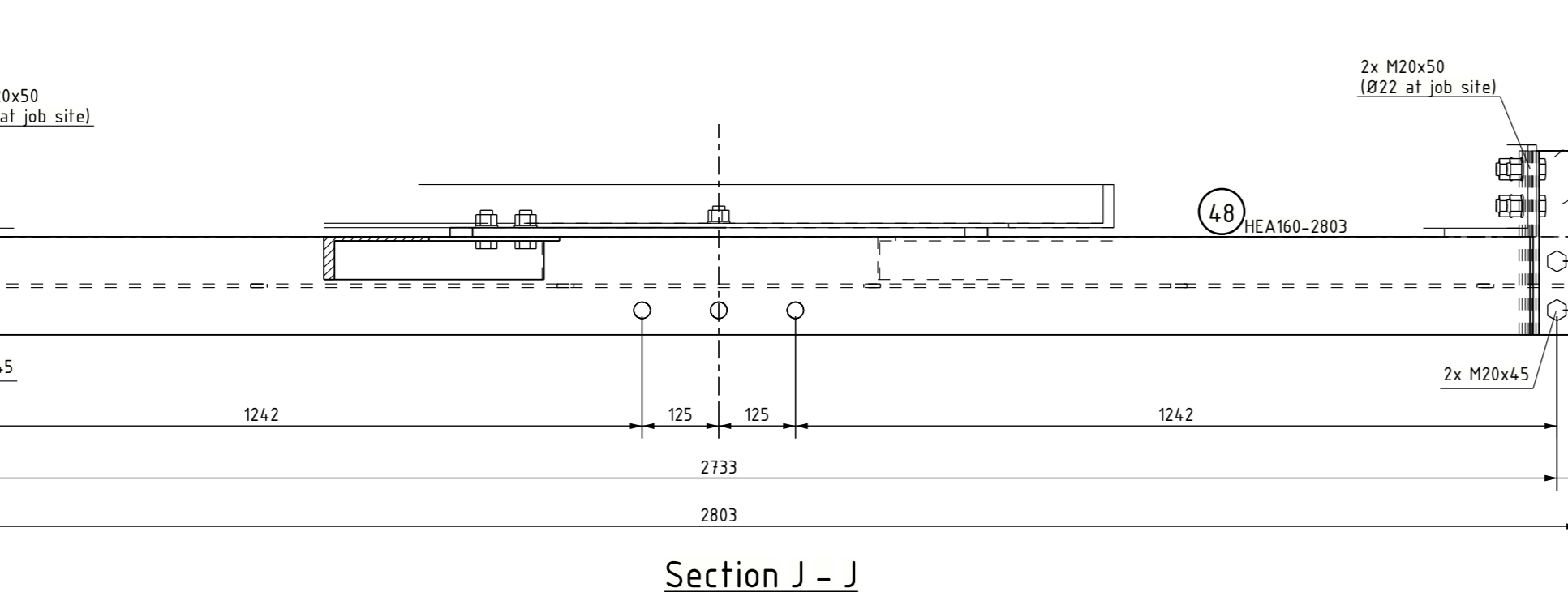
Section 1A - 1A  
1:10



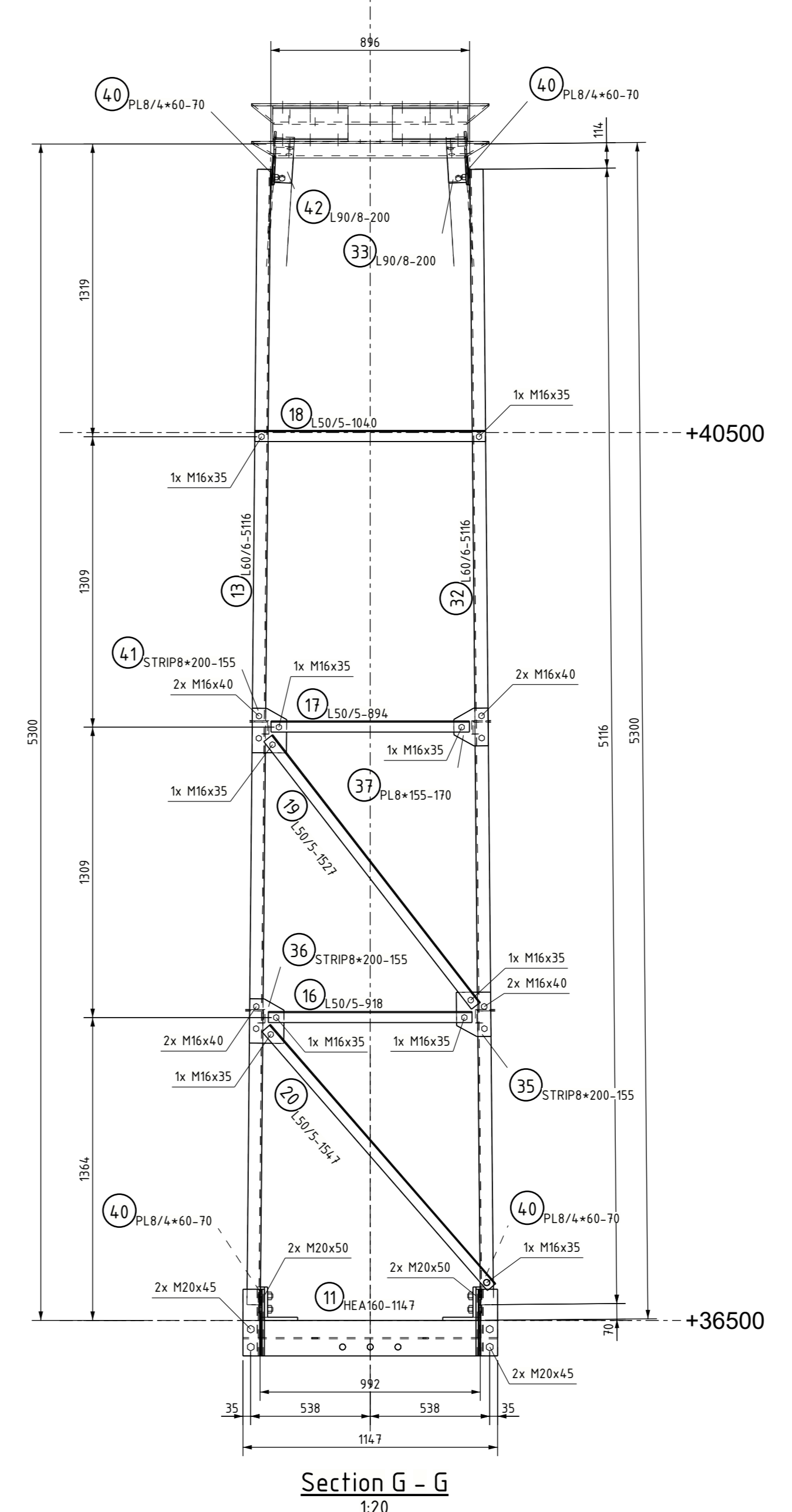
Section H - H  
1:10



Detail 2  
1:10



Section J - J  
1:10



Section G - G  
1:20


All components of manufacture and finishing according to implementation of Tenon's specifications below:  
 - SPE 05.372 V2.0 Algemeen specificatie transport montage staalconstructies HS-stations, HS-lijnen  
 - SPE 05.344 V2.0 Algemeen specificatie stalen HS masten  
 - SPE 05.905 V1.3 Conservering/Mastverzwaring

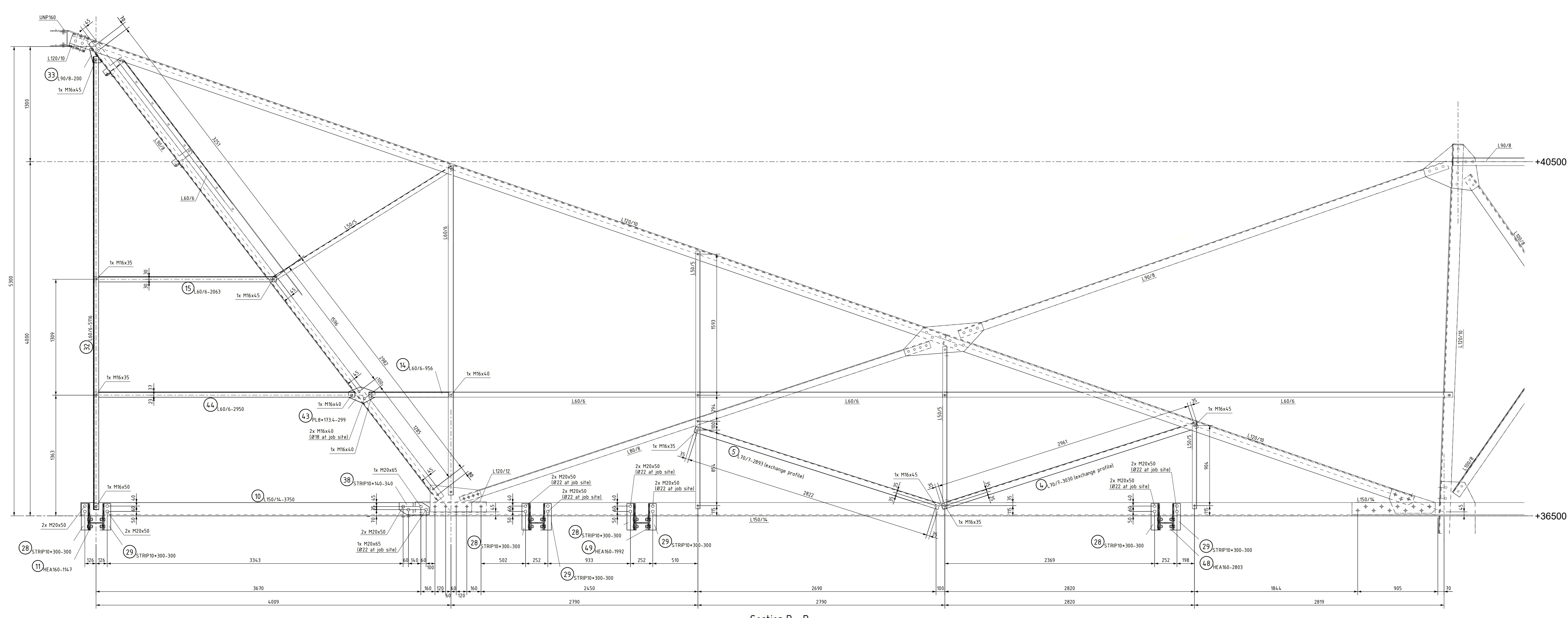
Unless otherwise specified:  
 - It has drawn on the right side.  
 - Material quality S355J0 (t<36mm), S355J2 (t=36-44mm)  
 - All banded profiles and plates "HOT BENDING"  
 - Hot-dip galvanization according to NEN-EN-ISO 1461  
 - Treat any damage of the zinc layer on the existing profiles due to drilling/grinding for corrosion protection

Norms for connection components:  
 Bolts ISO 4014  
 Nuts ISO 4032  
 Washers ISO 1901  
 Welds NEN-EN 15607

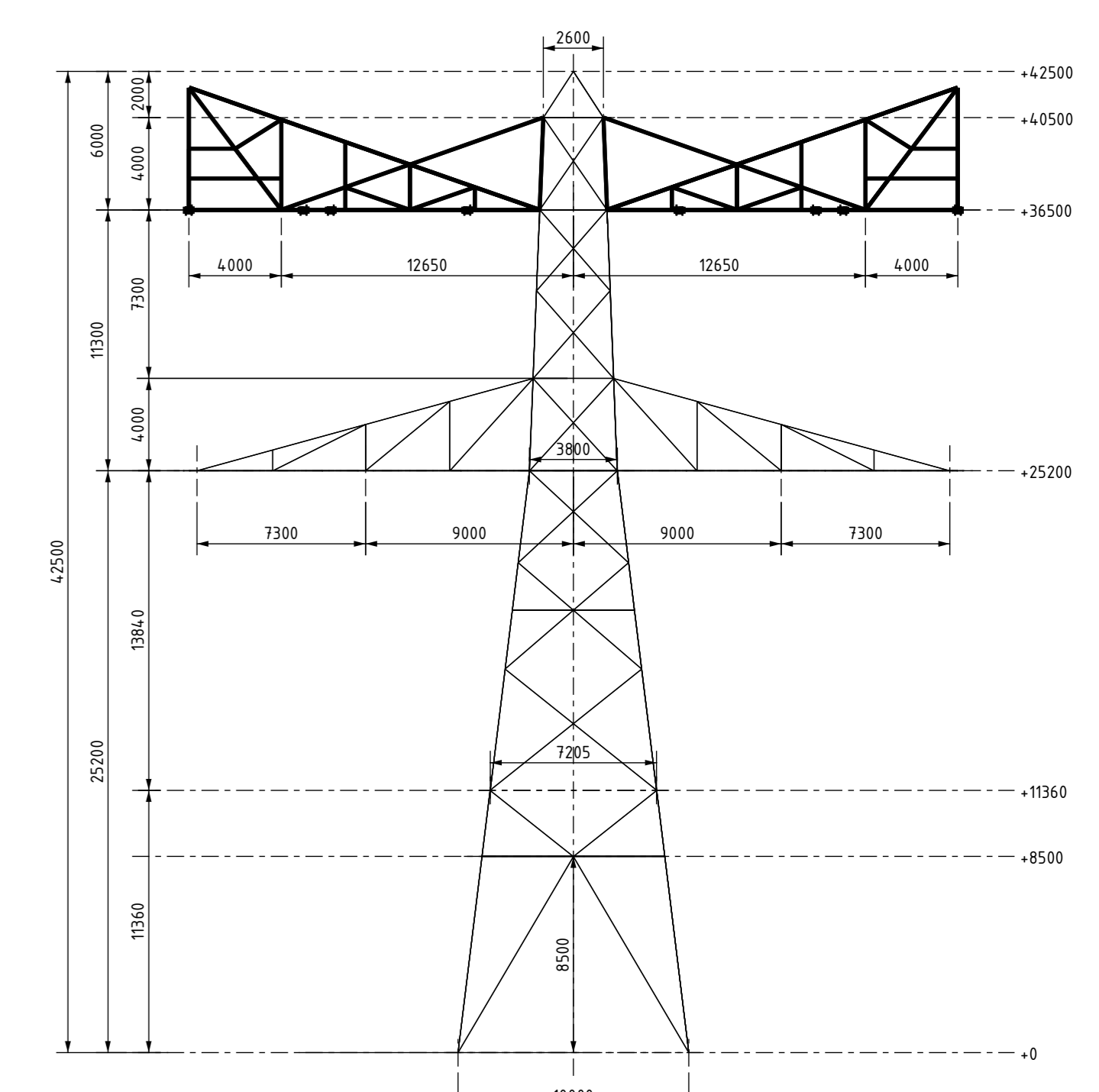
Quality of connection components:  
 Bolts Quality 8.8 - HDG oversized  
 Nuts Quality 8 - HDG oversized  
 Washers S1 - HDG oversized  
 - Place a washer under each nut  
 - Length of bolts after mounting must be minimum 1 thread and maximum 4 threads.  
 - If a profile needs to be replaced, always use new bolts.

See also drawing 00974-01-00602 and 00974-01-00604

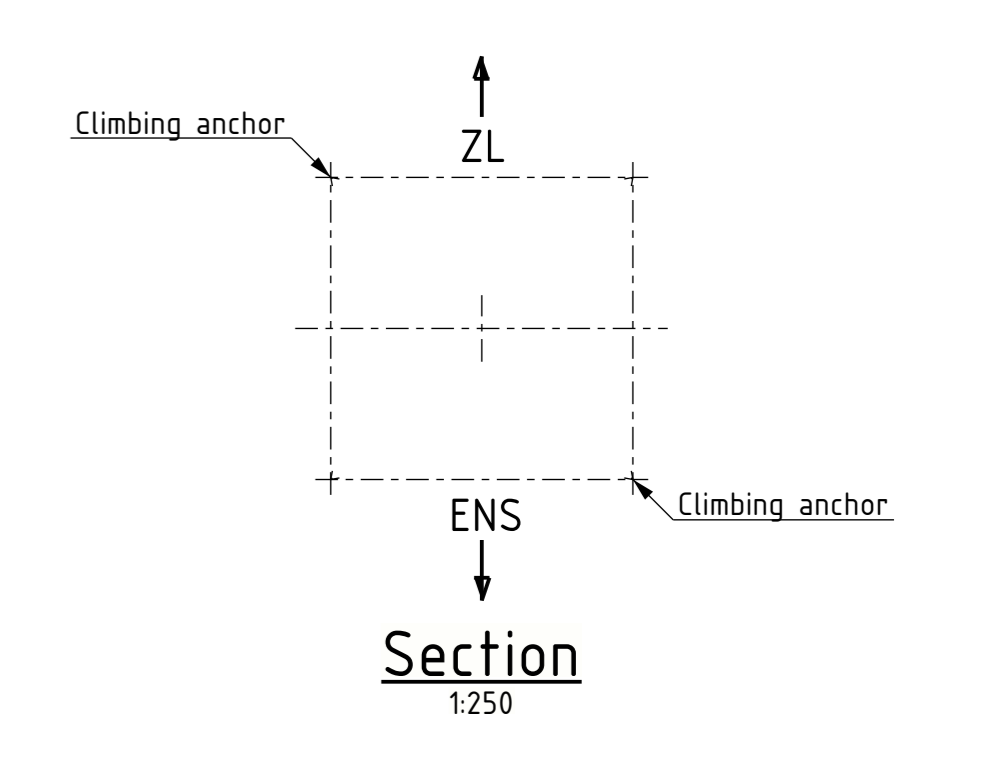
Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle		Voorlopig	
Op. no.	Opstelling versie	Genees	Totaal
01	18.02.2022	1e versie ter review	110 120 A0
Naam	Team	Verbinding	Projectleider
		Algemeen	
		Constructie/afwerking	
Opsteller		Op. no.	
		ENS-ZL380-HB-1_R_X Mast 6	
		Product	
		Masttype HB-3_R_X_Mast 6 - Boventraverse Ondervlak	
		00974-01-00603	



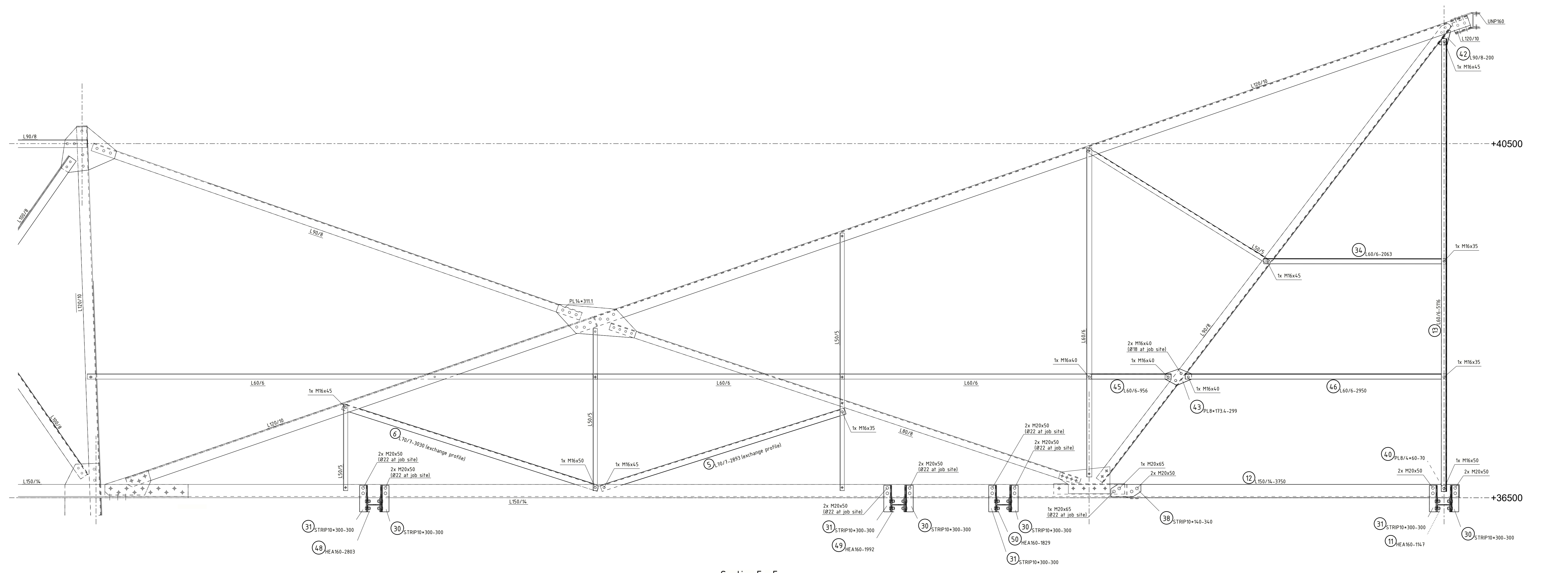
Section D - D  
1:20



Transverse face  
1:250



Section E - E  
1:250



Section E - E  
1:20

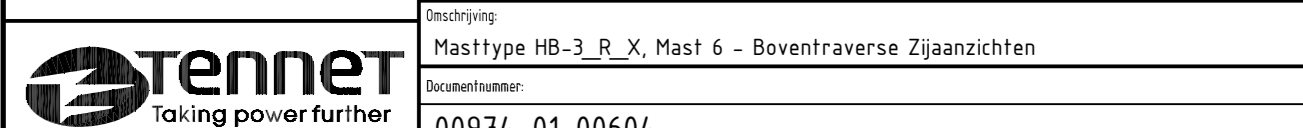
All components of manufacture and finishing according to implementation of Tenon's specifications below:  
 - SFE 05.372 V2.0 Algemeen specificatie transport montage staalconstructies HS-stations, HS-lijnen  
 - SFE 05.345 V2.0 Algemeen specificatie stalen HS masten  
 - SFE 05.905 V1.3 Conservering Hesterverzanding

Unless otherwise specified:  
 - It has drawn on the right side.  
 - Material quality S355J0 (t<=16mm), S355J2 (16<t<=40mm)  
 - All banded profiles and plates "HOT BENDING".  
 - Hot-dip galvanization according to NEN-EN-ISO 1461  
 - Treat any damage of the zinc layer on the existing profiles due to drilling/grinding for corrosion protection

Norms for connection components:  
 Bolts ISO 4014  
 Nuts ISO 4032  
 Washers ISO 10911  
 Welds NEN-EN 15607

Quality of connection components:  
 Bolts Quality 8.8 - HDG oversized  
 Nuts Quality 8 - HDG oversized  
 Washers S1 - HDG oversized  
 - Place a washer under each nut  
 - Length of bolts after mounting must be minimum 1 thread and maximum 4 threads.  
 - If a profile needs to be replaced, always use new bolts.

See also drawing 00974-01-00602 and 00974-01-00603.

Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle		Voortloppig	
Opdrachtgever	Contractnummer	Contractnaam	Contractnummer
18.02.2022	1e versie ter review	ing. bureau Aalfjes b.v.	120 1250 AO
Masttype	Traject	Verbinding	
	Opdracht	Algemeen	
	Bouwwerk	Constructieafdeling	
Opdrachtgever	ENS-ZL380-HB-3_R_X_Mast 6		
			
		00974-01-00604	





Projectnummer Aafjes: **21-187**

Documentnummer: **00974-01-00610**



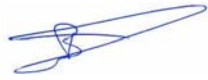
Projectnummer TenneT: **002.515**

Meridian nummer: **002.515.40 0994413**

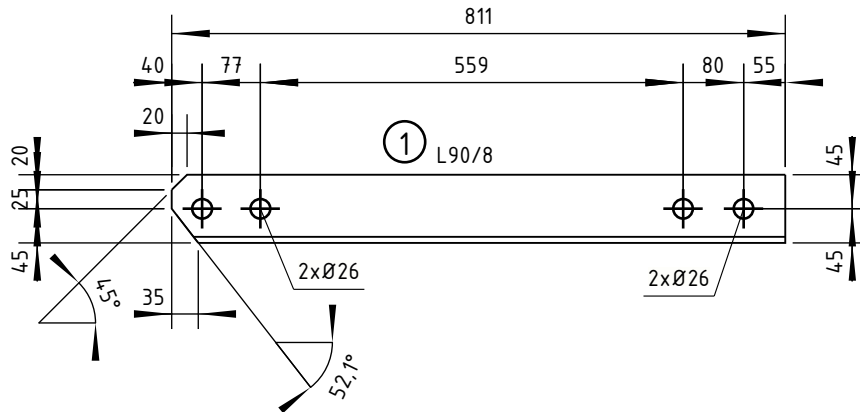
Opdrachtgever: **TenneT**

Project: **Opwaardering ENS-ZL380**

Onderdeel: **Masttype HB-3\_R\_X, Mast 6 - Onderdeeltekeningen**

	Naam	Functie	Handtekening	Datum
Opgesteld	Erik Jan Fledderus	Tekenaar		18-02-2022
Validatie Aafjes	Niels Verhaar	System Engineer		18-02-2022
Vrijgegeven	Bart Aafjes	Projectleider		18-02-2022

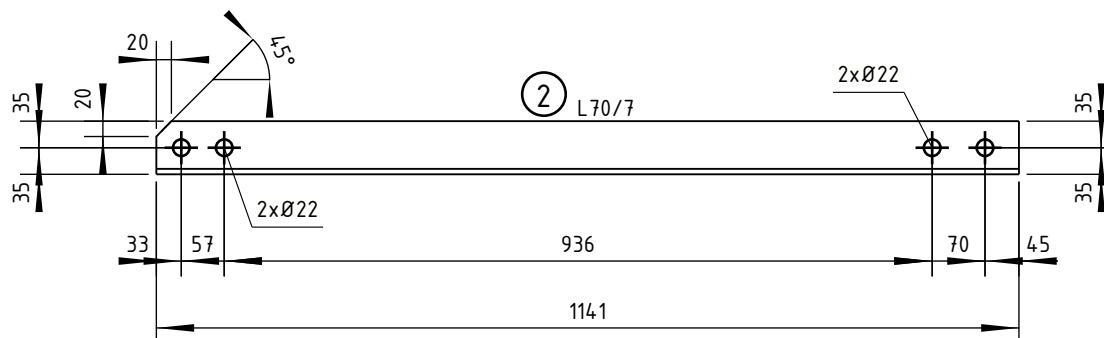
Revisie	Documentstatus	Datum	Reden van uitgifte
0.1	Voorlopig	18-02-2022	1 <sup>e</sup> versie ter review



1	L90/8	2	S355J0	811	0.29
Pos	Profil	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Te vervangen staal - onderdeel [1]			
		Documentnummer:				

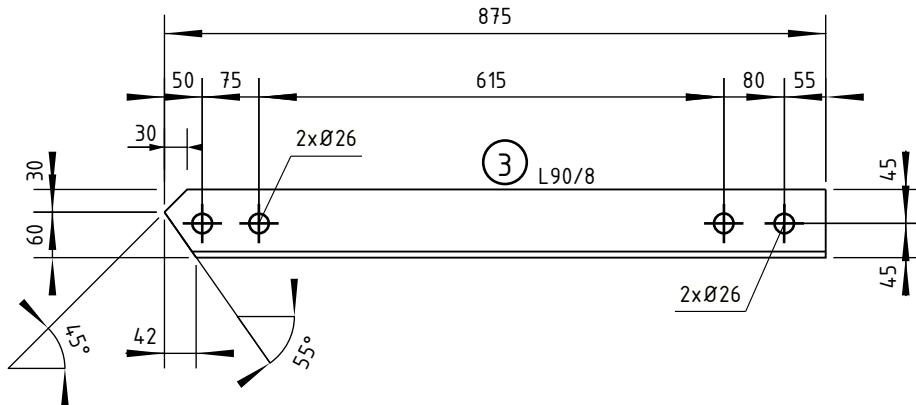




2	L70/7	2	S355J0	1141	0.32
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Te vervangen staal - onderdeel [2]			
		Documentnummer:				

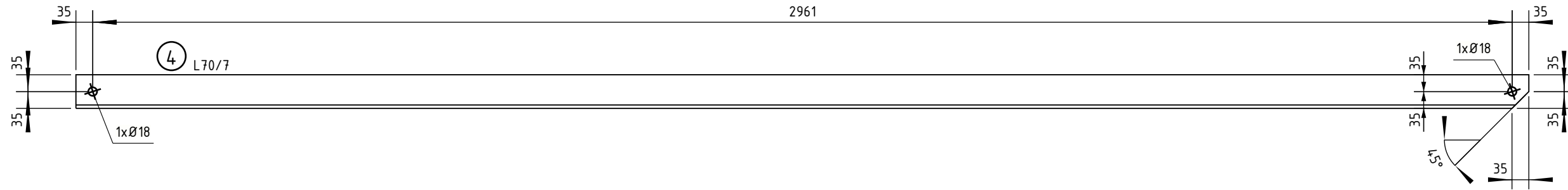




3	L90/8	2	S355J0	875	0.31
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

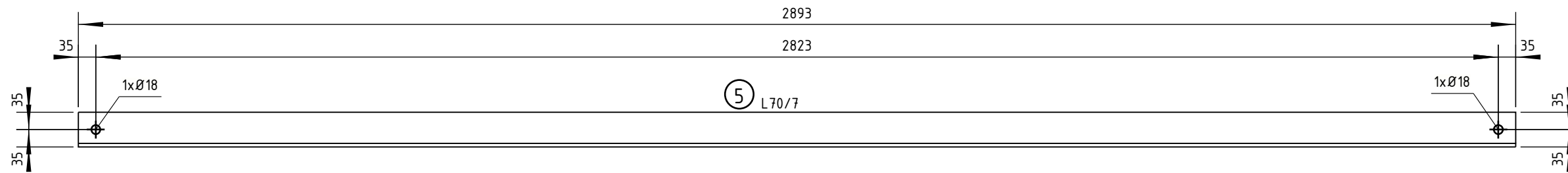
Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Te vervangen staal - onderdeel [3]			
		Documentnummer:				





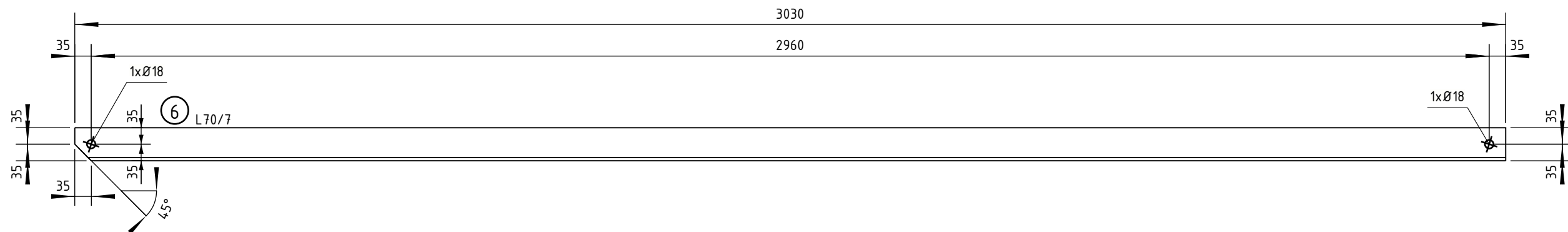
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )
4	L70/7	2	S355J0	3030	0.85

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	A3
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
Oud tekeningnummer:						
		Omschrijving:	Te vervangen staal - onderdeel [4]			
		Documentnummer:				




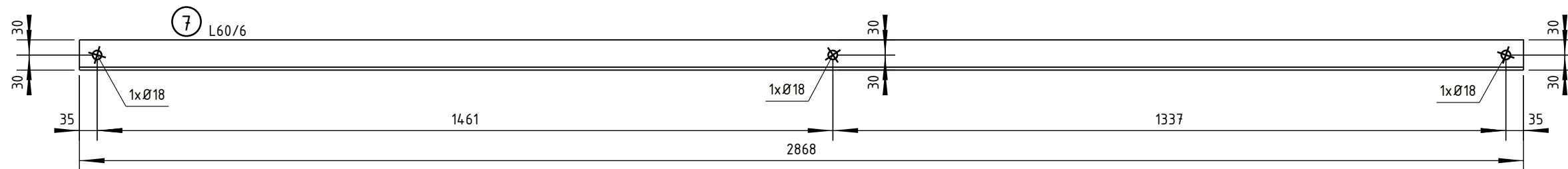
Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )
5	L70/7	4	S355J0	2893	0.81

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	A3
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
Oud tekeningnummer:		Omschrijving: Te vervangen staal - onderdeel [5]				
		Documentnummer:				



6	L70/7	2	S355J0	3030	0.85
Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

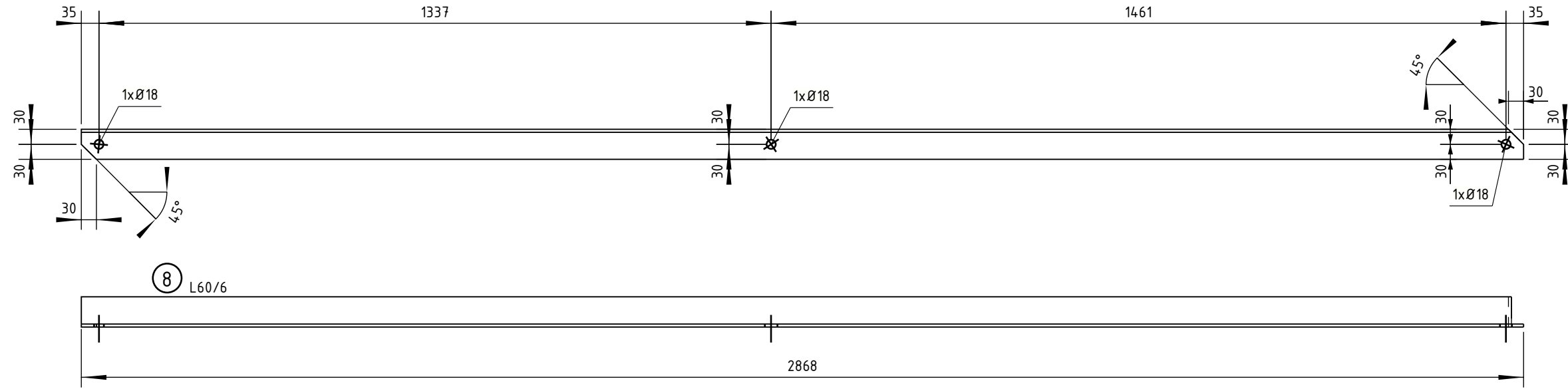
Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	A3
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
Oud tekeningnummer:		Omschrijving: Te vervangen staal - onderdeel [6]				
		Documentnummer:				
						



7	L60/6	2	S355J0	2868	0.69
Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

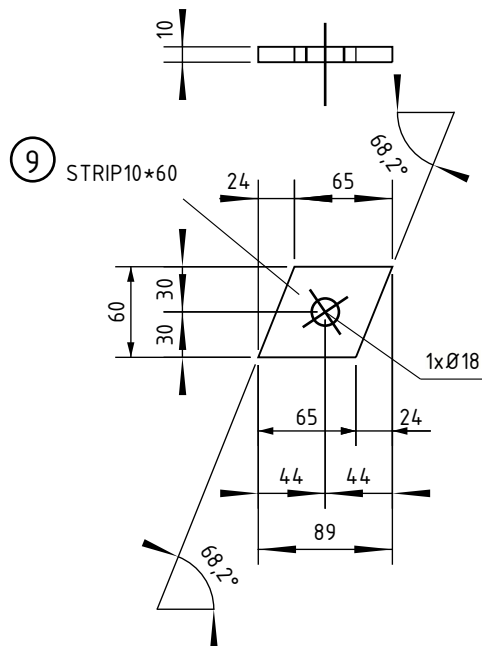
Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	A3
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
Oud tekeningnummer:		Omschrijving:	Te vervangen staal - onderdeel [7]			
		Documentnummer:				





Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )
8	L60/6	2	S355J0	2868	0.69

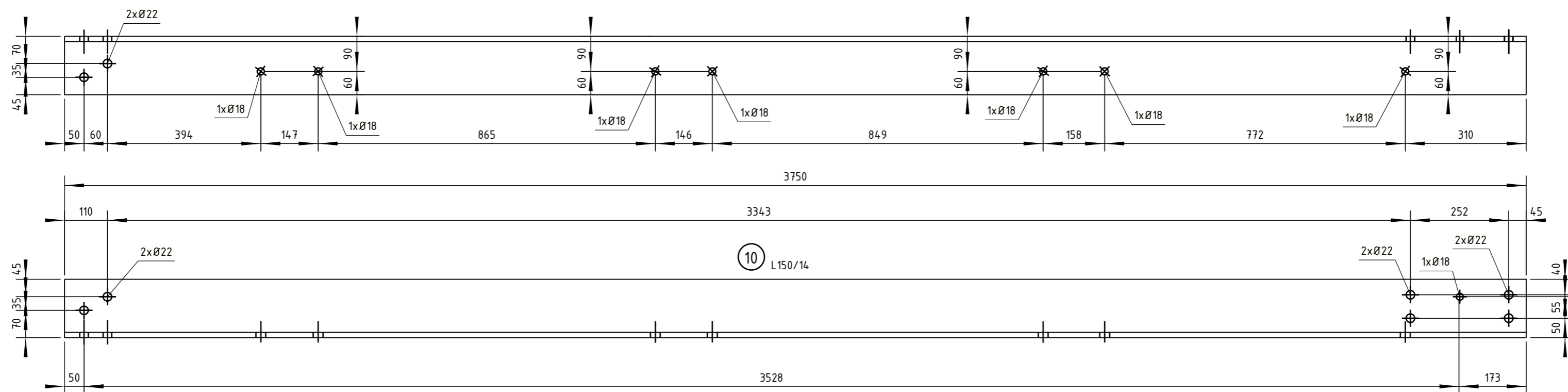
Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	A3
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
Oud tekeningnummer:		Omschrijving:	Te vervangen staal - onderdeel [8]			
		Documentnummer:				



9	STRIP10*60	2	S355J0	89	0.01
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

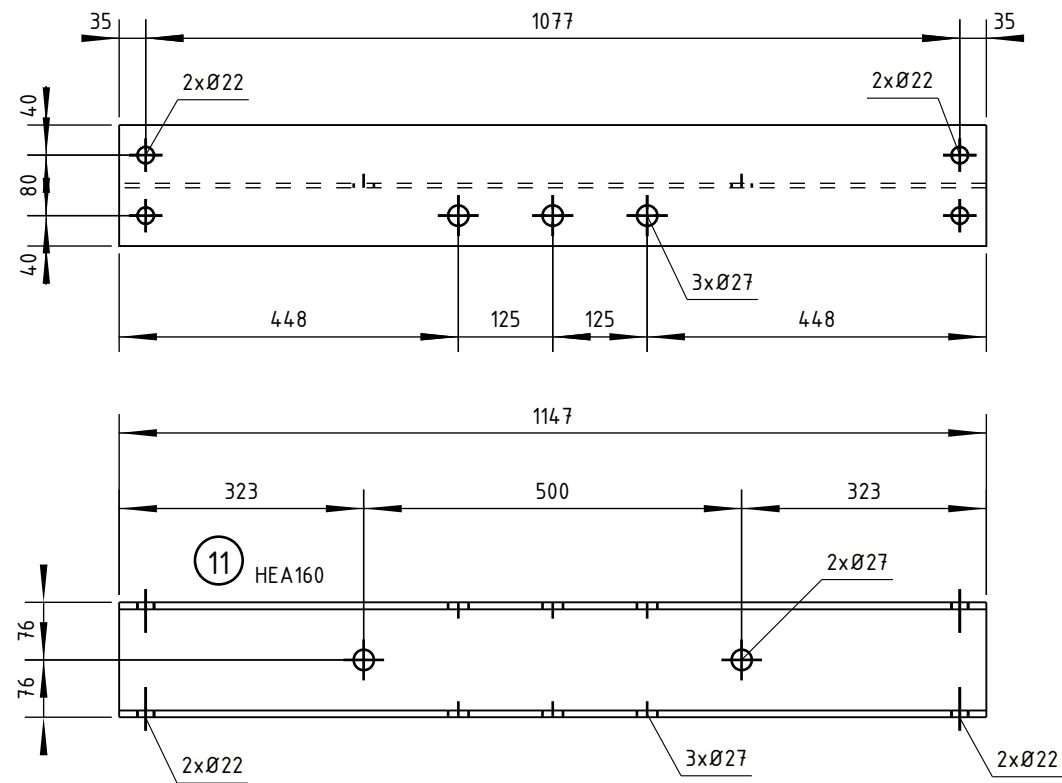
Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:5	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Te vervangen staal - onderdeel [9]			
		Documentnummer:				





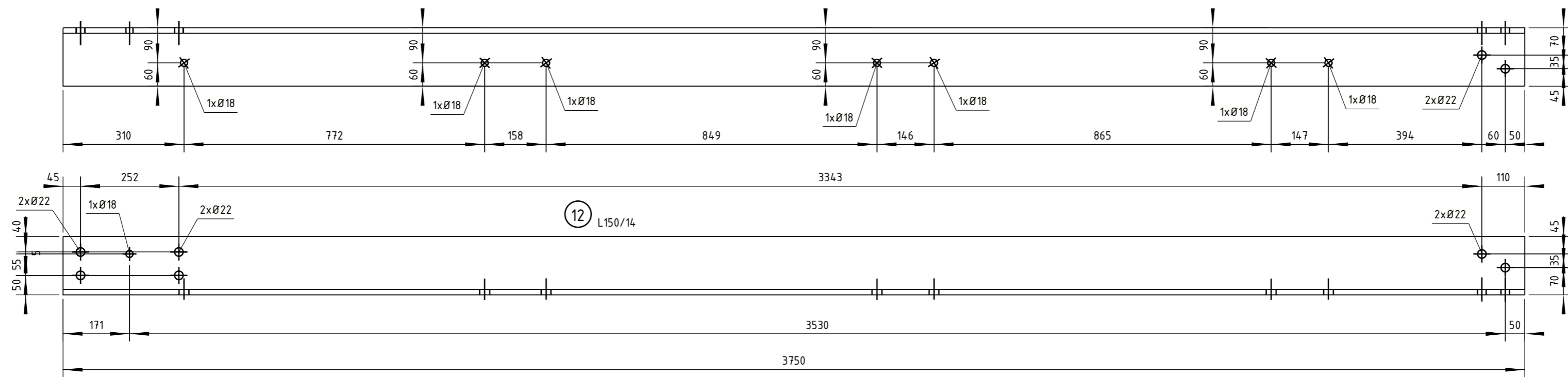
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )
10	L150/14	2	S355J0	3750	2.25

Naam Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle				Tekeningstatus Voorlopig		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	594x420
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
Oud tekeningnummer:		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [10]			
		Documentnummer:				



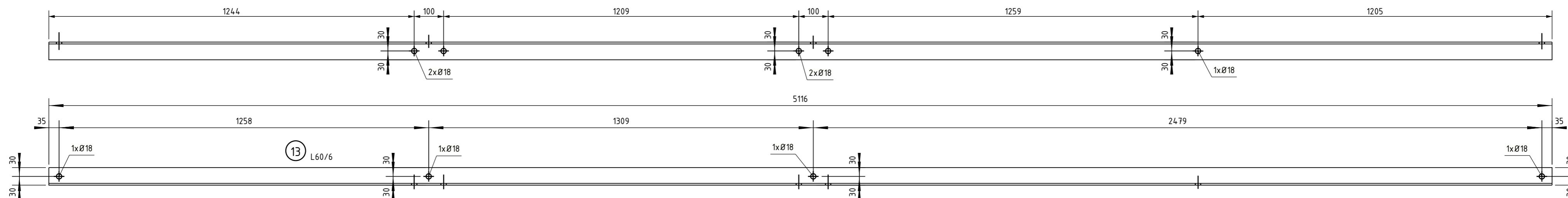
Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )
11	HEA160	2	S355J0	1147	1.04

Naam Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle				Tekeningstatus Voorlopig		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	A3
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
Oud tekeningnummer:		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [11]			
		Documentnummer:				



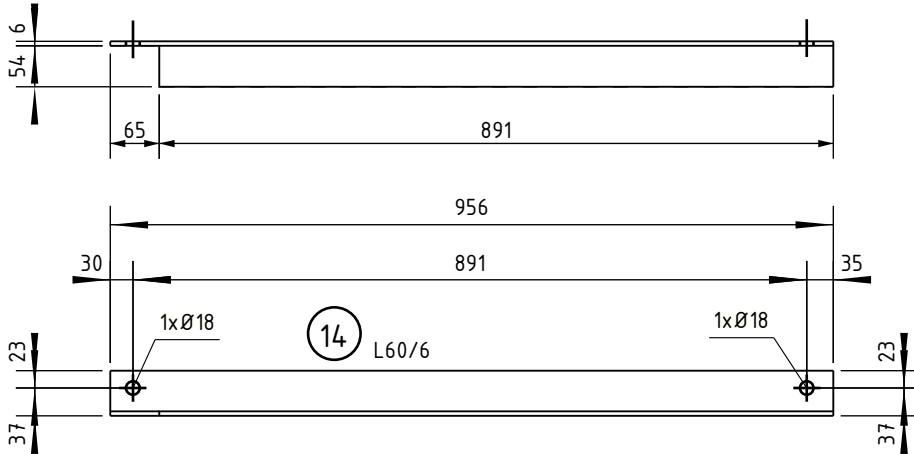
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )
12	L150/14	2	S355J0	3750	2.25

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	594x420
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
Oud tekeningnummer:		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [12]			
		Documentnummer:				



13	L60/6	2	S355J0	5116	1.23
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

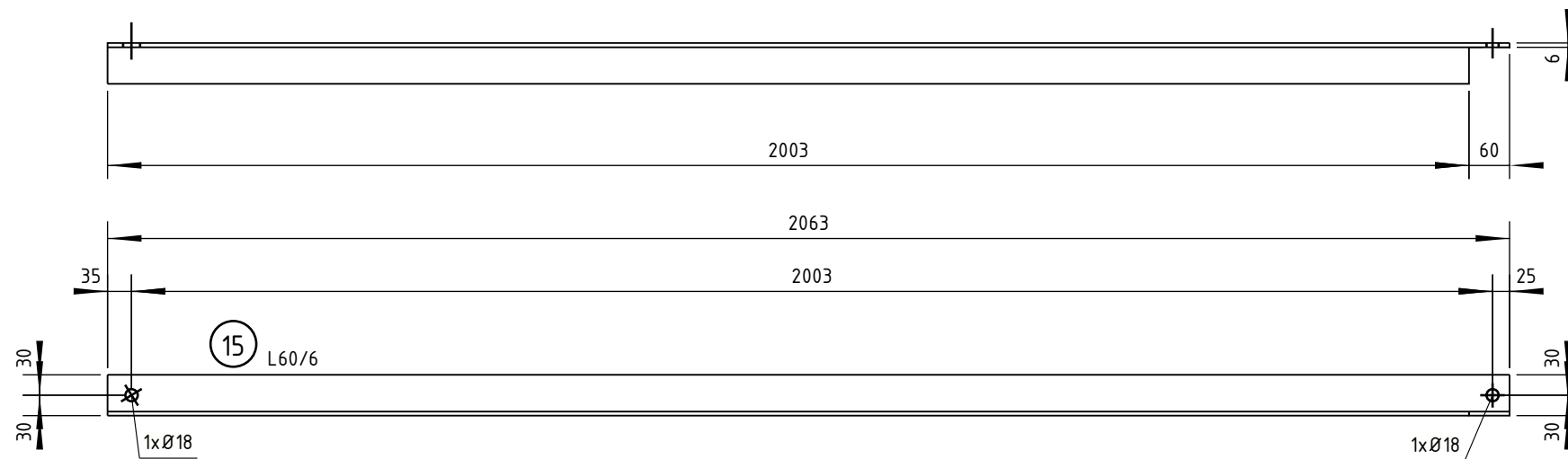
Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	594x420
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
Oud tekeningnummer:		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [13]			
		Documentnummer:				



14	L60/6	2	S355J0	956	0.23
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [14]			
		Documentnummer:				

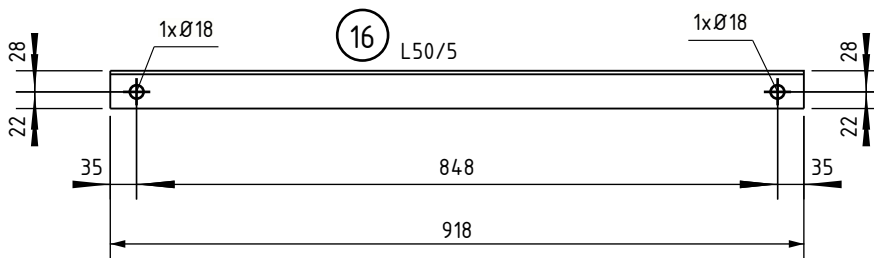




Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )
15	L60/6	2	S355J0	2063	0.50

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	A3
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
Oud tekeningnummer:		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [15]			
		Documentnummer:				

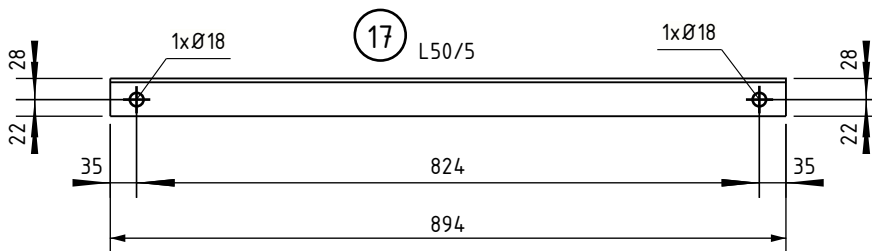




16	L50/5	2	S355J0	918	0.18
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [16]			
		Documentnummer:				

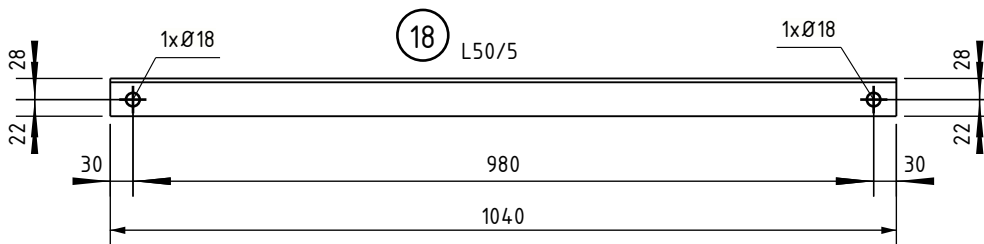




17	L50/5	2	S355J0	894	0.18
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [17]			
		Documentnummer:				

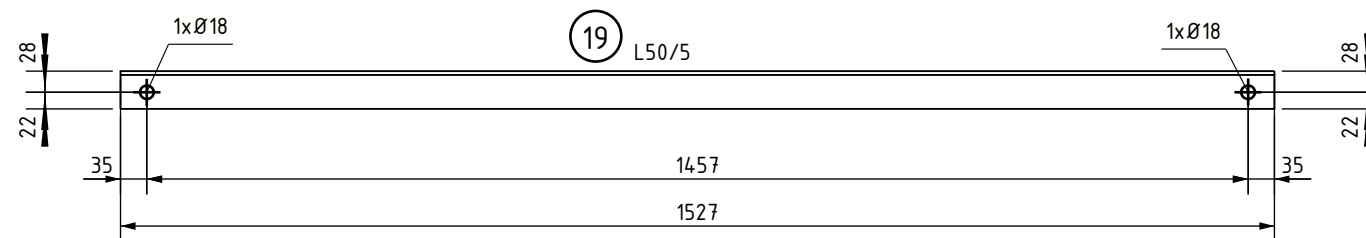




18	L50/5	2	S355J0	1040	0.21
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

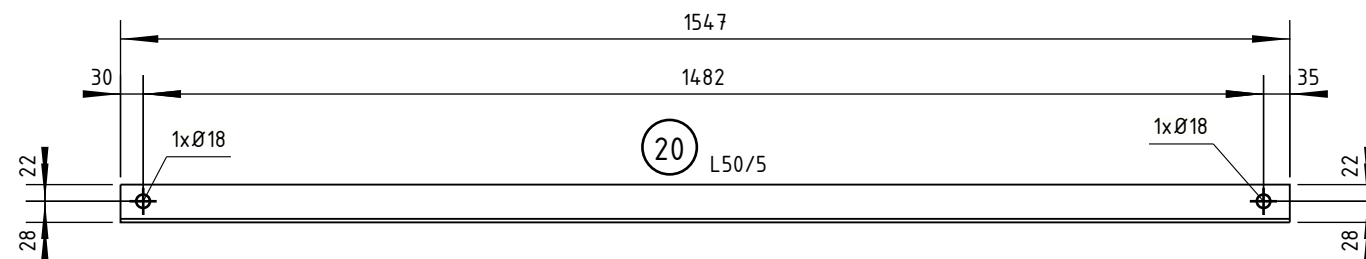
Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [18]			
		Documentnummer:				





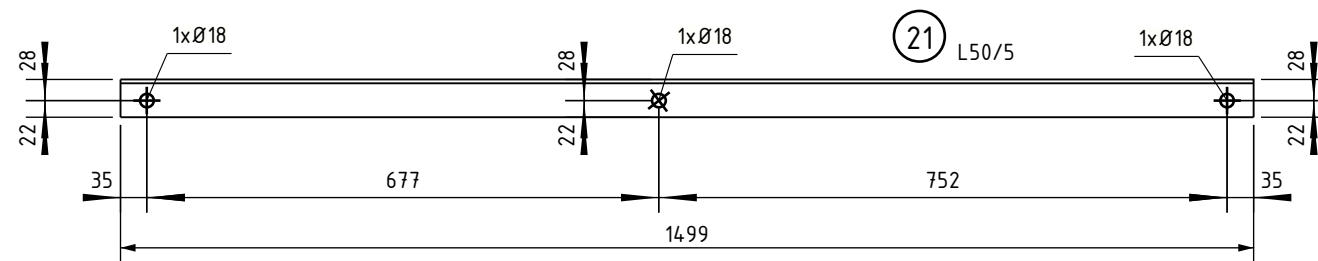
19	L50/5	2	S355J0	1527	0.31
Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle				Tekeningstatus Voorlopig		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	A3
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
Oud tekeningnummer:		Omschrijving: Nieuw staal - onderdeel [19]				
		Documentnummer:				



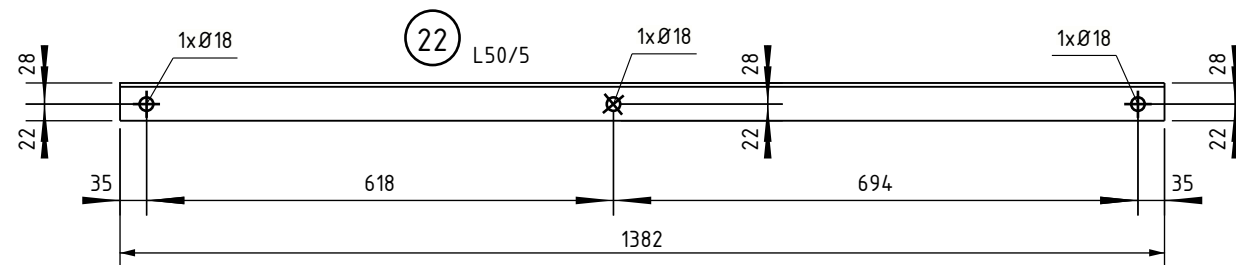
20	L50/5	2	S355J0	1547	0.31
Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	A3
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
Oud tekeningnummer:		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [20]			
		Documentnummer:				



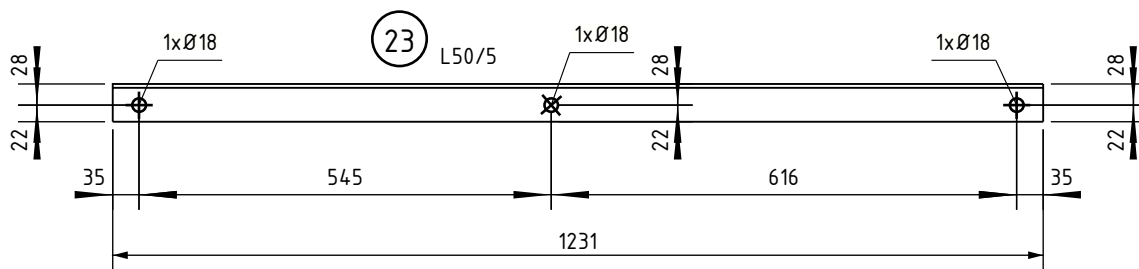
21	L50/5	4	S355J0	1499	0.30
Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle				Tekeningstatus Voorlopig		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	A3
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
Oud tekeningnummer:						
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [21]			
		Documentnummer:				



22	L50/5	4	S355J0	1382	0.28
Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle				Tekeningstatus Voorlopig		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	A3
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
Oud tekeningnummer:						
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [22]			
		Documentnummer:				

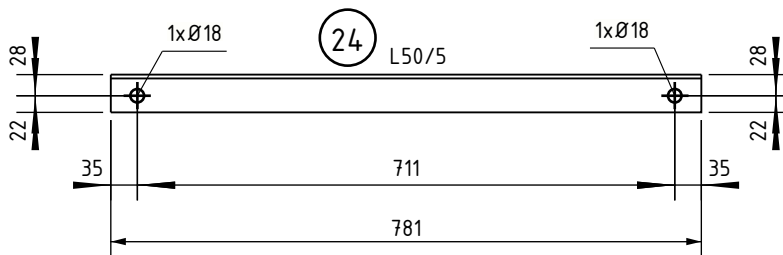


23	L50/5	4	S355J0	1231	0.25
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [23]			
		Documentnummer:				



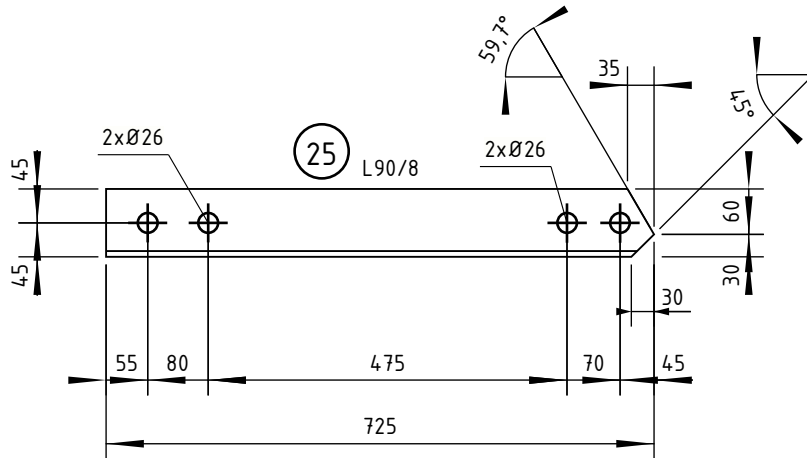




24	L50/5	4	S355J0	781	0.16
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [24]			
		Documentnummer:				

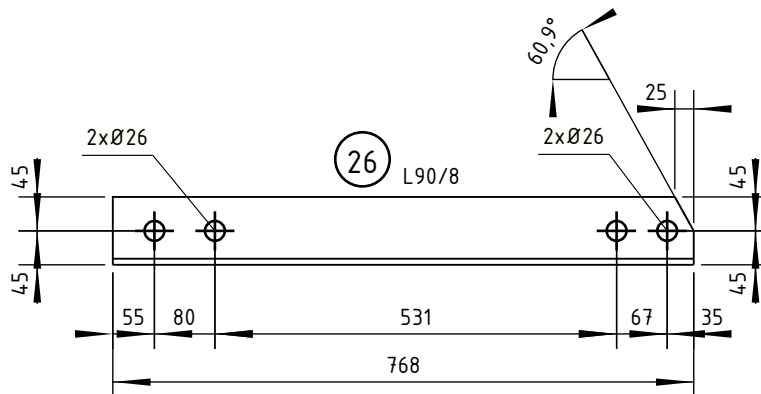




25	L90/8	2	S355J0	725	0.26
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Te vervangen staal - onderdeel [25]			
		Documentnummer:				

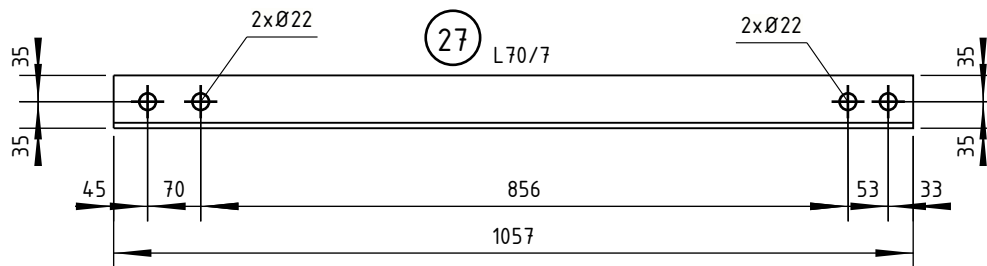




26	L90/8	2	S355J0	768	0.28
Pos	Profil	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Te vervangen staal - onderdeel [26]			
		Documentnummer:				

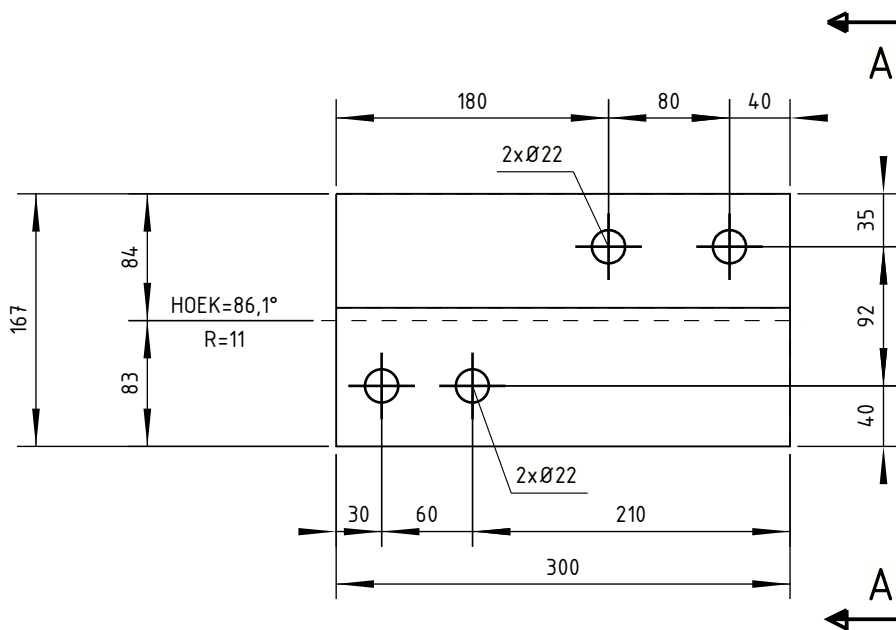




27	L70/7	2	S355J0	1057	0.30
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Te vervangen staal - onderdeel [27]			
		Documentnummer:				



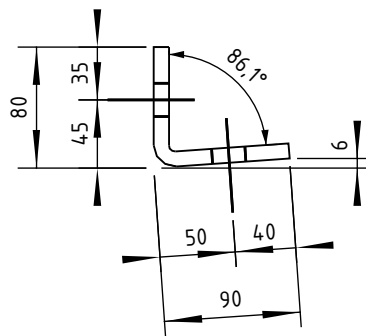
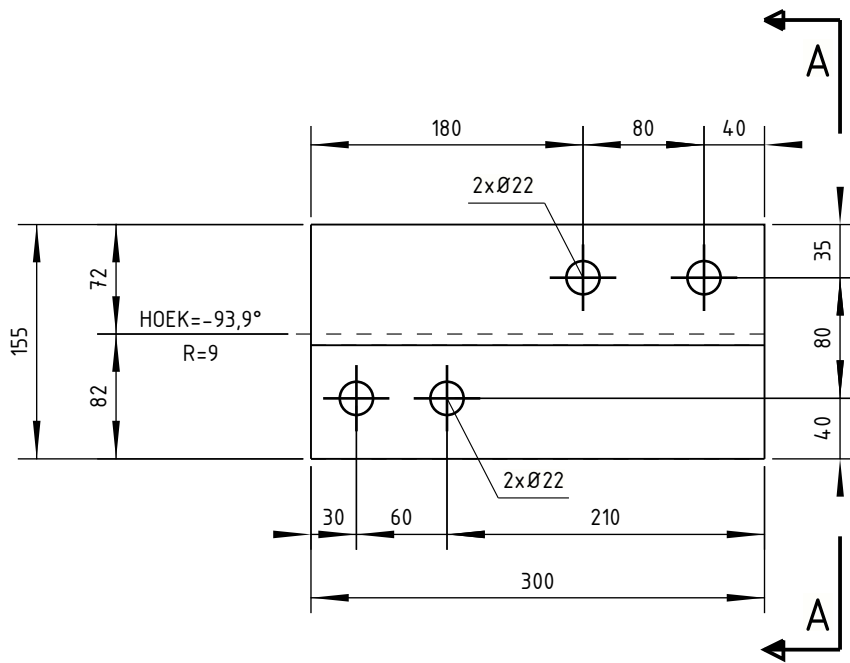


hot bend

A - A  
1:5

28	STRIP10*300	8	S355J0	300	0.11
Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )


Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:5	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [28]			
		Documentnummer:				

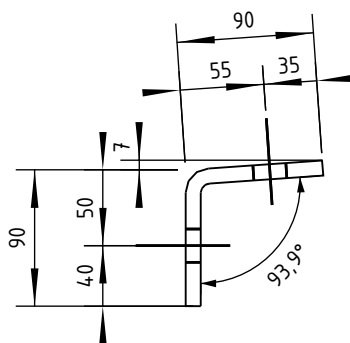
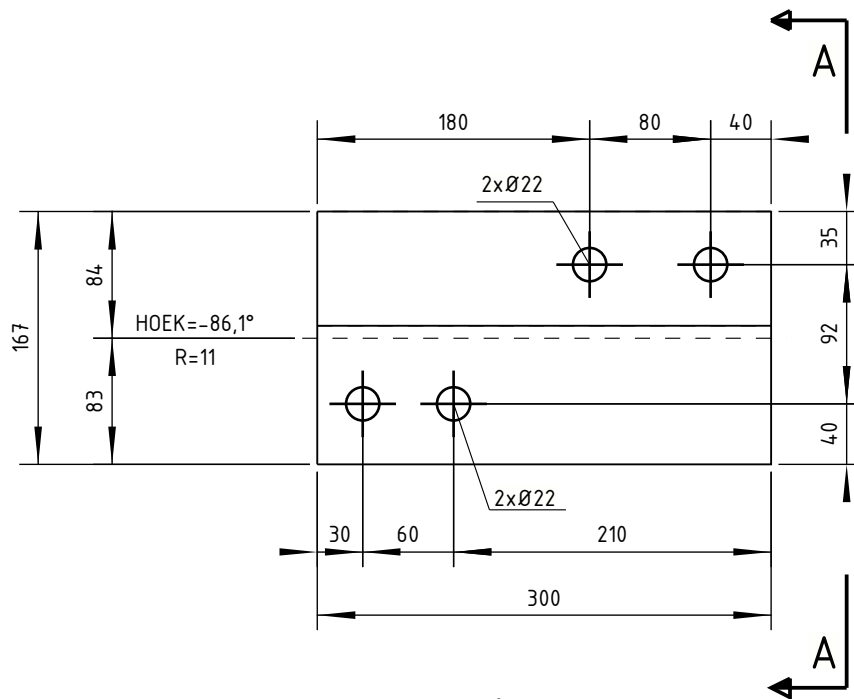


hot bend

A - A  
1:5

29	STRIP10*300	8	S355J0	300	0.10
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )


Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:5	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [29]			
		Documentnummer:				
						

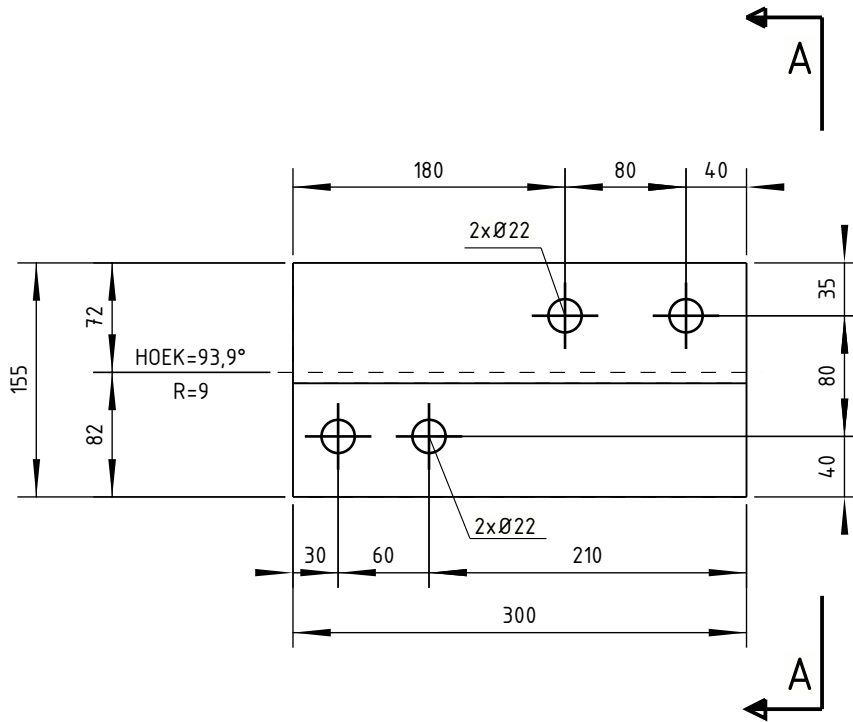


hot bend

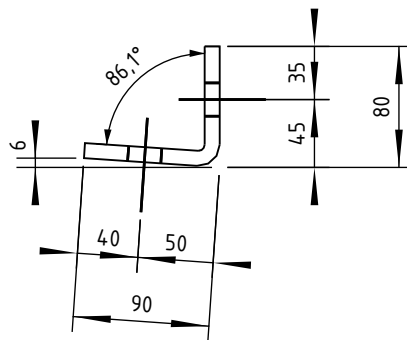
A - A  
1:5

30	STRIP10*300	8	S355J0	300	0.11
Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:5	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [30]			
		Documentnummer:				
						



hot bend



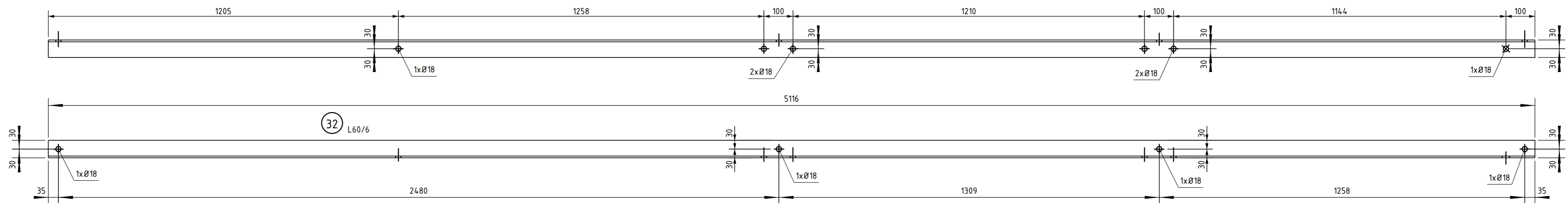
A - A  
1:5

31	STRIP10*300	8	S355J0	300	0.10
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:5	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [31]			
		Documentnummer:				

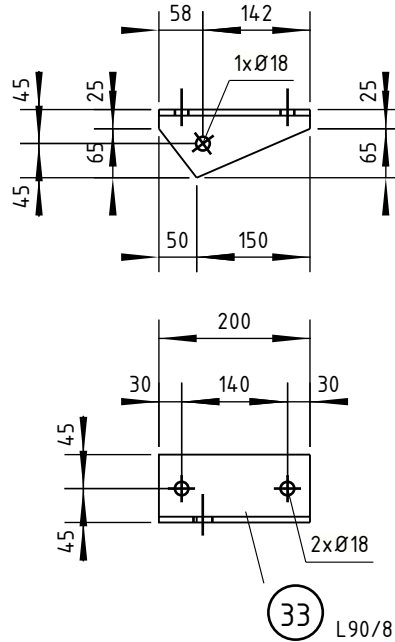






32	L60/6	2	S355J0	5116	1.23
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

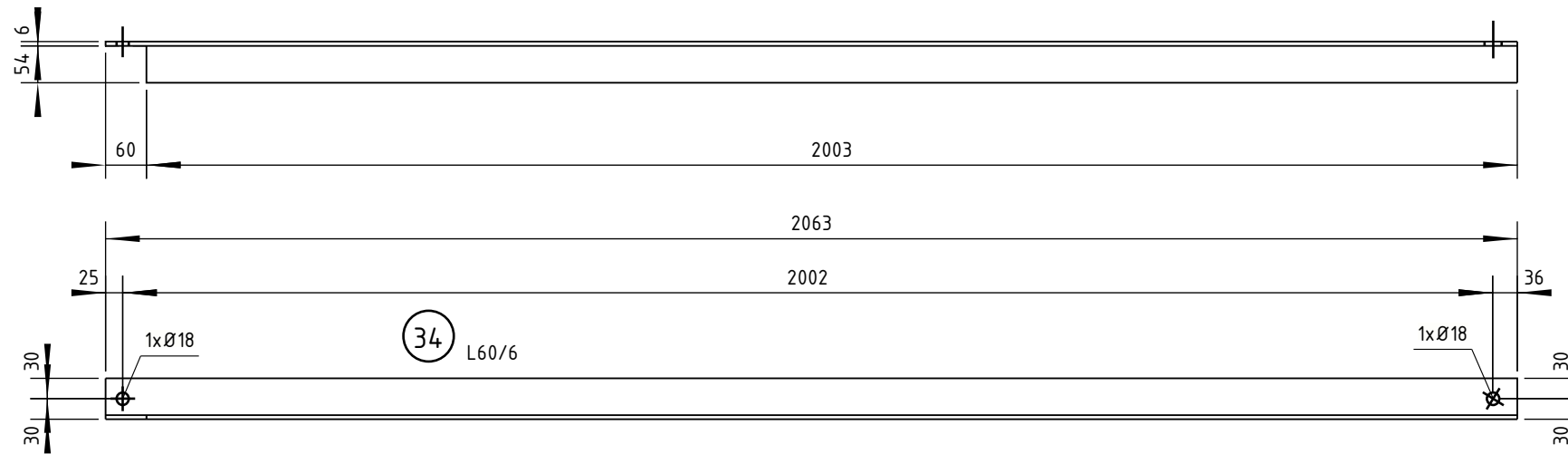
Naam Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle				Tekeningstatus Voorlopig		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	594x420
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
Oud tekeningnummer:		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [32]			
		Documentnummer:				



33	L90/8	2	S355J0	200	0.07
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

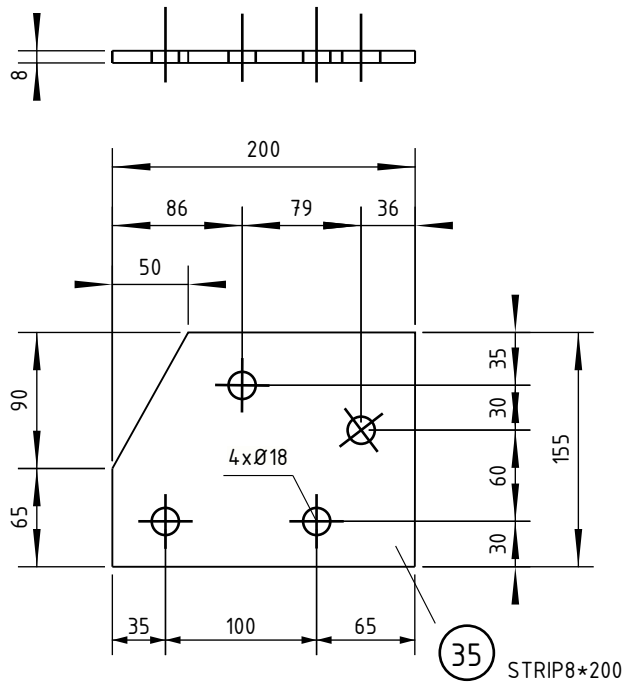
Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [33]			
		Documentnummer:				





34	L60/6	2	S355J0	2063	0.50
Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

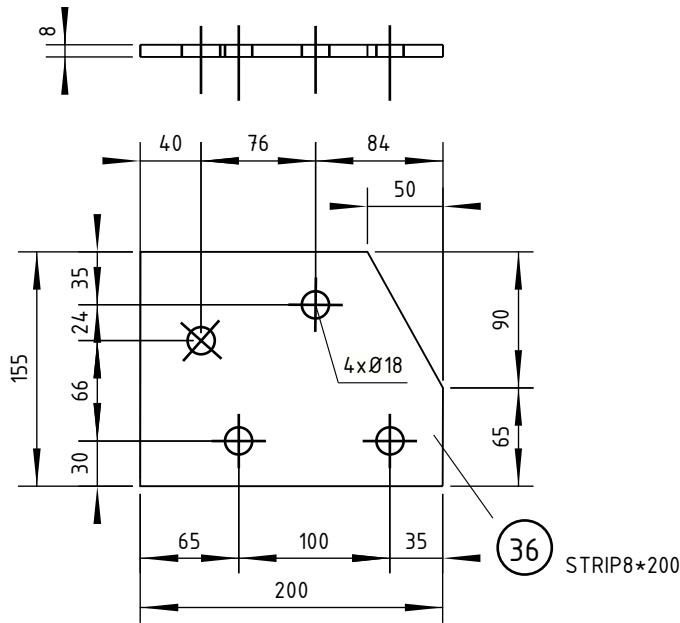
Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	A3
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
Oud tekeningnummer:						
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [34]			
		Documentnummer:				



35	STRIP8*200	2	S355J0	155	0.06
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:5	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [35]			
		Documentnummer:				

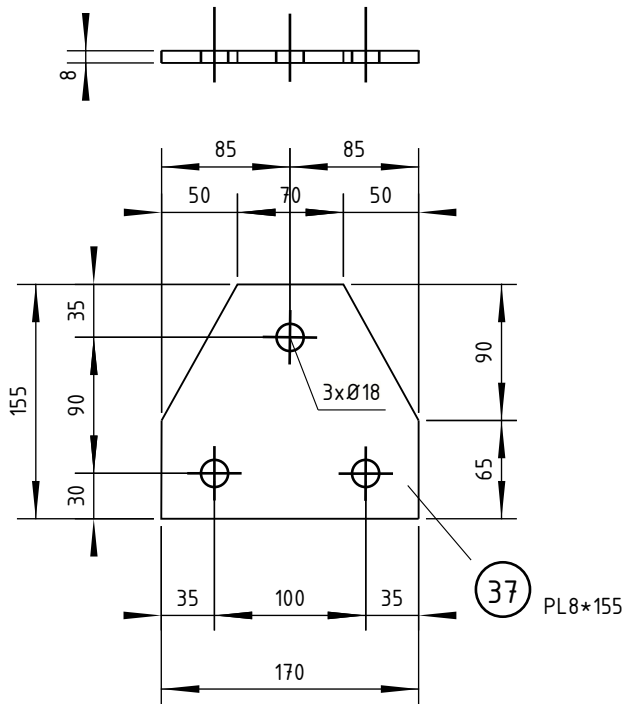




36	STRIP8*200	2	S355J0	155	0.06
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:5	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [36]			
		Documentnummer:				

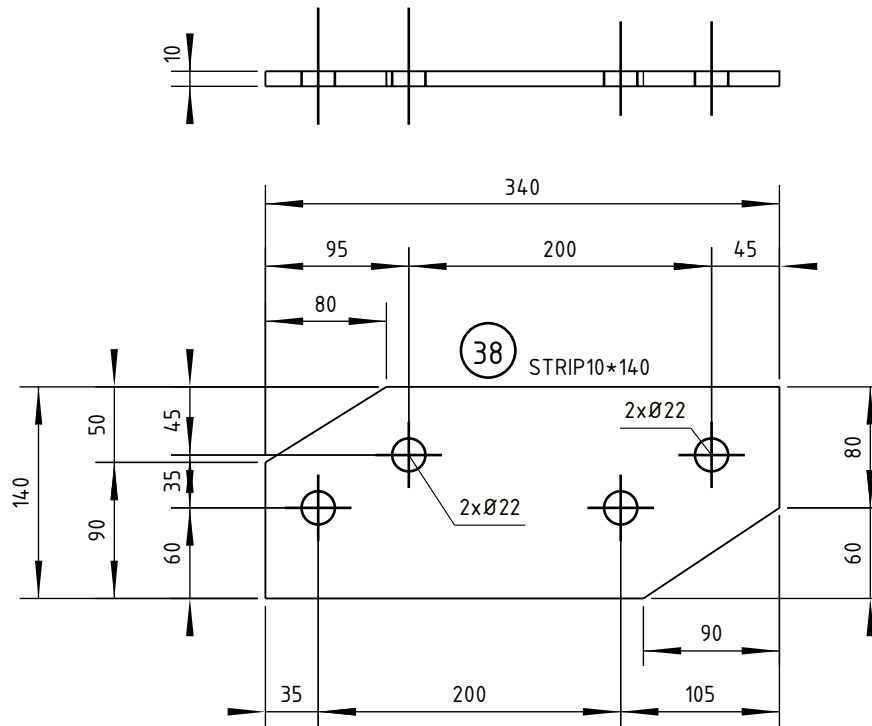




37	PL8*155	2	S355J0	170	0.05
Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:5	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [37]			
		Documentnummer:				

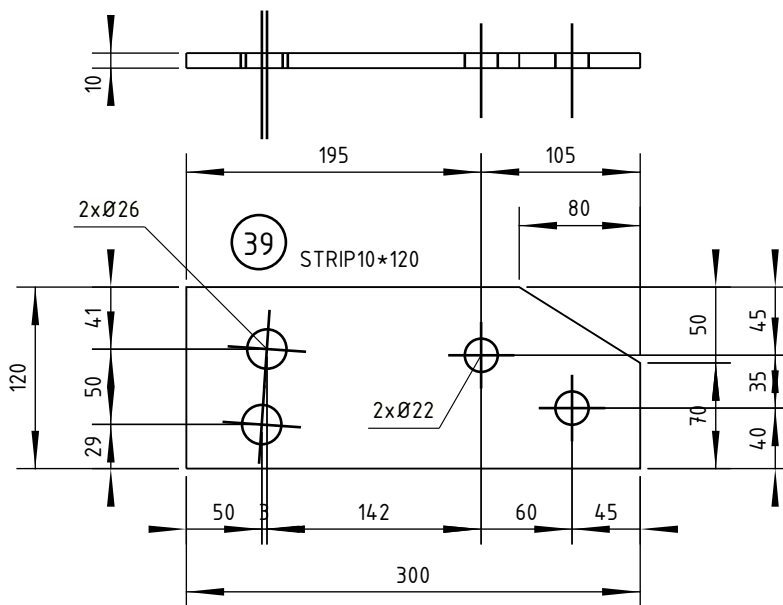




38	STRIP10*140	4	S355J0	340	0.09
Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:5	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [38]			
		Documentnummer:				



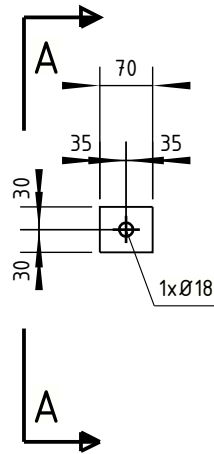
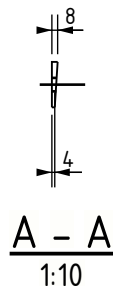


39	STRIP10*120	4	S355J0	300	0.08
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:5	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [39]			
		Documentnummer:				



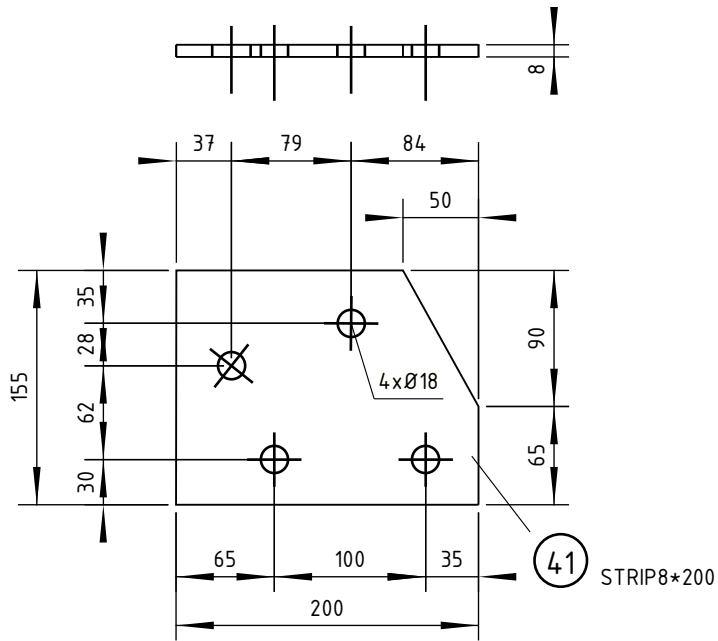




40	PL8/4*60	8	S355J0	70	0.00
Pos	Profil	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [40]			
		Documentnummer:				

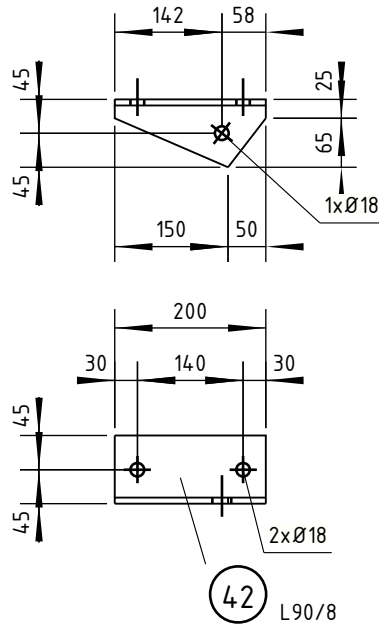




41	STRIP8*200	2	S355J0	155	0.06
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:5	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [41]			
		Documentnummer:				

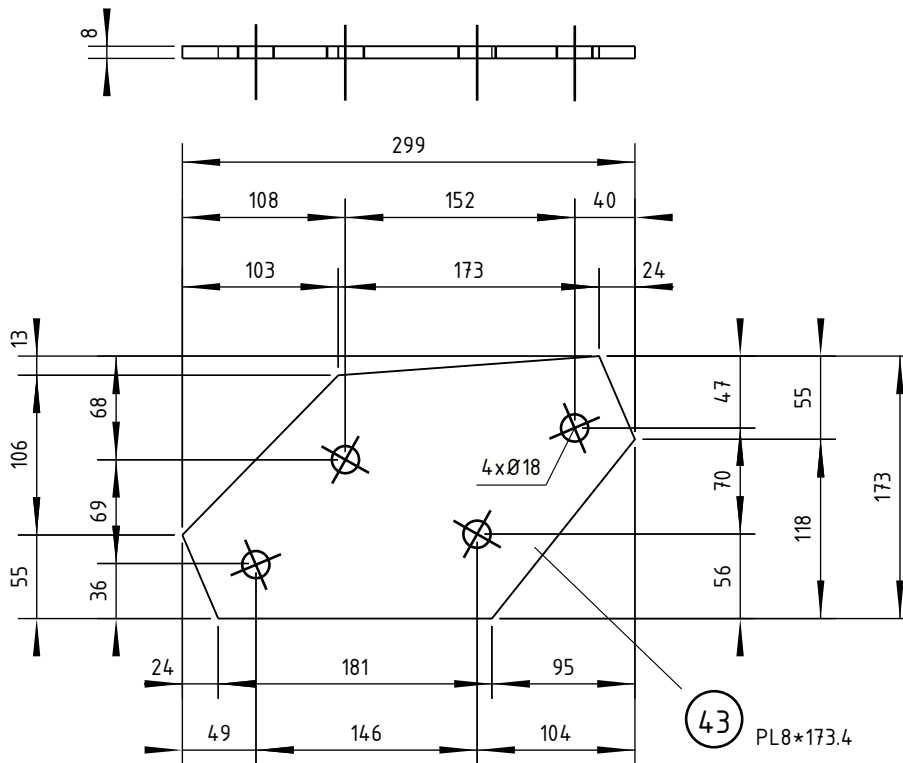




42	L90/8	2	S355J0	200	0.07
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [42]			
		Documentnummer:				

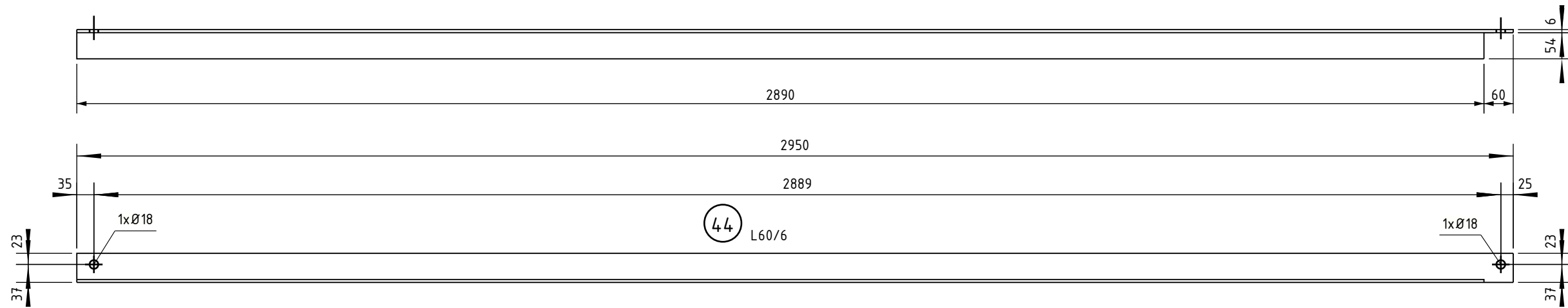




43	PL8*173.4	4	S355J0	299	0.08
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

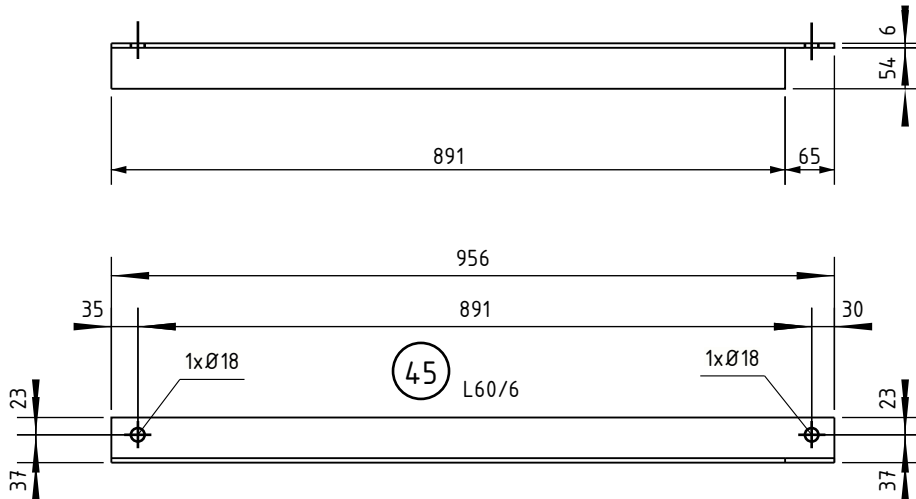
Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:5	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [43]			
		Documentnummer:				





44	L60/6	2	S355J0	2950	0.71
Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

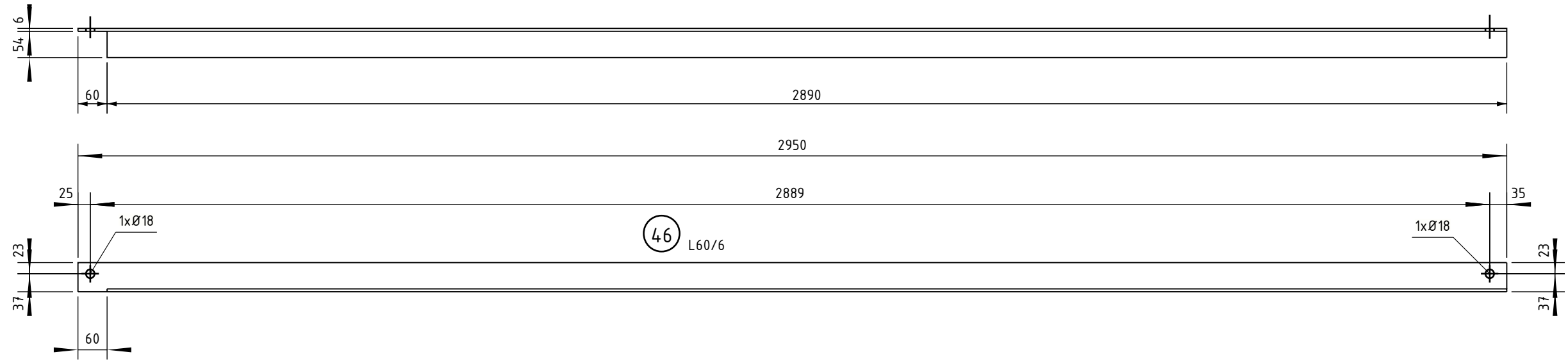
Naam Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle				Tekeningstatus Voorlopig		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	A3
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
Oud tekeningnummer:		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [44]			
		Documentnummer:				



45	L60/6	2	S355J0	956	0.23
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

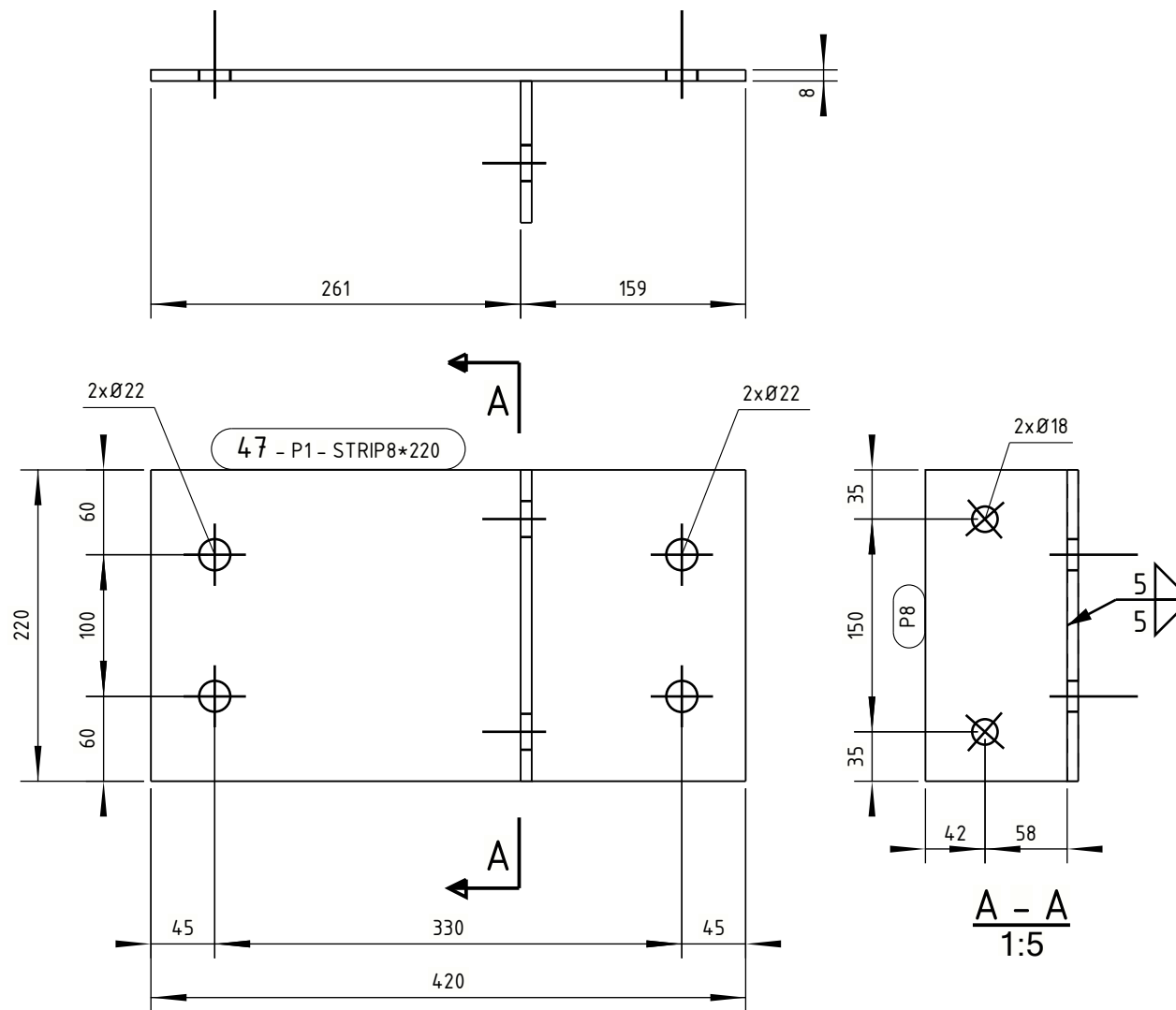
Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [45]			
		Documentnummer:				





46	L60/6	2	S355J0	2950	0.71
Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	A3
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
Oud tekeningnummer:		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [46]			
		Documentnummer:				

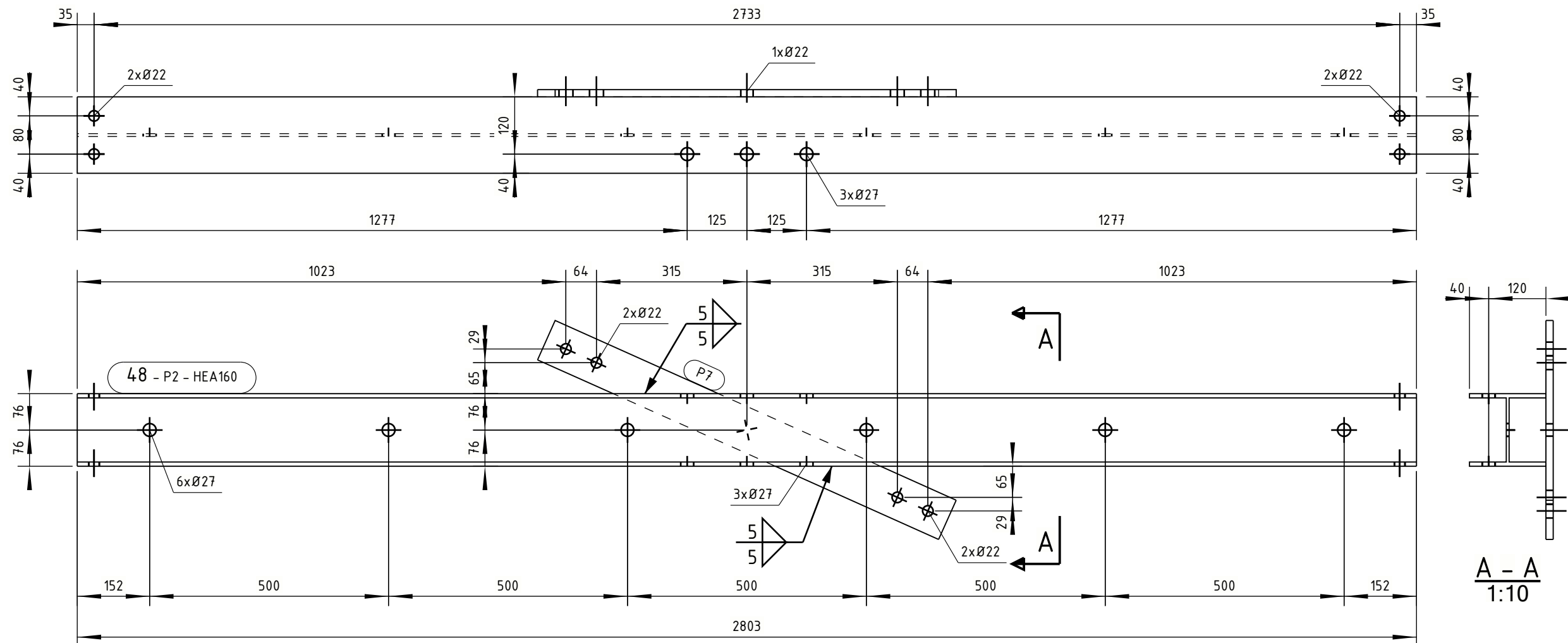


ASSEMBLY						
Mark: 47						
length (mm): 420						
Number: 2						
Pos	Profile	Grade	Number	Length (mm)	Weight (kg)	Area (m <sup>2</sup> )
P1	STRIP8*220	S355J0	1	420	5.9	0.20
P8	STRIP8*100	S355J0	1	220	1.4	0.05
Total of one mark					7.3	0.24

Naam Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle					Tekeningstatus Voorlopig	
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:5	A3
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
Oud tekeningnummer:		Omschrijving:	Te vervangen staal - onderdeel [47]			
		Documentnummer:				



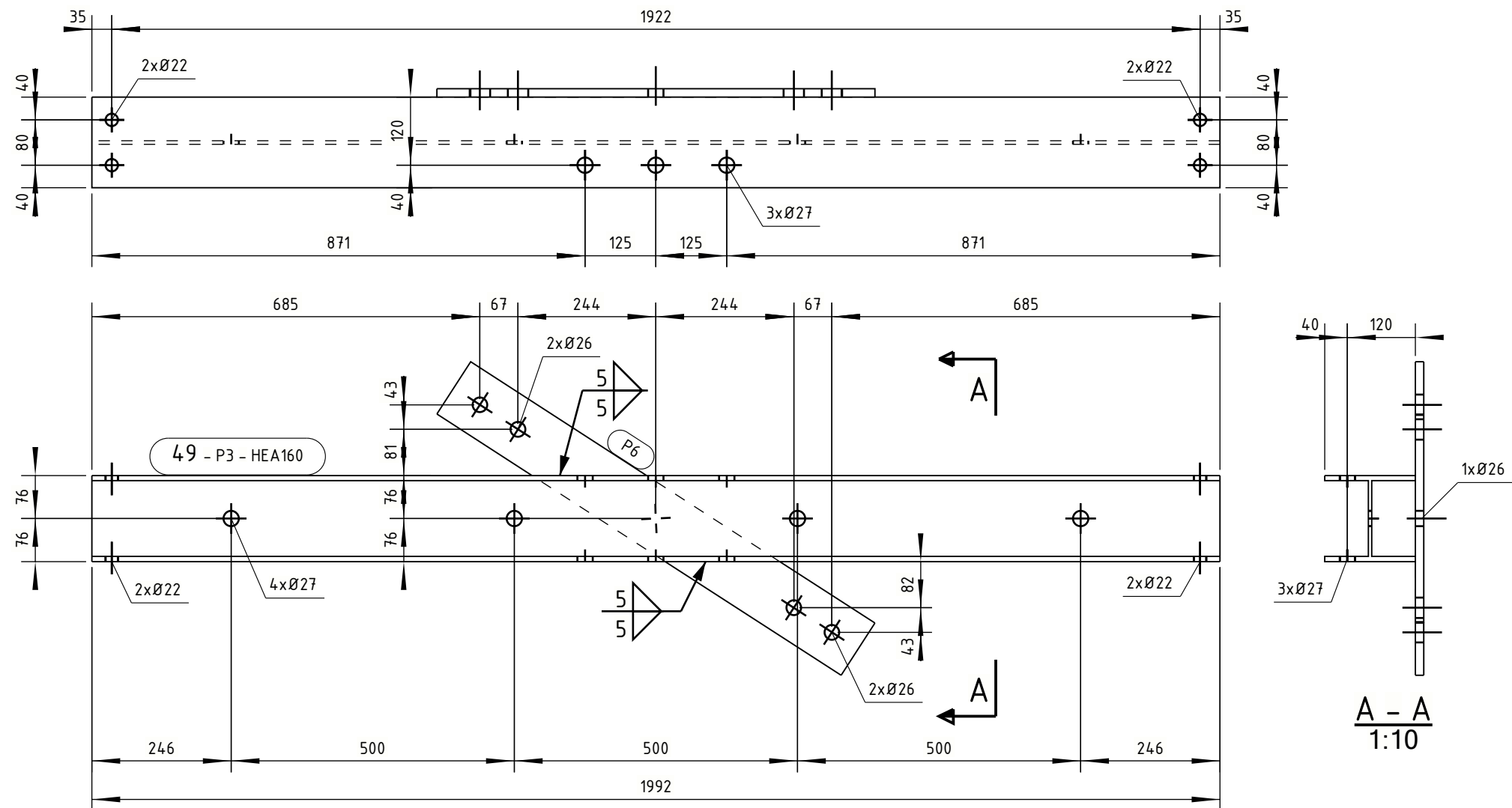




ASSEMBLY						
Mark: 48						
length (mm): 2803						
Number: 2						
Pos	Profile	Grade	Number	Length (mm)	Weight (kg)	Area (m <sup>2</sup> )
P2	HEA160	S355J0	1	2803	86.9	2.54
P7	STRIP15*90	S355J0	1	920	9.9	0.20
Total of one mark					96.9	2.74

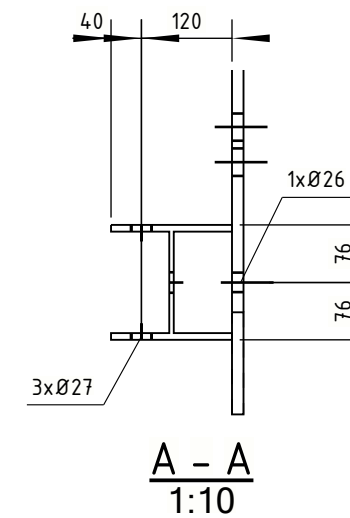
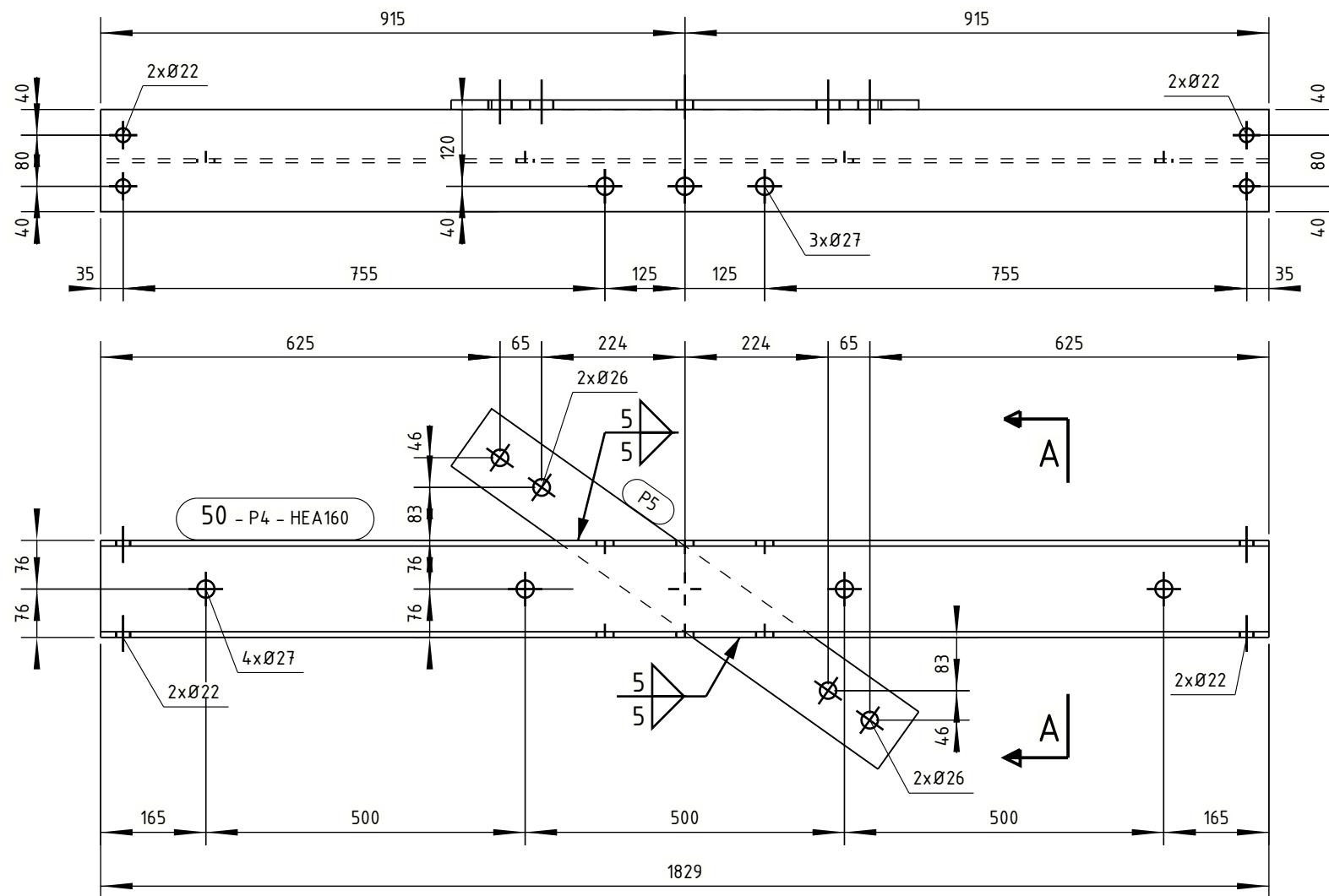
Naam Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle						Tekeningstatus Voorlopig
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	A3
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
Oud tekeningnummer:		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [48]			
		Documentnummer:				





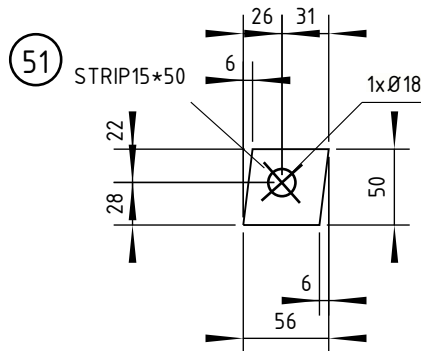
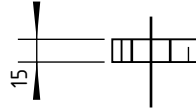
ASSEMBLY						
Mark: 49						
length (mm): 1992						
Number: 2						
Pos	Profile	Grade	Number	Length (mm)	Weight (kg)	Area (m <sup>2</sup> )
P3	HEA160	S355J0	1	1992	61.8	1.80
P6	STRIP15*110	S355J0	1	850	11.2	0.22
Total of one mark					73.0	2.02

Naam Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle				Tekeningstatus Voorlopig		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	A3
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
Oud tekeningnummer:		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [49]			
		Documentnummer:				



ASSEMBLY						
Mark: 50						
			length (mm): 1829	Number: 2		
Pos	Profile	Grade	Number	Length (mm)	Weight (kg)	Area (m <sup>2</sup> )
P4	HEA160	S355J0	1	1829	56.7	1.66
P5	STRIP15*110	S355J0	1	820	10.8	0.21
Total of one mark					67.6	1.87

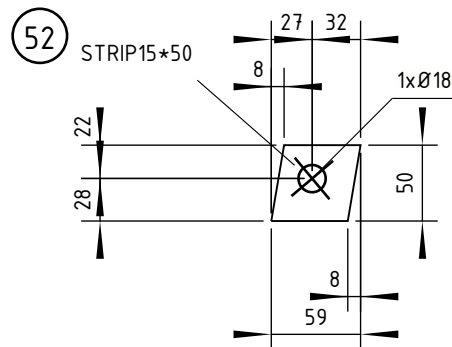
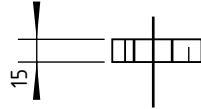
Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>					Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>	
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	A3
Relatie			Thema	Verbinding		
			Categorie	Algemeen		
			Documentcode	Constructietekening		
			Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6		
Oud tekeningnummer:			Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [50]		
			Documentnummer:			



51	STRIP15*50	2	S355J0	56	0.01
Pos	Profil	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:5	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [51]			
		Documentnummer:				

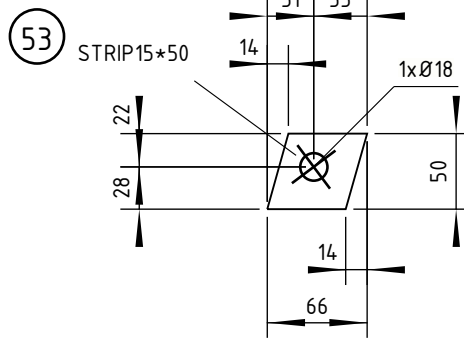
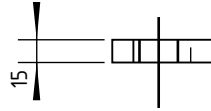




52	STRIP15*50	2	S355J0	59	0.01
Pos	Profil	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:5	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [52]			
		Documentnummer:				

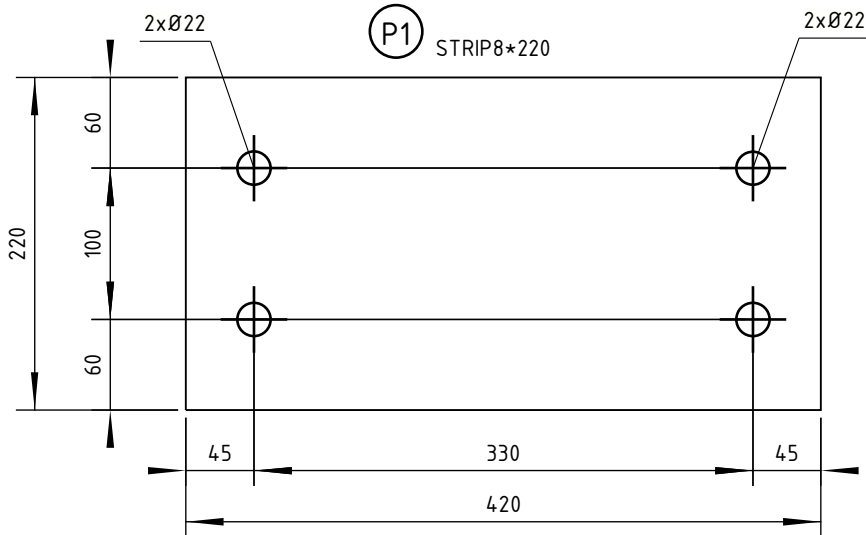
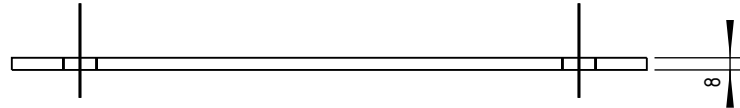




53	STRIP15*50	2	S355J0	66	0.01
Pos	Profil	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:5	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [53]			
		Documentnummer:				

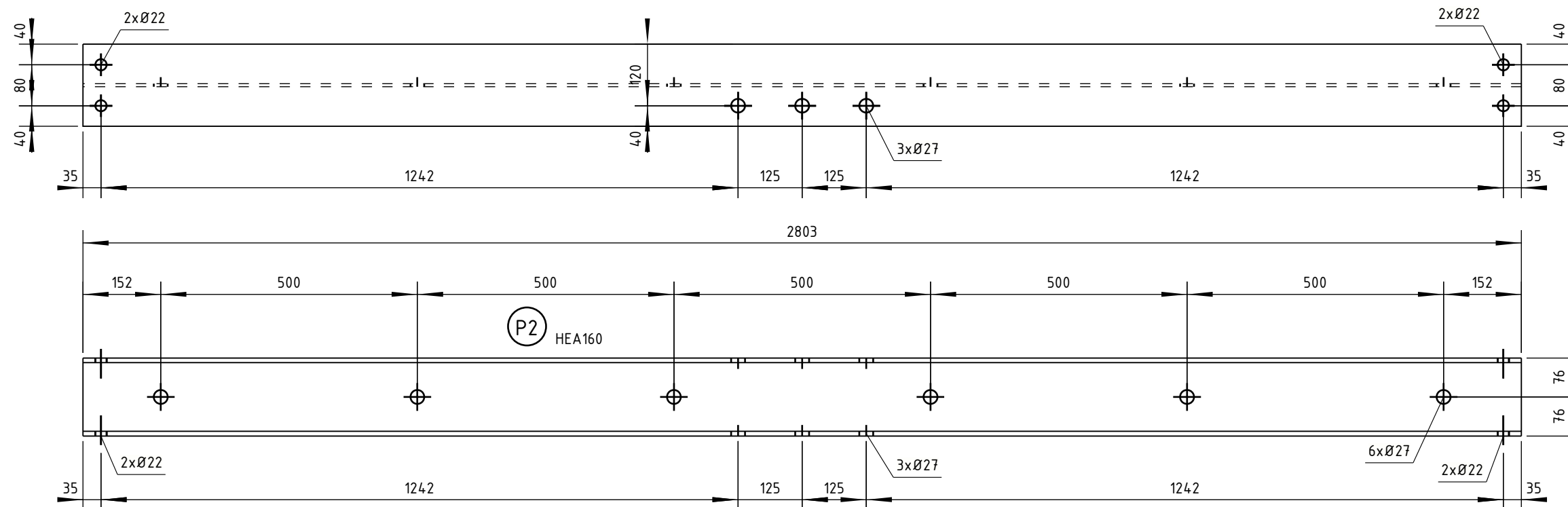




P1	STRIP8*220	2	S355J0	420	0.20
Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:5	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Te vervangen staal - onderdeel [P1]			
		Documentnummer:				

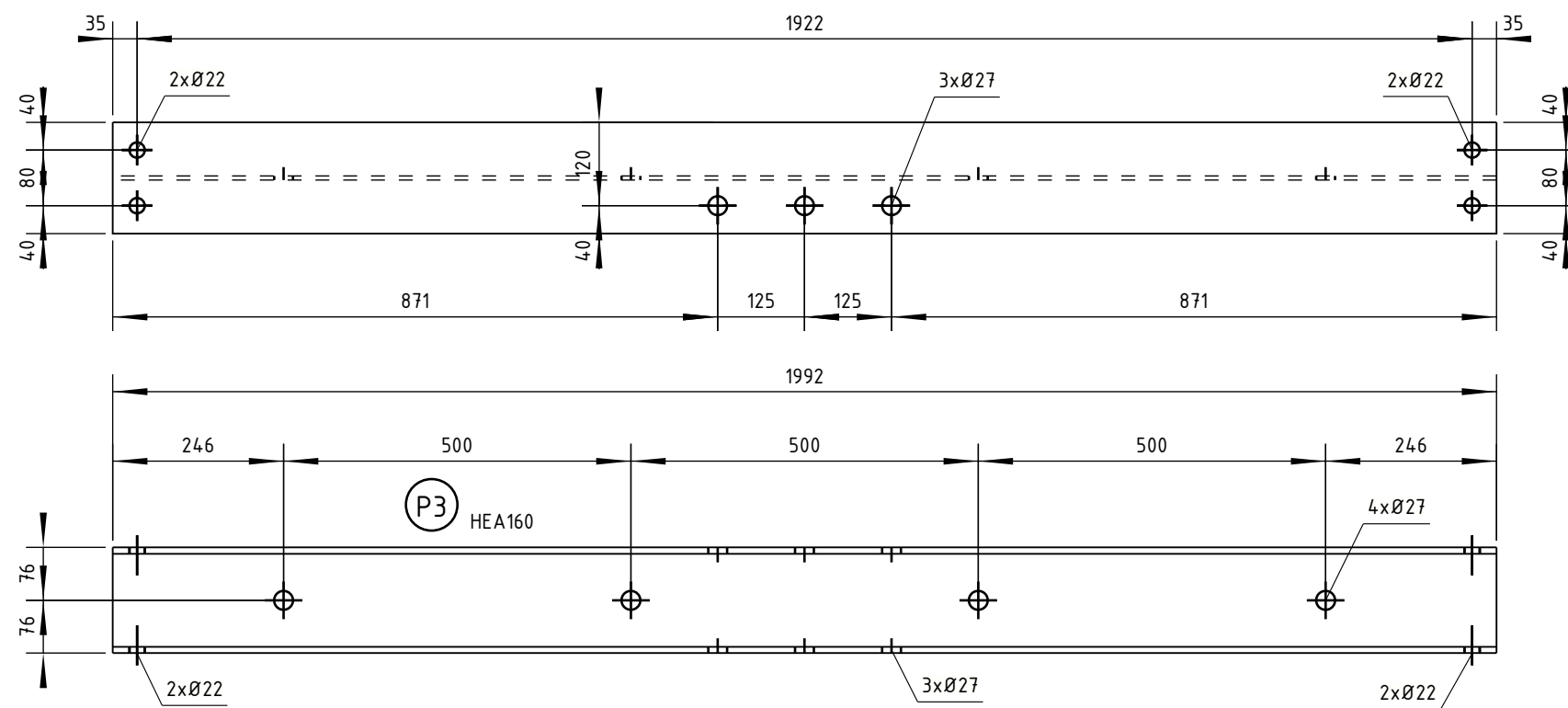




P2	HEA160	2	S355J0	2803	2.54
Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

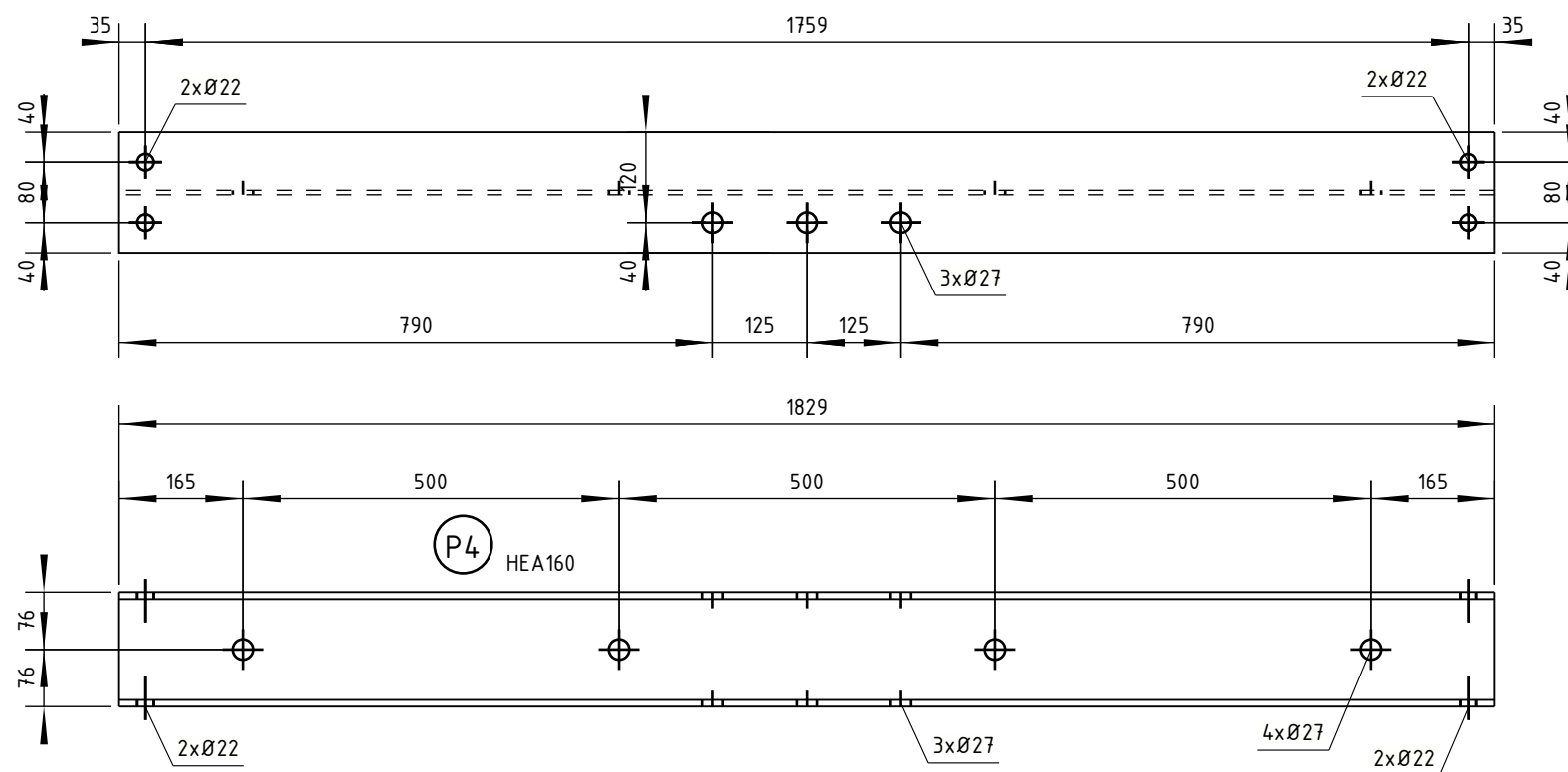
Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	A3
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
Oud tekeningnummer:		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [P2]			
		Documentnummer:				





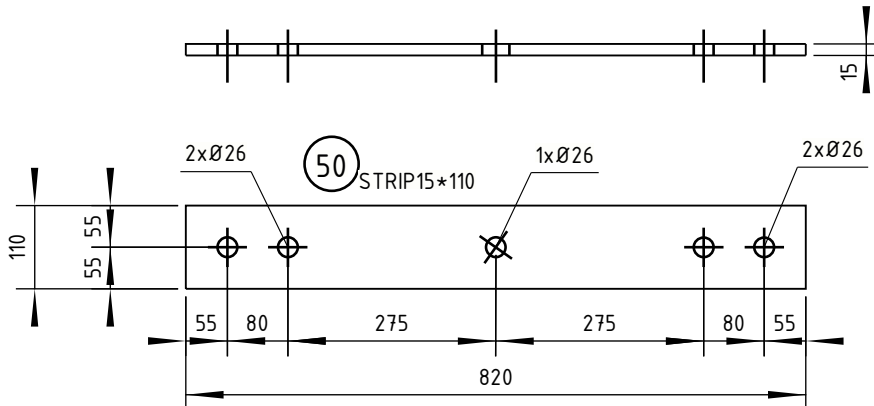
P3	HEA160	2	S355J0	1992	1.80
Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle				Tekeningstatus Voorlopig		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	A3
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
Oud tekeningnummer:		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [P3]			
		Documentnummer:				



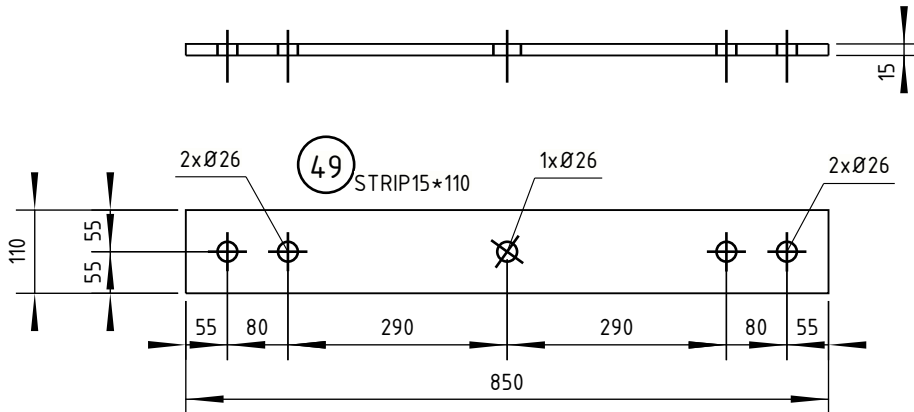
P4	HEA160	2	S355J0	1829	1.66
Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	A3
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
Oud tekeningnummer:		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [P4]			
		Documentnummer:				



P5	STRIP15*110	2	S355J0	820	0.21
Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

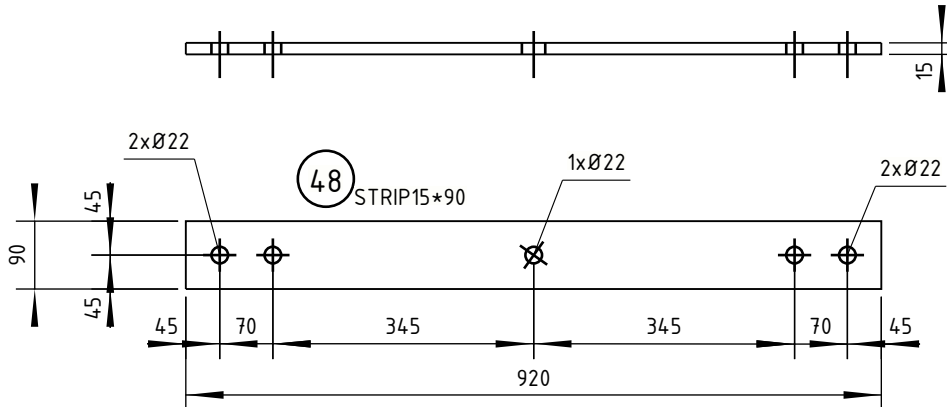
Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [P5]			
		Documentnummer:				



P6	STRIP15*110	2	S355J0	850	0.22
Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [P6]			
		Documentnummer:				

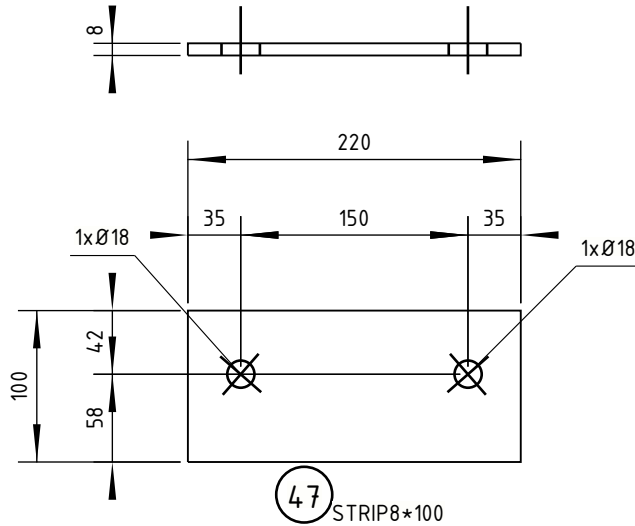




P7	STRIP15*90	2	S355J0	920	0.20
Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [P7]			
		Documentnummer:				





P8	STRIP8*100	2	S355J0	220	0.05
Pos	Profil	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:5	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 HB-3_R_X Mast 6			
		Omschrijving:	Te vervangen staal - onderdeel [P8]			
		Documentnummer:				





Projectnummer Aafjes: **21-187**

Documentnummer: **00974-01-00620**




Projectnummer TenneT: **002.515**

Meridian nummer: **002.515.40 0994414**

Opdrachtgever: **TenneT**

Project: **Opwaardering ENS-ZL380**

Onderdeel: **Masttype HB-3\_R\_X, Mast 6 - Lijsten**

	Naam	Functie	Handtekening	Datum
Opgesteld	Rogier Hol	Tekenaar		18-02-2022
Validatie Aafjes	Niels Verhaar	System Engineer		18-02-2022
Vrijgegeven	Bart Aafjes	Projectleider		18-02-2022

Revisie	Documentstatus	Datum	Reden van uitgifte
0.1	Voorlopig	18-02-2022	1 <sup>e</sup> versie ter review

ENS-ZL380  
 Masttype HB-3\_R\_X  
 t.b.v. mast 6

Datum: 08.02.2022

Naam	Type	Kwal.	Aantal
BOUT-M16*35	4017	8.8	38
BOUT-M16*40	4017	8.8	44
BOUT-M16*45	4017	8.8	54
BOUT-M16*50	4014	8.8	12
BOUT-M20*45	4017	8.8	64
BOUT-M20*50	4017	8.8	106
BOUT-M20*65	4014	8.8	8
BOUT-M24*55	4017	8.8	36
BOUT-M24*70	4014	8.8	8
-----			
MOER-M16	4032		148
MOER-M20	4032		178
MOER-M24	4032		44
-----			
RING-M16	7091		148
RING-M20	7091		178
RING-M24	7091		44
=====			



ENS-ZL380  
Masttype HB-3\_R\_X  
t.b.v. mast 6

Datum: 08.02.2022

Profiel	Pos	Kwaliteit	Aantal	Lengte(mm)	Opp.(m2)	Gewicht(kg)
HEA160	11	S355J0	2	1147	1.04	35.6
HEA160	P2	S355J0	2	2803	2.54	86.9
HEA160	P3	S355J0	2	1992	1.80	61.8
HEA160	P4	S355J0	2	1829	1.66	56.7
				15542	14.08	482.0
L50/5	16	S355J0	2	918	0.18	3.5
L50/5	17	S355J0	2	894	0.18	3.4
L50/5	18	S355J0	2	1040	0.21	4.0
L50/5	19	S355J0	2	1527	0.31	5.9
L50/5	20	S355J0	2	1547	0.31	5.9
L50/5	21	S355J0	4	1499	0.30	5.8
L50/5	22	S355J0	4	1382	0.28	5.3
L50/5	23	S355J0	4	1231	0.25	4.7
L50/5	24	S355J0	4	781	0.16	3.0
				31419	6.28	120.7
L60/6	7	S355J0	2	2868	0.69	15.8
L60/6	8	S355J0	2	2868	0.69	15.8
L60/6	13	S355J0	2	5116	1.23	28.3
L60/6	14	S355J0	2	956	0.23	5.3
L60/6	15	S355J0	2	2063	0.50	11.4
L60/6	32	S355J0	2	5116	1.23	28.3
L60/6	34	S355J0	2	2063	0.50	11.4
L60/6	44	S355J0	2	2950	0.71	16.3
L60/6	45	S355J0	2	956	0.23	5.3
L60/6	46	S355J0	2	2950	0.71	16.3
				55812	13.39	308.4
L70/7	2	S355J0	2	1141	0.32	8.6
L70/7	4	S355J0	2	3030	0.85	22.8
L70/7	5	S355J0	4	2893	0.81	21.7
L70/7	6	S355J0	2	3030	0.85	22.8
L70/7	27	S355J0	2	1057	0.30	7.9
				28091	7.87	211.2
L90/8	1	S355J0	2	811	0.29	8.7
L90/8	3	S355J0	2	875	0.31	9.3
L90/8	25	S355J0	2	725	0.26	7.7
L90/8	26	S355J0	2	768	0.28	8.4
L90/8	33	S355J0	2	200	0.07	1.8
L90/8	42	S355J0	2	200	0.07	1.8
				7158	2.58	75.5

MATERIAALLIJST

Pagina: 2

ENS-ZL380  
Masttype HB-3\_R\_X  
t.b.v. mast 6

Datum: 08.02.2022

Profiel	Pos	Kwaliteit	Aantal	Lengte(mm)	Opp.(m2)	Gewicht(kg)
L150/14	10	S355J0	2	3750	2.25	120.1
L150/14	12	S355J0	2	3750	2.25	120.1
				15002	9.00	480.5
PL8*155	37	S355J0	2	170	0.05	1.4
				340	0.10	2.8
PL8*173.4	43	S355J0	4	299	0.08	2.4
				1197	0.32	9.5
PL8/4*60	40	S355J0	8	70	0.00	0.2
				560	0.00	1.6
STRIP8*100	P8	S355J0	2	220	0.05	1.4
				440	0.10	2.8
STRIP8*200	35	S355J0	2	155	0.06	1.8
STRIP8*200	36	S355J0	2	155	0.06	1.8
STRIP8*200	41	S355J0	2	155	0.06	1.8
				930	0.38	11.0
STRIP8*220	P1	S355J0	2	420	0.20	5.9
				840	0.39	11.8
STRIP10*60	9	S355J0	2	89	0.01	0.3
				177	0.02	0.6
STRIP10*120	39	S355J0	4	300	0.08	2.7
				1200	0.30	10.9
STRIP10*140	38	S355J0	4	340	0.09	3.4
				1360	0.38	13.7
STRIP10*300	28	S355J0	8	300	0.11	4.0
STRIP10*300	29	S355J0	8	300	0.10	3.7
STRIP10*300	30	S355J0	8	300	0.11	4.0
STRIP10*300	31	S355J0	8	300	0.10	3.7

MATERIAALLIJST

Pagina: 3

ENS-ZL380  
Masttype HB-3\_R\_X  
t.b.v. mast 6

Datum: 08.02.2022

Profiel	Pos	Kwaliteit	Aantal	Lengte(mm)	Opp.(m2)	Gewicht(kg)
				9600	3.38	123.0
STRIP15*50	51	S355J0	2	56	0.01	0.3
STRIP15*50	52	S355J0	2	59	0.01	0.3
STRIP15*50	53	S355J0	2	66	0.01	0.3
				363	0.05	1.8
STRIP15*90	P7	S355J0	2	920	0.20	9.9
				1840	0.39	19.9
STRIP15*110	P5	S355J0	2	820	0.21	10.8
STRIP15*110	P6	S355J0	2	850	0.22	11.2
				3340	0.85	44.1
Totaal:					59.86	1932.1

ENS-ZL380  
 Masttype HB-3\_R\_X  
 t.b.v. mast 6

Datum: 08.02.2022

Merk	Aantal	Profiel	Lengte	Opp.(m2)	Gewicht (kg)
1	2	L90/8	811	0.29	8.7
2	2	L70/7	1141	0.32	8.6
3	2	L90/8	875	0.31	9.3
4	2	L70/7	3030	0.85	22.8
5	4	L70/7	2893	0.81	21.7
6	2	L70/7	3030	0.85	22.8
7	2	L60/6	2868	0.69	15.8
8	2	L60/6	2868	0.69	15.8
9	2	STRIP10*60	89	0.01	0.3
10	2	L150/14	3750	2.25	120.1
11	2	HEA160	1147	1.04	35.6
12	2	L150/14	3750	2.25	120.1
13	2	L60/6	5116	1.23	28.3
14	2	L60/6	956	0.23	5.3
15	2	L60/6	2063	0.50	11.4
16	2	L50/5	918	0.18	3.5
17	2	L50/5	894	0.18	3.4
18	2	L50/5	1040	0.21	4.0
19	2	L50/5	1527	0.31	5.9
20	2	L50/5	1547	0.31	5.9
21	4	L50/5	1499	0.30	5.8
22	4	L50/5	1382	0.28	5.3
23	4	L50/5	1231	0.25	4.7
24	4	L50/5	781	0.16	3.0
25	2	L90/8	725	0.26	7.7
26	2	L90/8	768	0.28	8.4
27	2	L70/7	1057	0.30	7.9
28	8	STRIP10*300	300	0.11	4.0
29	8	STRIP10*300	300	0.10	3.7
30	8	STRIP10*300	300	0.11	4.0
31	8	STRIP10*300	300	0.10	3.7
32	2	L60/6	5116	1.23	28.3
33	2	L90/8	200	0.07	1.8
34	2	L60/6	2063	0.50	11.4
35	2	STRIP8*200	155	0.06	1.8
36	2	STRIP8*200	155	0.06	1.8
37	2	PL8*155	155	0.05	1.4
38	4	STRIP10*140	340	0.09	3.4
39	4	STRIP10*120	300	0.08	2.7
40	8	PL8/4*60	70	0.00	0.2
41	2	STRIP8*200	155	0.06	1.8
42	2	L90/8	200	0.07	1.8
43	4	PL8*173.4	300	0.08	2.4
44	2	L60/6	2950	0.71	16.3
45	2	L60/6	956	0.23	5.3
46	2	L60/6	2950	0.71	16.3
47	2	STRIP8*220	420	0.24	7.3
48	2	HEA160	2803	2.74	96.9
49	2	HEA160	1992	2.02	73.0

ENS-ZL380  
Masttype HB-3\_R\_X  
t.b.v. mast 6

Datum: 08.02.2022

-----

Merk	Aantal	Profiel	Lengte	Opp.(m2)	Gewicht (kg)
50	2	HEA160	1829	1.87	67.6
51	2	STRIP15*50	56	0.01	0.3
52	2	STRIP15*50	59	0.01	0.3
53	2	STRIP15*50	66	0.01	0.3
Totaal 152 merk(en)				59.86	1932.1

-----

Masttype: Masttype HB-3\_R\_X, Mast 6  
Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle

Tekening omschrijving	Tekeningnummer	Rev.	Datum	Tek.	formaat
Masttype HB-3_R_X, Mast 6 - Overzicht	00974-01-00601	0.1	18.02.2022	A2	594x420
Masttype HB-3_R_X, Mast 6 - Ondertraverse Bovenvlak	00974-01-00602	0.1	18.02.2022	A0	1189x841
Masttype HB-3_R_X, Mast 6 - Bovenraverse Ondervlak	00974-01-00603	0.1	18.02.2022	A0	1189x841
Masttype HB-3_R_X, Mast 6 - Bovenraverse Zijaanzichten	00974-01-00604	0.1	18.02.2022	A0	1189x841
HB-3_R_X, Mast 6 - Onderdeeltekeningen	00974-01-00610	0.1	18.02.2022	A2/A3/A4	

Lijsten	Documentnummer	Datum
bouten-moeren-ringenlijst	00974-01-00620	0.1 08.02.2022
materiaallijst	00974-01-00620	0.1 08.02.2022
merkenlijst	00974-01-00620	0.1 08.02.2022
Documentenlijst	00974-01-00620	0.1 18.02.2022

Detailberekeningen	Documentnummer	Datum
Masttype HB-3_R_X, Mast 6	00974-01-00630	0.1 18.02.2022



“REVIEW AND RE-DESIGN TOWERS BBB380”

## ENS-ZL380 – Tower HB-3\_R\_X Mast 6

TenneT TSO B.V.

### Detail Calculation

Projectnummer Aafjes: **21-187**

Documentnummer: **00974-01-00630**



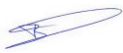
Projectnummer TenneT: **002.515**

Meridian nummer: **002.515.40 0994415**

Opdrachtgever: **TenneT**

Project: **Opwaardering ENS-ZL380**

Onderdeel: **HB-3\_R\_X Mast 6 - Detailberekeningen**

					
1e versie ter review	G. Pieper	R. Hol	B. Aafjes	18-02-2022	0.1
	Author	Checked	Approved	date	revision



## Content

1	Introduction.....	3
2	General Data .....	4
2.1	Principal constructor .....	4
2.2	Principal calculation and related documents .....	4
2.3	Material- and bolt quality .....	4
2.4	Applicable standards .....	4
2.5	Tennet specifications.....	4
3	Calculations .....	5
3.1	Connections.....	5
3.1.1	Overview.....	5
3.1.2	Detail 1.....	6
3.1.3	Loads.....	7
3.1.4	Calculation .....	8
3.1.5	Detail 2.....	16
3.1.6	Loads.....	17
3.1.7	Calculation .....	18
3.1.8	Detail 3.....	20
3.1.9	Loads.....	21
3.1.10	Calculation .....	22
3.1.11	Detail 4.....	30
3.1.12	Loads.....	31
3.1.13	Calculation .....	32
3.1.14	Detail 5.....	40
3.1.15	Loads.....	41
3.1.16	Calculation .....	42
4	Summary U.C. 's.....	49
4.1.1	Connections .....	49
5	Conclusion .....	50
5.1.1	Connections .....	50





## 1 Introduction

This report contains the detail calculations of the reinforcements of towertype HB-3/R windzone II.

It concerns tower number: Tower 6

To increase the future capacity of electricity transmission, it is necessary to upgrade the transmission grid by building new and modifying existing high voltage connections.

It is for this reason the client (OG) intends to upgrade part the existing 380kV grid. This upgrading is part of the program “Beter Benutten Bestaande 380kV” and consists of the following subprojects:

- Upgrading of the 380 kV-connection Lelystad – Ens (LLS-ENS380).
- Upgrading of the 380 kV-connection Diemen – Lelystad (DIM-LLS380).
- Upgrading of the 380 kV-connection Rilland – Zandvliet (RLL-ZVL380).
- Upgrading of the 380 kV-connection Krimpen aan de IJssel – Geertruidenberg (KIJ-GT380).
- Upgrading of the 380 kV-connection Ens – Zwolle (ENS-ZL380).
- Upgrading of the 380 kV-connection Maasbracht – Eindhoven (MBT-EHV380).

DNV GL has calculated the existing tower for the new situation on behalf of Tennet. On the instructions of DNV GL, the reinforcements mainly consist of the exchange of bolts and profiles and the reinforcement of profiles and the application of redundant members.

DNV GL has tested the profiles and bolts. In this report only the detail calculations are made of the specified reinforcements (bolts are specified by DNV GL).



## 2 General Data

### 2.1 Principal constructor

DNV GL - Energy

### 2.2 Principal calculation and related documents

- ENS-ZL380 - Tower HB-3/R and HB-3/R\_X  
Reportnr.: 21-0050 Rev 3  
Date: 2021-12-20
- Uitgangspuntenrapport 380kV verbinding Ens - Zwolle  
Reportnr.: 20-1245 Rev.3  
Date: 2021-06-09

### 2.3 Material- and bolt quality

Materials existing construction

	Signification 1969	Current startingpoint
Steeltype	St.37 St.52	S235JR S355J0
Bolt quality	bolt class 8.8	8.8 rolled thread
Concrete quality	K225	Min. C16/20
Reinforcing steel	Qr24, Qr40	B220, B400

Materials modified construction

Steeltype	S355J0 ( $t \leq 16$ mm ) S355J2 ( $16 < t \leq 40$ mm )
Bolt quality	8.8 rolled thread

### 2.4 Applicable standards

Mainly used:

- NEN-EN 1993-1-8+C2 :2011/NB:2011 nl

Also used:

- NEN-EN 50341-2-15: 2019
- NEN-EN 8700: 2011
- NEN-EN 8701: 2011
- Eurocode reeks

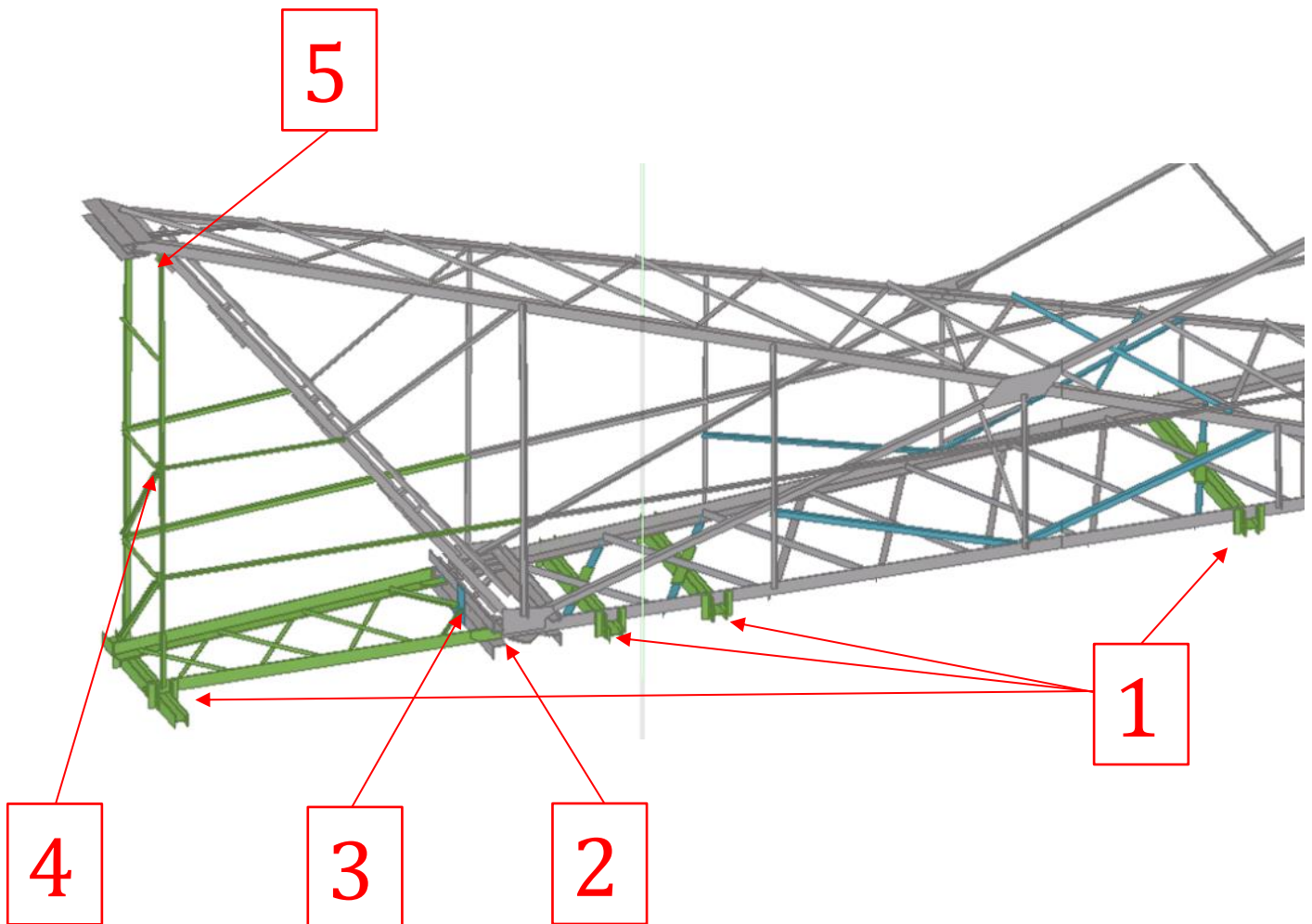
### 2.5 Tennet specifications

- SPE. 05. 346. v 2.0 algemene specificatie stalen masten

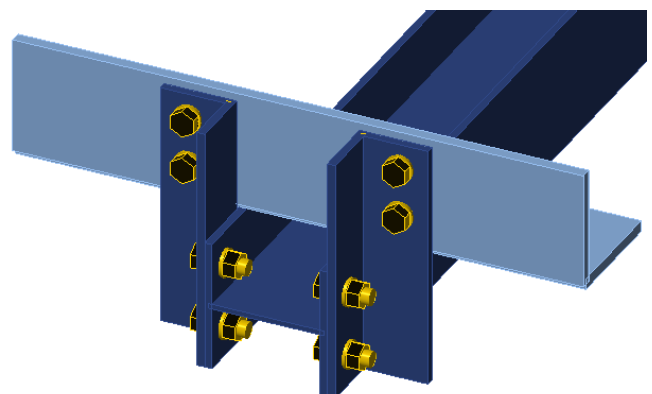
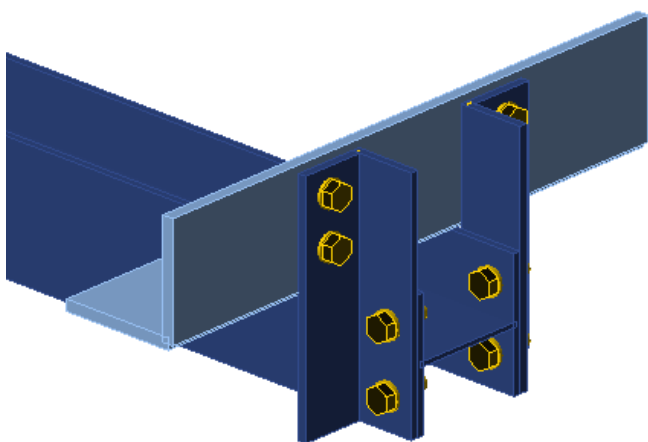
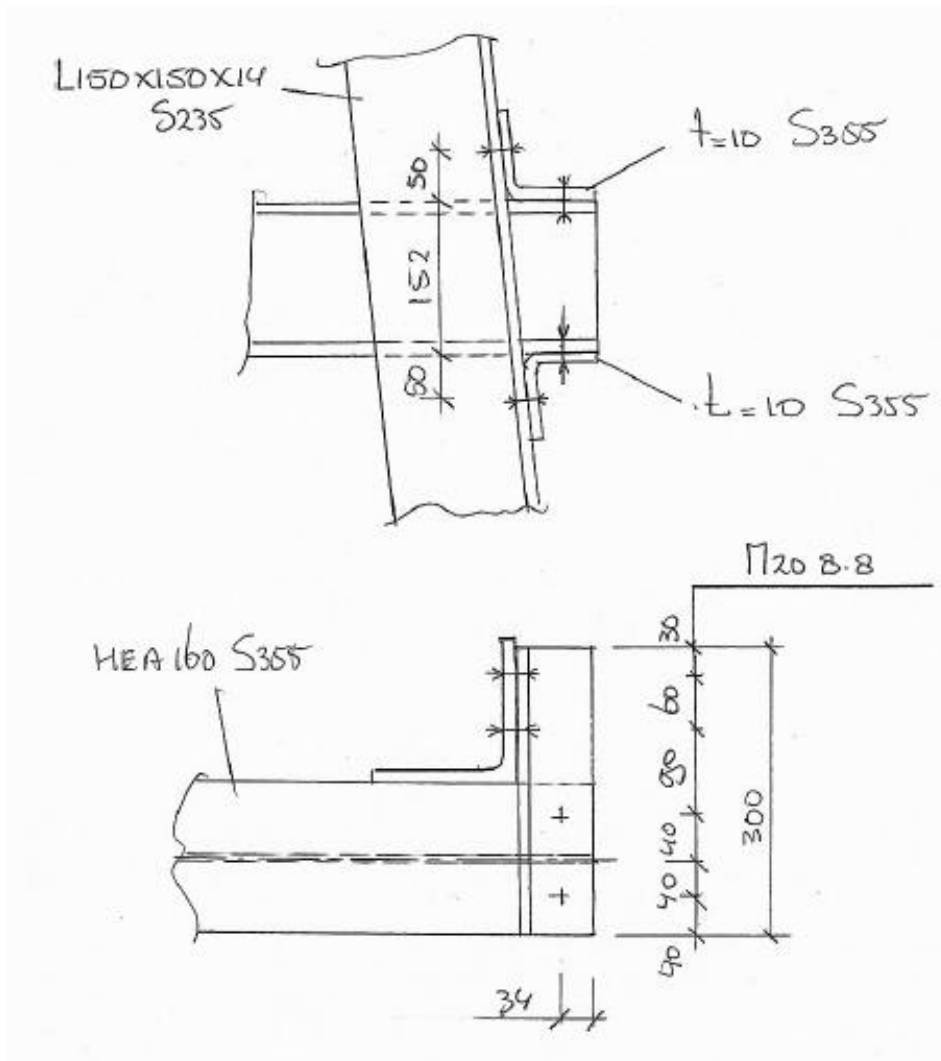
### 3 Calculations

#### 3.1 Connections

##### 3.1.1 Overview



3.1.2 Detail 1



### 3.1.3 Loads

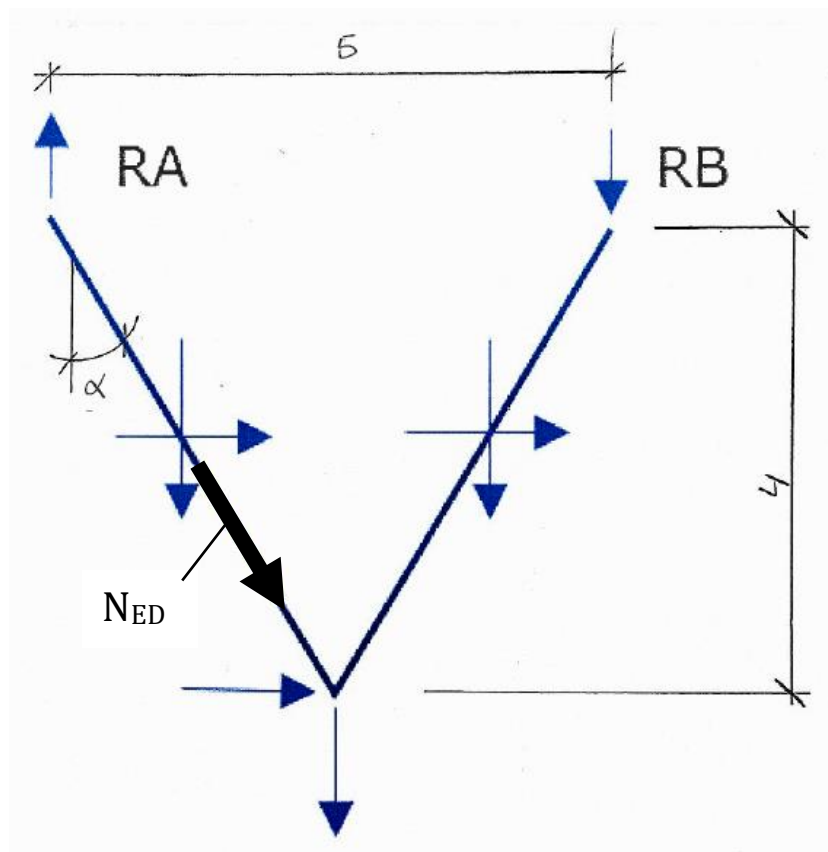
Loads from report:

**ENS-ZL380 – Tower HB-3/R and HB-3/R\_X**

Report nr.: 21-0050 Rev 3

Date: 2021-12-20

Page 82 / 83



$$R_A = 4,2 \text{ kN}$$

$$\alpha = 32^\circ$$

$$N_{ED} = 1,5 \times 4,2 / \cos 32^\circ = 7,5 \text{ kN}$$

$$V_{ED}$$



### 3.1.4 Calculation

#### 3.1.4.1 IDEA calculation

## Project data

Project name	ENS-ZL380 HB-3_R_X mast 6
Project number	21-187
Author	G.P.
Description	Detail 1
Date	1/26/2022
Design code	EN

## Material

Steel	S 355, S 235
-------	--------------

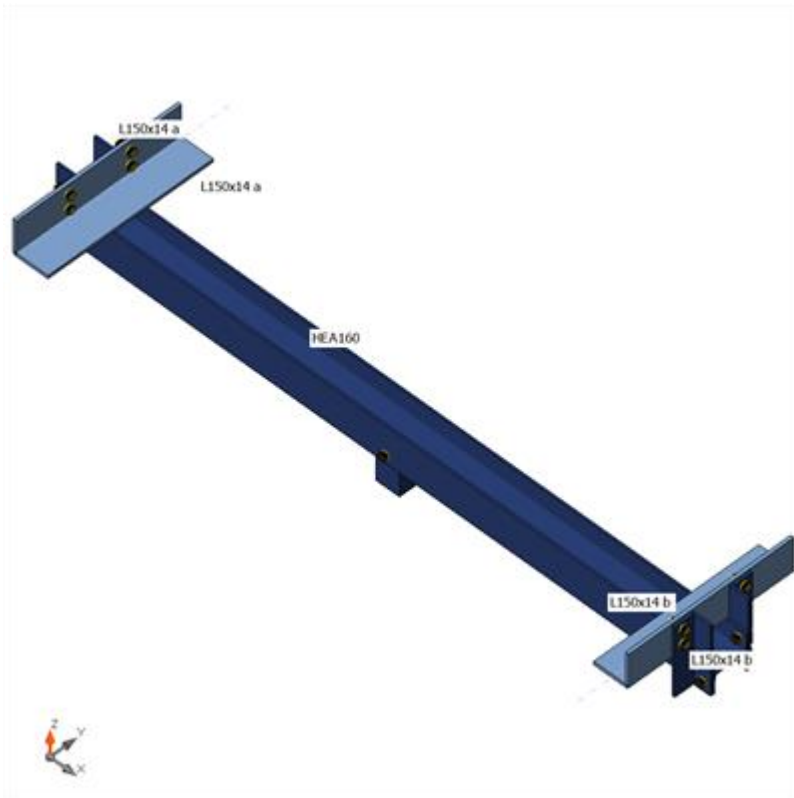
## Project item Detail 1

### Design

Name	Detail 1
Description	
Analysis	Stress, strain/ loads in equilibrium

### Beams and columns

Name	Cross-section	$\beta$ - Direction [°]	$\gamma$ - Pitch [°]	$\alpha$ - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forces in
Dummy	5 - CHS40,3	90.0	58.0	0.0	0	0	-25	Node
L150x14 a	3 - L150x14(L150)	-90.0	0.0	0.0	0	-1275	122	Bolts
L150x14 b	3 - L150x14(L150)	90.0	0.0	0.0	0	-1275	122	Bolts



## Cross-sections

Name	Material
5 - CHS40,3	S 355
3 - L150x14(L150)	S 235
1 - HEA160	S 355

## Bolts

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	$f_u$ [MPa]	Gross area [mm <sup>2</sup> ]
M20 8.8	M20 8.8	20	800.0	314

## Load effects (forces in equilibrium)

Name	Member	N [kN]	V <sub>y</sub> [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
LE1	Dummy	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	L150x14 a	2.0	0.0	1.6	0.0	-0.2	0.0
	L150x14 a	0.0	0.0	1.6	0.0	-0.2	0.0
	L150x14 b	0.0	0.0	1.6	0.0	0.2	0.0
	L150x14 b	-2.0	0.0	1.6	0.0	0.2	0.0



## Check

### Summary

Name	Value	Status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5.0%	OK
Bolts	6.4 < 100%	OK
Buckling	39.85	

### Plates

Name	Material	Thickness [mm]	Loads	$\sigma_{Ed}$ [MPa]	$\epsilon_{PI}$ [%]	$\sigma_{CEd}$ [MPa]	Status
Dummy	S 355	3.0	LE1	29.0	0.0	0.0	OK
L150x14 a-bfl 1	S 235	14.0	LE1	7.7	0.0	0.0	OK
L150x14 a-w 1	S 235	14.0	LE1	13.2	0.0	2.2	OK
L150x14 b-bfl 1	S 235	14.0	LE1	8.6	0.0	0.0	OK
L150x14 b-w 1	S 235	14.0	LE1	15.7	0.0	3.5	OK
HEA160-bfl 1	S 355	9.0	LE1	64.8	0.0	2.1	OK
HEA160-tfl 1	S 355	9.0	LE1	80.5	0.0	1.7	OK
HEA160-w 1	S 355	6.0	LE1	28.0	0.0	0.0	OK
SP1	S 355	10.0	LE1	7.9	0.0	1.3	OK
SP2	S 355	10.0	LE1	26.7	0.0	3.5	OK
SP3	S 355	10.0	LE1	33.4	0.0	1.6	OK
SP4	S 355	10.0	LE1	20.4	0.0	1.7	OK
SP5	S 355	10.0	LE1	6.8	0.0	1.3	OK
SP6	S 355	10.0	LE1	17.9	0.0	2.2	OK
SP7	S 355	10.0	LE1	29.0	0.0	1.7	OK
SP8	S 355	10.0	LE1	19.1	0.0	1.1	OK
SP9	S 355 - 1	134.0	LE1	2.0	0.0	2.1	OK

### Design data

Material	$f_y$ [MPa]	$\epsilon_{lim}$ [%]
S 355	355.0	5.0
S 235	235.0	5.0
S 355 - 1	335.0	5.0

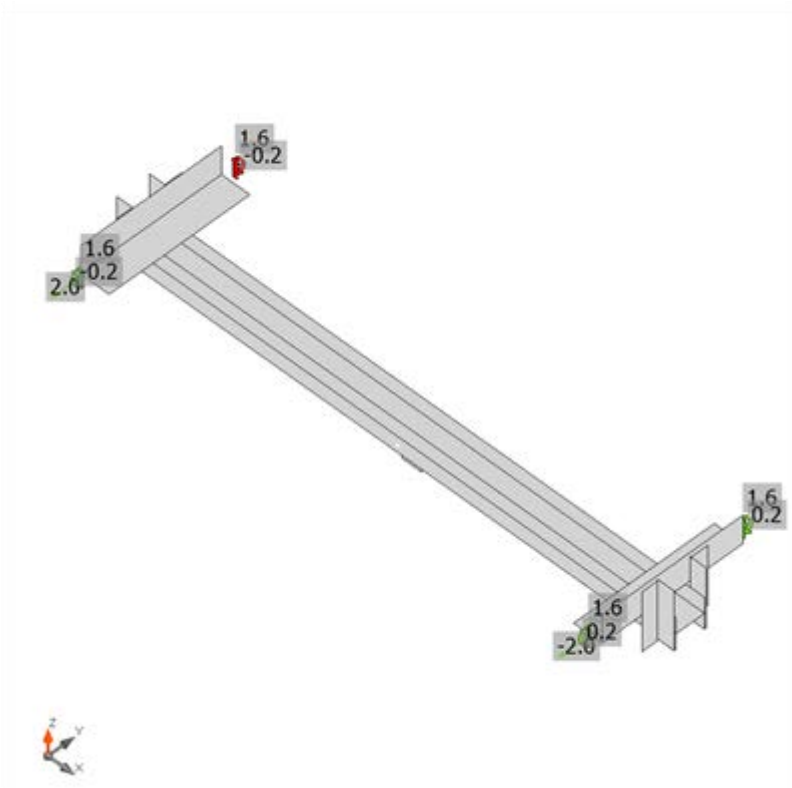
### Symbol explanation

$\epsilon_{PI}$	Strain
$\sigma_{Ed}$	Eq. stress
$\sigma_{CEd}$	Contact stress
$f_y$	Yield strength
$\epsilon_{lim}$	Limit of plastic strain

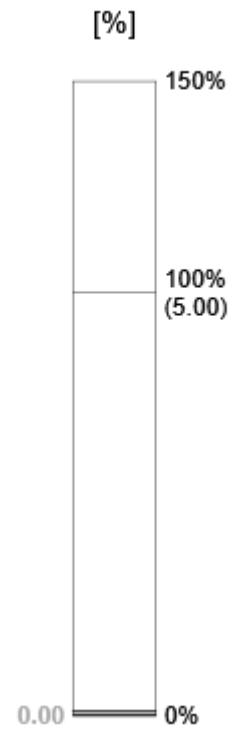


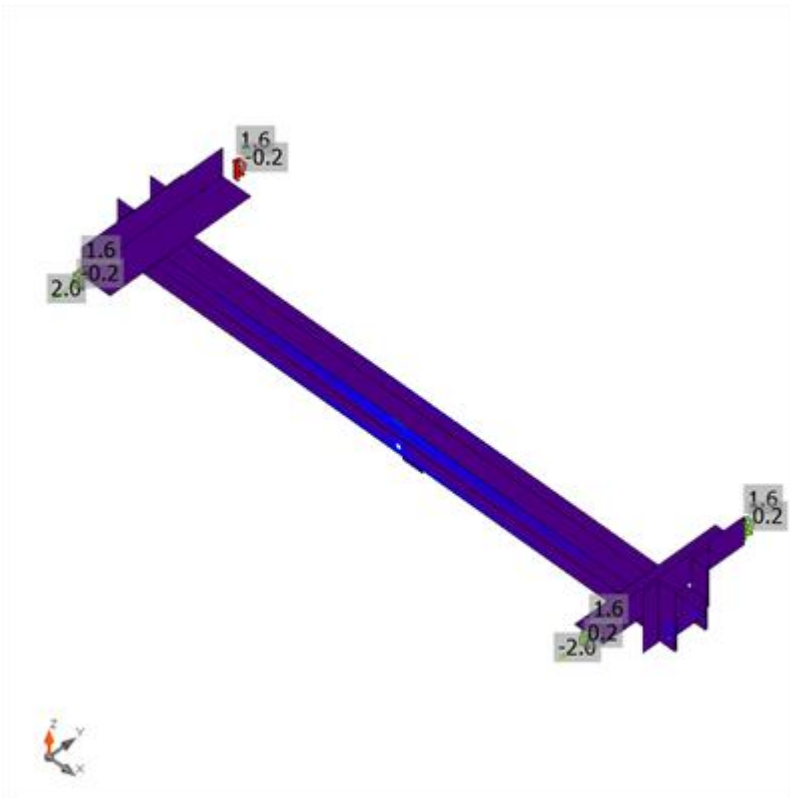


Overall check, LE1



Strain check, LE1

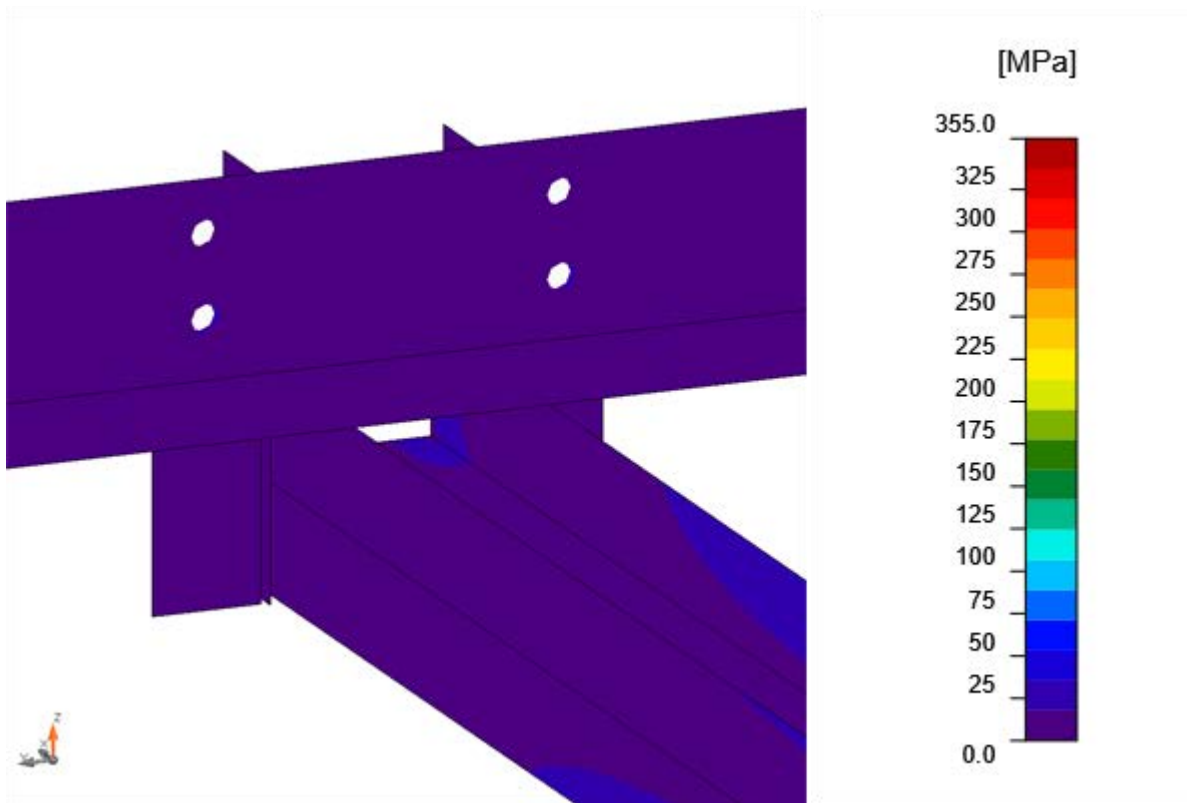




Equivalent stress, LE1



Equivalent stress, LE1



Equivalent stress, LE1

## Bolts

	Name	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [kN]	$V$ [kN]	$U_{t,t}$ [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	$U_{t,s}$ [%]	$U_{t,ts}$ [%]	Status
	B1	M20 8.8 - 1	LE1	0.4	0.4	0.3	106.9	0.4	0.6	OK
	B2	M20 8.8 - 1	LE1	0.5	0.8	0.4	98.0	0.8	1.1	OK
	B9	M20 8.8 - 1	LE1	0.4	0.5	0.3	103.2	0.5	0.7	OK
	B10	M20 8.8 - 1	LE1	0.4	0.7	0.3	98.1	0.7	0.9	OK
	B3	M20 8.8 - 2	LE1	2.6	2.1	1.9	113.2	2.2	3.6	OK
	B4	M20 8.8 - 2	LE1	0.1	1.6	0.1	88.1	1.8	1.8	OK
	B5	M20 8.8 - 1	LE1	2.3	3.8	1.6	88.2	4.3	5.2	OK
	B6	M20 8.8 - 1	LE1	2.3	3.2	1.6	98.0	3.4	4.6	OK
	B7	M20 8.8 - 2	LE1	1.2	2.5	0.8	104.0	2.6	3.2	OK
	B8	M20 8.8 - 2	LE1	0.3	1.4	0.2	75.6	1.8	1.6	OK



	B11	M20 8.8 - 2	LE1	1.6	2.1	1.1	113.2	2.2	3.0	OK
	B12	M20 8.8 - 2	LE1	0.2	1.6	0.1	88.1	1.8	1.8	OK
	B15	M20 8.8 - 2	LE1	1.1	2.4	0.8	104.0	2.5	3.1	OK
	B16	M20 8.8 - 2	LE1	0.2	1.3	0.2	75.9	1.7	1.5	OK
	B13	M20 8.8 - 1	LE1	2.4	3.1	1.7	88.2	3.5	4.5	OK
	B14	M20 8.8 - 1	LE1	2.1	2.7	1.5	98.0	2.8	3.9	OK
	B17	M20 8.8 - 1	LE1	4.1	4.1	2.9	93.5	4.4	6.4	OK

## Design data

Name	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M20 8.8 - 1	141.1	209.5	94.1
M20 8.8 - 2	141.1	232.8	94.1

## Symbol explanation

- $F_{t,Rd}$  Bolt tension resistance EN 1993-1-8 tab. 3.4
- $F_{t,Ed}$  Tension force
- $B_{p,Rd}$  Punching shear resistance
- $V$  Resultant of shear forces  $V_y, V_z$  in bolt
- $F_{v,Rd}$  Bolt shear resistance EN\_1993-1-8 table 3.4
- $F_{b,Rd}$  Plate bearing resistance EN 1993-1-8 tab. 3.4
- $U_t$  Utilization in tension
- $U_s$  Utilization in shear

## Buckling

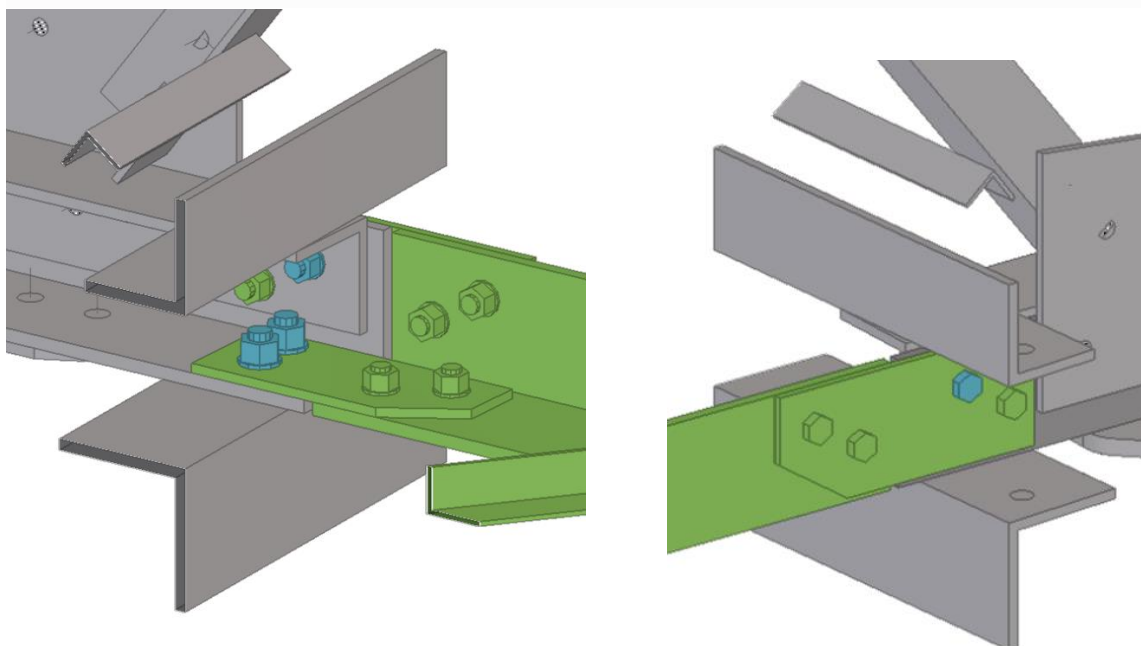
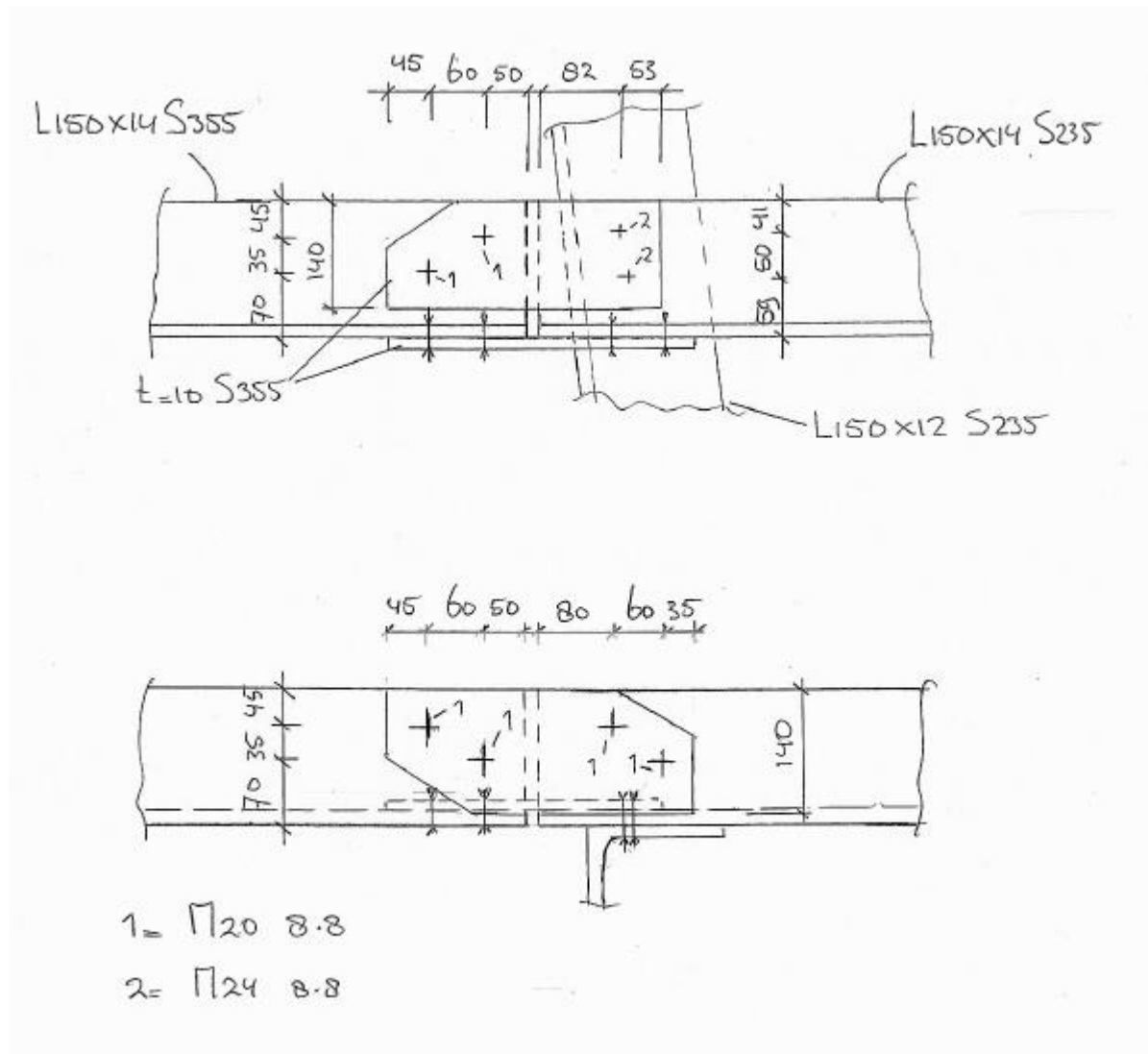
Loads	Shape	Factor [-]
LE1	1	39.85
	2	40.24
	3	46.89
	4	47.23
	5	52.94
	6	53.37



## Code settings

Item	Value	Unit	Reference
$\gamma_{M0}$	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
$\gamma_{M1}$	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
$\gamma_{M2}$	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
$\gamma_{M3}$	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
$\gamma_C$	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
$\gamma_{Inst}$	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Joint coefficient $\beta_j$	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Effective area - influence of mesh size	0.10	-	
Friction coefficient - concrete	0.25	-	EN 1993-1-8
Friction coefficient in slip-resistance	0.30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Limit plastic strain	0.05	-	EN 1993-1-5
Weld stress evaluation	Plastic redistribution		
Detailing	No		
Distance between bolts [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Distance between bolts and edge [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Concrete breakout resistance check	Both		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Use calculated $\alpha_b$ in bearing check.	Yes		EN 1993-1-8: tab 3.4
Cracked concrete	Yes		EN 1992-4
Local deformation check	No		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Local deformation limit	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrical nonlinearity (GMNA)	Yes		Analysis with large deformations for hollow section joints
Braced system	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

3.1.5 Detail 2





### 3.1.6 Loads

Loads from report:

**ENS-ZL380 – Tower HB-3/R and HB-3/R\_X**

Report nr.: 21-0050 Rev 3

Date: 2021-12-20

Page 73

Member: 490D      L150x150x14 S355

$N_{ED} = -14,3$  kN compression       $N_{ED} = 10,8$  kN tension



### 3.1.7 Calculation

#### 3.1.7.1 Check Bolts

$$\text{L150x150x14:} \quad F_d \text{ in one flange} = \frac{14,3}{2} = 7,15 \text{ kN}$$

Bolt M20 8.8

$$\text{U.C.} = \frac{F_{vEd}}{F_{vRd}} = \frac{7,15}{2 \times 94} = 0,04 < 1 \text{ O.K.}$$

$$F_{\text{bearing max}} = 7,15 \text{ kN}$$

PL 10x140 S355

$$e_1 = 35 \text{ mm}$$

$$e_2 = 45 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$k_1 = 2,8 \times \frac{45}{22} - 1,7 = 4 \rightarrow k_1 = 2,5$$

$$\alpha_b = \frac{35}{3 \times 22} = 0,53$$

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \times 0,53 \times 490 \times 20 \times 10}{1,25} = 104 \text{ kN}$$

$$\text{U.C.} = \frac{F_{b,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{7,15}{2 \times 104} = 0,04 < 1 \text{ O.K.}$$





### 3.1.7.2 Check plate

PL 140 x 10 S355

$F_d = 7,15 \text{ kN}$

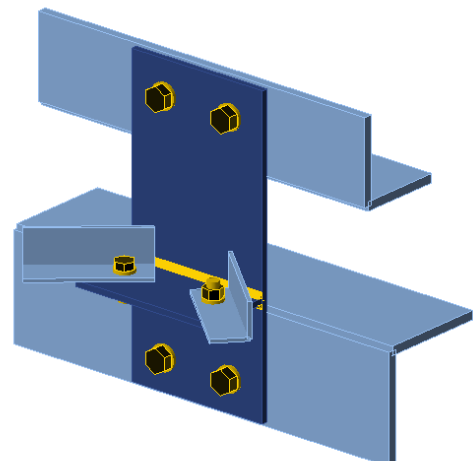
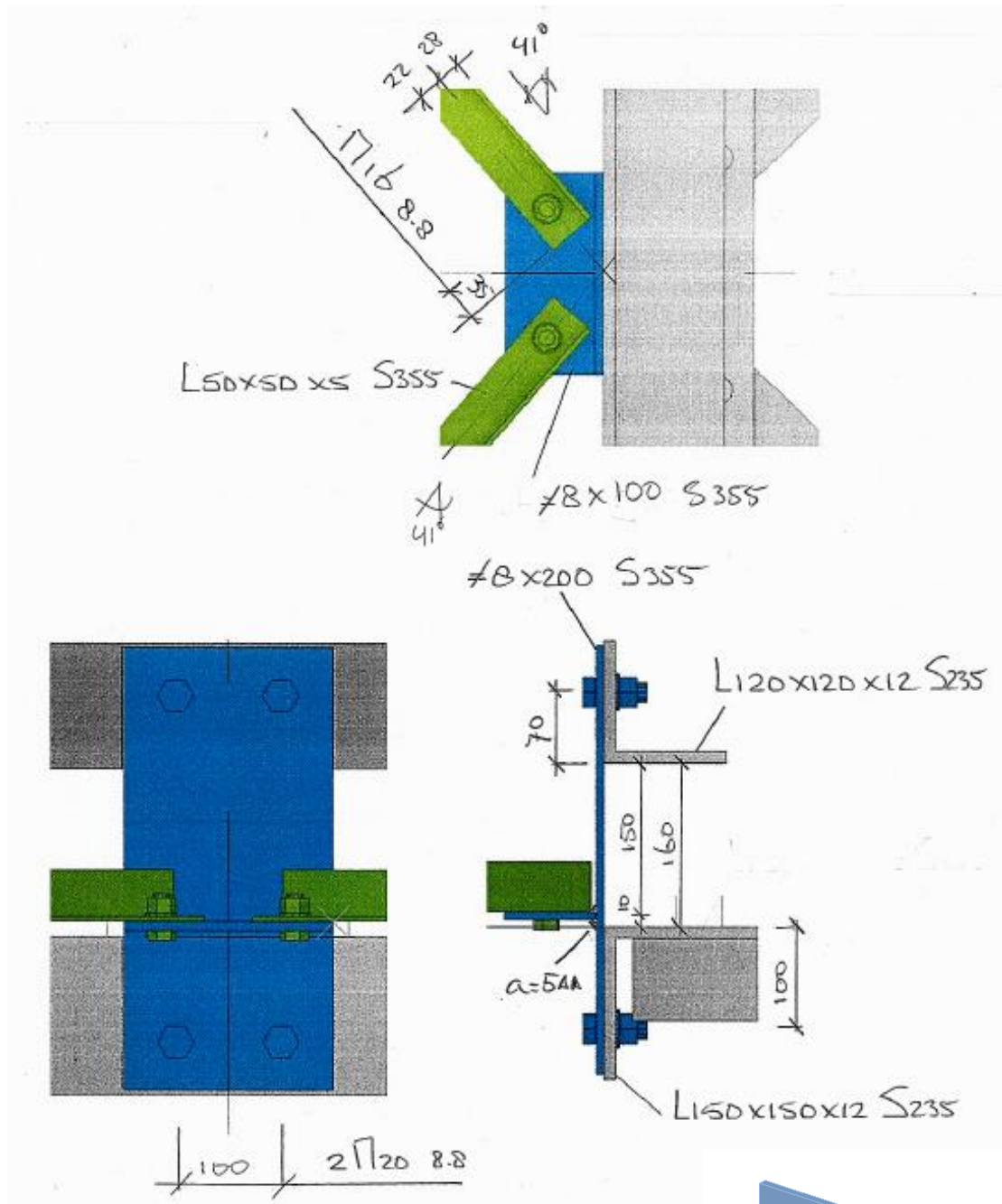
$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \times A_{\text{nett}} \times f_u}{\gamma_{m2}}$$

$$A_{\text{nett}} = 1400 - (2 \times 10 \times 26) = 880 \text{ mm}^2$$

$$= \frac{0,9 \times 880 \times 490}{1,25} = 310 \text{ kN}$$

$$U.C. = \frac{F_d}{N_{u,Rd}} = \frac{7,15}{310} = 0,02 < 1 \text{ O.K.}$$

3.1.8 Detail 3





### 3.1.9 Loads

Loads from report:

**ENS-ZL380 – Tower HB-3/R and HB-3/R\_X**

Report nr.: 21-0050 Rev 3

Date: 2021-12-20

Page 73

Member: 469            L50x50x5            S355

$N_{ED} = -5,4$  kN compression

$N_{ED} = 5$  kN tension



### 3.1.10 Calculation

#### 3.1.10.1 IDEA calculation

## Project data

Project name	ENS-ZL380 HB-3_R_X mast 6
Project number	21-187
Author	G.P.
Description	Detail 3
Date	1/27/2022
Design code	EN

## Material

Steel	S 355, S 235
-------	--------------

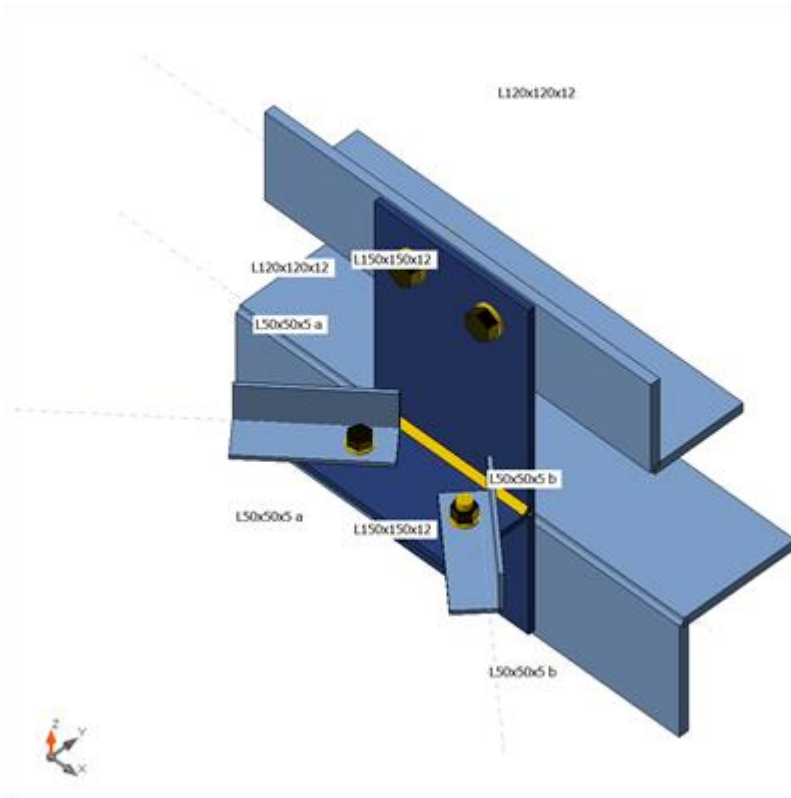
## Project item Detail 3

### Design

Name	Detail 3
Description	
Analysis	Stress, strain/ loads in equilibrium

### Beams and columns

Name	Cross-section	$\beta$ - Direction [°]	$\gamma$ - Pitch [°]	$\alpha$ - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forces in	X [mm]
L150x150x12	3 - HFLeq150x150x12	0.0	0.0	-90.0	0	70	41	Node	0
L50x50x5 a	5 - HFLeq50x50x5	-139.0	0.0	0.0	55	-14	0	Bolts	35
L120x120x12	4 - HFLeq120x120x12	0.0	0.0	0.0	0	34	165	Node	0
L50x50x5 b	5 - HFLeq50x50x5	-41.0	0.0	90.0	55	0	-14	Bolts	35



## Cross-sections

Name	Material
3 - HFLeq150x150x12	S 235
5 - HFLeq50x50x5	S 355
4 - HFLeq120x120x12	S 235

## Bolts

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	fu [MPa]	Gross area [mm <sup>2</sup> ]
M16 8.8	M16 8.8	16	800.0	201
M20 8.8	M20 8.8	20	800.0	314

## Load effects (forces in equilibrium)

Name	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	L150x150x12	0.0	0.0	-1.2	0.0	0.0	0.0
	L150x150x12	-2.7	0.0	-1.2	0.0	0.1	0.0
	L50x50x5 a	-5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	L120x120x12	-1.4	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	L120x120x12	0.0	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	L50x50x5 b	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LE2	L150x150x12	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0
	L150x150x12	2.5	0.0	1.1	0.0	-0.1	0.0
	L50x50x5 a	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



	L120x120x12	1.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	L120x120x12	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	L50x50x5 b	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

## Check

### Summary

Name	Value	Status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5.0%	OK
Bolts	14.3 < 100%	OK
Welds	5.4 < 100%	OK
Buckling	81.19	

### Plates

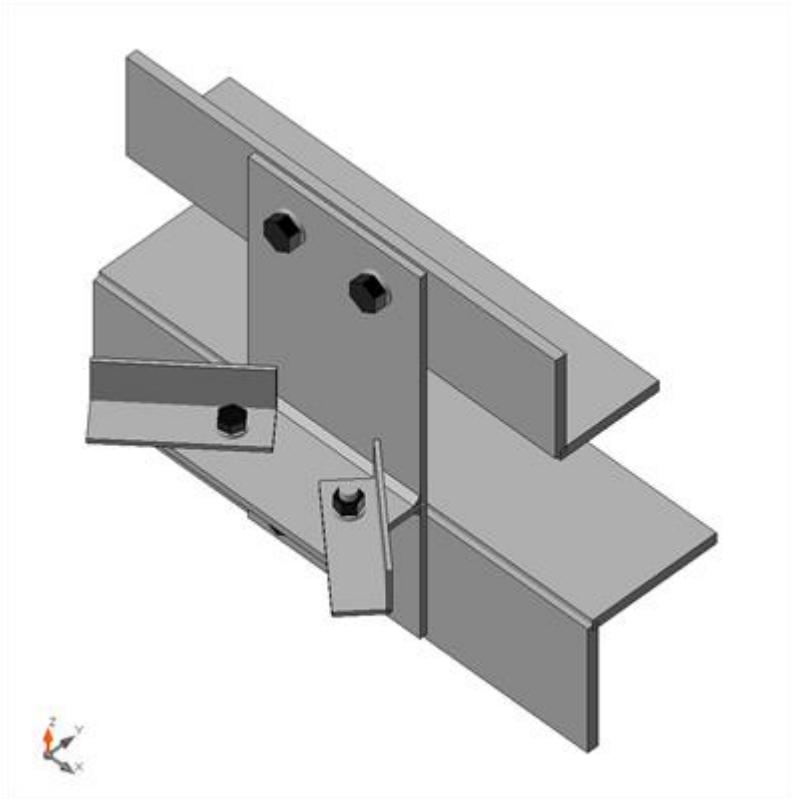
Name	Material	Thickness [mm]	Loads	$\sigma_{Ed}$ [MPa]	$\epsilon_{PI}$ [%]	$\sigma_{CEd}$ [MPa]	Status
L150x150x12-bfl 1	S 235	12.0	LE2	26.8	0.0	3.8	OK
L150x150x12-w 1	S 235	12.0	LE2	10.2	0.0	0.0	OK
L50x50x5 a-bfl 1	S 355	5.0	LE1	79.9	0.0	26.0	OK
L50x50x5 a-w 1	S 355	5.0	LE1	48.4	0.0	0.0	OK
L120x120x12-bfl 1	S 235	12.0	LE1	5.1	0.0	0.0	OK
L120x120x12-w 1	S 235	12.0	LE2	15.1	0.0	2.4	OK
L50x50x5 b-bfl 1	S 355	5.0	LE1	58.3	0.0	0.0	OK
L50x50x5 b-w 1	S 355	5.0	LE1	59.7	0.0	25.3	OK
SP1	S 355	8.0	LE1	101.1	0.0	3.7	OK
SP2	S 355	8.0	LE2	72.6	0.0	3.9	OK

### Design data

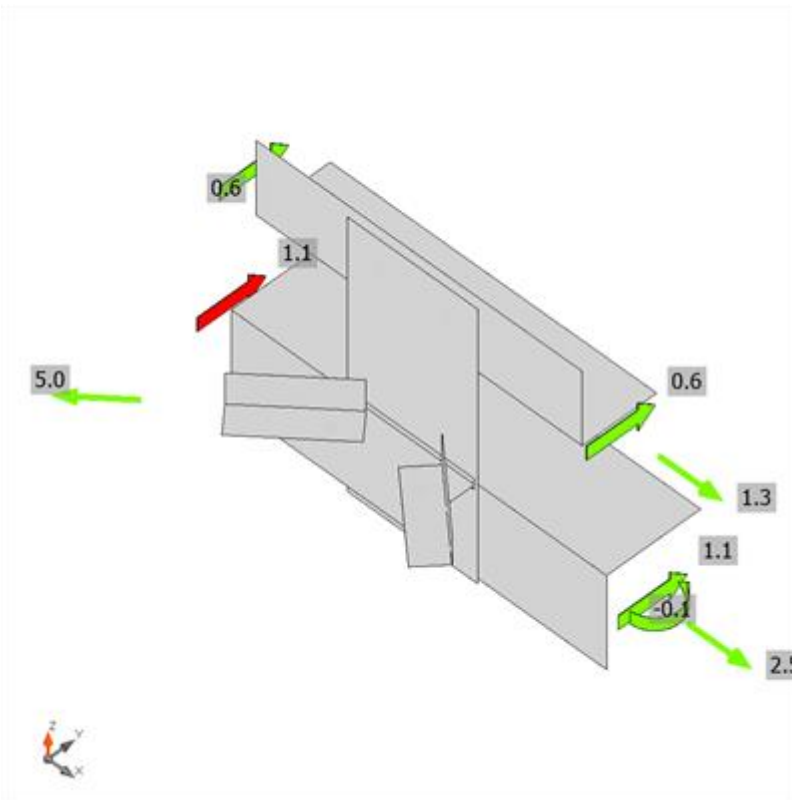
Material	$f_y$ [MPa]	$\epsilon_{lim}$ [%]
S 235	235.0	5.0
S 355	355.0	5.0

### Symbol explanation

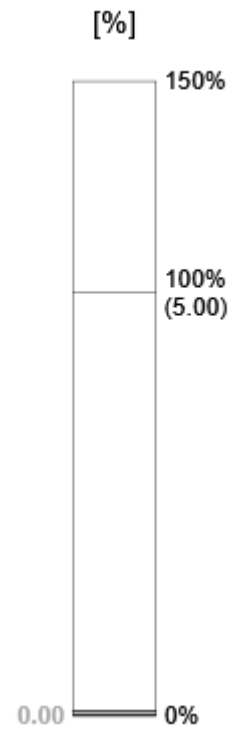
$\epsilon_{PI}$	Strain
$\sigma_{Ed}$	Eq. stress
$\sigma_{CEd}$	Contact stress
$f_y$	Yield strength
$\epsilon_{lim}$	Limit of plastic strain

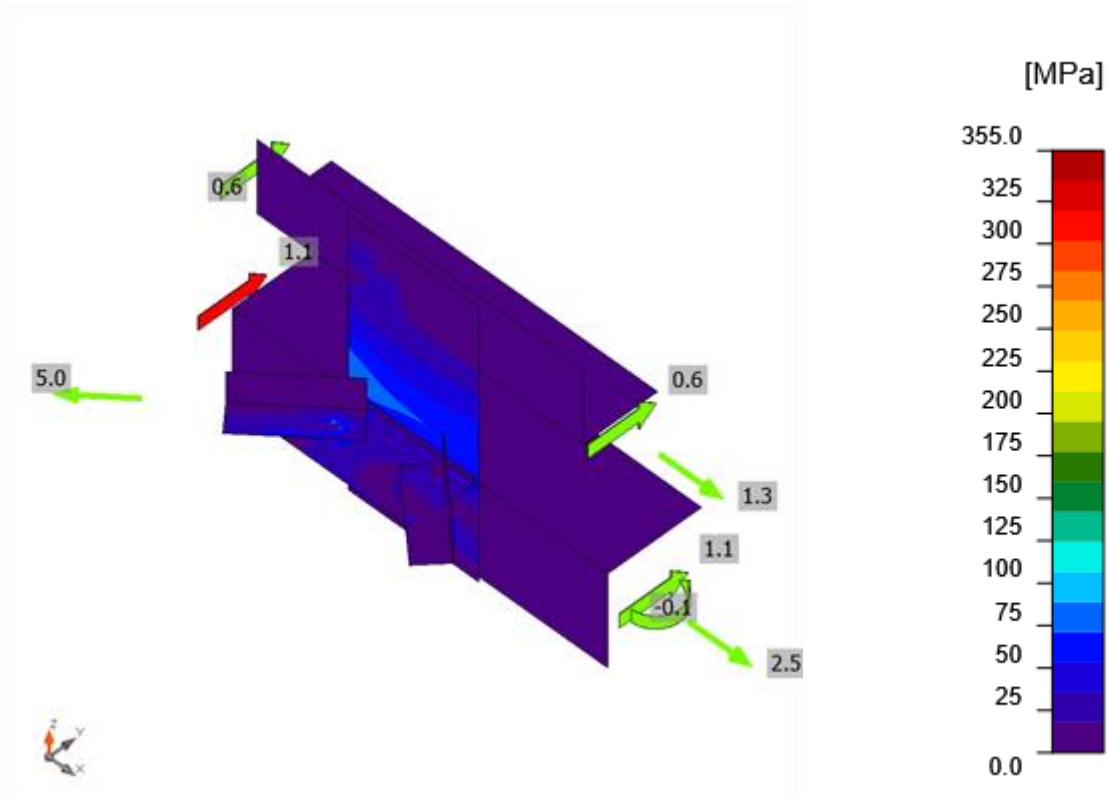


Overall check, LE2

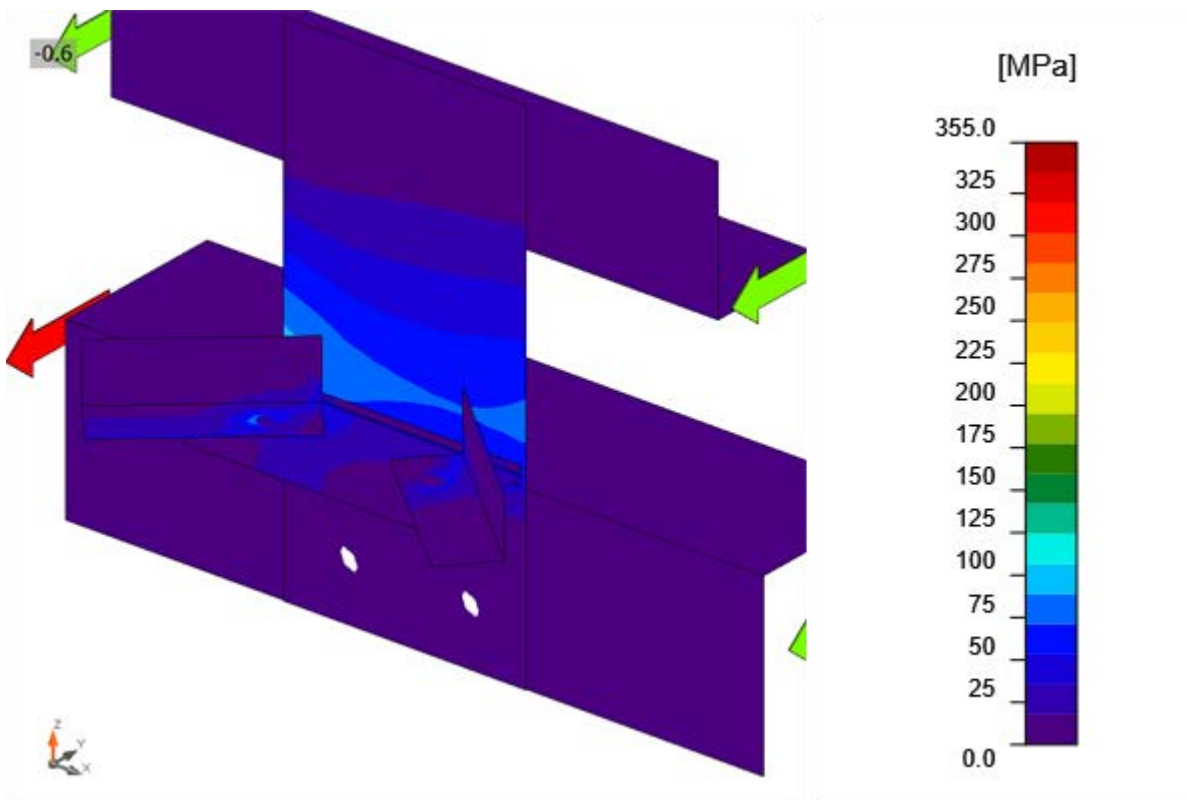


Strain check, LE2



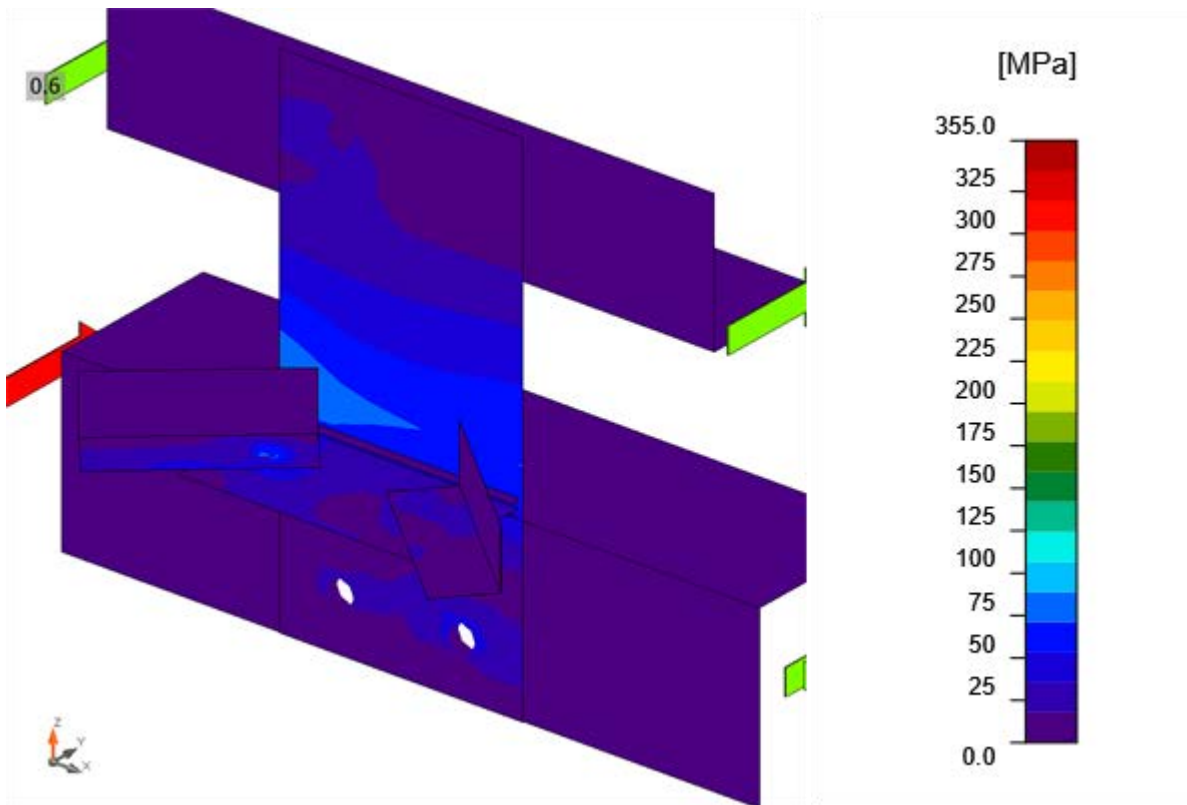


Equivalent stress, LE2



Equivalent stress, LE1





Equivalent stress, LE2

## Bolts

	Name	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [kN]	$V$ [kN]	$U_{t,t}$ [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	$U_{t,s}$ [%]	$U_{t,t,s}$ [%]	Status
	B1	M16 8.8 - 1	LE1	3.4	0.0	3.7	24.2	0.0	2.6	OK
	B2	M16 8.8 - 1	LE2	2.9	5.0	3.2	34.9	14.3	10.6	OK
	B3	M20 8.8 - 2	LE2	3.2	0.8	2.3	144.1	0.8	2.5	OK
	B4	M20 8.8 - 2	LE2	0.9	0.8	0.6	119.5	0.8	1.3	OK
	B5	M20 8.8 - 2	LE2	2.9	1.3	2.1	153.5	1.4	2.9	OK
	B6	M20 8.8 - 2	LE2	4.9	1.5	3.5	118.8	1.6	4.1	OK

## Design data

Name	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M16 8.8 - 1	90.4	92.4	60.3



M20 8.8 - 2 | 141.1 | 186.2 | 94.1

## Symbol explanation

$F_{t,Rd}$  Bolt tension resistance EN 1993-1-8 tab. 3.4  
 $F_{t,Ed}$  Tension force  
 $B_{p,Rd}$  Punching shear resistance  
 $V$  Resultant of shear forces  $V_y, V_z$  in bolt  
 $F_{v,Rd}$  Bolt shear resistance EN\_1993-1-8 table 3.4  
 $F_{b,Rd}$  Plate bearing resistance EN 1993-1-8 tab. 3.4  
 $U_t$  Utilization in tension  
 $U_s$  Utilization in shear

## Welds (Plastic redistribution)

Item	Edge	Throat th. [mm]	Length [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	$\epsilon_{PI}$ [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$T_{\parallel}$ [MPa]	$T_{\perp}$ [MPa]	$U_t$ [%]	$U_{t,c}$ [%]	Status
SP1	SP2	▲5.0▲	200	LE2	19.6	0.0	10.4	4.9	8.3	4.5	2.9	OK
		▲5.0▲	200	LE2	23.5	0.0	-12.3	-2.8	11.2	5.4	3.0	OK

## Design data

	$\beta_w$ [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	$0.9 \sigma$ [MPa]
S 355	0.90	435.6	352.8

## Symbol explanation

$\epsilon_{PI}$  Strain  
 $\sigma_{w,Ed}$  Equivalent stress  
 $\sigma_{w,Rd}$  Equivalent stress resistance  
 $\sigma_{\perp}$  Perpendicular stress  
 $T_{\parallel}$  Shear stress parallel to weld axis  
 $T_{\perp}$  Shear stress perpendicular to weld axis  
 $0.9 \sigma$  Perpendicular stress resistance -  $0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$   
 $\beta_w$  Corelation factor EN 1993-1-8 tab. 4.1  
 $U_t$  Utilization  
 $U_{t,c}$  Weld capacity utilization

## Buckling

Loads	Shape	Factor [-]
LE1	1	81.19
	2	106.80
	3	157.18
	4	195.57
	5	231.03
LE2	6	258.18
	1	320.52
	2	830.61

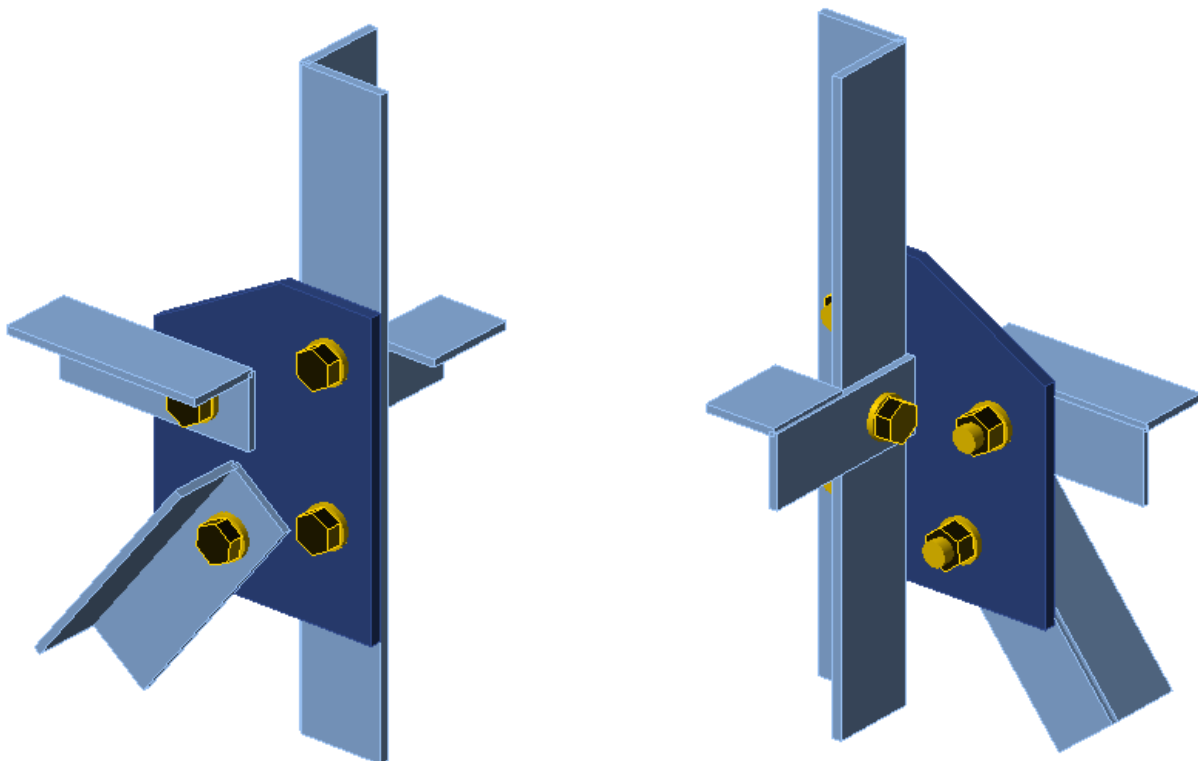
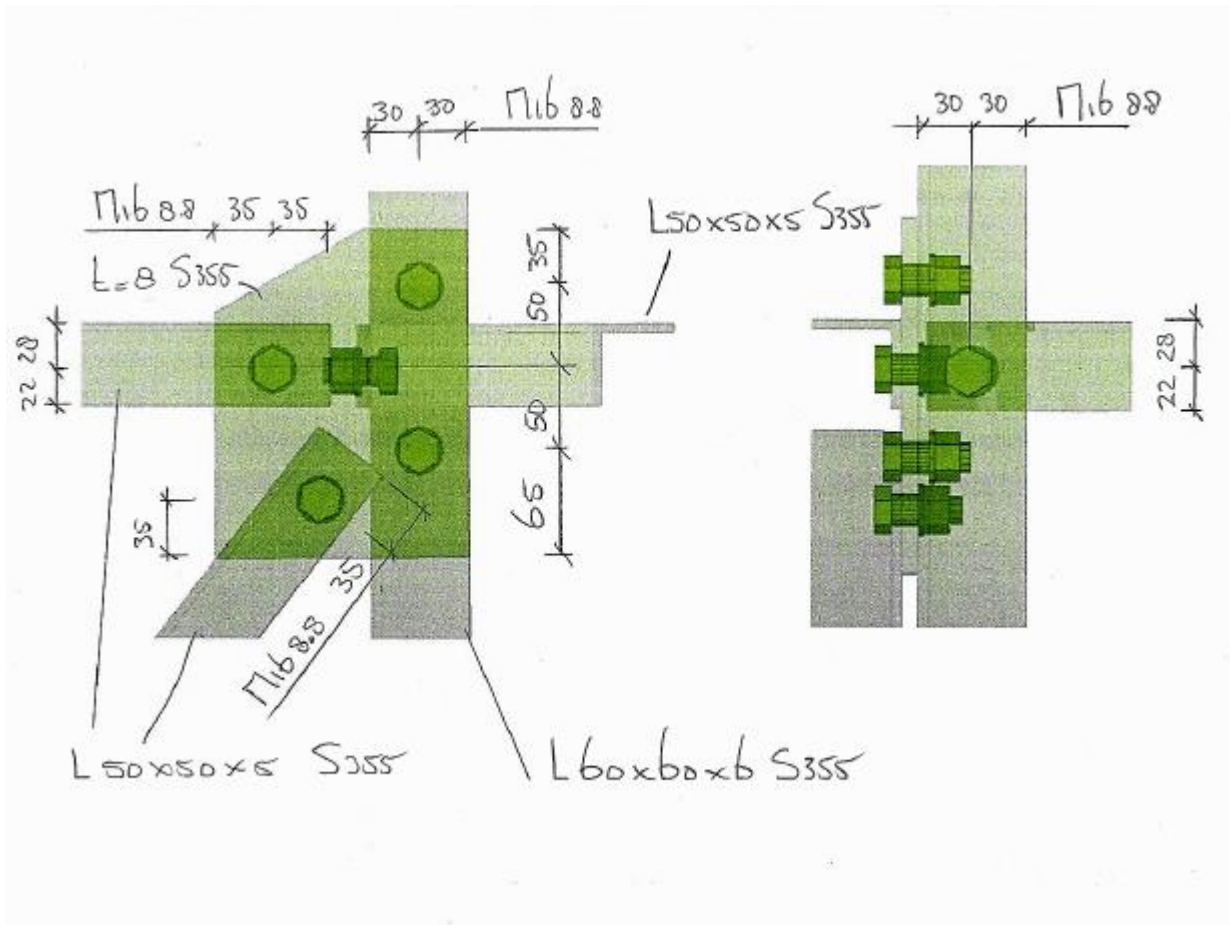


	3	1160.15
	4	1306.79
	5	1544.06
	6	1666.12

## Code settings

Item	Value	Unit	Reference
$\gamma_{M0}$	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
$\gamma_{M1}$	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
$\gamma_{M2}$	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
$\gamma_{M3}$	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
$\gamma_C$	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
$\gamma_{Inst}$	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Joint coefficient $\beta_j$	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Effective area - influence of mesh size	0.10	-	
Friction coefficient - concrete	0.25	-	EN 1993-1-8
Friction coefficient in slip-resistance	0.30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Limit plastic strain	0.05	-	EN 1993-1-5
Weld stress evaluation	Plastic redistribution		
Detailing	No		
Distance between bolts [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Distance between bolts and edge [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Concrete breakout resistance check	Both		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Use calculated $\alpha_b$ in bearing check.	Yes		EN 1993-1-8: tab 3.4
Cracked concrete	Yes		EN 1992-4
Local deformation check	No		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Local deformation limit	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrical nonlinearity (GMNA)	Yes		Analysis with large deformations for hollow section joints
Braced system	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

3.1.11 Detail 4





### 3.1.12 Loads

Loads from report:

#### **ENS-ZL380 – Tower HB-3/R and HB-3/R\_X**

Report nr.: 21-0050 Rev 3

Date: 2021-12-20

Page 73

Member: 474            L50x50x5            S355

$N_{ED} = -2,8$  kN compression             $N_{ED} = 2,3$  kN tension

Member: 473            L60x60x6            S355

$N_{ED} = -0,3$  kN compression             $N_{ED} = 0,3$  kN tension

Page 72

Member: 443            L60x60x6            S355

$N_{ED} = -0,9$  kN compression             $N_{ED} = 12,5$  kN tension



### 3.1.13 Calculation

#### 3.1.13.1 IDEA calculation

## Project data

Project name	ENS-ZL380 HB-3_R_X mast 6
Project number	21-187
Author	G.P.
Description	Detail 4
Date	1/27/2022
Design code	EN

## Material

Steel	S 355
-------	-------

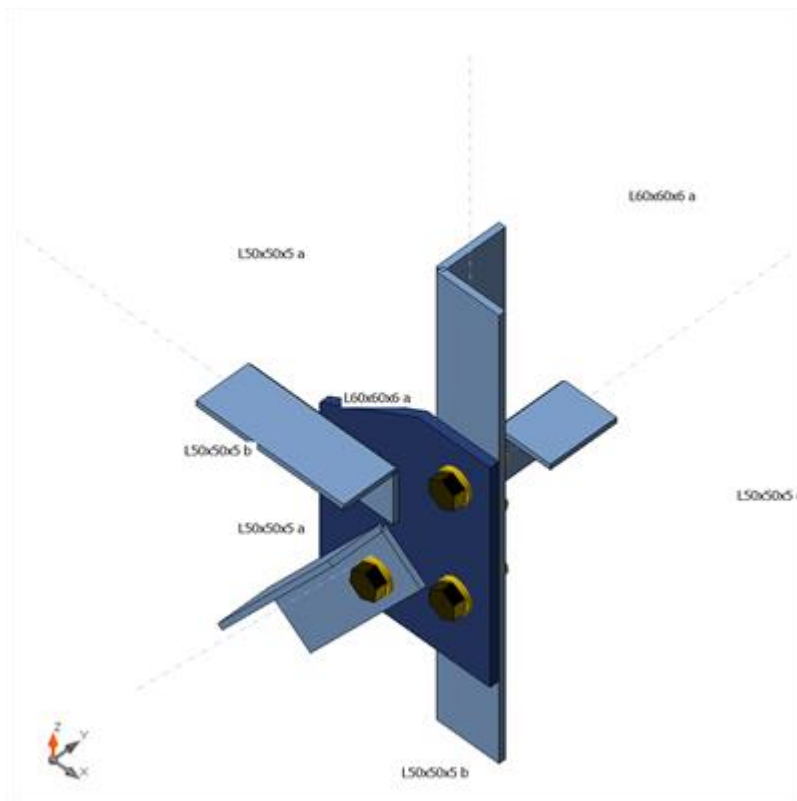
## Project item Detail 4

### Design

Name	Detail 4
Description	
Analysis	Stress, strain/ loads in equilibrium

### Beams and columns

Name	Cross-section	$\beta$ - Direction [°]	$\gamma$ - Pitch [°]	$\alpha$ - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forces in
L60x60x6 a	4 - HFLeq60x60x6	0.0	90.0	0.0	0	0	0	Node
L50x50x5 a	5 - HFLeq50x50x5	180.0	0.0	-90.0	40	0	39	Node
L50x50x5 b	5 - HFLeq50x50x5	180.0	52.0	-90.0	70	0	39	Node
L50x50x5 c	5 - HFLeq50x50x5	90.0	0.0	180.0	-15	-8	0	Node



## Cross-sections

Name	Material
4 - HFLeq60x60x6	S 355
5 - HFLeq50x50x5	S 355

## Bolts

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	fu [MPa]	Gross area [mm <sup>2</sup> ]
M16 8.8	M16 8.8	16	800.0	201

## Load effects (forces in equilibrium)

Name	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	L60x60x6 a	-1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1
	L50x50x5 a	-1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	L50x50x5 b	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	L60x60x6 a	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	L50x50x5 c	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LE2	L60x60x6 a	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
	L50x50x5 a	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	L50x50x5 b	-2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	L60x60x6 a	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	L50x50x5 c	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



LE3	L60x60x6 a	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	L50x50x5 a	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	L50x50x5 b	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	L60x60x6 a	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	L50x50x5 c	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

## Check

### Summary

Name	Value	Status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5.0%	OK
Bolts	6.6 < 100%	OK
Buckling	190.98	

### Plates

Name	Thickness [mm]	Loads	$\sigma_{Ed}$ [MPa]	$\epsilon_{Pl}$ [%]	$\sigma_{CEd}$ [MPa]	Status
L60x60x6 a-bfl 1	6.0	LE1	18.4	0.0	3.9	OK
L60x60x6 a-w 1	6.0	LE2	26.5	0.0	1.2	OK
L50x50x5 a-bfl 1	5.0	LE2	22.4	0.0	0.7	OK
L50x50x5 a-w 1	5.0	LE1	4.1	0.0	0.0	OK
L50x50x5 b-bfl 1	5.0	LE2	32.3	0.0	2.3	OK
L50x50x5 b-w 1	5.0	LE2	5.6	0.0	0.0	OK
L50x50x5 c-bfl 1	5.0	LE1	4.4	0.0	0.0	OK
L50x50x5 c-w 1	5.0	LE3	5.5	0.0	0.2	OK
SP1	8.0	LE2	23.2	0.0	2.3	OK

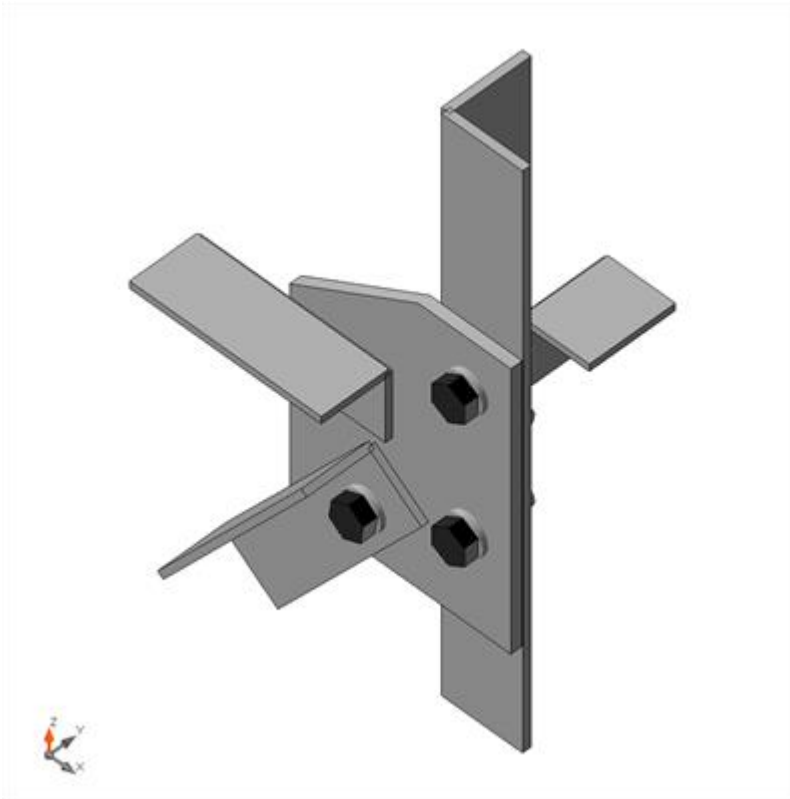
### Design data

Material	$f_y$ [MPa]	$\epsilon_{lim}$ [%]
S 355	355.0	5.0

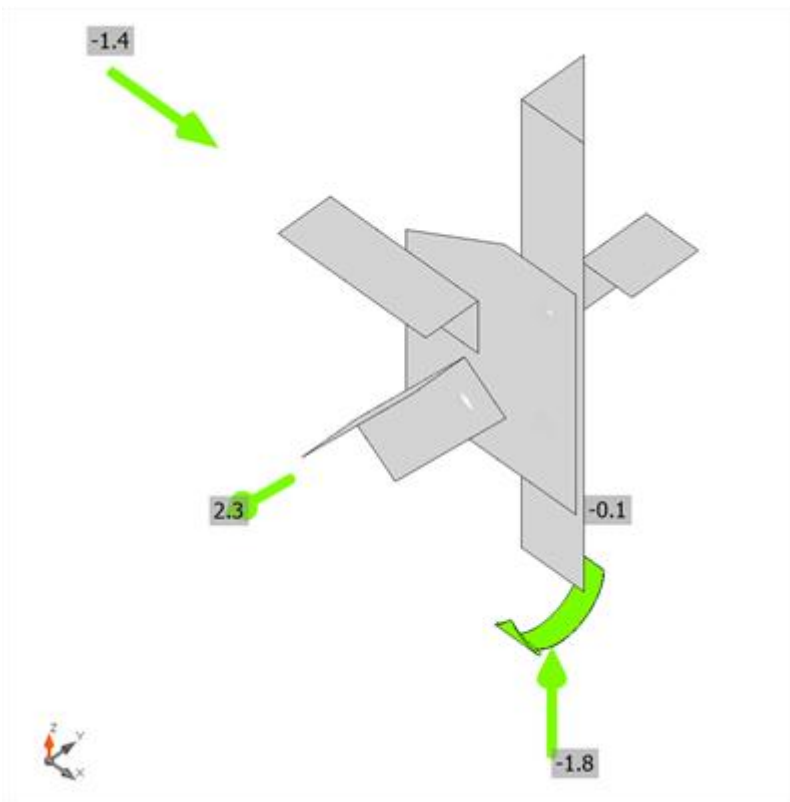
### Symbol explanation

$\epsilon_{Pl}$	Strain
$\sigma_{Ed}$	Eq. stress
$\sigma_{CEd}$	Contact stress
$f_y$	Yield strength
$\epsilon_{lim}$	Limit of plastic strain

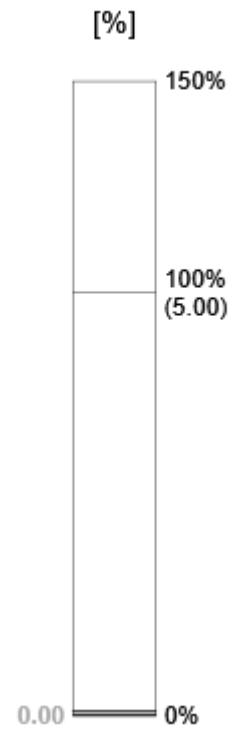


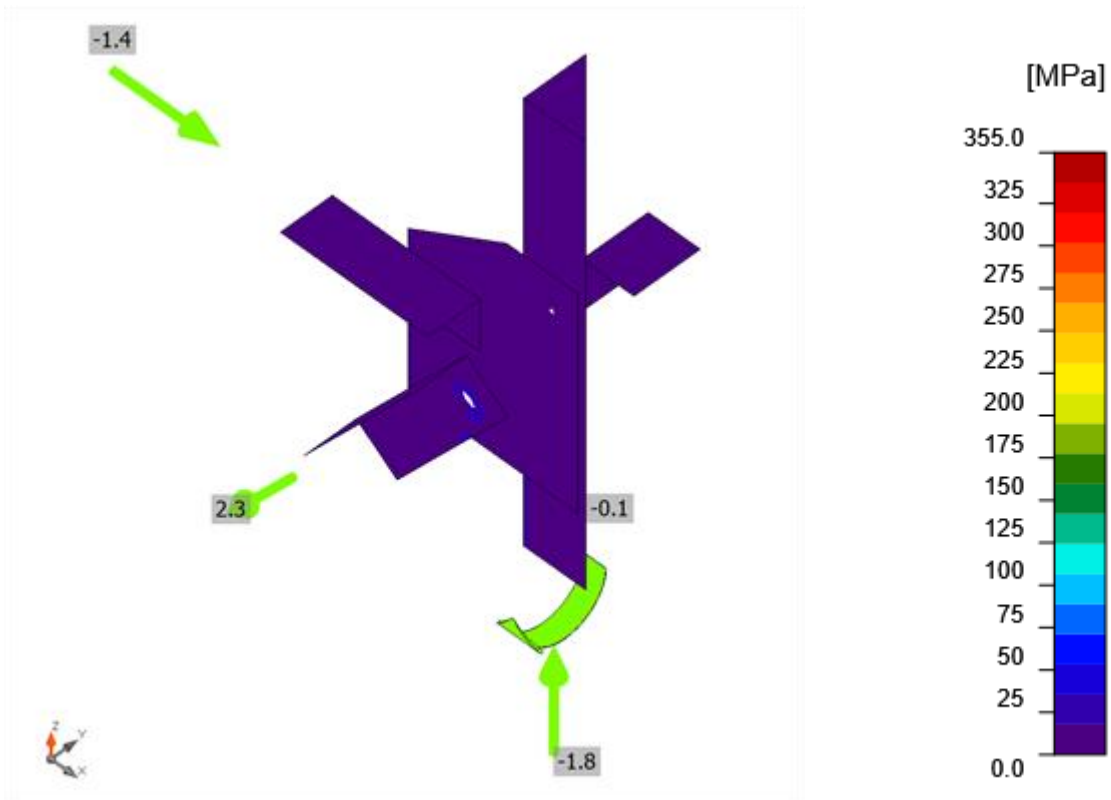


Overall check, LE1

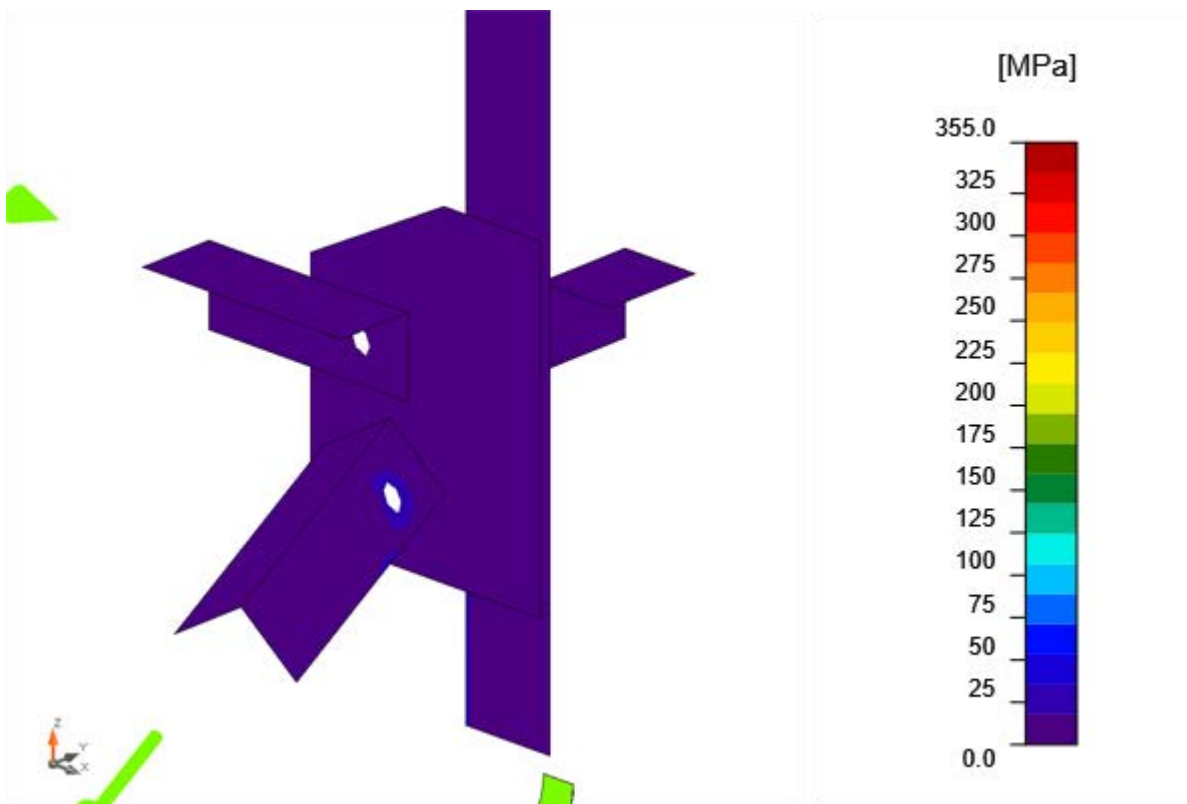


Strain check, LE1

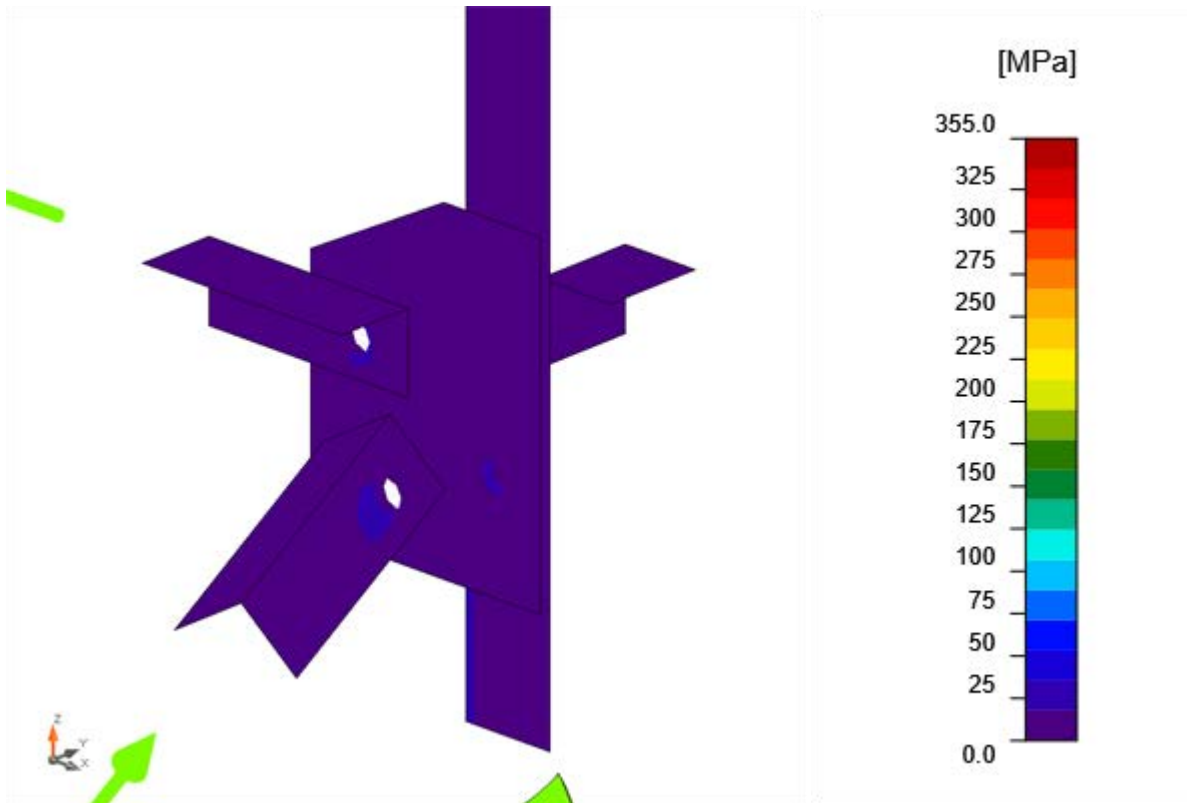




Equivalent stress, LE1



Equivalent stress, LE1



Equivalent stress, LE2



Equivalent stress, LE3

### Bolts

	Name	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [kN]	$V$ [kN]	$U_{t_t}$ [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	$U_{t_s}$ [%]	$U_{t_{ts}}$ [%]	Status



	B1	M16 8.8 - 1	LE2	0.1	1.1	0.1	84.8	1.8	1.9	OK
	B2	M16 8.8 - 1	LE2	1.0	1.2	1.1	78.7	1.9	2.7	OK
	B3	M16 8.8 - 2	LE2	0.5	1.7	0.5	34.9	4.9	3.2	OK
	B4	M16 8.8 - 2	LE1	0.8	2.3	0.9	34.9	6.6	4.4	OK
	B5	M16 8.8 - 2	LE3	0.1	0.3	0.1	27.9	1.1	0.6	OK

## Design data

Name	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M16 8.8 - 1	90.4	110.8	60.3
M16 8.8 - 2	90.4	92.4	60.3

## Symbol explanation

- $F_{t,Rd}$  Bolt tension resistance EN 1993-1-8 tab. 3.4
- $F_{t,Ed}$  Tension force
- $B_{p,Rd}$  Punching shear resistance
- $V$  Resultant of shear forces  $V_y$ ,  $V_z$  in bolt
- $F_{v,Rd}$  Bolt shear resistance EN 1993-1-8 table 3.4
- $F_{b,Rd}$  Plate bearing resistance EN 1993-1-8 tab. 3.4
- $U_t$  Utilization in tension
- $U_s$  Utilization in shear

## Buckling

Loads	Shape	Factor [-]
LE1	1	424.41
	2	551.81
	3	597.86
	4	611.84
	5	920.05
	6	1121.56

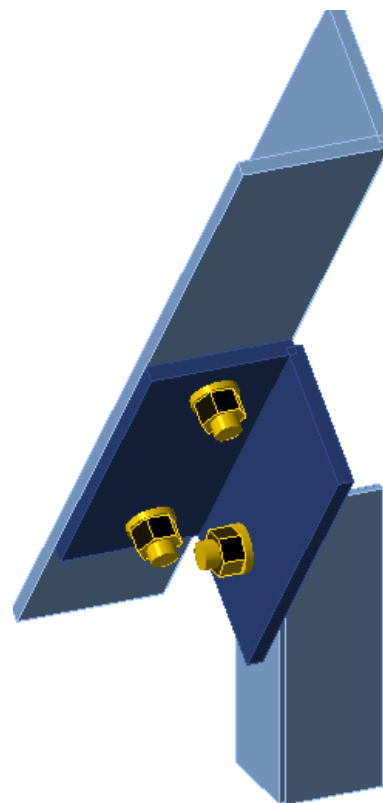
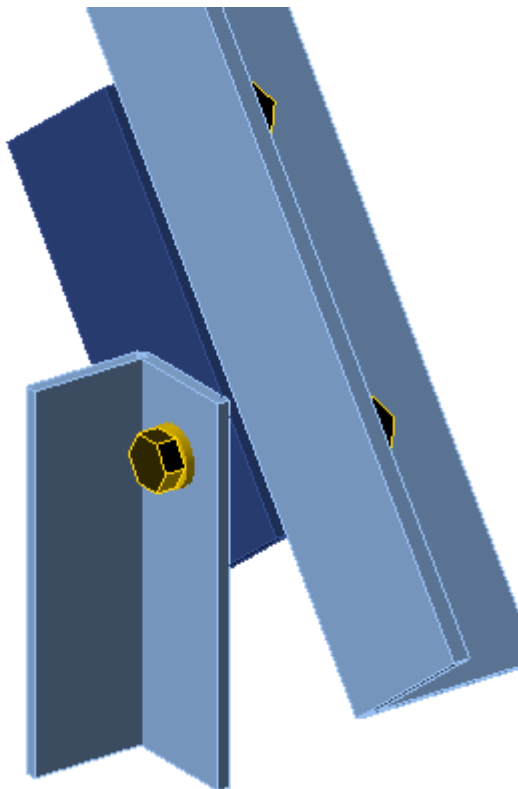
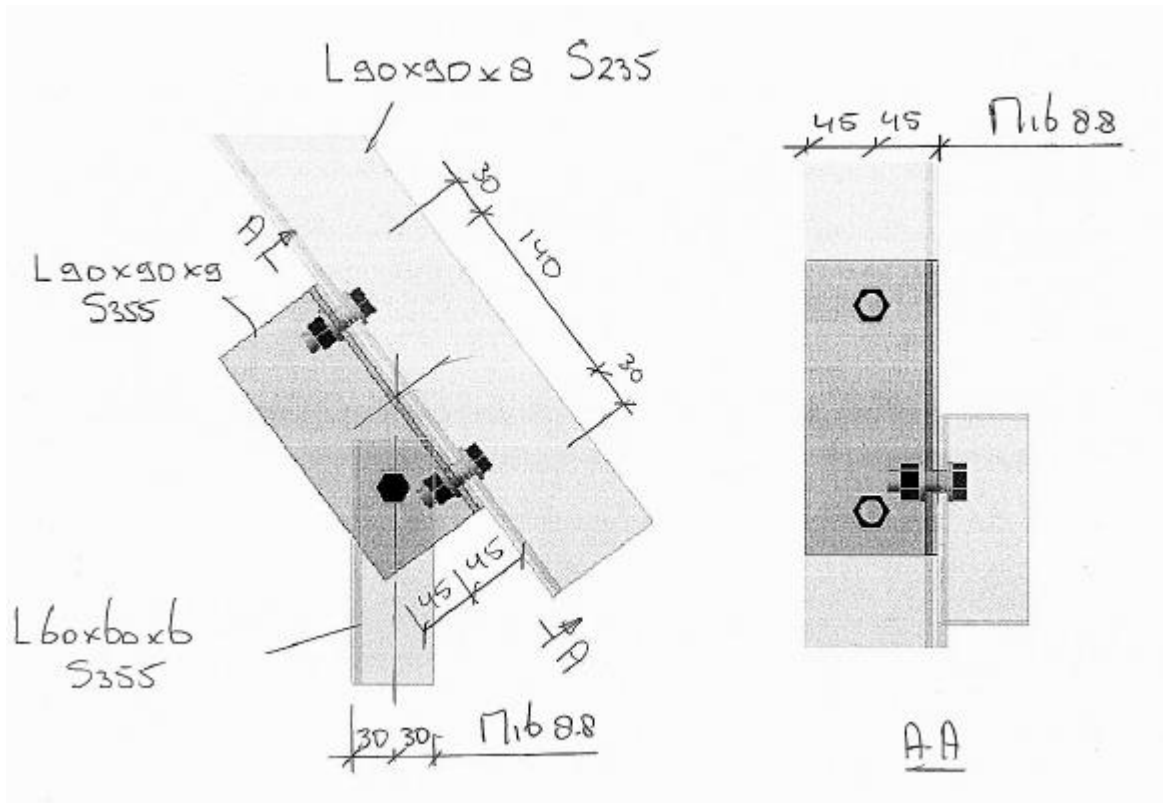


LE2	1	190.98
	2	201.05
	3	211.16
	4	214.68
	5	285.44
	6	292.54
LE3	1	670.49
	2	752.27
	3	825.98
	4	913.47
	5	1342.87
	6	1500.15

## Code settings

Item	Value	Unit	Reference
$\gamma_{M0}$	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
$\gamma_{M1}$	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
$\gamma_{M2}$	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
$\gamma_{M3}$	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
$\gamma_C$	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
$\gamma_{Inst}$	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Joint coefficient $\beta_j$	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Effective area - influence of mesh size	0.10	-	
Friction coefficient - concrete	0.25	-	EN 1993-1-8
Friction coefficient in slip-resistance	0.30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Limit plastic strain	0.05	-	EN 1993-1-5
Weld stress evaluation	Plastic redistribution		
Detailing	No		
Distance between bolts [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Distance between bolts and edge [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Concrete breakout resistance check	Both		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Use calculated $\alpha_b$ in bearing check.	Yes		EN 1993-1-8: tab 3.4
Cracked concrete	Yes		EN 1992-4
Local deformation check	No		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Local deformation limit	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrical nonlinearity (GMNA)	Yes		Analysis with large deformations for hollow section joints
Braced system	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

3.1.14 Detail 5





### 3.1.15 Loads

Loads from report:

**ENS-ZL380 – Tower HB-3/R and HB-3/R\_X**

Report nr.: 21-0050 Rev 3

Date: 2021-12-20

Page 72

Member: 443          L60x60x6          S355

$N_{ED} = -0,9$  kN compression           $N_{ED} = 12,5$  kN tension



### 3.1.16 Calculation

#### 3.1.16.1 IDEA calculation

## Project data

Project name	ENS-ZL380 HB-3_R_X mast 6
Project number	21-187
Author	G.P.
Description	Detail 5
Date	1/27/2022
Design code	EN

## Material

Steel	S 355, S 235
-------	--------------

## Project item Detail 5

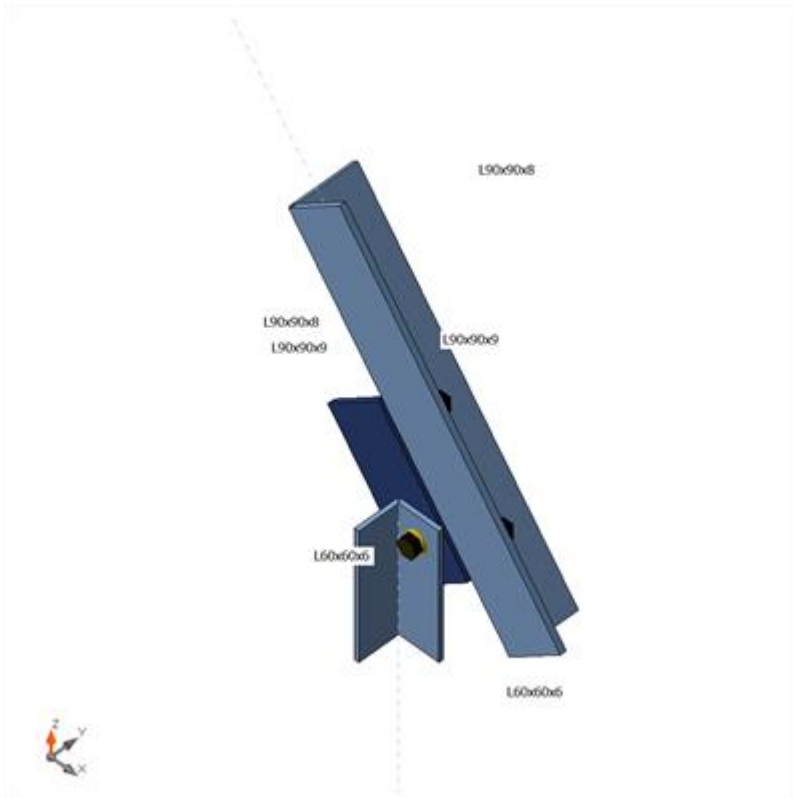
### Design

Name	Detail 5
Description	
Analysis	Stress, strain/ simplified loading

### Beams and columns

Name	Cross-section	$\beta$ - Direction [°]	$\gamma$ - Pitch [°]	$\alpha$ - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forces in	X [mm]
L90x90x8	3 - H90/90/8	0.0	53.0	0.0	0	0	0	Node	0
L60x60x6	4 - HFLeq60x60x6	0.0	90.0	90.0	99	0	42	Bolts	35





## Cross-sections

Name	Material
3 - H90/90/8	S 235
4 - HFLeq60x60x6	S 355
5 - HFLeq90x90x9	S 355

## Bolts

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	$f_u$ [MPa]	Gross area [mm <sup>2</sup> ]
M16 8.8	M16 8.8	16	800.0	201

## Load effects (equilibrium not required)

Name	Member	N [kN]	V <sub>y</sub> [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
LE1	L60x60x6	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

## Check

## Summary

Name	Value	Status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5.0%	OK
Bolts	24.4 < 100%	OK
Buckling	113.85	

## Plates

Name	Material	Thickness [mm]	Loads	$\sigma_{Ed}$ [MPa]	$\epsilon_{Pl}$ [%]	$\sigma_{CEd}$ [MPa]	Status
L90x90x8-bfl 1	S 235	8.0	LE1	170.5	0.0	15.4	OK
L90x90x8-w 1	S 235	8.0	LE1	69.3	0.0	0.0	OK
L60x60x6-bfl 1	S 355	6.0	LE1	164.2	0.0	28.6	OK
L60x60x6-w 1	S 355	6.0	LE1	97.5	0.0	0.0	OK
L90x90x9-bfl 1	S 355	9.0	LE1	80.0	0.0	28.6	OK
L90x90x9-w 1	S 355	9.0	LE1	179.0	0.0	15.4	OK

## Design data

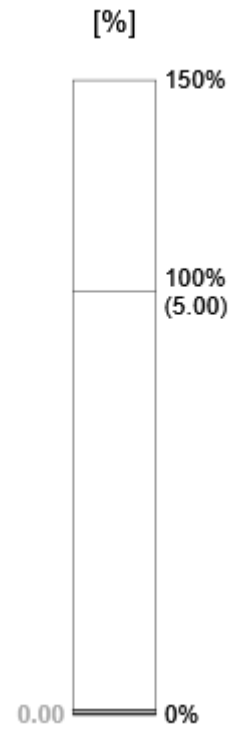
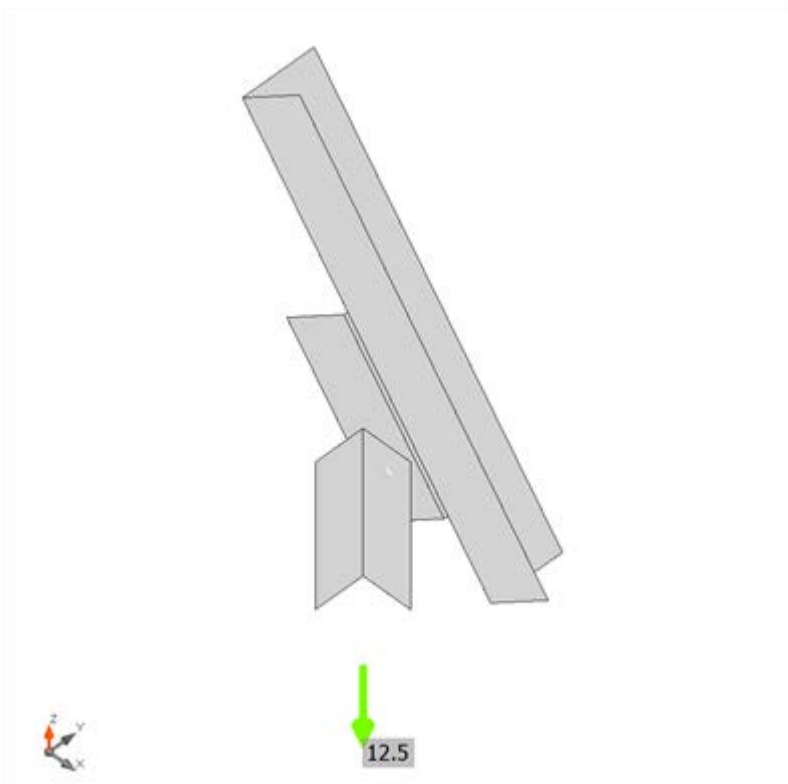
Material	$f_y$ [MPa]	$\epsilon_{lim}$ [%]
S 235	235.0	5.0
S 355	355.0	5.0

## Symbol explanation

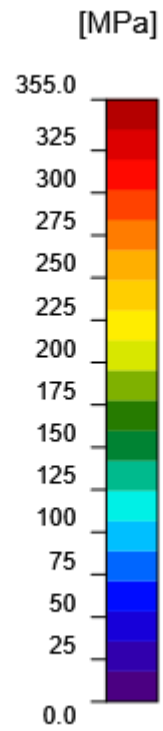
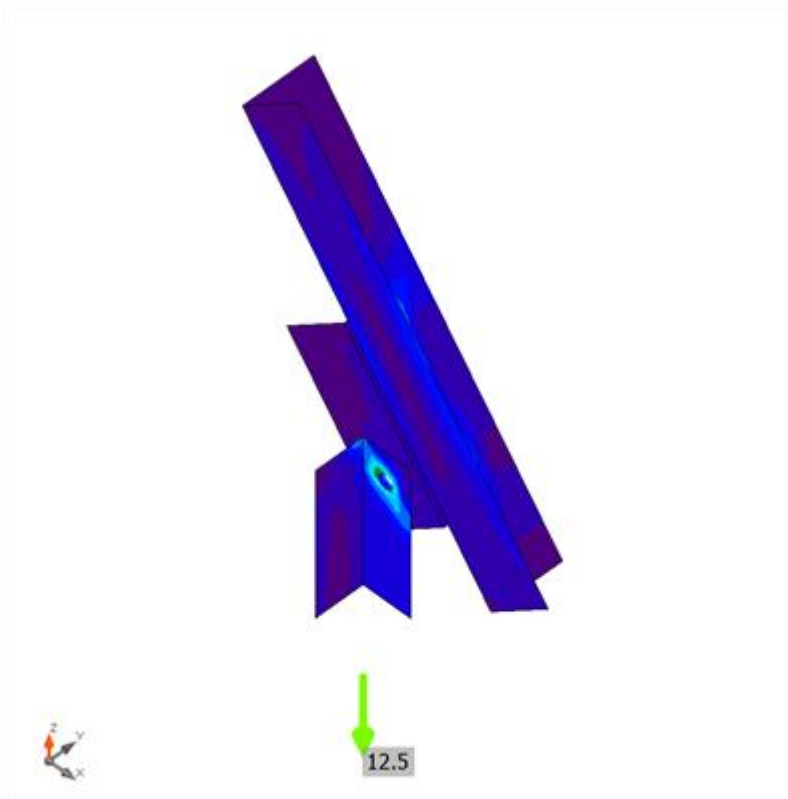
$\epsilon_{Pl}$	Strain
$\sigma_{Ed}$	Eq. stress
$\sigma_{CEd}$	Contact stress
$f_y$	Yield strength
$\epsilon_{lim}$	Limit of plastic strain



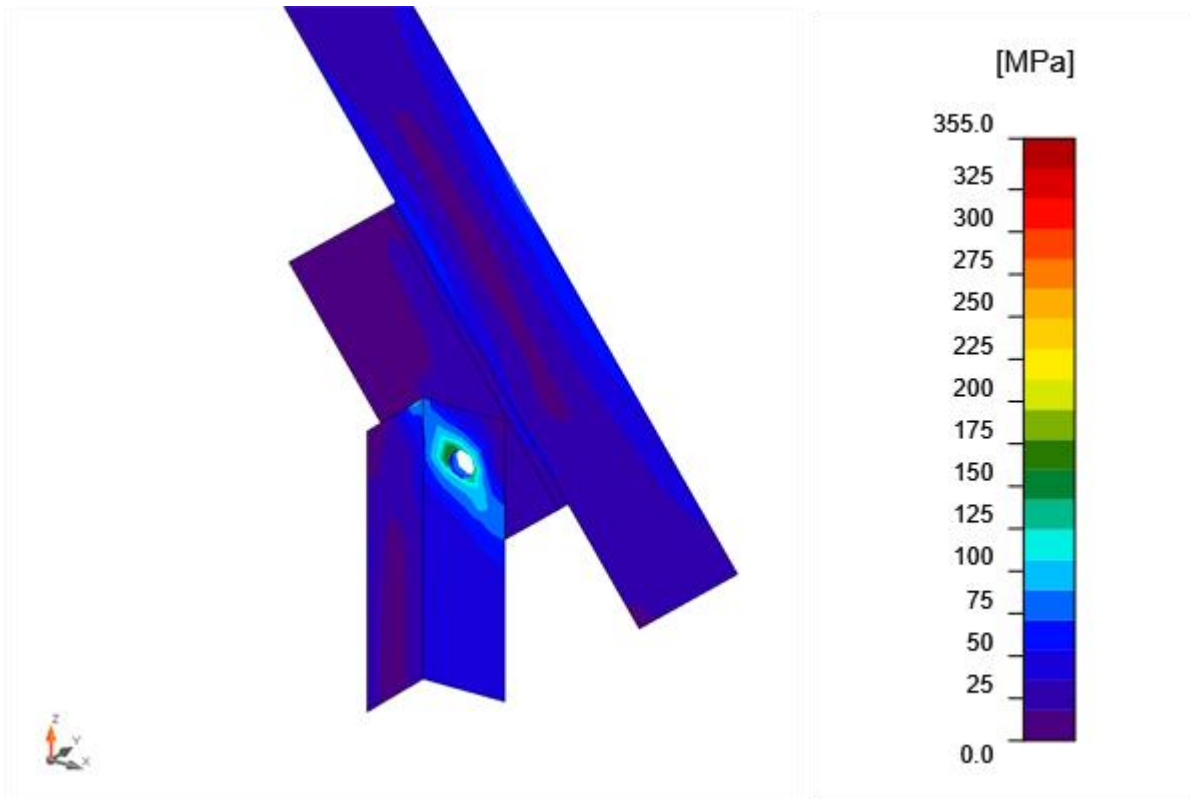
Overall check, LE1



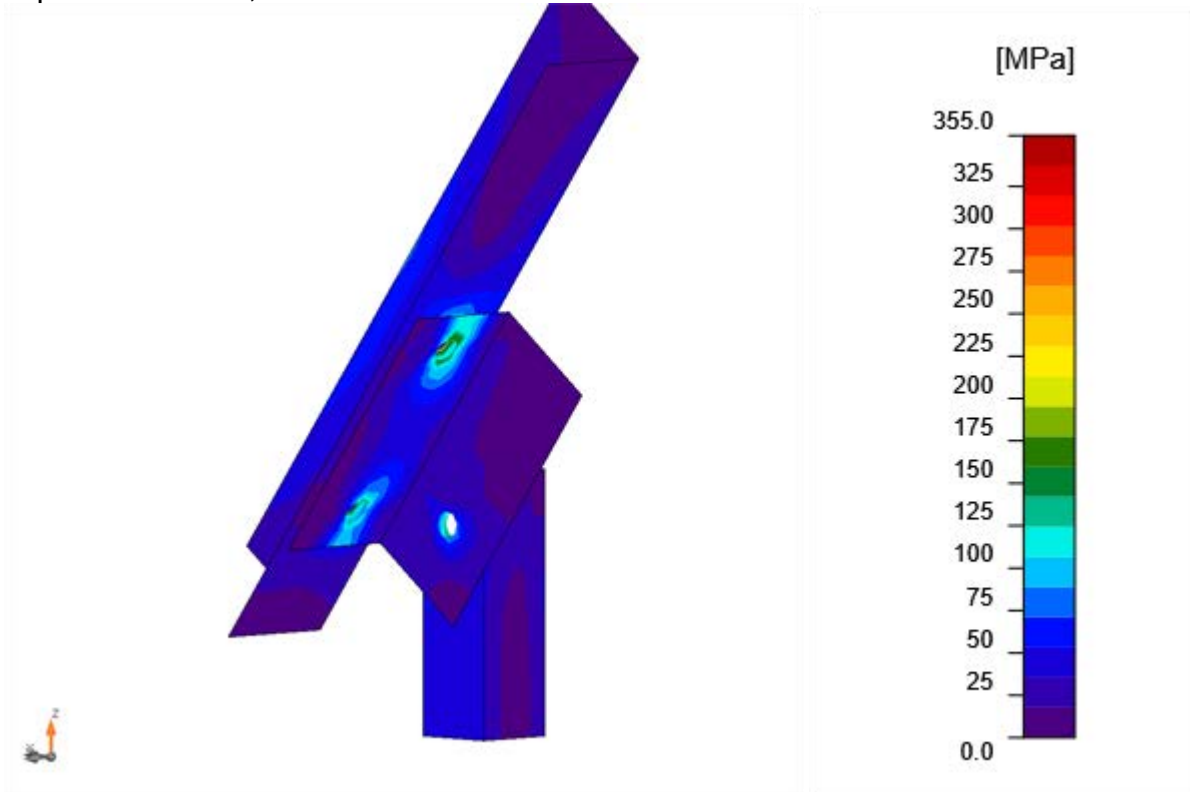
Strain check, LE1



Equivalent stress, LE1



Equivalent stress, LE1


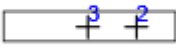


Equivalent stress, LE1

### Bolts

	Name	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [kN]	$V$ [kN]	$U_t$ [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	$U_s$ [%]	$U_{ts}$ [%]	Status



	B1	M16 8.8 - 1	LE1	4.6	12.5	5.1	60.5	20.7	24.4	OK
	B2	M16 8.8 - 2	LE1	12.1	5.6	13.3	86.9	9.2	18.7	OK
	B3	M16 8.8 - 2	LE1	14.3	6.0	15.9	78.4	9.9	21.2	OK

## Design data

Name	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M16 8.8 - 1	90.4	110.8	60.3
M16 8.8 - 2	90.4	108.6	60.3

## Symbol explanation

- $F_{t,Rd}$  Bolt tension resistance EN 1993-1-8 tab. 3.4
- $F_{t,Ed}$  Tension force
- $B_{p,Rd}$  Punching shear resistance
- $V$  Resultant of shear forces  $V_y$ ,  $V_z$  in bolt
- $F_{v,Rd}$  Bolt shear resistance EN\_1993-1-8 table 3.4
- $F_{b,Rd}$  Plate bearing resistance EN 1993-1-8 tab. 3.4
- $U_t$  Utilization in tension
- $U_s$  Utilization in shear

## Buckling

Loads	Shape	Factor [-]
LE1	1	113.85
	2	122.59
	3	124.79
	4	127.18
	5	197.23
	6	215.38

## Code settings

Item	Value	Unit	Reference
$\gamma_{M0}$	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
$\gamma_{M1}$	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
$\gamma_{M2}$	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
$\gamma_{M3}$	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
$\gamma_C$	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
$\gamma_{Inst}$	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1



Joint coefficient $\beta_j$	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Effective area - influence of mesh size	0.10	-	
Friction coefficient - concrete	0.25	-	EN 1993-1-8
Friction coefficient in slip-resistance	0.30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Limit plastic strain	0.05	-	EN 1993-1-5
Weld stress evaluation	Plastic redistribution		
Detailing	No		
Distance between bolts [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Distance between bolts and edge [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Concrete breakout resistance check	Both		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Use calculated $\alpha_b$ in bearing check.	Yes		EN 1993-1-8: tab 3.4
Cracked concrete	Yes		EN 1992-4
Local deformation check	No		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Local deformation limit	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrical nonlinearity (GMNA)	Yes		Analysis with large deformations for hollow section joints
Braced system	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5



## 4 Summary U.C. 's

### 4.1.1 Connections

#### Detail 1

##### Summary

Name	Value	Status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5.0%	OK
Bolts	6.4 < 100%	OK
Buckling	39.85	

#### Detail 2

Bolts: U.C. = 0,04

Plate: U.C. = 0,02

#### Detail 3

##### Summary

Name	Value	Status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5.0%	OK
Bolts	14.3 < 100%	OK
Welds	5.4 < 100%	OK
Buckling	81.19	

#### Detail 4

##### Summary

Name	Value	Status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5.0%	OK
Bolts	6.6 < 100%	OK
Buckling	190.98	

#### Detail 5

##### Summary

Name	Value	Status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5.0%	OK
Bolts	24.4 < 100%	OK
Buckling	113.85	



## 5 Conclusion

### 5.1.1 Connections

All connections have sufficient strength.





Projectnummer Aafjes: **21-187**

Documentnummer: **00974-01-01000**

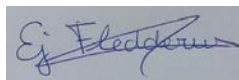

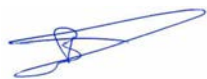
Projectnummer TenneT: **002.515**

Meridian nummer: **002.515.40 0994420**

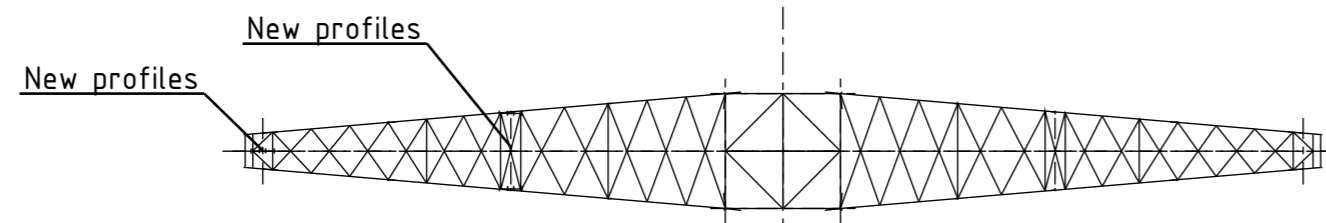
Opdrachtgever: **TenneT**

Project: **Opwaardering ENS-ZL380**

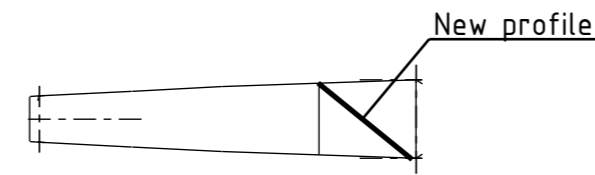
Onderdeel: **HC-3\_R II Mast 10 - Overzichtstekeningen**

	Naam	Functie	Handtekening	Datum
Opgesteld	Erik Jan Fledderus	Tekenaar		18-02-2022
Validatie Aafjes	Niels Verhaar	System Engineer		18-02-2022
Vrijgegeven	Bart Aafjes	Projectleider		18-02-2022

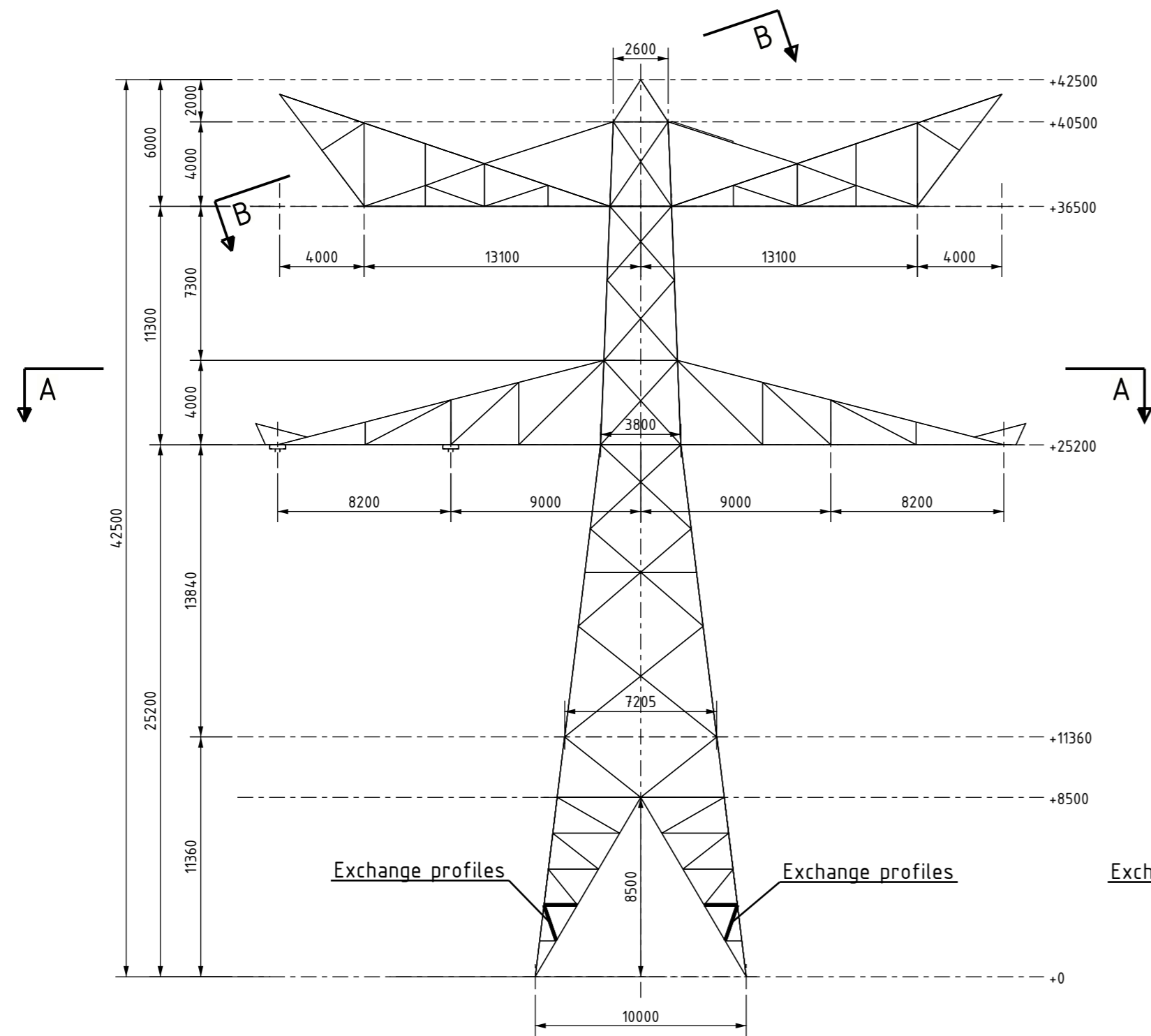
Revisie	Documentstatus	Datum	Reden van uitgifte
0.1	Voorlopig	18-02-2022	1 <sup>e</sup> versie ter review



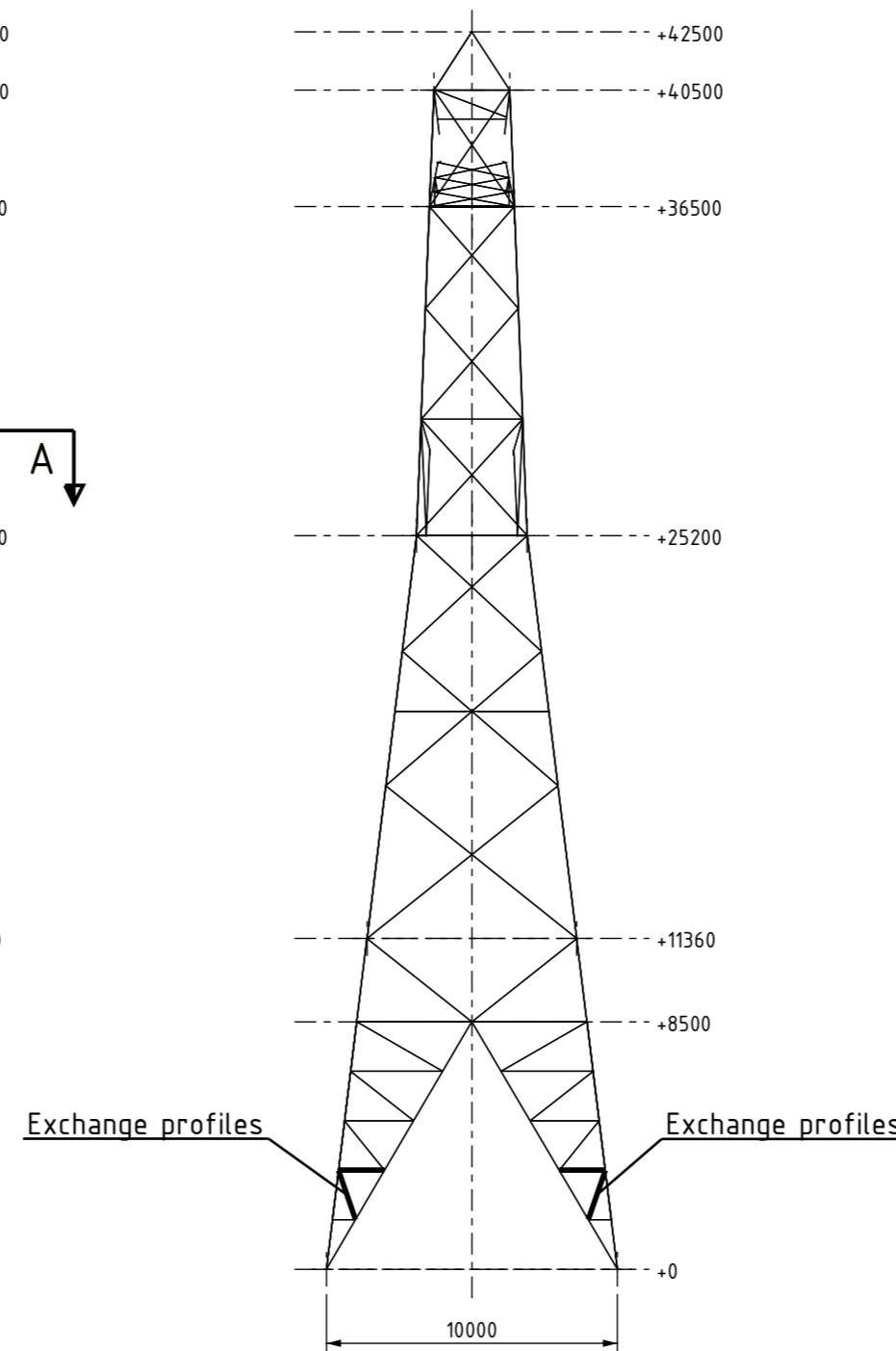
**Section A - A**  
1:250



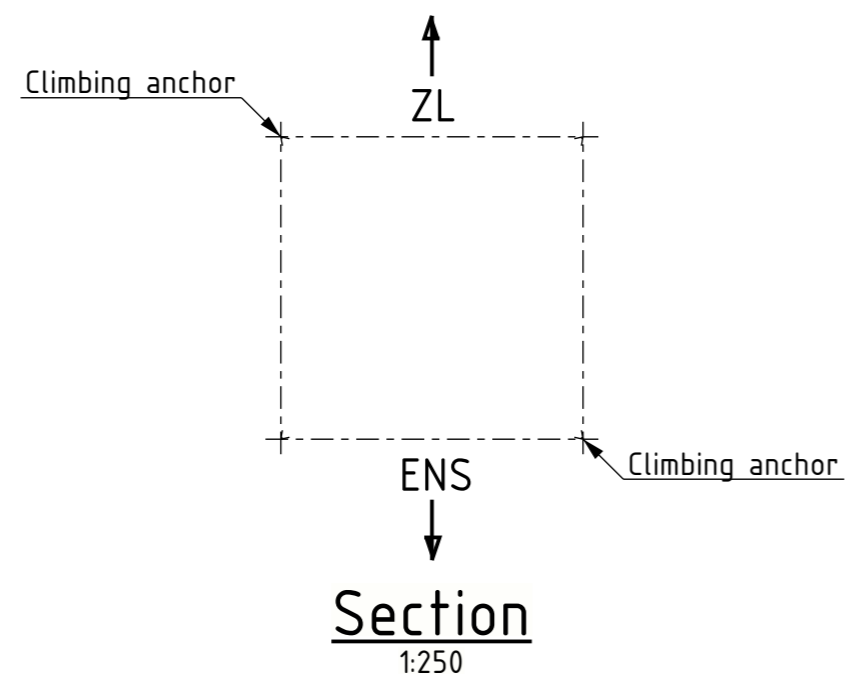
**Section B - B**  
1:250



**Transverse face**  
1:250



**Longitudinal face**  
1:250



**Section**  
1:250

All components of manufacture and finishing according to implementation of TenneT specifications below:  
 - SPE.05.312 V2.0 Algemene specificatie transport montage staalconstructies HS-stations, HS-lijnen  
 - SPE.05.346 V2.0 Algemene specificatie stalen HS masten  
 - SPE.00.905 V13 Conservering Mastverzwaring

Unless otherwise specified:  
 - It has drawn on the right side.  
 - Material quality S355J0 ( $t \leq 16\text{mm}$ ), S355J2 ( $16 < t \leq 40\text{mm}$ )  
 - All bended profiles and plates "HOT BENDING".  
 - Hot-dip galvanization according to NEN-EN-ISO 1461.  
 - Treat any damage of the zinc layer on the existing profiles due to drilling/grinding for corrosion protection.

Norms for connection components:

Bolts ISO 4014  
 Nuts ISO 4032  
 Washers ISO 7091  
 Welds NEN-EN 15607

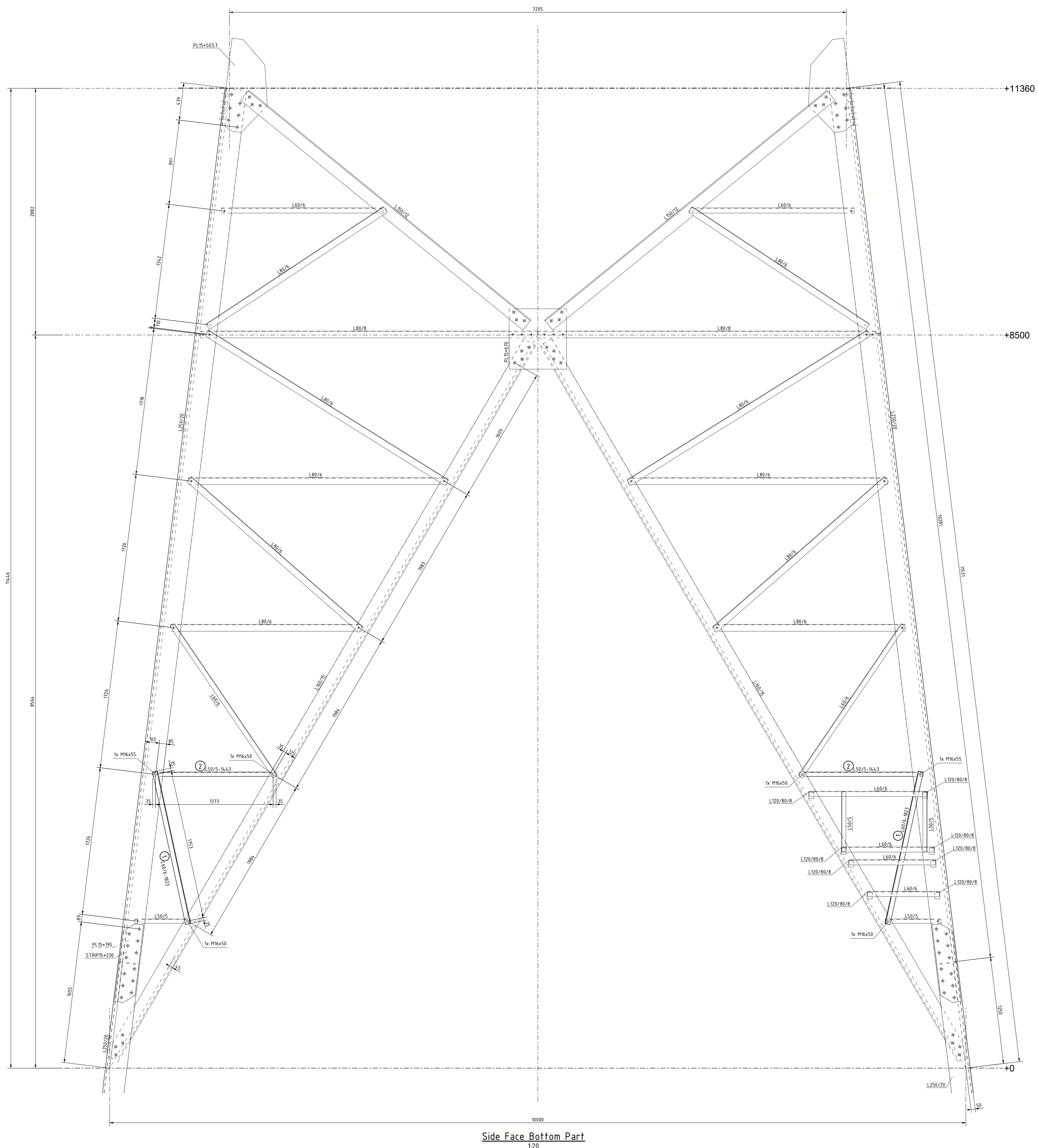
Quality of connection components:

Bolts : Quality 8.8 - HDG oversized  
 Nuts : Quality 8 - HDG oversized  
 Washers : St. -HDG oversized

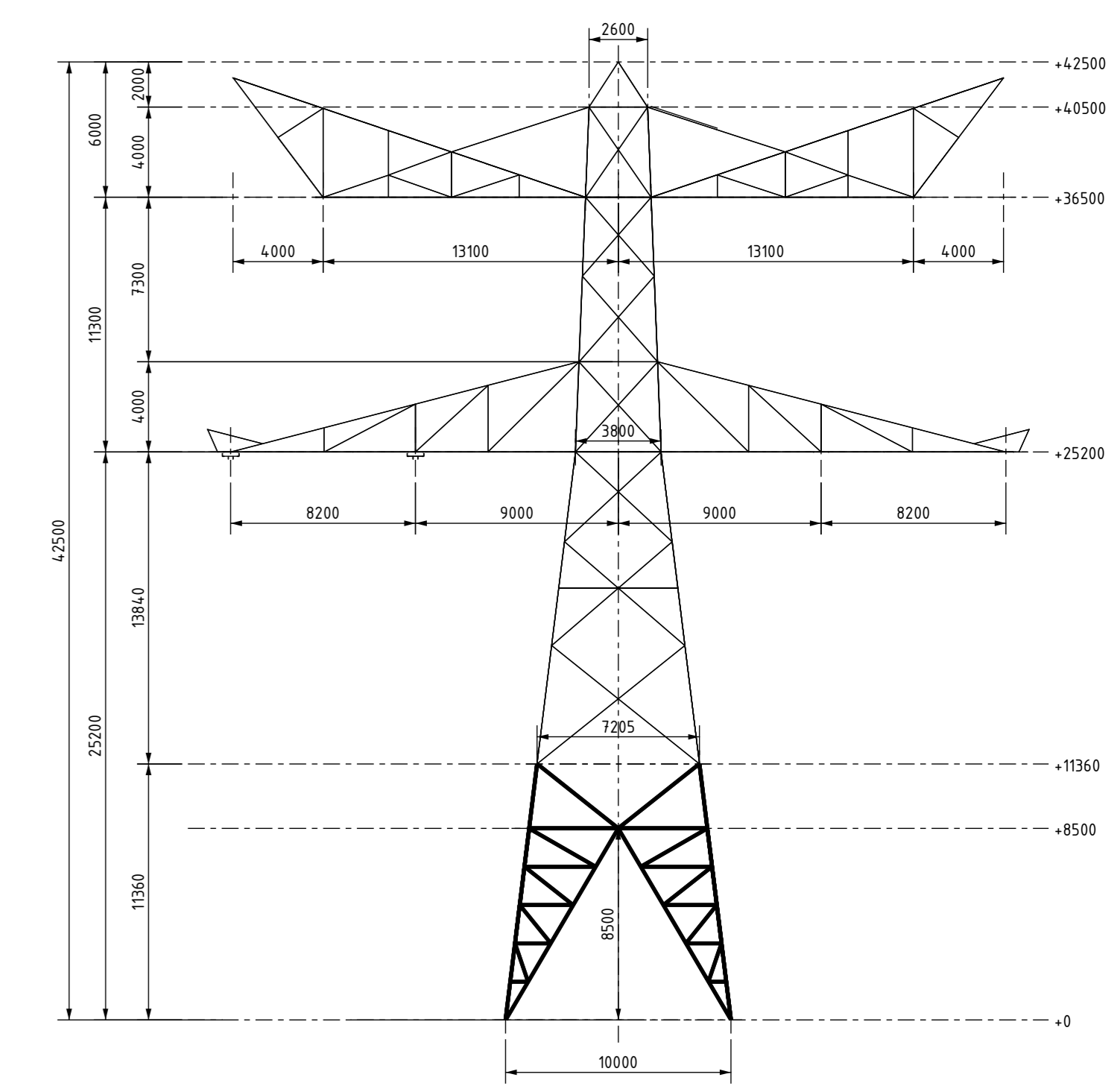
- Place a washer under each nut.  
 - Length of bolts after mounting must be minimum 1 thread and maximum 4 threads.  
 - If a profile needs to be replaced, always use new bolts.

Naam					Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle		Tekeningstatus		Voorlopig		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend		Datum As-Built	Schaal	Formaat				
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.			1:250	594x420				
Relatie		Thema									Verbinding
		Categorie									Algemeen
		Documentcode									Constructietekening
		Object ID									ENS-ZL380 Masttype HC-3_R, Mast 10
Oud tekeningnummer:		Omschrijving:									Masttype HC-3_R II, Mast 10 - Overzicht
		Documentnummer:									00974-01-01001

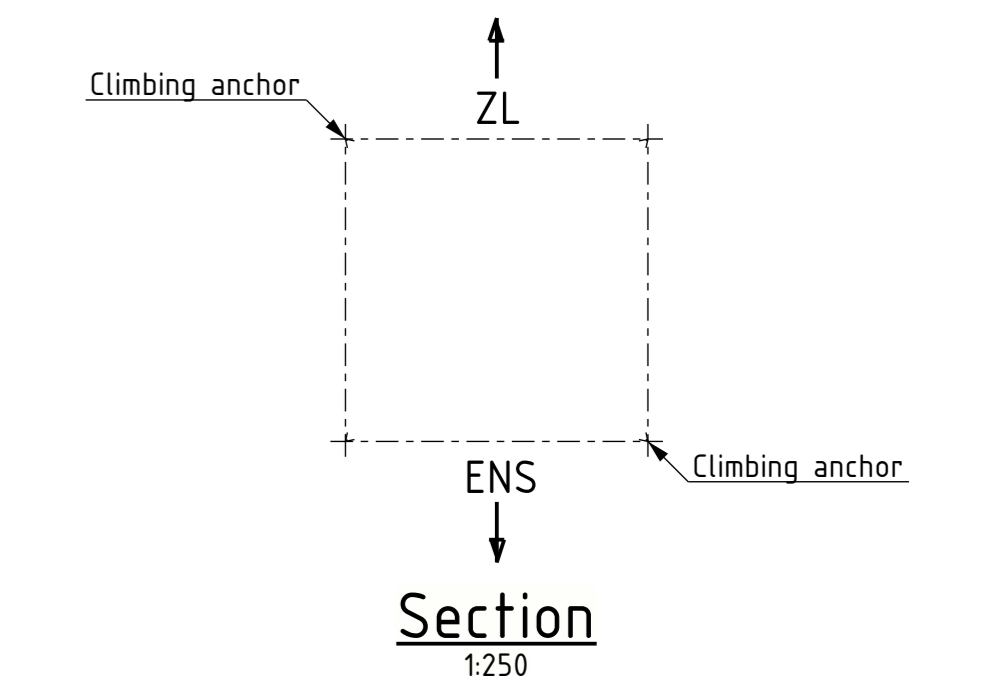
Apply to all sides



Side Face Bottom Part  
1:20



Transverse face  
1:250



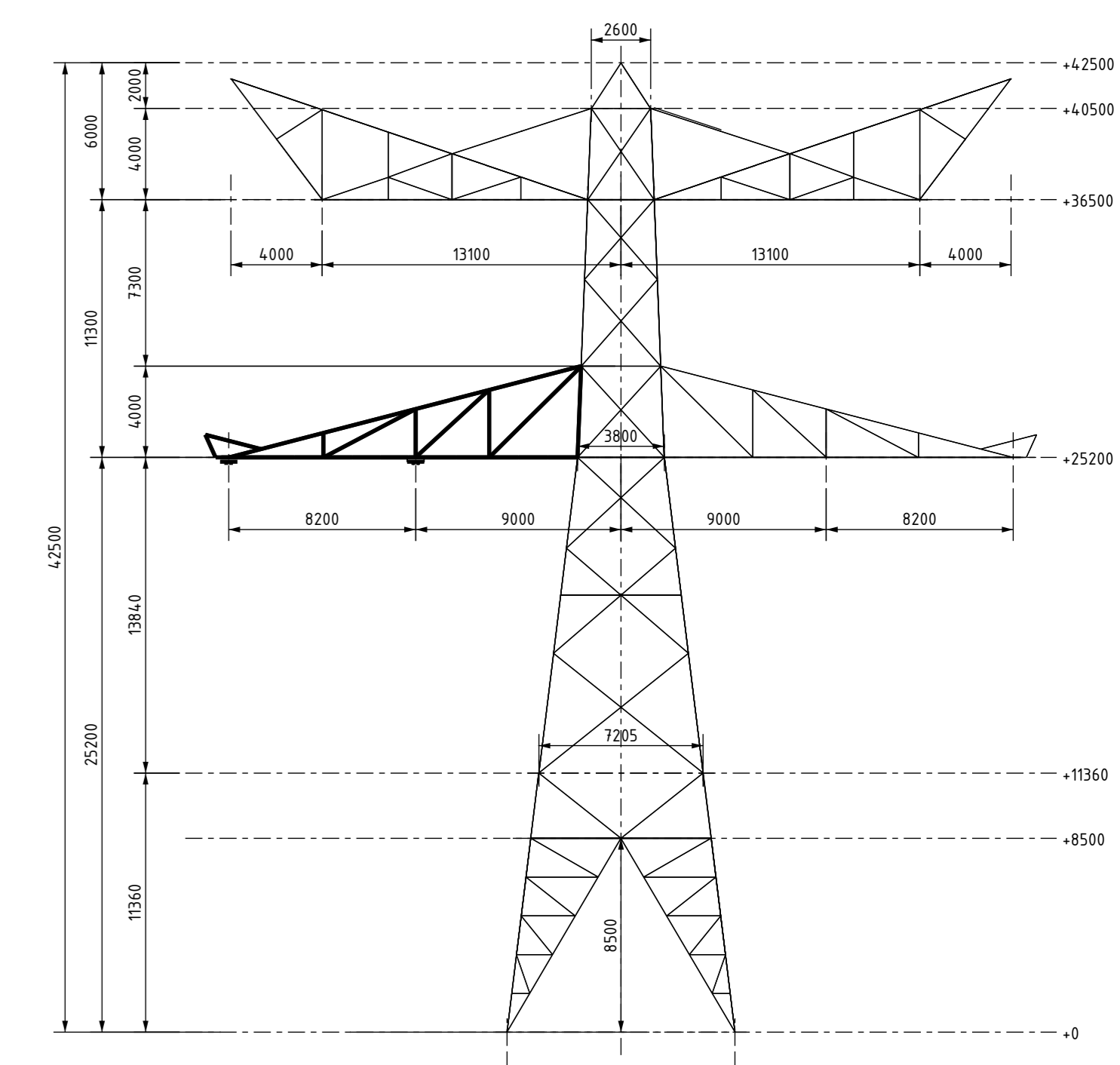
All components of manufacture and finishing according to implementation of TenneT specifications below:  
 - SPE 05.372 V2.0 Algemeen specificatie transport montage staalconstructies HS-stations, HS-lijnen  
 - SPE 05.346 V2.0 Algemeen specificatie stalen HS masten  
 - SPE 05.905 V1.3 Conservering Mastverzuiming

Unless otherwise specified:  
 - It has drawn on the right side.  
 - Material quality S355J0 (I<+16mm), S355J2 (16<+14mm)  
 - All bended profiles and plates "HOT BENDING"  
 - Hot-dip galvanization according to NEN-EN ISO 1461  
 - Treat any damage of the zinc layer on the existing profiles due to drilling/grinding for corrosion protection

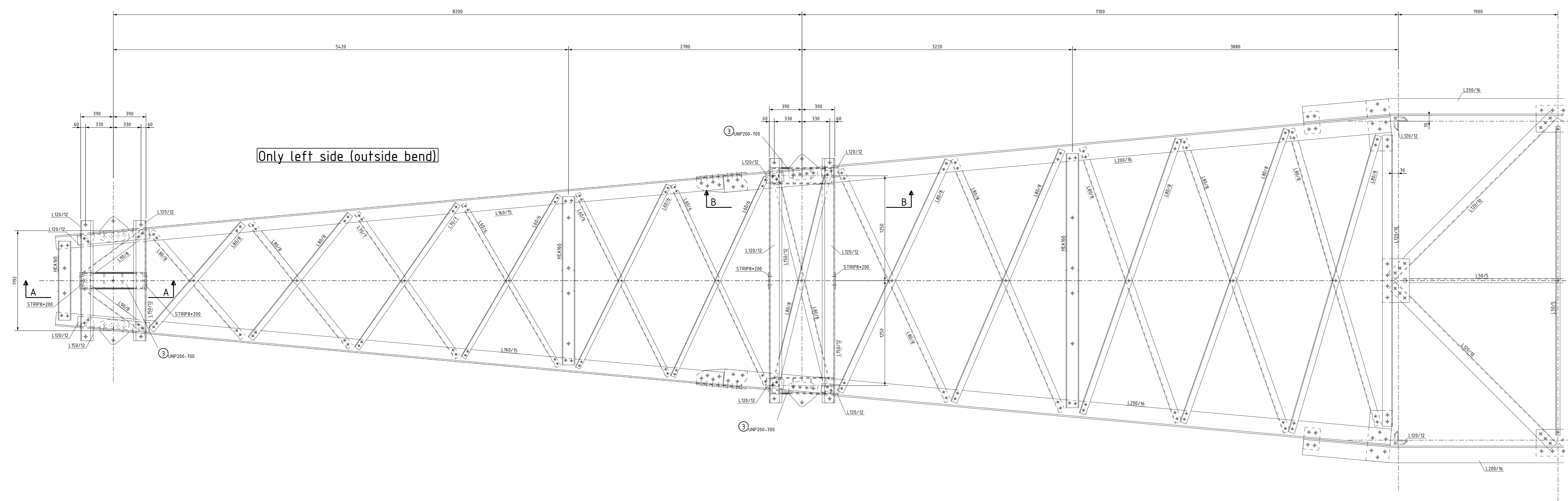
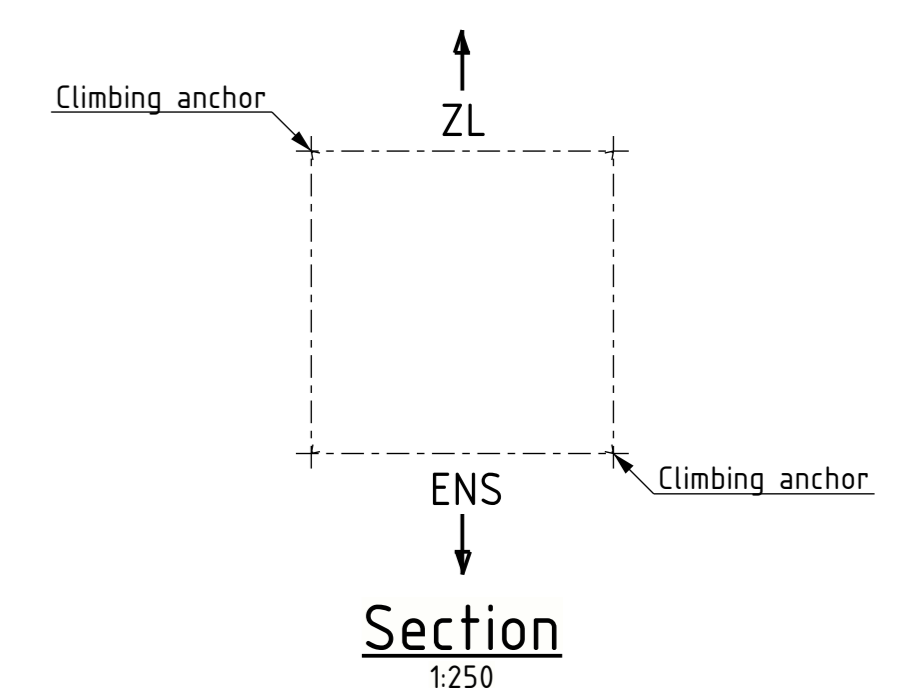
Norms for connection components:  
 Bolts ISO 4014  
 Nuts ISO 4032  
 Washers ISO 1901  
 Welds NEN-EN 15607

Quality of connection components:  
 Bolts Quality 8.8 - HDG oversized  
 Nuts Quality 8 - HDG oversized  
 Washers S1 - HDG oversized  
 - Place a washer under each nut  
 - Length of bolts after mounting must be minimum 1 thread and maximum 4 threads.  
 - If a profile needs to be replaced, always use new bolts.

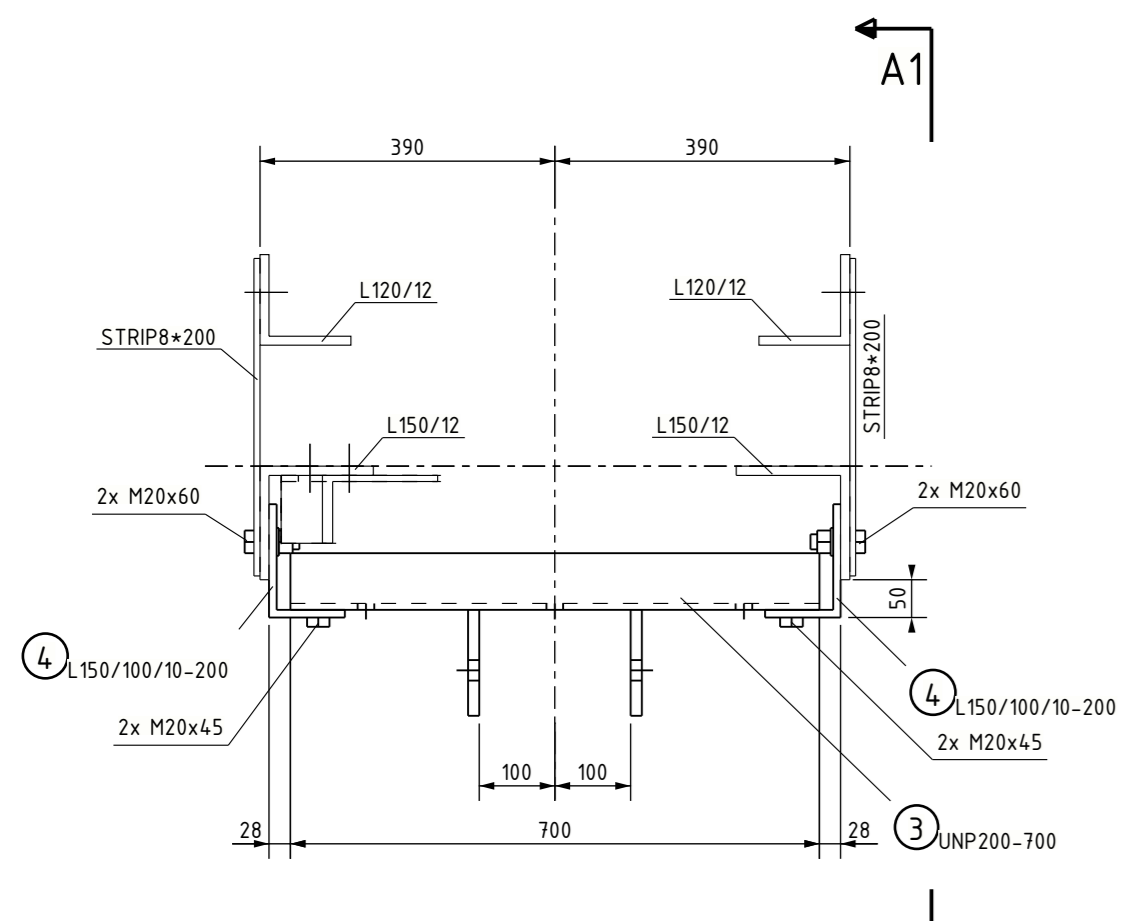
Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle		Voorlopig	
Op: 18.02.2022	in versie ter review	gemaakt door: ing. bureau Aaltes b.v.	formaat: 15 120 A0
Titel: Verbinding	Opdracht: Algemeen	Project: Constructieontwerp	
Opdrachtgever: ENS-ZL380 MastType HC-3_R_Mast 10	Ontwerper: MastType HC-3_R II_Mast 10 - Broekstuk	00974--01-01002	



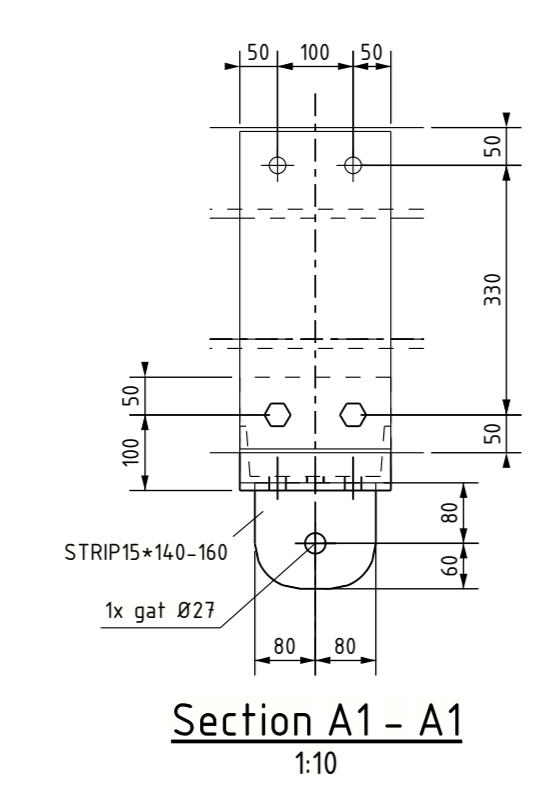
**Transverse face**  
1:250



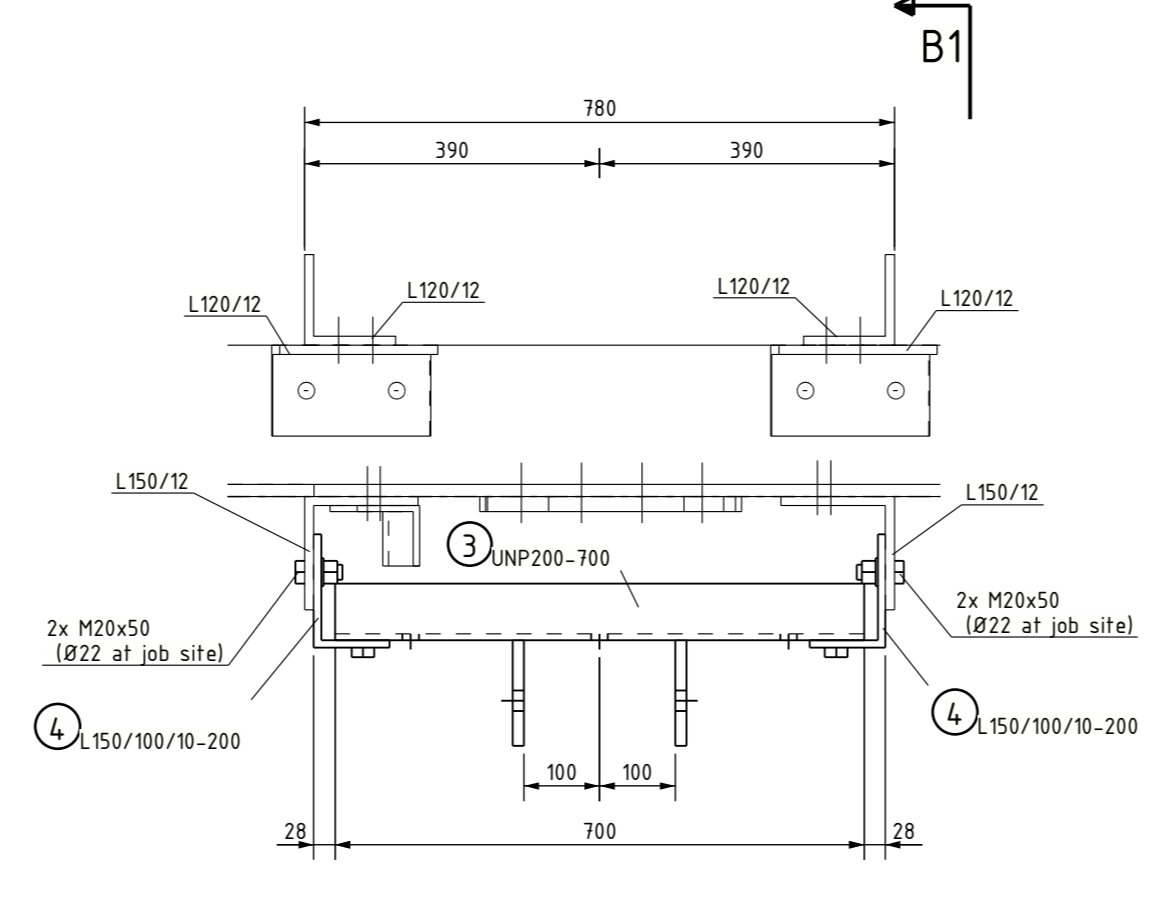
**Bottom Surface Lower Cross Arm**  
1:20



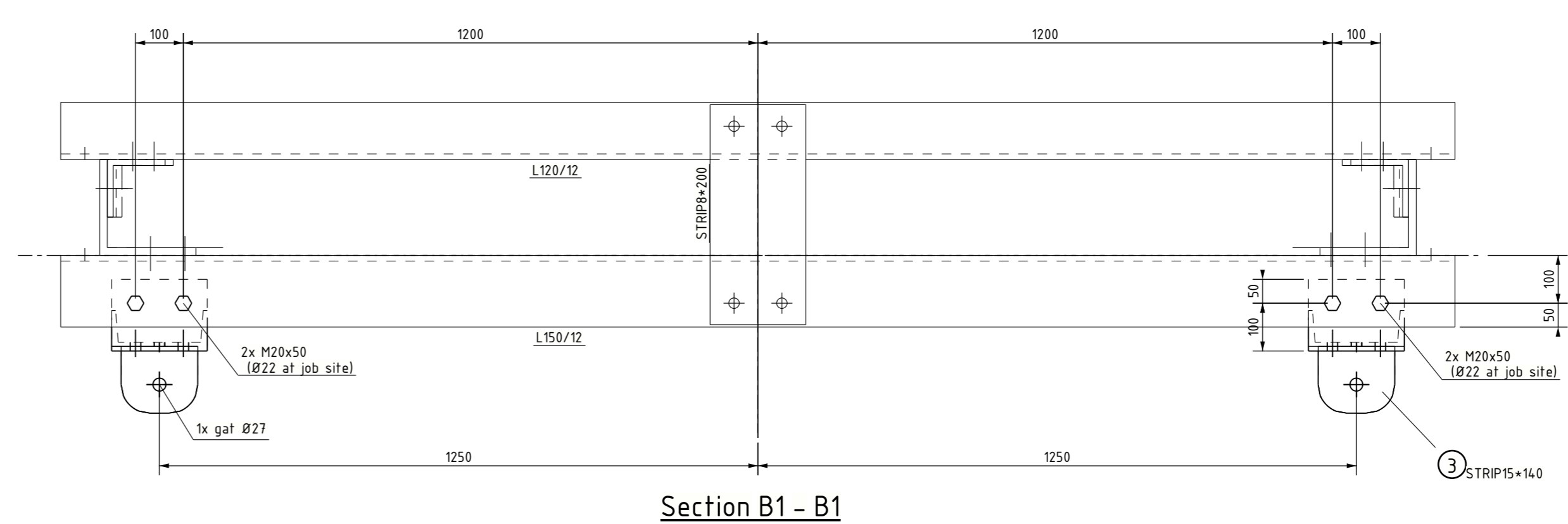
**Section A - A**  
1:10



**Section A1 - A1**  
1:10



**Section B - B**  
1:10



**Section B1 - B1**  
1:10

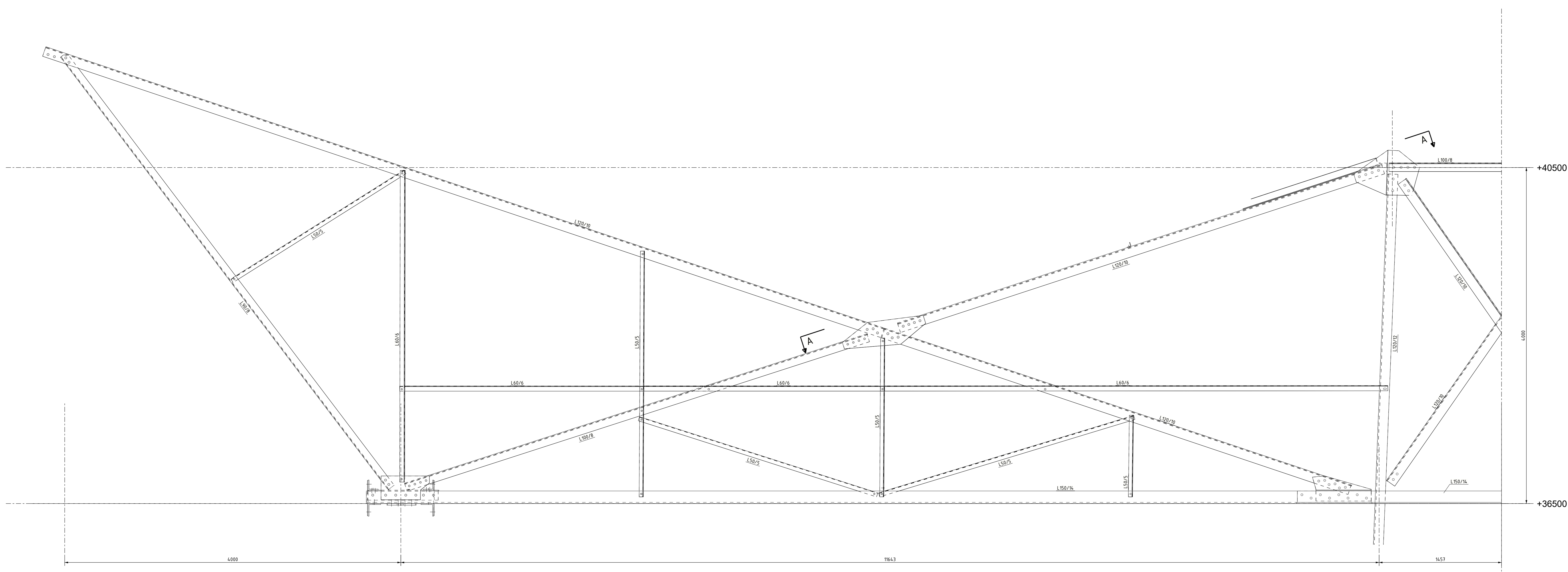
All components of manufacture and finishing according to implementation of Tenon's specifications below:  
 - SPE 05.372 V2.0 Algemeen specificatie transport montage staalconstructies HS-stations, HS-lijnen  
 - SPE 05.340 V2.0 Algemeen specificatie stalen HS masten  
 - SPE 05.905 V1.3 Conservering Hestverzuizing

Unless otherwise specified:  
 - It has drawn on the right side.  
 - Material quality S355J0 II (+16mm), S355J2 II (+14mm)  
 - All bented profiles and plates "HOT BENDING"  
 - Hot-dip galvanization according to NEN-EN ISO 1461  
 - Treat any damage of the zinc layer on the existing profiles due to drilling/grinding for corrosion protection

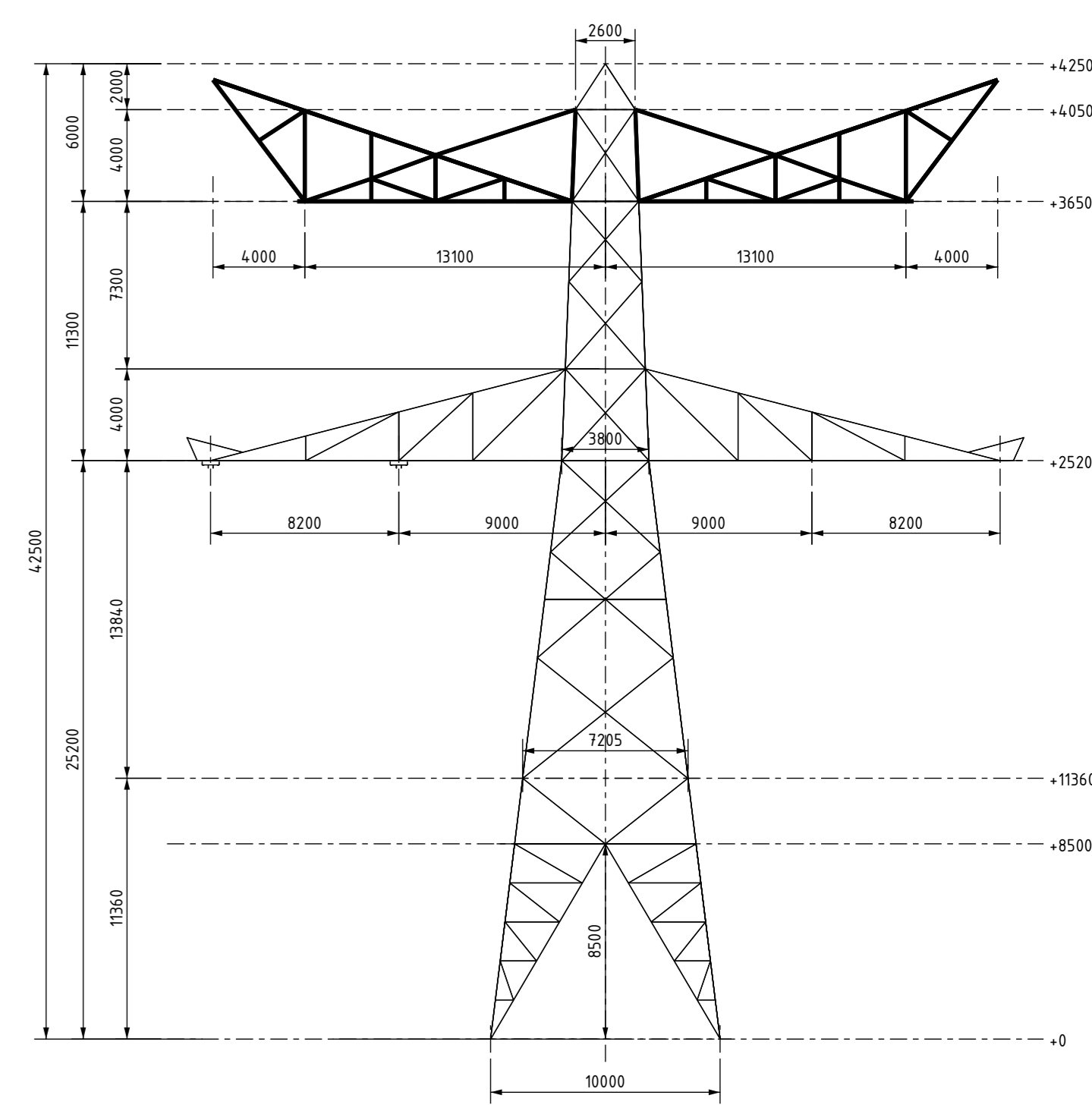
Norms for connection components:  
 Bolts ISO 4014  
 Nuts ISO 4032  
 Washers ISO 1701  
 Welds NEN-EN 15607

Quality of connection components:  
 Bolts : Quality 8.8 - HDG oversized  
 Nuts : Quality 8 - HDG oversized  
 Washers : S1 - HDG oversized  
 - Place a washer under each nut  
 - Length of bolts after mounting must be minimum 1 thread and maximum 4 threads.  
 - If a profile needs to be replaced, always use new bolts.

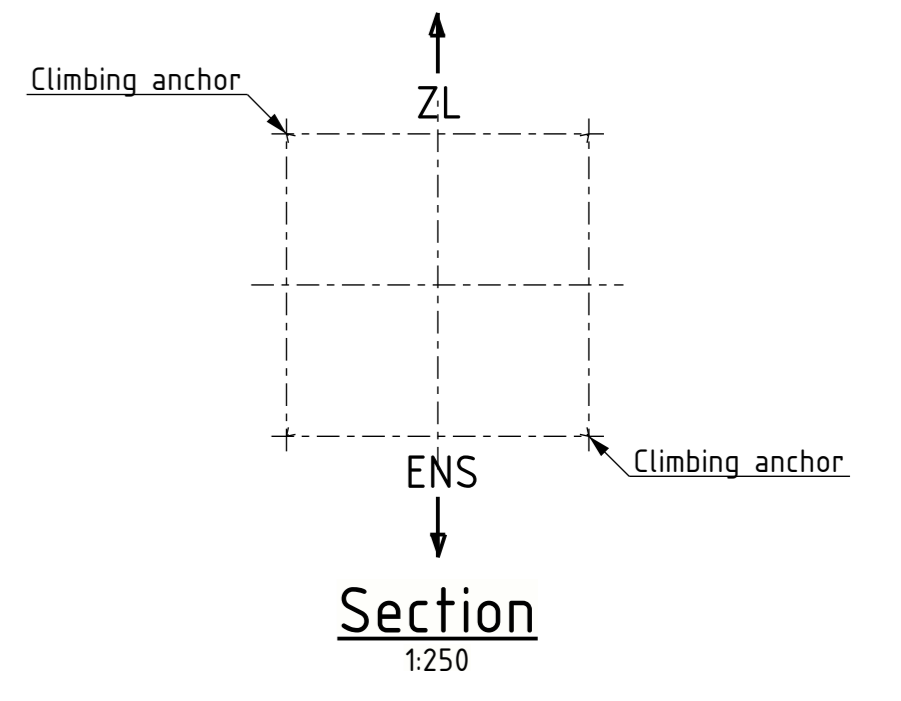
Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle		Voorlopig															
Opdrachtgever	Opdrachtgever	Opdrachtgever	Opdrachtgever														
18.02.2022	18.02.2022	110	120														
<table border="1"> <tr> <th>Titel</th> <th>Verbinding</th> </tr> <tr> <td>Opdracht</td> <td>Algemeen</td> </tr> <tr> <td>Bouwwerk</td> <td>Constructieaankomst</td> </tr> <tr> <td>Opdracht</td> <td>ENS-ZL380 Masttype HC-3_R_Mast 10</td> </tr> <tr> <td>Opdracht</td> <td>Masttype HC-3_R II_Mast 10 - Ondertraverse</td> </tr> </table>		Titel	Verbinding	Opdracht	Algemeen	Bouwwerk	Constructieaankomst	Opdracht	ENS-ZL380 Masttype HC-3_R_Mast 10	Opdracht	Masttype HC-3_R II_Mast 10 - Ondertraverse	<table border="1"> <tr> <th>Opdracht</th> <th>Opdracht</th> </tr> <tr> <td>00974-01-01003</td> <td></td> </tr> </table>		Opdracht	Opdracht	00974-01-01003	
Titel	Verbinding																
Opdracht	Algemeen																
Bouwwerk	Constructieaankomst																
Opdracht	ENS-ZL380 Masttype HC-3_R_Mast 10																
Opdracht	Masttype HC-3_R II_Mast 10 - Ondertraverse																
Opdracht	Opdracht																
00974-01-01003																	



Front Face Upper Cross Arm  
1:20

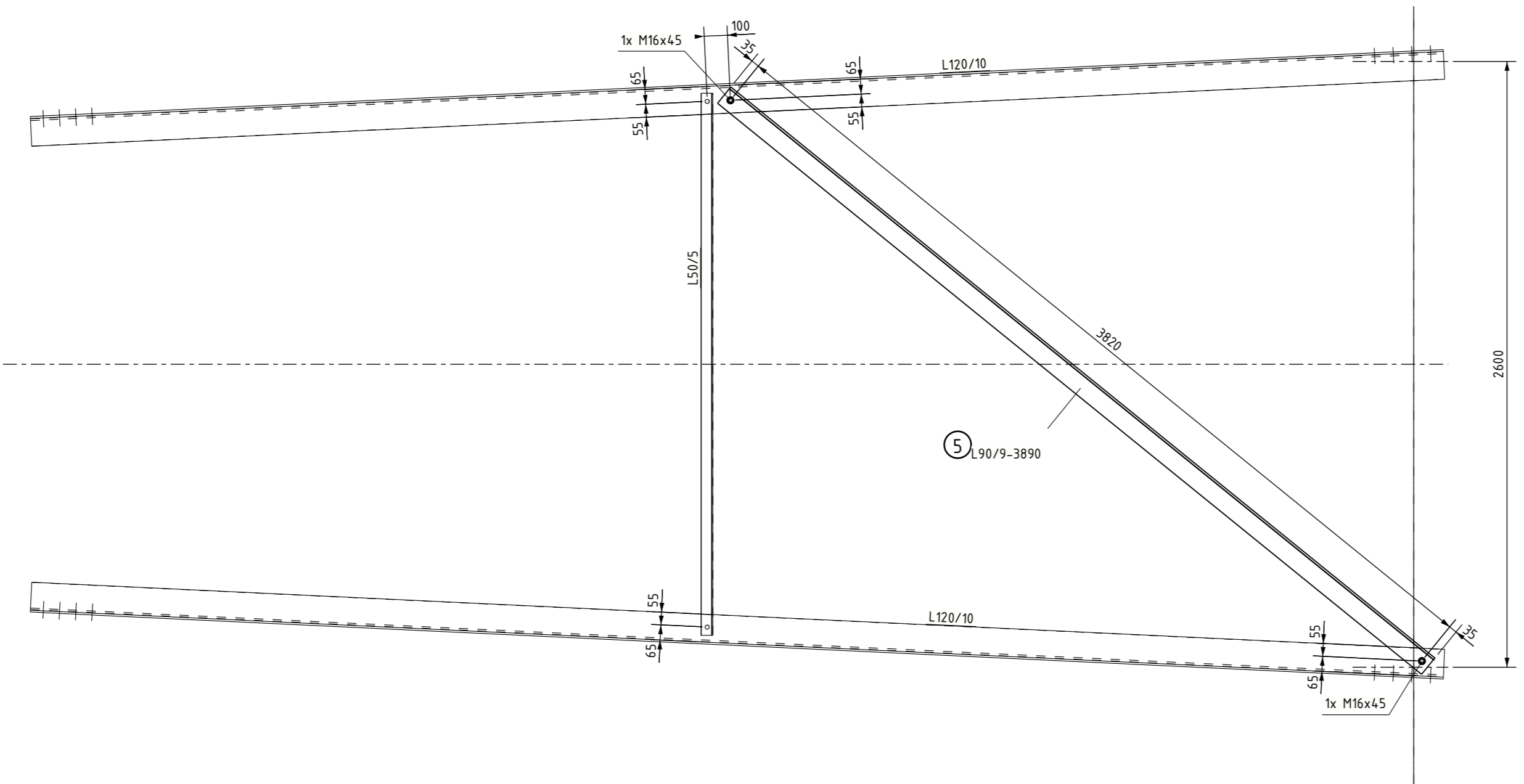


Transverse face  
1:250



Section  
1:250

DETERMINE FURTHER DIMENSIONS AT WORK



Section A - A  
1:20

All components of manufacture and finishing according to implementation of TenneT specifications below:  
 - SPE 05.372 V2.0 Algemeen specificatie transport montage staalconstructies HS-stations, HS-lijnen  
 - SPE 05.344 V2.0 Algemeen specificatie stalen HS masten  
 - SPE 05.905 V1.3 Conservering Mastverzuiming

Unless otherwise specified:  
 - It has drawn on the right side.  
 - Material quality S355J0 II (+16mm), S355J2 II (+14-16mm)  
 - All banded profiles and plates "HOT BENDING"  
 - Hot-dip galvanization according to NEN-EN-ISO 1461  
 - Treat any damage of the zinc layer on the existing profiles due to drilling/grinding for corrosion protection

Norms for connection components:  
 Bolts ISO 4014  
 Nuts ISO 4032  
 Washers ISO 1911  
 Welds NEN-EN 1567

Quality of connection components:  
 Bolts Quality 8.8 - HDG oversized  
 Nuts Quality 8 - HDG oversized  
 Washers S1 - HDG oversized  
 - Place a washer under each nut  
 - Length of bolts after mounting must be minimum 1 thread and maximum 4 threads.  
 - If a profile needs to be replaced, always use new bolts.

Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle		Voortloopp	
Op: 18.02.2022	le versie ter review	gemaakt door: ing. bureau Aalfes b.v.	formaat: 120 x 250 A0
Titel	Verbinding		
Opdrachtgever	Algemeen		
	Constructieafdeling		
	HS-3		
	ENS-ZL380 Masttype HC-3_R_Mast 10		
	Masttype HC-3_R II_Mast 10 - Boventransverse		
		00974-01-01004	



Projectnummer Aafjes: **21-187**

Documentnummer: **00974-01-01010**

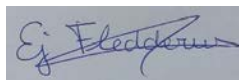

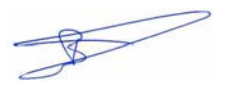
Projectnummer TenneT: **002.515**

Meridian nummer: **002.515.40 0994421**

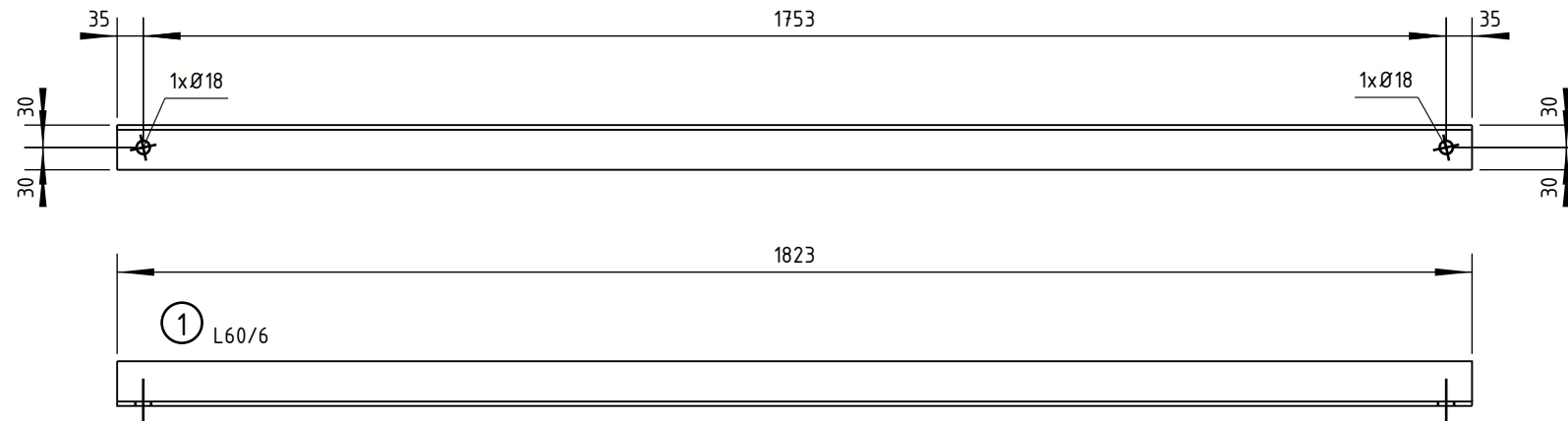
Opdrachtgever: **TenneT**

Project: **Opwaardering ENS-ZL380**


Onderdeel: **HC-3\_R II Mast 10 - Onderdeeltelingen**

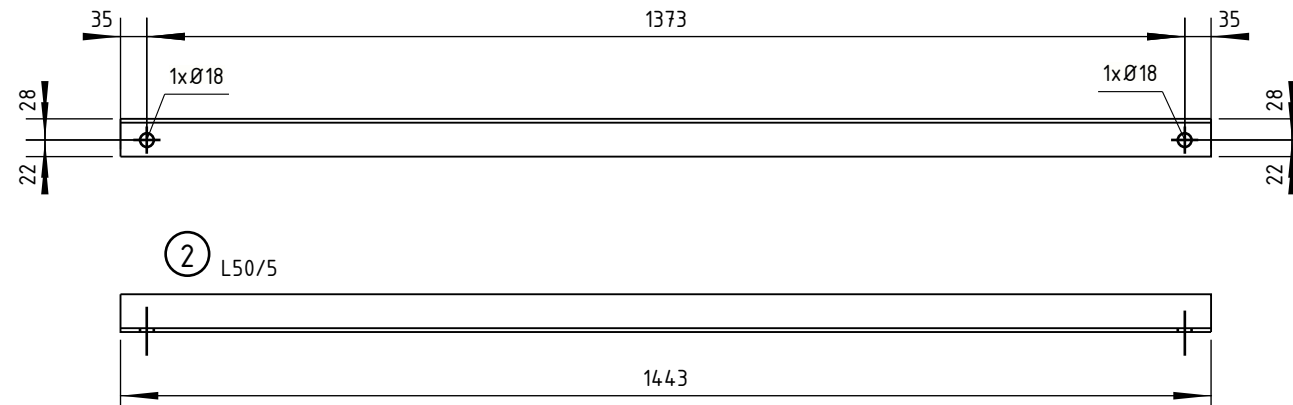
	Naam	Functie	Handtekening	Datum
Opgesteld	Erik Jan Fledderus	Tekenaar		18-02-2022
Validatie Aafjes	Niels Verhaar	System Engineer		18-02-2022
Vrijgegeven	Bart Aafjes	Projectleider		18-02-2022

Revisie	Documentstatus	Datum	Reden van uitgifte
0.1	Voorlopig	18-02-2022	1 <sup>e</sup> versie ter review




Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )
1	L60/6	7	S355J0	1823	0.44

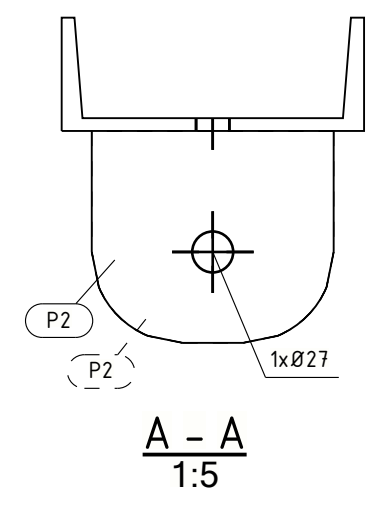
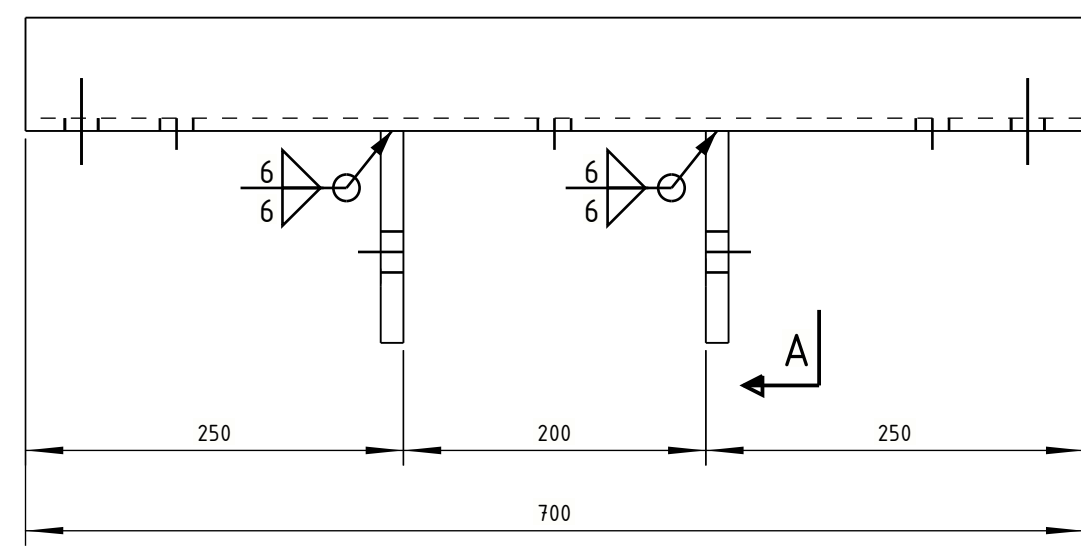
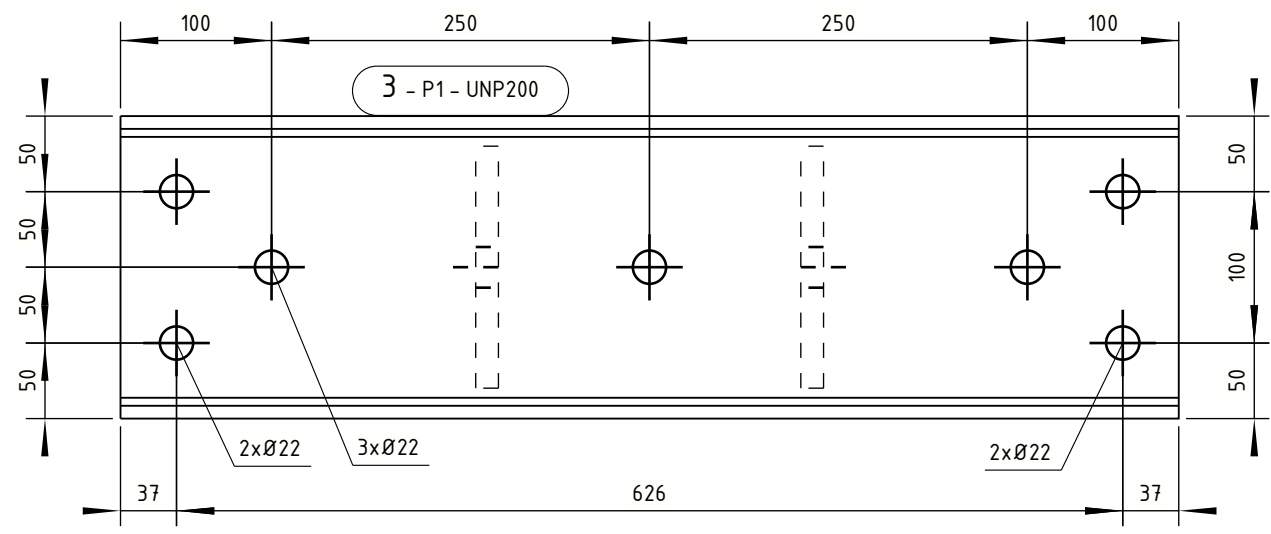
Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	A3
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 Masttype HC-3_R, Mast 10			
Oud tekeningnummer:		Omschrijving: Te vervangen staal - onderdeel [1]				
		Documentnummer:				
						



Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )
2	L50/5	8	S355J0	1443	0.29

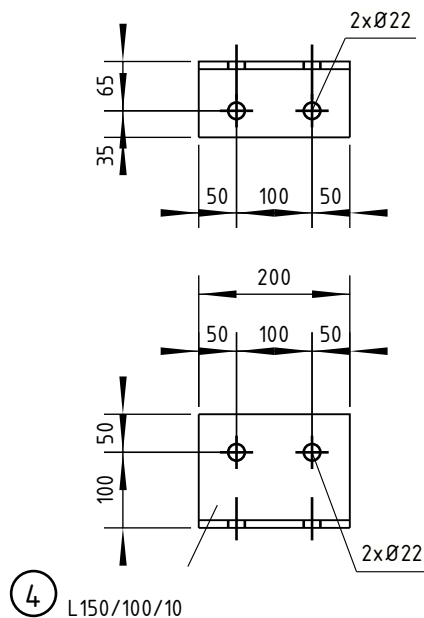
Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	A3
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 Masttype HC-3_R, Mast 10			
Oud tekeningnummer:		Omschrijving: Te vervangen staal - onderdeel [2]				
		Documentnummer:				
						





ASSEMBLY						
Mark: 3						
length (mm): 700      Number: 3						
Pos	Profile	Grade	Number	Length (mm)	Weight (kg)	Area (m <sup>2</sup> )
P1	UNP200	S355J0	1	700	18.0	0.46
P2	STRIP15*140	S355J0	2	160	5.0	0.10
Total of one mark					23.0	0.56

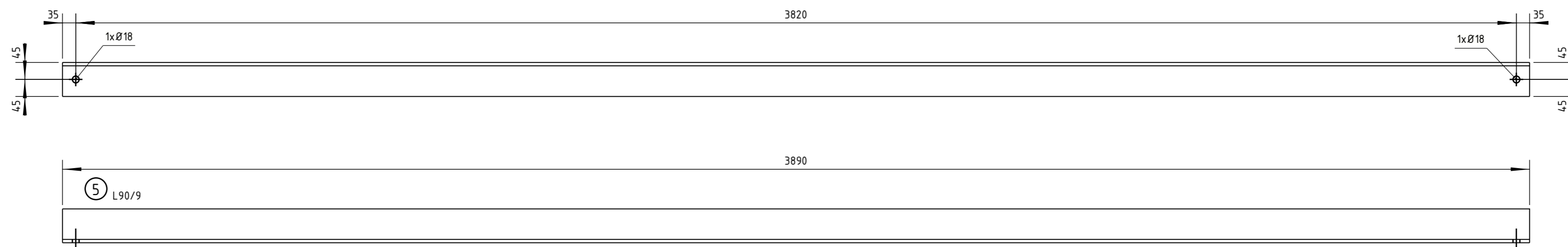
Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>					Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>	
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:5	A3
Relatie			Thema	Verbinding		
			Categorie	Algemeen		
			Documentcode	Constructietekening		
			Object ID	ENS-ZL380 Masttype HC-3_R, Mast 10		
Oud tekeningnummer:			Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [3]		
			Documentnummer:			



4	L150/100/10	6	S355J0	200	0.10
Pos	Profil	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

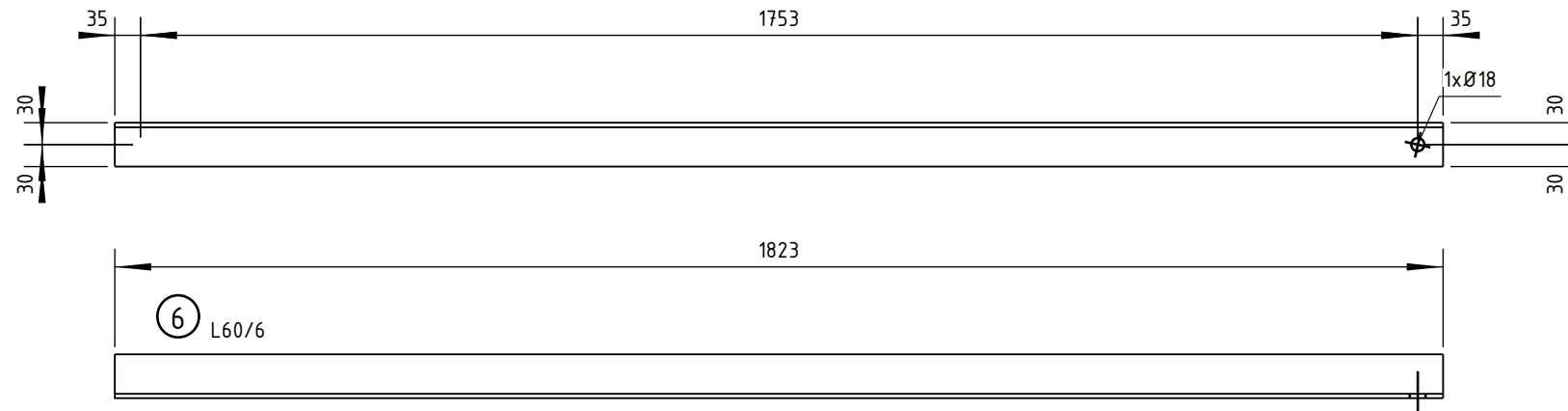
Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 Masttype HC-3_R, Mast 10			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [4]			
		Documentnummer:				






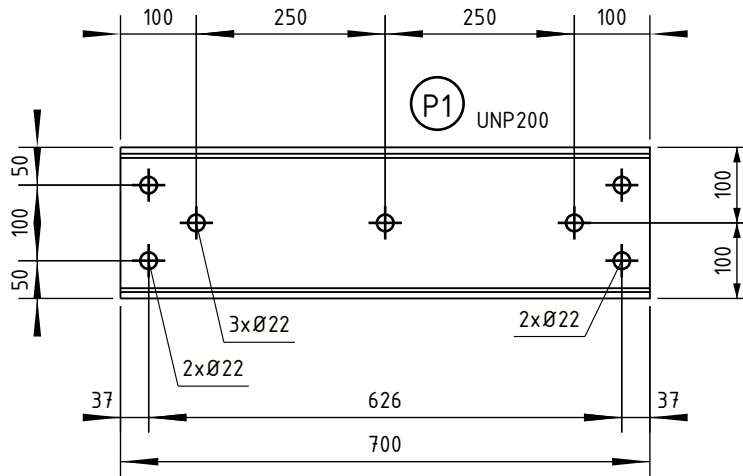
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )
5	L90/9	2	S355J0	3890	1,40

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	594x420
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 Masttype HC-3_R, Mast 10			
Oud tekeningnummer:		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [5]			
		Documentnummer:				



6	L60/6	1	S355J0	1823	0.44
Pos	Profile	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

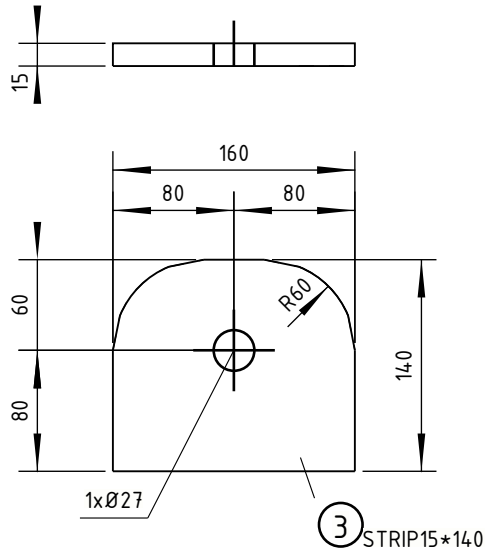
Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Gefekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	A3
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
		Object ID	ENS-ZL380 Masttype HC-3_R, Mast 10			
Oud tekeningnummer:		Omschrijving: Te vervangen staal - onderdeel [6]				
		Documentnummer:				
						



P1	UNP200	3	S355J0	700	0.46
Pos	Profiel	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:10	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 Masttype HC-3_R, Mast 10			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [P1]			
		Documentnummer:				





P2	STRIP15*140	6	S355J0	160	0.05
Pos	Profil	Number	Grade	Length	Area (m <sup>2</sup> )

Naam <b>Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle</b>				Tekeningstatus <b>Voorlopig</b>		
Rev.	Datum revisie	Omschrijving revisie	Getekend	Datum As-Built	Schaal	Formaat
0.1	18.02.2022	1e versie ter review	Ing. bureau Aafjes b.v.		1:5	210x297
Relatie		Thema	Verbinding			
		Categorie	Algemeen			
		Documentcode	Constructietekening			
Oud tekeningnummer:		Object ID	ENS-ZL380 Masttype HC-3_R, Mast 10			
		Omschrijving:	Nieuw staal - onderdeel [P2]			
		Documentnummer:				





Projectnummer Aafjes: **21-187**

Documentnummer: **00974-01-01020**

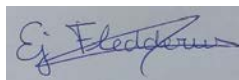

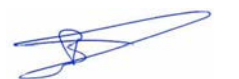
Projectnummer TenneT: **002.515**

Meridian nummer: **002.515.40 0994422**

Opdrachtgever: **TenneT**

Project: **Opwaardering ENS-ZL380**

Onderdeel: **HC-3\_R II Mast 10 - Lijsten**

	Naam	Functie	Handtekening	Datum
Opgesteld	Erik Jan Fledderus	Tekenaar		18-02-2022
Validatie Aafjes	Niels Verhaar	System Engineer		18-02-2022
Vrijgegeven	Bart Aafjes	Projectleider		18-02-2022

Revisie	Documentstatus	Datum	Reden van uitgifte
0.1	Voorlopig	18-02-2022	1 <sup>e</sup> versie ter review

ENS-ZL380  
Masttype HC-3\_R  
t.b.v. mast 10

Datum: 14.02.2022

-----

Naam	Type	Kwal.	Aantal
BOUT-M16*45	4017	8.8	4
BOUT-M16*50	4014	8.8	17
BOUT-M16*55	4014	8.8	7
BOUT-M20*45	4017	8.8	12
BOUT-M20*50	4017	8.8	8
BOUT-M20*60	4017	8.8	4

-----

MOER-M16	4032		28
MOER-M20	4032		24

-----

RING-M16	7091		28
RING-M20	7091		24

=====



MATERIAALLIJST

Pagina: 1

ENS-ZL380  
Masttype HC-3\_R  
t.b.v. mast 10

Datum: 14.02.2022

Profiel	Pos	Kwaliteit	Aantal	Lengte(mm)	Opp.(m2)	Gewicht(kg)
L50/5	2	S355J0	8	1443	0.29	5.5
				11544	2.31	44.3
L60/6	1	S355J0	7	1823	0.44	10.1
L60/6	6	S355J0	1	1823	0.44	10.1
				14587	3.50	80.6
L90/9	5	S355J0	2	3890	1.40	48.3
				7781	2.80	96.5
L150/100/10	4	S355J0	6	200	0.10	3.8
				1200	0.60	23.0
STRIP15*140	P2	S355J0	6	160	0.05	2.5
				960	0.30	14.9
UNP200	P1	S355J0	3	700	0.46	18.0
				2100	1.39	54.1
Totaal:					10.89	313.5

ENS-ZL380  
Masttype HC-3\_R  
t.b.v. mast 10

Datum: 14.02.2022

-----

Merk	Aantal	Profiel	Lengte	Opp.(m2)	Gewicht (kg)
1	7	L60/6	1823	0.44	10.1
2	8	L50/5	1443	0.29	5.5
3	3	UNP200	700	0.56	23.0
4	6	L150/100/10	200	0.10	3.8
5	2	L90/9	3890	1.40	48.3
6	1	L60/6	1823	0.44	10.1
Totaal	27	merk(en)		10.89	313.5

-----

Masttype: HC-3\_R II Mast 10  
Opwaarderen 380 kV verbinding Ens - Zwolle

Tekening omschrijving	Tekeningnummer	Rev.	Datum	Tek. formaat
Masttype HC-3_R II, Mast 10 - Overzicht	00974-01-01001	0.1	18.02.2022	A2 594x420
Masttype HC-3_R II, Mast 10 - Broekstuk	00974-01-01002	0.1	18.02.2022	A0 1189x841
Masttype HC-3_R II, Mast 10 - Ondertraverse	00974-01-01003	0.1	18.02.2022	A0 1189x841
Masttype HC-3_R II, Mast 10 - Boventraverse	00974-01-01004	0.1	18.02.2022	A0 1189x841
Masttype HC-3_R II, Mast 10 - Onderdeeltekeningen	00974-01-01010	0.1	18.02.2022	A2/3/4

Lijsten	Documentnummer	Datum
bouten-moeren-ringenlijst	00974-01-01020	0.1 14.02.2022
materiaallijst	00974-01-01020	0.1 14.02.2022
merkenlijst	00974-01-01020	0.1 14.02.2022
Documentenlijst	00974-01-01020	0.1 18.02.2022

Detailberekeningen	Documentnummer	Datum
HC-3_R II, Mast 10	00974-01-01030	0.1 18.02.2022



“REVIEW AND RE-DESIGN TOWERS BBB380”

## ENS-ZL380 – Tower HC-3/R II

TenneT TSO B.V.

### Detail Calculation

Projectnummer Aafjes: **21-187**

Documentnummer: **00974-01-01030**



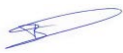
Projectnummer TenneT: **002.515**

Meridian nummer: **002.515.40 0994423**

Opdrachtgever: **TenneT**

Project: **Opwaardering ENS-ZL380**

Onderdeel: **HC-3\_R II Mast 10 - Detailberekeningen**

					
1e versie ter review	G. Pieper	R. Hol	B. Aafjes	18-02-2022	0.1
	Author	Checked	Approved	date	revision



## Content

1	Introduction.....	3
2	General Data .....	4
2.1	Principal constructor .....	4
2.2	Principal calculation and related documents .....	4
2.3	Material- and bolt quality .....	4
2.4	Applicable standards .....	4
2.5	Tennet specifications.....	4
3	Calculations .....	5
3.1	Connection of post insulators to the lower crossarm .....	5
3.1.1	Overview .....	5
3.1.2	Detail 1.....	6
3.1.3	Loads.....	8
3.1.4	Calculation .....	9
3.1.5	Detail 2.....	17
4	Summary U.C. 's.....	18
4.1.1	Connection of post insulators to the lower crossarm .....	18
5	Conclusion .....	19
5.1.1	Connection of post insulators to the lower crossarm .....	19



## 1 Introduction

This report contains the detail calculations of the reinforcements of towertype HB-3/R II windzone II.

It concerns tower number: Tower 10

To increase the future capacity of electricity transmission, it is necessary to upgrade the transmission grid by building new and modifying existing high voltage connections.

It is for this reason the client (OG) intends to upgrade part the existing 380kV grid. This upgrading is part of the program “Beter Benutten Bestaande 380kV” and consists of the following subprojects:

- Upgrading of the 380 kV-connection Lelystad – Ens (LLS-ENS380).
- Upgrading of the 380 kV-connection Diemen – Lelystad (DIM-LLS380).
- Upgrading of the 380 kV-connection Rilland – Zandvliet (RLL-ZVL380).
- Upgrading of the 380 kV-connection Krimpen aan de IJssel – Geertruidenberg (KIJ-GT380).
- Upgrading of the 380 kV-connection Ens – Zwolle (ENS-ZL380).
- Upgrading of the 380 kV-connection Maasbracht – Eindhoven (MBT-EHV380).

DNV GL has calculated the existing tower for the new situation on behalf of Tennet. On the instructions of DNV GL, the reinforcements mainly consist of the exchange of bolts and profiles and the reinforcement of profiles and the application of redundant members.

DNV GL has tested the profiles and bolts. In this report only the detail calculations are made of the specified reinforcements (bolts are specified by DNV GL).



## 2 General Data

### 2.1 Principal constructor

DNV GL – Energy

### 2.2 Principal calculation and related documents

- ENS-ZL380 – Tower HC-3/R  
Reportnr.: 21-0085 Rev 1  
Date: 2021-03-23
- Uitgangspuntenrapport 380kV verbinding Ens – Zwolle  
Reportnr.: 20-1245 Rev.3  
Date: 2021-06-09

### 2.3 Material- and bolt quality

Materials existing construction

	Signification 1969	Current startingpoint
Steeltype	St.37 St.52	S235JR S355JO
Bolt quality	bolt class 5	5.6 rolled thread
Concrete quality	K225	Min. C16/20
Reinforcing steel	Qr24, Qr40	B220, B400

Materials modified construction

Steeltype	S355JO ( $t \leq 16$ mm ) S355J2 ( $16 < t \leq 40$ mm )
Bolt quality	8.8 rolled thread

### 2.4 Applicable standards

Mainly used:

- NEN-EN 1993-1-8+C2 :2011/NB:2011 nl

Also used:

- NEN-EN 50341-2-15: 2019
- NEN-EN 8700: 2011
- NEN-EN 8701: 2011
- Eurocode reeks

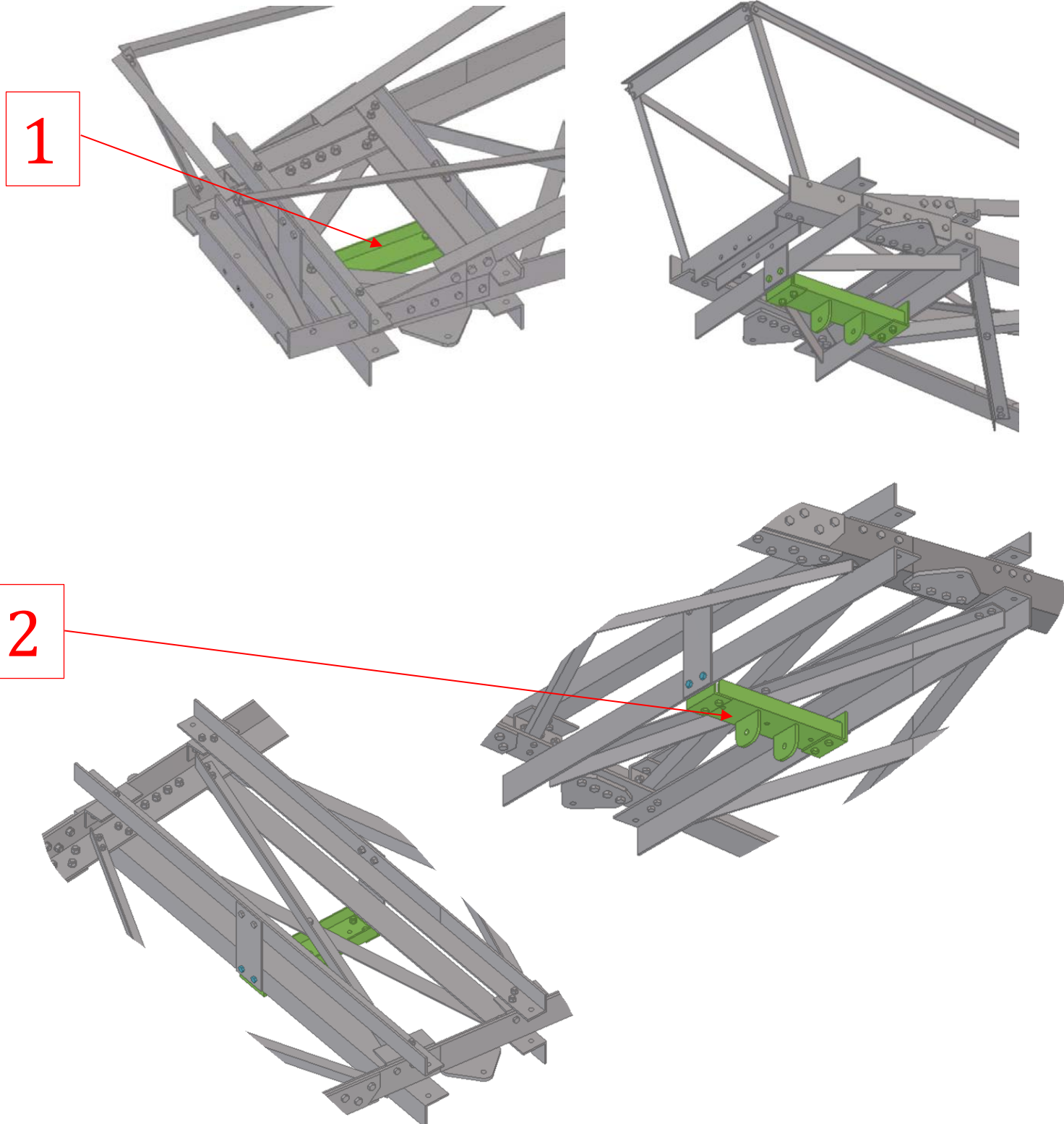
### 2.5 Tennet specifications

- SPE. 05. 346. v 2.0                      algemene specificatie stalen masten

### 3 Calculations

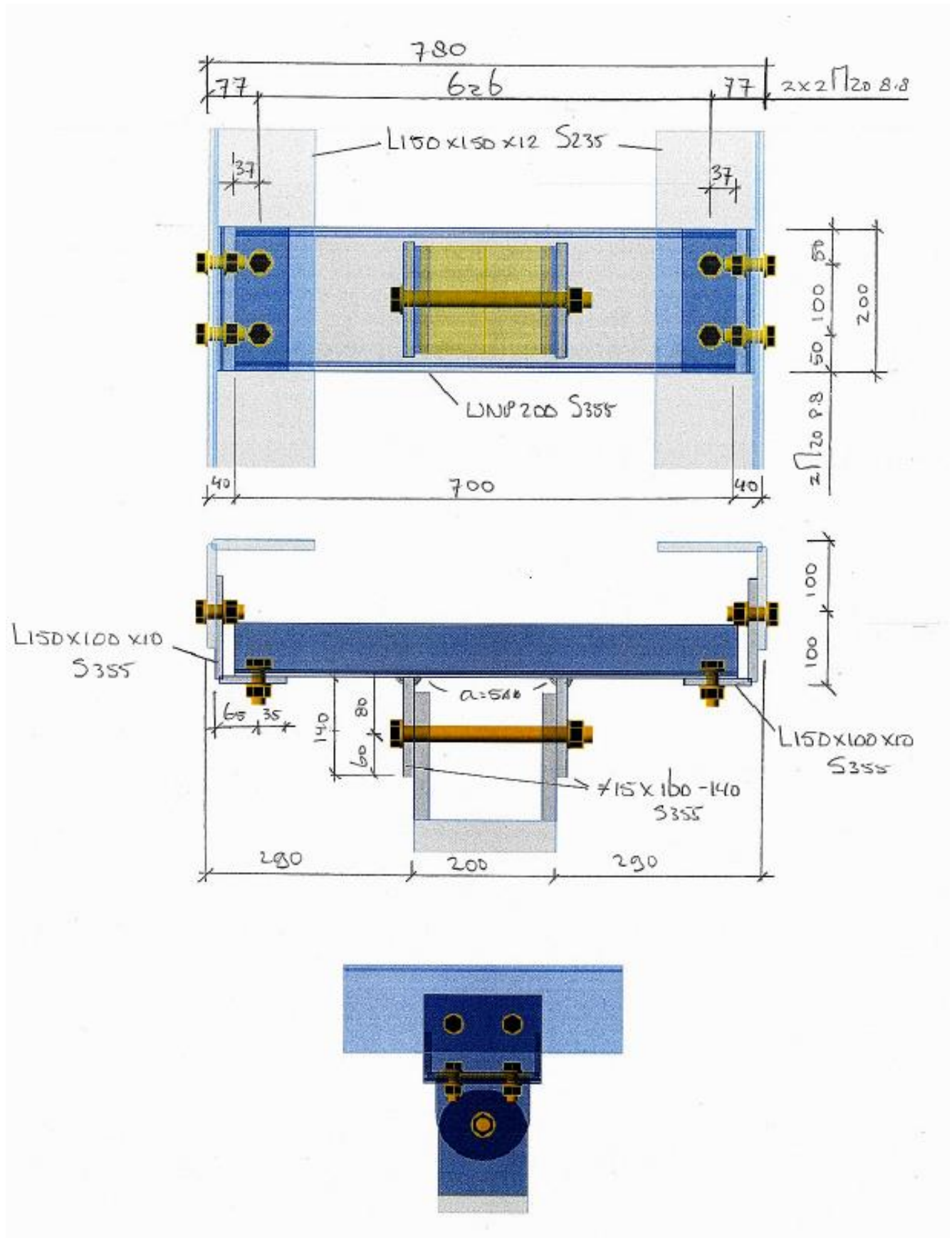
#### 3.1 Connection of post insulators to the lower crossarm

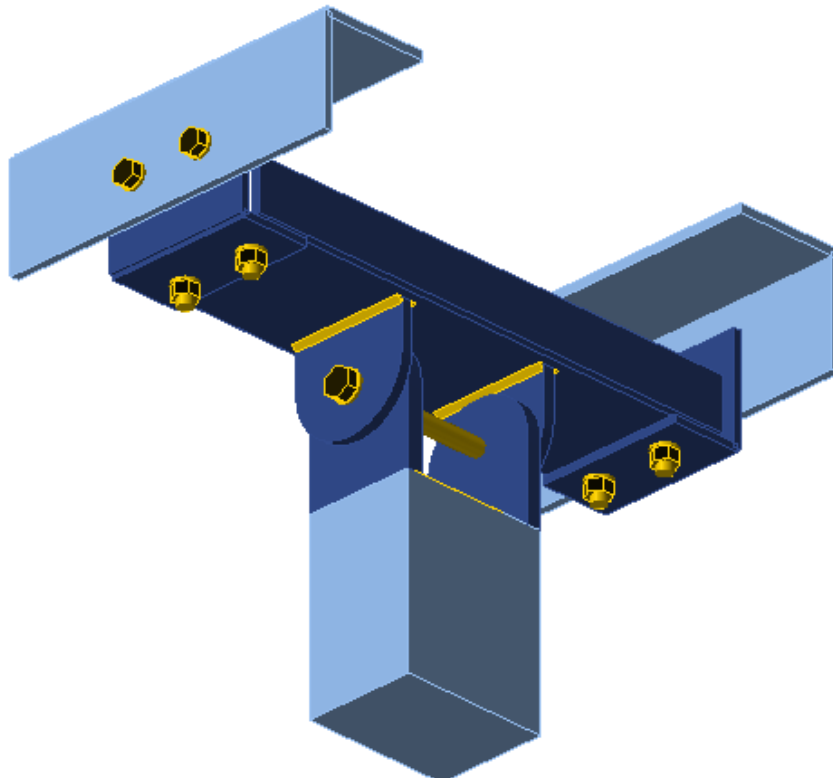
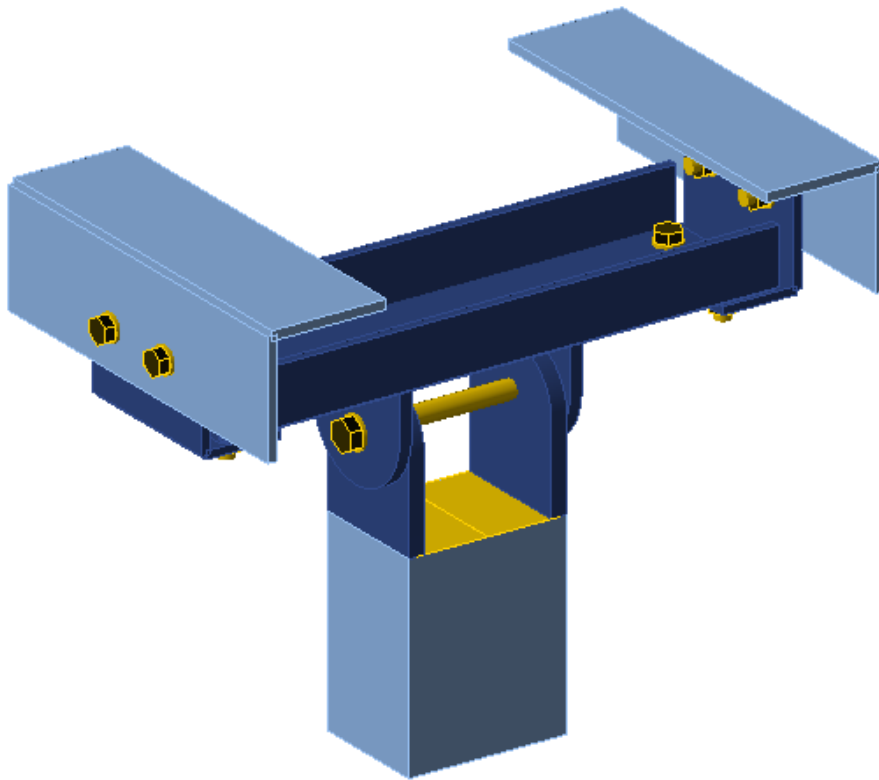
##### 3.1.1 Overview





3.1.2 Detail 1





### 3.1.3 Loads

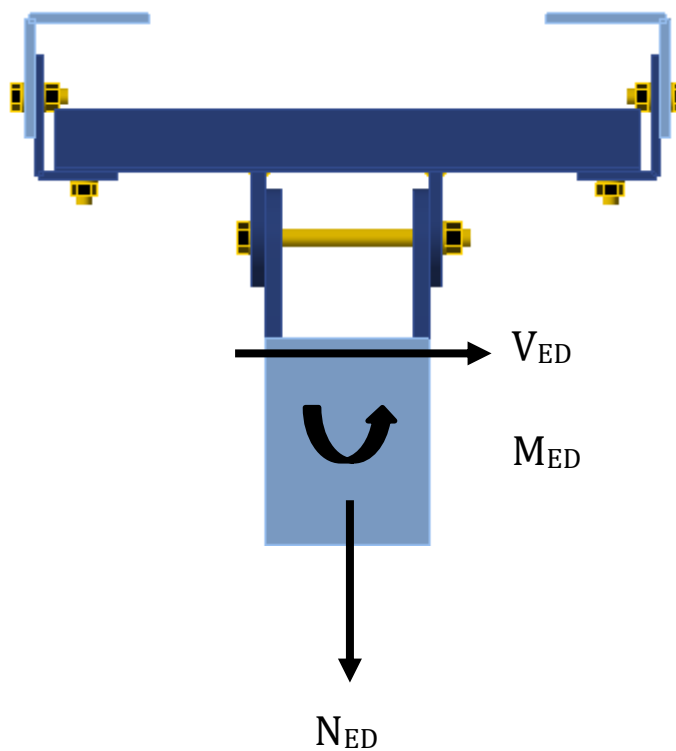
Loads from report:

**ENS-ZL380 – Tower HC-3/R**

Report nr.: 21-0085 Rev 1

Date: 2021-03-23

Page 78 / 79



$$V_{ED} = 2,56 \text{ kN}$$

$$M_{ED} = 8,23 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} = 5 \text{ kN}$$



### 3.1.4 Calculation

#### 3.1.4.1 IDEA calculation

## Project data

Project name	ENS-ZL380 HC-3/R Tower 10
Project number	21-187
Author	G.P.
Description	Detail 1
Date	2/17/2022
Design code	EN

## Material

Steel	S 235, S 355
-------	--------------

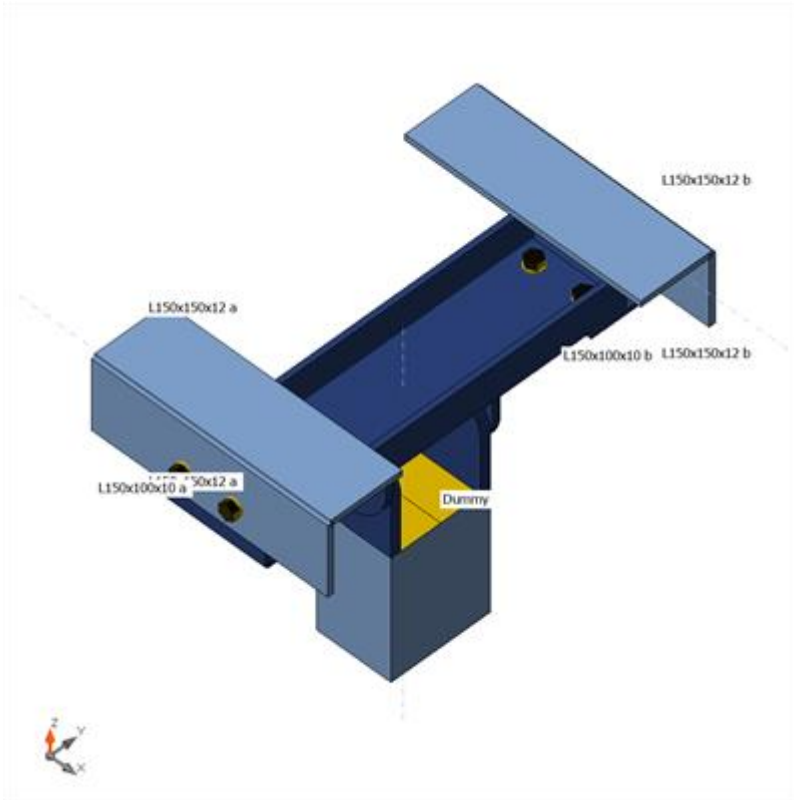
## Project item Detail 1

### Design

Name	Detail 1
Description	
Analysis	Stress, strain/ loads in equilibrium

### Beams and columns

Name	Cross-section	$\beta$ - Direction [°]	$\gamma$ - Pitch [°]	$\alpha$ - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forces in
L150x150x12 a	3 - HFLeq150x150x12	0.0	0.0	-90.0	0	0	-349	Node
L150x150x12 b	3 - HFLeq150x150x12	180.0	0.0	-90.0	0	0	-349	Bolts
Dummy	5 - Plaat 200, 150	0.0	90.0	90.0	0	0	0	Node



## Cross-sections

Name	Material
3 - HFLeq150x150x12	S 235
5 - Plaat 200, 150	S 355
10 - UNP200	S 355
9 - HFLue150x100x10	S 355

## Bolts

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	fu [MPa]	Gross area [mm <sup>2</sup> ]
M24 8.8	M24 8.8	24	800.0	452
M20 8.8	M20 8.8	20	800.0	314

## Load effects (forces in equilibrium)

Name	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	L150x150x12 a	0.0	-7.1	-0.6	0.0	0.0	0.0
	L150x150x12 a	0.0	-7.1	-0.6	0.0	0.0	0.0
	L150x150x12 b	0.0	4.6	0.6	0.0	0.0	0.0
	L150x150x12 b	0.0	4.6	0.6	0.0	0.0	0.0
	Dummy	5.0	0.0	-2.6	0.0	8.2	0.0



## Check

### Summary

Name	Value	Status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5.0%	OK
Bolts	30.3 < 100%	OK
Welds	98.0 < 100%	OK
Buckling	84.44	

### Plates

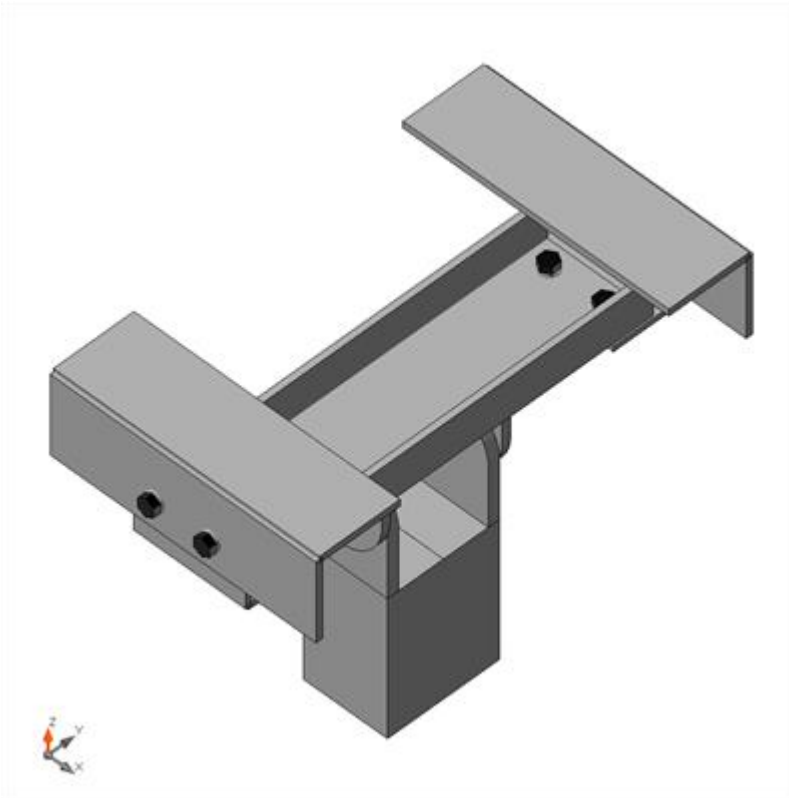
Name	Material	Thickness [mm]	Loads	$\sigma_{Ed}$ [MPa]	$\epsilon_{PI}$ [%]	$\sigma_{CEd}$ [MPa]	Status
L150x150x12 a-bfl 1	S 235	12.0	LE1	111.2	0.0	12.7	OK
L150x150x12 a-w 1	S 235	12.0	LE1	30.0	0.0	0.0	OK
L150x150x12 b-bfl 1	S 235	12.0	LE1	49.0	0.0	5.8	OK
L150x150x12 b-w 1	S 235	12.0	LE1	19.7	0.0	0.0	OK
Dummy-bfl 1	S 355	200.0	LE1	7.8	0.0	0.0	OK
UNP200-bfl 1	S 355 - 1	11.5	LE1	94.0	0.0	0.0	OK
UNP200-tfl 1	S 355 - 1	11.5	LE1	93.9	0.0	0.0	OK
UNP200-w 1	S 355 - 1	8.5	LE1	131.7	0.0	25.4	OK
L150x100x10 a-bfl 1	S 355 - 1	10.0	LE1	121.1	0.0	25.4	OK
L150x100x10 a-w 1	S 355 - 1	10.0	LE1	194.1	0.0	12.7	OK
L150x100x10 b-bfl 1	S 355 - 1	10.0	LE1	97.7	0.0	8.6	OK
L150x100x10 b-w 1	S 355 - 1	10.0	LE1	126.7	0.0	5.8	OK
SP2	S 355 - 1	15.0	LE1	134.8	0.0	18.9	OK
SP1	S 355 - 1	15.0	LE1	152.0	0.0	11.2	OK
dummy1	S 355 - 1	20.0	LE1	66.1	0.0	18.9	OK
dummy2	S 355 - 1	20.0	LE1	85.2	0.0	11.2	OK

### Design data

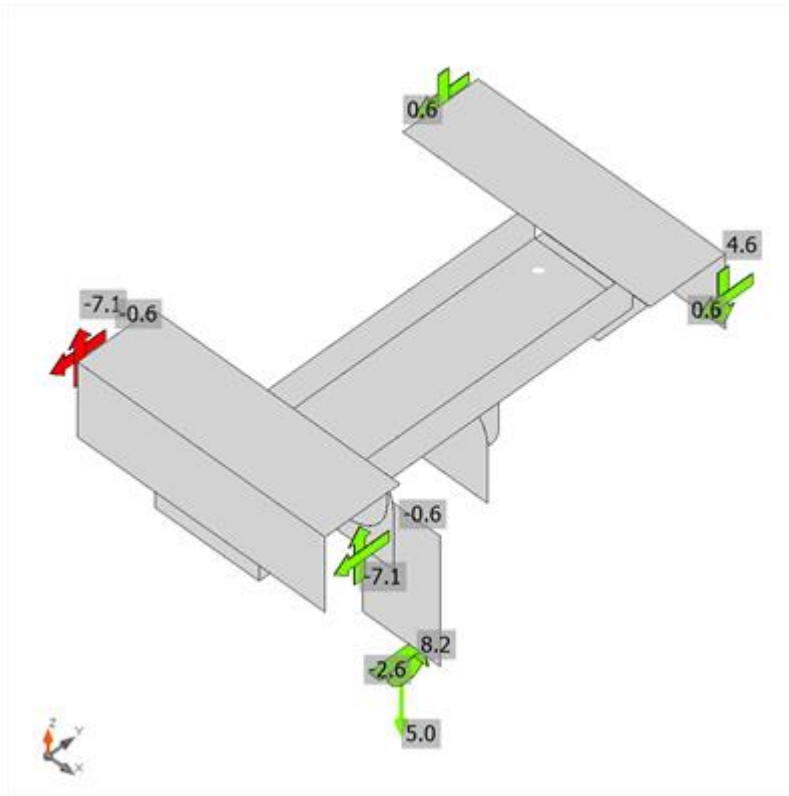
Material	$f_y$ [MPa]	$\epsilon_{lim}$ [%]
S 235	235.0	5.0
S 355	335.0	5.0
S 355 - 1	355.0	5.0

### Symbol explanation

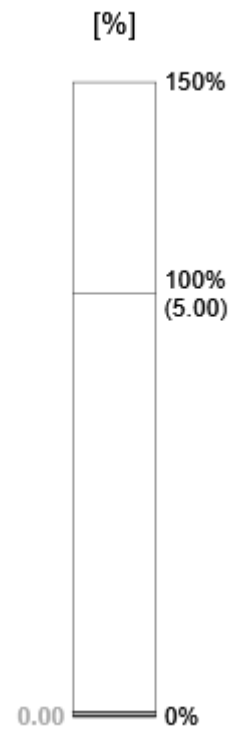
$\epsilon_{PI}$	Strain
$\sigma_{Ed}$	Eq. stress
$\sigma_{CEd}$	Contact stress
$f_y$	Yield strength
$\epsilon_{lim}$	Limit of plastic strain

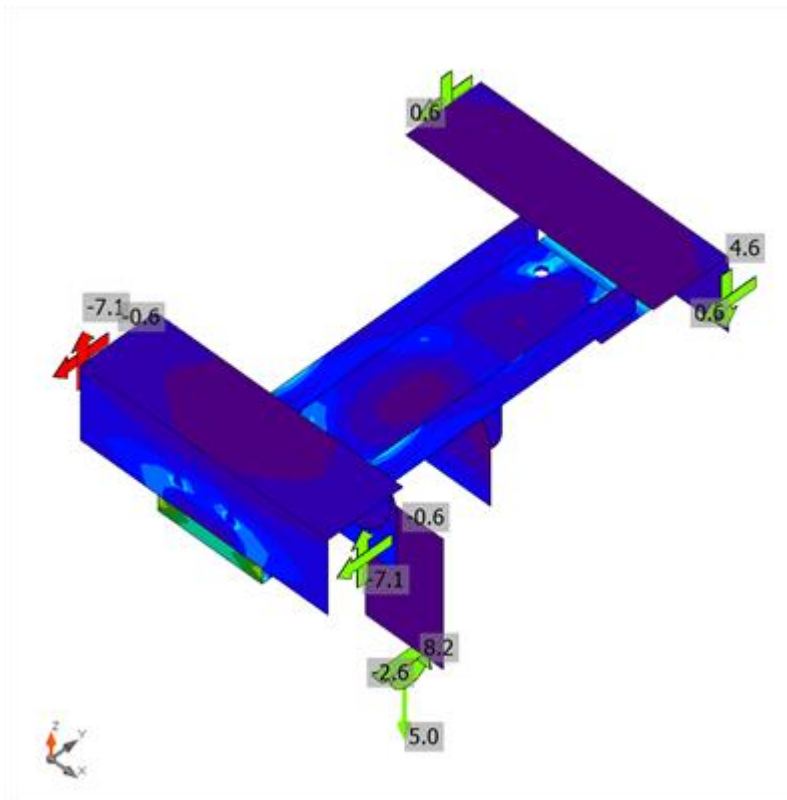


Overall check, LE1

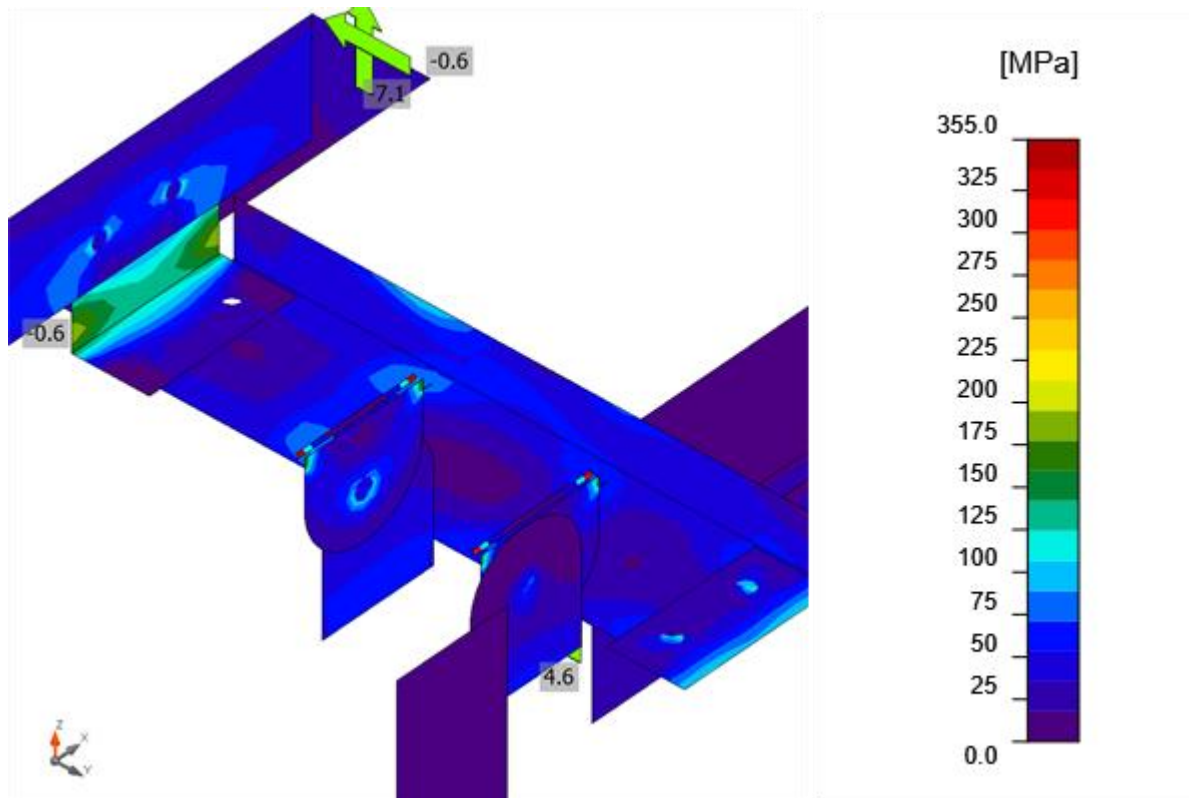


Strain check, LE1





Equivalent stress, LE1



Equivalent stress, LE1

## Bolts





	Name	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	$U_t$ [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	$U_{ts}$ [%]	$U_{ts}$ [%]	Status
	B1	M24 8.8 - 1	LE1	6.1	38.2	3.0	271.1	28.2	30.3	OK
	B2	M20 8.8 - 2	LE1	7.0	4.7	5.0	172.8	4.9	8.5	OK
	B3	M20 8.8 - 2	LE1	7.1	4.7	5.0	172.8	4.9	8.5	OK
	B4	M20 8.8 - 2	LE1	6.9	7.2	4.9	130.3	7.6	11.1	OK
	B5	M20 8.8 - 2	LE1	6.9	7.2	4.9	130.3	7.6	11.1	OK
	B6	M20 8.8 - 3	LE1	13.0	1.1	9.2	149.1	1.2	7.8	OK
	B7	M20 8.8 - 3	LE1	13.0	1.1	9.2	149.1	1.2	7.8	OK
	B8	M20 8.8 - 3	LE1	0.3	0.9	0.2	97.0	1.0	1.1	OK
	B9	M20 8.8 - 3	LE1	0.3	0.9	0.2	97.0	1.0	1.1	OK

## Design data

Name	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M24 8.8 - 1	203.3	421.2	135.6
M20 8.8 - 2	141.1	205.2	94.1
M20 8.8 - 3	141.1	197.8	94.1

## Symbol explanation

- $F_{t,Rd}$  Bolt tension resistance EN 1993-1-8 tab. 3.4
- $F_{t,Ed}$  Tension force
- $B_{p,Rd}$  Punching shear resistance
- V Resultant of shear forces  $V_y$ ,  $V_z$  in bolt
- $F_{v,Rd}$  Bolt shear resistance EN\_1993-1-8 table 3.4
- $F_{b,Rd}$  Plate bearing resistance EN 1993-1-8 tab. 3.4
- $U_t$  Utilization in tension
- $U_{ts}$  Utilization in shear

## Welds (Plastic redistribution)

Item	Edge	Material	Throat th. [mm]	Length [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	$\epsilon_{PI}$ [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$T_{\parallel}$ [MPa]	$T_{\perp}$ [MPa]	$U_t$ [%]	$U_{tc}$ [%]	Status
Dummy-bfl 1	dummy1	S 235	20.0	150	LE1								OK
Dummy-bfl 1	dummy2	S 235	20.0	150	LE1								OK
UNP200-w 1	SP1	S 355	▲5.0▲	160	LE1	426.9	0.0	144.5	189.4	133.9	98.0	19.7	OK
		S 355	▲5.0▲	160	LE1	417.2	0.0	122.4	-186.5	-135.0	95.8	20.3	OK



UNP200-w 1	SP2	S 355	▲5.0▲	160	LE1	326.9	0.0	-95.6	-147.3	-104.4	75.1	16.2	OK
		S 355	▲5.0▲	160	LE1	361.5	0.0	-120.0	162.6	111.0	83.0	17.0	OK

## Design data

	$\beta_w$ [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	$0.9 \sigma$ [MPa]
S 235	0.80	360.0	259.2
S 355	0.90	435.6	352.8

## Symbol explanation

$\epsilon_{Pl}$	Strain
$\sigma_{w,Ed}$	Equivalent stress
$\sigma_{w,Rd}$	Equivalent stress resistance
$\sigma_{\perp}$	Perpendicular stress
$T_{\parallel}$	Shear stress parallel to weld axis
$T_{\perp}$	Shear stress perpendicular to weld axis
$0.9 \sigma$	Perpendicular stress resistance - $0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$
$\beta_w$	Correlation factor EN 1993-1-8 tab. 4.1
Ut	Utilization
Utc	Weld capacity utilization

## Buckling

Loads	Shape	Factor [-]
LE1	1	84.44
	2	84.59
	3	90.57
	4	92.38
	5	149.71
	6	157.20

## Code settings

Item	Value	Unit	Reference
$\gamma_{M0}$	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
$\gamma_{M1}$	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
$\gamma_{M2}$	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
$\gamma_{M3}$	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
$\gamma_c$	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
$\gamma_{Inst}$	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Joint coefficient $\beta_j$	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Effective area - influence of mesh size	0.10	-	
Friction coefficient - concrete	0.25	-	EN 1993-1-8
Friction coefficient in slip-resistance	0.30	-	EN 1993-1-8 tab 3.7
Limit plastic strain	0.05	-	EN 1993-1-5



Weld stress evaluation	Plastic redistribution		
Detailing	No		
Distance between bolts [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Distance between bolts and edge [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Concrete breakout resistance check	Both		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Use calculated $\alpha_b$ in bearing check.	Yes		EN 1993-1-8: tab 3.4
Cracked concrete	Yes		EN 1992-4
Local deformation check	No		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Local deformation limit	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrical nonlinearity (GMNA)	Yes		Analysis with large deformations for hollow section joints
Braced system	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5



### 3.1.5 Detail 2

Detail 2 is equal to detail 1.

Loads detail 2 are equal to detail 1.

Check connection is the same as detail 1.



## 4 Summary U.C. 's

### 4.1.1 Connection of post insulators to the lower crossarm

Detail 1

#### Summary

Name	Value	Status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5.0%	OK
Bolts	30.3 < 100%	OK
Welds	98.0 < 100%	OK
Buckling	84.44	



## 5 Conclusion

### 5.1.1 Connection of post insulators to the lower crossarm

Both connections have sufficient strength.

## Bijlage 6

### Archeologisch onderzoek



RAAP-RAPPORT 5490

## Opwaardering 380 kV Ens-Zwolle

Gemeente Noordoostpolder

Archeologisch vooronderzoek: een bureauonderzoek

Archeologie | Cultuurhistorie | Erfgoed



## Colofon

**Titel:** Opwaardering 380 kV Ens-Zwolle, gemeente Noordoostpolder; archeologisch vooronderzoek: een bureauonderzoek

**Versie:** 19-11-2021

**Auteur:** H.B.G. Scholte Lubberink

**Projectcode:** ZWEN

**Bestandsnaam:** RAAPrap\_5490\_ZWEN\_20211119

**Autorisatie:** E. Boshoven

**ISSN:** 0925-6229

RAAP

Leeuwendeldseweg 5b

1382 LV Weesp

Postbus 5069

1380 GB Weesp

Telefoon: 0294-491 500

E-mail: [raap@raap.nl](mailto:raap@raap.nl)

Website: [www.raap.nl](http://www.raap.nl)

© RAAP Archeologisch Adviesbureau B.V., 2021

RAAP Archeologisch Adviesbureau B.V. aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

## Samenvatting

In opdracht van Arcadis heeft RAAP van 19-10-2021 tot 19-11-2021 een archeologisch vooronderzoek in de vorm van een bureauonderzoek uitgevoerd in verband met de Opwaardering 380 kV Ens-Zwolle in de gemeente Noordoostpolder. Het onderzoek vond plaats in het kader van een omgevingsvergunning.

Verspreid binnen het plangebied worden bouwwegen en werkterreinen aangelegd en weer verwijderd, waarna het terrein cultuurtechnisch wordt hersteld. Bij een deel van de hoogspanningsmasten wordt de fundering versterkt. De exacte omvang en diepte van de ingrepen is vooralsnog onbekend.

Binnen het plangebied is de archeologische verwachting voor archeologische resten uit de prehistorie in het algemeen en de steentijd in het bijzonder laag tot middelmatig. Dergelijke resten zullen ter plaatse van het plangebied niet voorkomen boven 5 m -NAP. Dat komt ongeveer overeen met een diepte van circa 3 tot 4 m -mv. De kans dat de geplande werkzaamheden (aanleg van bouwwegen en versterking van masten) zullen leiden tot de versterking van archeologische resten uit de steentijd is derhalve zeer klein tot nihil. Dat binnen het plangebied archeologische resten aanwezig zijn uit de metaaltijden, de Romeinse tijd en/of vroege middeleeuwen is gezien de landschappelijke ligging van het plangebied vrijwel uitgesloten. Als er al resten uit deze perioden aanwezig zijn, zal het losse, niet te voorspellen vondsten betreffen.

Voor de late middeleeuwen en nieuwe tijd is er een kleine kans op het aantreffen van onbekende scheepswrakken en -inventaris. Het plangebied ligt namelijk buiten de gebieden waar dergelijke resten zich binnen de Noordoostpolder concentreren. De ligging van eventuele, onbekende scheepswrakken is onvoorspelbaar. Eventuele resten zullen zich in de bovenste meters van de bodem bevinden.

Uit de pionierstijd na de drooglegging van de Noordoostpolder worden resten verwacht van kamp Ramspol, een kamp waarin vanaf 1942 arbeiders gehuisvest werden. Ter plaatse van dit kamp bevindt zich een hoogspanningsmast en is een werkweg voorzien. Aangezien resten van het kamp direct onder het maaiveld verwacht worden, is er een kans dat er archeologische resten tijdens de geplande werkzaamheden verstoord worden.

Om versterking van eventuele resten van kamp Ramspol te voorkomen wordt geadviseerd om de plannen zodanig aan te passen (graafwerkzaamheden tot een minimum beperken) en om mitigerende maatregelen te treffen (bijvoorbeeld gebruik van rijplaten) dat versterking wordt voorkomen/tot een minimum wordt beperkt. Indien dit niet mogelijk is, wordt aanbevolen in het kader van de bestaande planvorming een vervolgstap uit het proces van de Archeologische Monumentenzorg (AMZ) te nemen in de vorm van een inventariserend archeologisch veldonderzoek door middel van boringen.

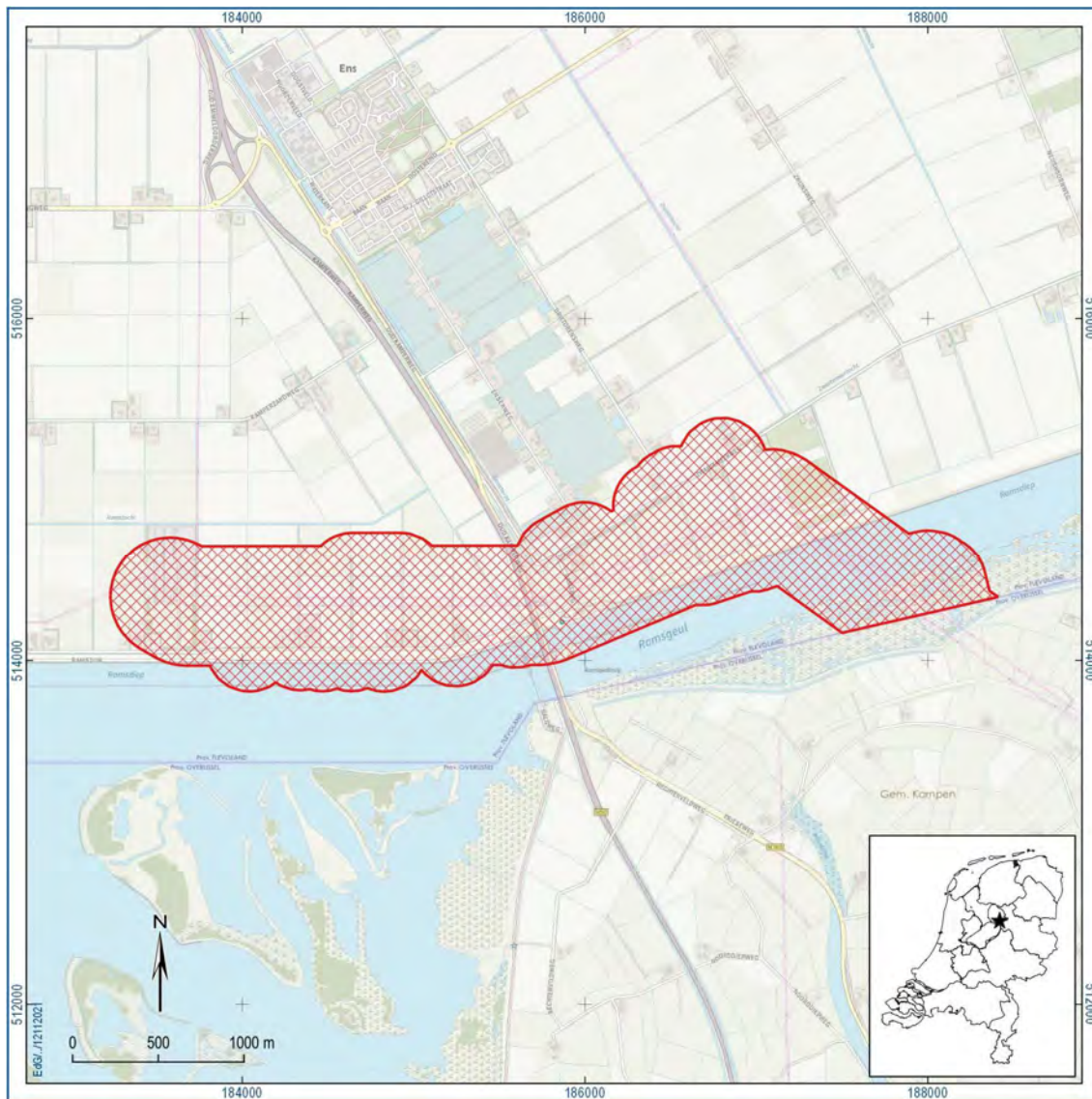
Voor de overige delen van het plangebied, waar de kans op versterking van archeologische resten door de geplande werkzaamheden zeer klein is, gelden het beleid en de bijbehorende vrijstellingsgrenzen van de gemeente Noordoostpolder. Hier wordt in het kader van de voorgenomen bodemingrepen geen archeologisch vervolgonderzoek aanbevolen. Indien bij de uitvoering van de werkzaamheden onverwacht archeologische resten worden aangetroffen, dan is conform artikel 5.10 van de Erfgoedwet aanmelding van de desbetreffende vondsten bij de Minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap c.q. de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed verplicht (vondstmelding via ARCHIS).

Dit rapport geeft (selectie)adviezen. Het is aan de bevoegde overheid, de gemeente Kampen, deze al dan niet over te nemen in de vorm van een (selectie)besluit.



# Inhoud

Samenvatting .....	3
Inhoud.....	5
1 Inleiding .....	7
1.1 Kader .....	7
1.2 Administratieve gegevens.....	8
1.3 Doel- en vraagstelling .....	9
2 Bureauonderzoek .....	10
2.1 Methode .....	10
2.2 Aardkundige situatie .....	10
2.3 Archeologische gegevens.....	11
2.4 Cultuurhistorische gegevens.....	12
2.5 Huidige situatie.....	15
2.6 Toekomstige situatie .....	15
3 Gespecificeerde archeologische verwachting .....	17
4 Conclusies en advies.....	20
4.1 Conclusie .....	20
4.2 Advies .....	20
4.3 Tot slot.....	21
Literatuur .....	22
Overzicht van figuren, tabellen en bijlagen.....	23



Figuur 1. Aanduiding onderzoeksgebied. Inzet: ligging in Nederland (ster).

# 1 Inleiding

## 1.1 Kader

### *Aanleiding*

In opdracht van Arcadis heeft RAAP van 19-10-2021 tot 19-11-2021 een archeologisch vooronderzoek in de vorm van een bureauonderzoek uitgevoerd voor het onderzoeksgebied Opwaardering 380 kV Ens-Zwolle in de gemeente Noordoostpolder (figuur 1 en bijlage 5). Het onderzoek vond plaats in het kader van een omgevingsvergunning. Voor de tracédelen binnen gemeenten Kampen, Zwartewaterland en Zwolle wordt verwezen naar RAAP-rapporten 5491, 5492 en 5493.<sup>1</sup>

Voor de opwaardering van de bestaande 380 kV verbinding Ens-Zwolle moeten diverse werkzaamheden worden uitgevoerd. In de basis betreft dit het ophangen van nieuwe geleiders met een hogere transportcapaciteit dan de huidige geleiders. De nieuwe geleiders zijn qua omvang en aantal gelijk aan de bestaande maar kunnen meer stroom transporteren doordat ze hogere temperaturen kunnen weerstaan zonder te ver door te gaan hangen. De huidige hoogspanningsverbinding is bovendien inmiddels bijna 35 jaar oud. Om deze reden worden ook andere onderdelen, zoals de isolatorkettingen en bliksemraden als levensduur verlengende activiteit vervangen. Daarnaast worden de masten opnieuw constructief beschouwd en moet bij een aantal masten de fundering en of het mastlichaam versterkt worden.

In de kaartbijlagen bij deze rapportage zijn de locaties van ingrepen/werkzaamheden weergegeven waarvan eventueel schade aan archeologische resten zijn te verwachten. Het gebruik van bestaande (verharde) wegen is bij de beoordeling van de effecten en in het kaartbeeld achterwege gelaten.

Het doel van het archeologisch onderzoek is in eerste instantie het opstellen van een bureauonderzoek (KNA-protocol 4001) met een gespecificeerde archeologische verwachting. Op basis daarvan wordt een selectieadvies opgesteld. Dit advies kan zijn geen vervolgonderzoek uit te voeren (indien geen archeologische waarden worden verwacht) of wel een vervolgonderzoek uit te voeren indien archeologische waarden worden verwacht. Uitgangspunt hierbij is dat het onderzoek gericht is op de ontgraving rond masten waarvan de fundering versterkt wordt en indien cultuurtechnisch herstel bij werkterreinen, lierplaatsen en bouwwegen archeologische waarden kan raken.

### *Juridisch en beleidskader*

Het uitgangspunt voor dit onderzoek wordt gevormd door het wettelijk en beleidsmatig kader voor de ruimtelijke ordening en monumentenzorg. De gemeente is de bevoegde overheid die een besluit zal nemen over hoe om te gaan met de eventueel aanwezige archeologische waarden.

De gemeenteraad van de gemeente Noordoostpolder heeft op de raadsvergadering van 1 oktober 2018 een nieuwe archeologische verwachtingskaart en archeologische beleidsadvieskaart vastgesteld. Op deze kaart zijn binnen het onderzoeksgebied twee verwachtingszones aangeduid.<sup>2</sup> Een buffer rond delen van twee vermoedelijke geulen van het IJsselsysteem is aangegeven met een middelhoge verwachtingswaarde, aan de overige gebiedsdelen in een lage/middelhoge verwachtingswaarde

---

<sup>1</sup> Scholte Lubberink 2021a en b en Witmer 2021.

<sup>2</sup> Ten Anscher et al. 2018.

toegekend. Voor deze verwachtingszones gelden respectievelijk beleidscategorieën WA-6 en WA-8. Voor WA-6 geldt een vrijstellingsgrens voor ingrepen met een omvang tot 5000 m<sup>2</sup> en een diepte tot 50 cm -mv. Voor WA-8 geldt een vrijstellingsgrens voor ingrepen met een omvang tot 10.000 m<sup>2</sup> en een diepte tot 100 cm -mv. De vrijstellingsgrenzen zijn in kaartbeeld weergegeven in (bijlage 6).

Indien de omvang en diepte van de geplande werkzaamheden de vrijstellingsgrenzen overschrijden is een archeologische onderbouwing met betrekking tot de eventuele aanwezigheid van archeologische waarden verplicht conform het vigerend beleid van de gemeente Noordoostpolder.

### **Kwaliteitsborging**

De werkzaamheden zijn uitgevoerd onder certificaat BRL4000, conform artikel 5.4 van de Erfgoedwet. Het onderzoek is uitgevoerd volgens de normen van de archeologische beroepsgroep. De Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA, versie 4.1), beheerd door de Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (SIKB; [www.sikb.nl](http://www.sikb.nl)), is door de minister aangewezen als norm.

RAAP is gecertificeerd voor de protocollen 4001 Programma van Eisen, 4002 Bureauonderzoek, 4003 Inventariserend veldonderzoek (landbodems), onderdelen proefsleuven en overig, alsmede 4004 Opgraven (landbodems).

Zie bijlage 1 voor de dateringen van de in dit rapport genoemde archeologische perioden.

## **1.2 Administratieve gegevens**

Type onderzoek	Bureauonderzoek
Opdrachtgever	Arcadis
Bevoegde overheid	Gemeente Noordoostpolder
Plaats	Noordoostpolder
Gemeente	Noordoostpolder
Provincie	Flevoland
Centrumcoördinaten (X/Y)	186.426/514.395
Toponiem	380 kV Ens-Zwolle
Oppervlakte onderzoeksgebied	404 ha
Afbakening onderzoeksgebied	Tijdens onderhavig onderzoek is het plangebied inclusief een zone van 200 m rondom het plangebied onderzocht.
Onderzoeksperiode	19-10-2021 tot 19-11-2021
Uitvoerder	RAAP Oost
Projectleider	H.B.G. Scholte Lubberink
Projectmedewerkers	E. Witmer
RAAP-projectcode	ZWEN
ARCHIS-onderzoeksmeldingsnummer	5129133100
Beheer en plaats documentatie	RAAP regio Oost te Zutphen

*Tabel 1. Administratieve gegevens.*

### 1.3 Doel- en vraagstelling

De doelstelling van het archeologisch vooronderzoek is het vaststellen van de archeologische waarde van het terrein, dan wel de archeologische vindplaats. Daartoe wordt informatie verzameld over bekende en verwachte archeologische resten teneinde een gespecificeerde archeologische verwachting op te stellen. Hiertoe is een aantal onderzoeksvragen geformuleerd:

- Hoe ziet de geo(morfo)logische en/of bodemkundige opbouw van het onderzoeksgebied eruit?
- Welke gegevens met betrekking tot archeologische complexen in en rond onderzoeksgebied zijn reeds bekend?
- Wat was het historisch landgebruik van het onderzoeksgebied en wat is het landgebruik nu en wat is de invloed daarvan op de (verwachte) archeologie en (bodem)gaafheid?
- Wat is de gespecificeerde verwachting ten aanzien van nog onbekende archeologische waarden in het gebied? En wat zijn hiervan de prospectiekenmerken?

#### *Algemeen*

- Wat is de invloed van de toekomstige inrichting op eventuele archeologische resten?
- Op welke wijze kan bij de planvorming met archeologische resten worden omgegaan?
- Met de inzet van welke zoekmethoden kunnen verwachte resten systematisch opgespoord worden (zoeksleuven, booronderzoek, veldkartering, geofysisch etc.)?



## 2 Bureauonderzoek

### 2.1 Methode

Het bureauonderzoek dient ervoor om – op basis van verschillende bronnen – inzicht te krijgen in de genese van het landschap, de bodemopbouw en de sporen die het menselijk gebruik in de loop van de tijd heeft achtergelaten. Met behulp van deze gegevens wordt een gespecificeerde archeologische verwachting opgesteld.

Naast de conform de KNA verplichte bronnen is door de gebiedsexperts van RAAP een beredeneerde keuze gemaakt uit betrouwbare bronnen die voor de archeologische verwachting relevante informatie bevatten (zie bijlage 2 voor de motivering). Daarvoor is gebruik gemaakt van de landelijk en voor RAAP digitaal beschikbare archieven. Voor de beschrijving van de historische situatie is gebruik gemaakt van hiervoor relevante informatiedragers. Voor de actuele metadata van de verzamelde gegevens (gemeente, plaats, etc.) wordt verwezen naar het van toepassing zijnde data-archief.

### 2.2 Aardkundige situatie

De (diepere) ondergrond van de Noordoostpolder is hoofdzakelijk ontstaan in het Pleistoceen. Het geologische tijdvak van de ijstijden tussen circa 500.000 en 10.000 voor Chr. Tijdens de laatste twee ijstijden, het Saalien en het Weichselien, zijn ter plaatse van de Noordoostpolder landschapsvormen ontstaan die zich tegenwoordig (meestal) afgedekt door een pakket holocene afzettingen in de ondergrond bevinden. Het gaat hierbij om met dekzand bedekte keileemopduikingen, zandige afzettingen van de rivieren Kuinder, Vecht en IJssel ook wel aangeduid als Laagterras, op het Laagterras afgezette dekzanden en dekzandruggen, en rivierduinen. Verder worden ter hoogte van het onderzoeksgebied enkele opgevlude geulen van het IJsselsysteem vermoed die in het pleistocene landschap zijn ingesneden.<sup>3</sup> In het plangebied bevinden het Laagterras en dekzanden uit het Pleistoceen zich dieper dan 5 m -NAP, dat wil zeggen circa drie tot vier meter onder het huidige maaiveld.

Als gevolg van de stijging van de zee- en de daaraan gerelateerde grondwaterspiegel na het einde van de laatste ijstijd, is het pleistocene landschap ter plaatse van de huidige Noordoostpolder geleidelijk verdrongen. Grote delen van dit landschap veranderden in veenmoerassen of meren. Omstreeks 6000 jaar geleden was pleistocene oppervlak in het huidige onderzoeksgebied al onder de stijgende waterspiegel verdwenen. In de daardoor ontstane moerassen vond veenvorming plaats, terwijl langs en in beken en riviergeulen klei werd afzet.<sup>4</sup> Omstreeks 4400 voor Chr. ontstonden hierdoor langs het Vechtsysteem de Unio-I oeverwallen die iets hoger lagen dan het omliggende gebied. Overeenkomstige oeverwallen worden langs het IJsselsysteem verwacht, bijvoorbeeld langs de geulen in het onderzoeksgebied, maar zijn daar nog niet aangetoond.<sup>5</sup>

Door de alsmat stijgende waterspiegel zette de veengroei zich nog duizenden jaren voort. Op een gegeven moment gingen zegge- riet- en broekvenen over in hoogveen. Het veenlandschap werd als gevolg van een hernieuwde verslechtering van de afwatering meer en meer geërodeerd of kwam onder water te staan. Hierdoor konden grote meren zich uitbreiden op de bodem waarvan zogenaamde

---

<sup>3</sup> Ten Anscher et al. 2018, 11-14.

<sup>4</sup> Ten Anscher et al. 2018, 15-16.

<sup>5</sup> Ten Anscher et al. 2018, 16-18.

Cardiumklei werd afgezet. Omstreeks 500 voor Chr. was sprake van één groot aaneengesloten meer (Flevomeer), waarin detritusgyttja tot afzetting kwam, omgeven door uitgestrekte hoogveenmoerassen. Dit meer kwam rond het begin van onze jaartelling in verbinding met de zee te staan, waardoor het zoetwatermeer veranderde in een lagune met brak water (het Almere). De sedimenten die in het Almere werden afgezet, worden gerekend tot de Almerelaag van het Laagpakket van Walcheren. Ze bestaan uit gelaagde pakketten met een afwisseling van grove detritusresten, verslagen veen, brakke zanden en brakke kleien.<sup>6</sup> Vanaf ongeveer 1200 werd het Almere groter, door afslag van het veenlandschap tijdens stormen. Hierna werd op het veen opnieuw zware klei afgezet. Vanaf de veertiende eeuw werd de zich uitbreidende binnensee, die omstreeks 1600 haar grootste omvang bereikte, aangeduid als Zuiderzee. De Zuiderzee-afzettingen (Zuiderzeelaag van het Laagpakket van Walcheren) bestaan vooral uit klei, maar ook uit zand afkomstig van de geërodeerde toppen van zandruggen en rivierduinen.<sup>7</sup> Ter hoogte van het onderzoeksgebied zijn door de IJssel vanaf de eerste helft van de vijftiende eeuw kalkrijke zanden in haar delta afgezet (Ramspolzand).<sup>8</sup> Ze liggen ter hoogte van het onderzoeksgebied over een groot gebied aan de oppervlakte.<sup>9</sup> In bodemkundig opzicht betreft het kalkhoudende vlakvaaggronden (matig fijn zand; BKN-code Zn50A; bijlage 7).

Geologische situatie (Weerts et al., 2006)	Laagpakket van Walcheren op Formatie van Nieuwkoop; zeeklei op veen
Geomorfologische situatie (Koomen & Maas, 2004)	Vlakte van getij-afzettingen (M72), vlakte van getij-riviermondafzettingen (M73) en aanwasvlakte (M79)
Ouderdom geomorfologische structuur	Nieuwe tijd
Bodemkundige situatie	Kalkhoudende vlakvaaggronden; matig fijn zand (Zn50A), kalkrijke poldervaaggronden; lichte zavel, profielverloop 2 (Mn12A) en moeras
Verwachte diepteligging van archeologisch relevante lagen	Dieper van 5 m -NAP

Tabel 2. Overzicht van geraadpleegde geologische, geomorfologische en bodemkundige kenmerken van het onderzoeksgebied en de directe omgeving.

## 2.3 Archeologische gegevens

### Gemeentelijk archeologiebeleid (bijlage 6)

Beheersverordening landelijk gebied (2016-03-21; NL.IMRO.0171.BV00001-VS01)	de gemeenteraad van de gemeente Noordoostpolder heeft op de raadsvergadering van 1 oktober 2018 de nieuwe archeologische verwachtingskaart en archeologische beleidsadvieskaart vastgesteld. Voor het archeologiebeleid kan verwezen worden naar deze kaart en de bijbehorende toelichting (Ten Anscher et al. 2018).
Gemeentelijke archeologische verwachtingskaart (Ten Anscher et al. 2018).	op de archeologische waarden- en verwachtingskaart van de gemeente Noordoostpolder zijn binnen het onderzoeksgebied twee verwachtingszones aangeduid. Een buffer rond delen van twee vermoedelijke geulen van het IJsselsysteem is aangegeven met een middelhoge verwachtingswaarde, aan de overige gebiedsdelen in een lage/middelhoge verwachtingswaarde toegekend.

<sup>6</sup> Ten Anscher et al. 2018, 23.

<sup>7</sup> Ten Anscher et al. 2018, 23-25.

<sup>8</sup> Wiggers 1955, 121-125.

<sup>9</sup> Eilander & Heijink 1990, 85.

Gemeentelijke archeologische beleidskaart (Ten Anscher et al. 2018).	voor de verwachtingszones in het onderzoeksgebied gelden beleidscategorieën WA-6 en WA-8. Voor WA-6 geldt een vrijstellingsgrens voor ingrepen met een omvang tot 5000 m <sup>2</sup> en een diepte tot 50 cm -mv. Voor WA-8 geldt een vrijstellingsgrens voor ingrepen met een omvang tot 10.000 m <sup>2</sup> en een diepte tot 100 cm -mv.
--	--

Tabel 3. Overzicht van het geldende archeologiebeleid en achterliggende verwachtingskaart.

### Bekende archeologische vindplaatsen (bijlage 4 en bijlage 8)

Binnen het onderzoeksgebied is een klein aantal archeologische vindplaatsen bekend. Ze houden verband met activiteiten in de nieuwe tijd (scheepvaart). Ze hebben geen relatie met de hier boven beschreven landschappelijke kenmerken.

Zaakidentificatienr.	Ligging	Complex	Datering	Materiaal	Diepte	Verzamelwijze
2850247100	Op dijk Ramspol; tegenover kavel P78	losse vondst	nieuwe tijd	pijp	onbekend	oppervlakte
3049864100	Ramsweg; kavel P77	scheepswrak	circa 1860	scheepswrak	onbekend	opgegraven en opgegeven

Tabel 4. Overzicht van de archeologische vondstlocaties in en rond het onderzoeksgebied.

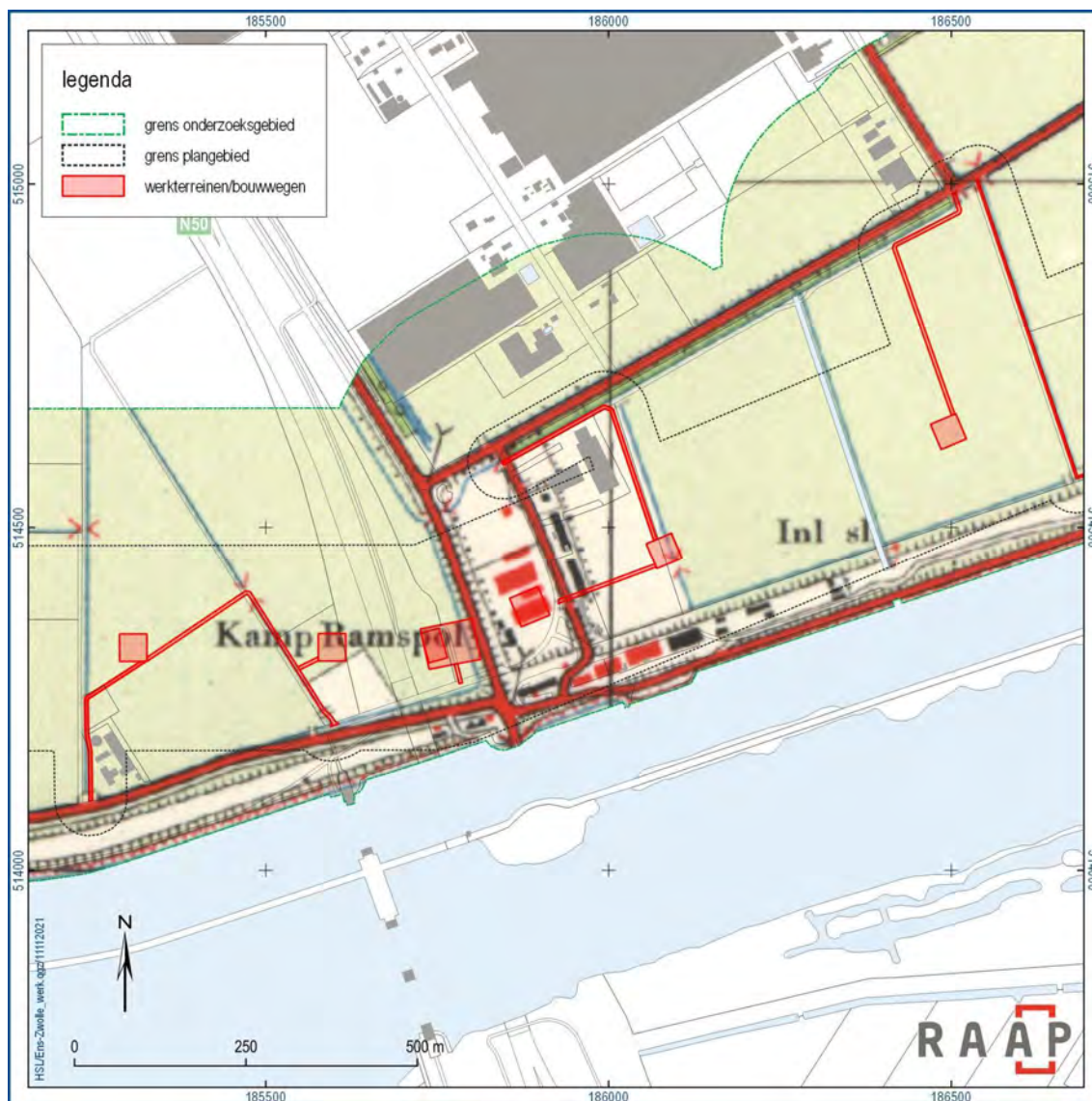
### Eerder in de omgeving uitgevoerd onderzoek volgens ARCHIS3 (bijlage 3 en bijlage 8)

Zaakidentificatienummer	Aard	Opmerking
2116119100	bureauonderzoek	zie bijlage 3 (Van den Berg & Schrijvers 2006).
2255131100	bureau- en booronderzoek	zie bijlage 3 (Coppens & De Boer 2010)
2283482100	bureauonderzoek	zie bijlage 3 (De Boer & Schenk 2010)
2459341100	bureauonderzoek	(nog) geen rapportage beschikbaar in ARCHIS/Dans
2472617100	bureau- en booronderzoek	zie bijlage 3 (La Fèber 2015).
4034620100	booronderzoek	zie bijlage 3 (Nalis 2017)
4663862100	booronderzoek	(nog) geen rapportage beschikbaar in ARCHIS/Dans
4876139100	bureau- en booronderzoek	(nog) geen rapportage beschikbaar in ARCHIS/Dans

Tabel 5. Overzicht van eerder archeologisch onderzoek in en rond het onderzoeksgebied. Voor informatie met betrekking tot deze onderzoeken zie bijlage 3. Een cartografisch overzicht is opgenomen in bijlage 8.

## 2.4 Cultuurhistorische gegevens

Op basis van historische kaarten kan inzicht worden verkregen in het historisch gebruik van een gebied van na de late middeleeuwen tot begin 20e eeuw. In die periode was men veel meer dan nu gebonden aan de (on)mogelijkheden die het natuurlijke landschap bood voor bewoning en andere vormen van landgebruik. Het historisch gebruik zegt daarmee iets over de archeologische potentie van het gebied. Daarnaast kan het informatie leveren over eventuele bodemverstoringen die in het verleden hebben plaatsgevonden.



Figuur 2. Kamp Ramspol met de loswal omstreeks 1955 met daarop geprojecteerd hoogspanningsmasten, werkterreinen en geplande bouwwegen.

Ten Anscher et al. (2018) maken ter hoogte van de Ramspol binnen het huidige onderzoeksgebied melding van de aanwezigheid van een kamp voor de huisvesting van arbeiders die te werk gesteld waren in verband met de ontginning van de in 1942 drooggevallen Noordoostpolder, en een bijbehorende loswal (figuur 2, figuur 3 en figuur 4). Er was in de polder op een gegeven moment sprake van 31 werkkampen. Per kamp werd uitgegaan van een bevolkingsgrootte van hoogstens 300 bewoners. Tijdens de maximale omvang (in juli 1944) boden de kampen plaats aan 6.300 arbeiders. De kampen bestonden uit (vier) woonbarrakken, de beheerderswoning, latrines, een wasgelegenheid, een keuken, een kantine, een kantoor en rijwielloosden. Kamp Ramspol (in gebruik vanaf 10-11-1941 tot 23-09-1949) diende tevens als werkplaats voor de machines die werden ingezet bij de ontginning. Direct na de oorlog (najaar 1945) werd kamp Ramspol gebruikt om politieke gevangenen (collaborateurs) te huisvesten, die in de Noordoostpolder tewerk werden gesteld. Daarnaast bleven

'vrije arbeiders' actief bij de ontginning.<sup>10</sup> Direct ten zuiden van het kamp lag een bijbehorende loswal (figuur 3). Op topografische kaarten is tot begin jaren zeventig van de twintigste eeuw bebouwing van het kamp weergegeven (figuur 2 en bijlage 8).



*Figuur 3. Loswal Ramspol 1942/1945 (<https://www.emmeloord.info/noordoostpolder/arbeiderskampen/ramspol/>).*

Binnen het onderzoeksgebied bevinden zich geen gebouwde Rijks- en gemeentelijke monumenten. Wel zijn er in 1992 een groot aantal gebouwen uit de periode 1942-1962 als potentieel waardevol beschreven in het zogenaamde Monumenten Inventarisatie Project (MIP), bijvoorbeeld agrarische bebouwing langs de Ramsweg.<sup>11</sup> Hierbij moet wel opgemerkt worden dat de betreffende panden geen beschermde status genieten en dat de niet-geactualiseerde en deels verouderde informatie uit de MIP hooguit een signalerende functie heeft ten aanzien van potentiële bouwkundige waarden. Tenzij de MIP-panden als karakteristiek opgenomen zijn in een bestemmingsplan. Het laatste is hier niet het geval en bovendien conflicteren de geplande werkzaamheden niet met één of meerdere MIP-panden.

<sup>10</sup> Ten Anscher et al. 2018: 46-50.

<sup>11</sup> Van der Wal, Bruggenkamp & Otterdoorn 1992.



Figuur 4. Kamp Ramspol 1942/1945 (<https://www.emmeloord.info/noordoostpolder/arbeiderskampen/ramspol/>)

## 2.5 Huidige situatie

Aan de hand van actuele gegevens van recente luchtfoto's en Google Street View, zijn de onderstaande zaken over de huidige situatie te melden (bijlage 5).

Huidig grondgebruik	Hoofdzakelijk agrarisch gebied, deels erven
Hoogteligging maaiveld	De hoogteligging van het maaiveld varieert van circa 2 m -NAP in het westen tot circa 0,5 m -NAP in het oosten van het onderzoeksgebied
Grondwatertrap of -stand	IV, gemiddelde hoogste grondwaterstand > 40 cm -mv, gemiddeld laagste grondwaterstand 80-120 -mv
Milieutechnische condities	Ter plaatse van de mastlocaties en werkerreinen zal milieuhygiënisch onderzoek verricht worden
Aanwezige constructies (funderingen, kelders e.d.)	Onbekend

Tabel 6. Overzicht van de huidige situatie van het onderzoeksgebied.

## 2.6 Toekomstige situatie

Uit aangeleverde informatie van de opdrachtgever is het volgende gebleken over de toekomstige situatie:

Aard	er worden bouwwegen en werkterreinen aangelegd en weer verwijderd, waarna het terrein cultuurtechnisch wordt hersteld. Bij een deel van de hoogspanningsmasten wordt de fundering versterkt
Omvang en diepte	de exacte omvang en diepte van de ingrepen is vooralsnog onbekend
Invloed op maaiveld en grondwater	er worden bouwwegen en werkterreinen aangelegd en weer verwijderd, waarna het terrein cultuurtechnisch wordt hersteld.
Toekomstig gebruik	overwegend agrarisch en hoogspanningsmasten

*Tabel 7. De toekomstige situatie.*

### 3 Gespecificeerde archeologische verwachting

Op basis van de tijdens het bureauonderzoek verzamelde gegevens is een gespecificeerde archeologische verwachting opgesteld. Deze geeft inzicht in de aard en de ouderdom (inclusief omvang en uiterlijke kenmerken), (diepte)ligging, en gaafheid van eventueel aanwezige archeologische resten.

#### **Aard en ouderdom**

##### *Prehistorie, Romeinse tijd en vroege middeleeuwen*

Gezien de landschappelijke situatie in het onderzoeksgebied worden hier wat betreft de prehistorie uitsluitend resten uit de steentijd verwacht. De kans op resten uit de metaaltijden, de Romeinse tijd en vroege middeleeuwen is zeer gering. Als ze al voorkomen, zal het om losse vondsten gaan.

In de steentijd (paleolithicum t/m neolithicum) leefden de mensen voornamelijk van de jacht, visvangst en het verzamelen van eetbare planten en vruchten. In het vroeg- en midden-neolithicum kwamen hier producten uit landbouw en veeteelt bij. Deze zogenaamde jager-verzamelaars en vroege landbouwers/veetelers trokken door het landschap en verbleven tijdelijk op een plek, hoewel in het neolithicum ook sprake was van meer permante nederzettingen. In vrijwel alle gevallen waren hun kampementen/nederzettingen gesitueerd op de overgang van nat naar droog, bijvoorbeeld op rivierduinen, dekzandruggen en koppen, oeverwallen. Op dergelijke locaties waren namelijk een veelvoud aan voedselbronnen en (drink)water beschikbaar.

Ter plaatse van het onderzoeksgebied worden resten uit de prehistorie, met name uit de steentijd, uitsluitend verwacht ter hoogte van het pleistocene oppervlak of eventueel op oeverwallen langs geulen. In het plangebied zijn echter vooralsnog geen aanwijzingen voor hoger gelegen ruggen en koppen binnen het pleistocene oppervlak. Of er oeverwallen aanwezig zijn is eveneens onbekend. Als er archeologische vindplaatsen voorkomen, zal het hoofdzakelijk gaan om kampementen met een oppervlakte van maximaal enkele tientallen meters en/of om relicten van kleinschalige activiteiten buiten de context van een groter kampement of nederzetting, bijvoorbeeld jacht- of viskampen.

##### *Late middeleeuwen en nieuwe tijd*

In de late middeleeuwen en het grootste deel van de nieuwe tijd maakte het plangebied deel uit van de Zuiderzee. De kans op archeologische resten uit deze periode is zeer gering. Bovendien is de locatie van dergelijke resten niet of nauwelijks te voorspellen. Het zal vooral kunnen gaan om (delen) van scheepswrakken en -inventaris. Het plangebied ligt buiten de zones waarin scheepswrakken zich concentreren.<sup>12</sup> Wel is binnen het onderzoeksgebied een laatnegentiende-eeuws wrak bekend. Dit is in 1942 onderzocht en opgegeven (bijlage 8).

Uit de tijd van de droogmaking stamt kamp Ramspol met een loswal voor de huisvesting van arbeiders die te werk gesteld waren in verband met de ontginning van de in 1942 drooggevalle Noordoostpolder. Resten van dit kamp bevinden zich midden in het plangebied aan de Ramsweg, ter hoogte van een hoogspanningsmast. Bij eventuele resten zal het hoofdzakelijk gaan om ondiep ingegraven bakstenen

---

<sup>12</sup> Van Popta 2020, figure 5.11.



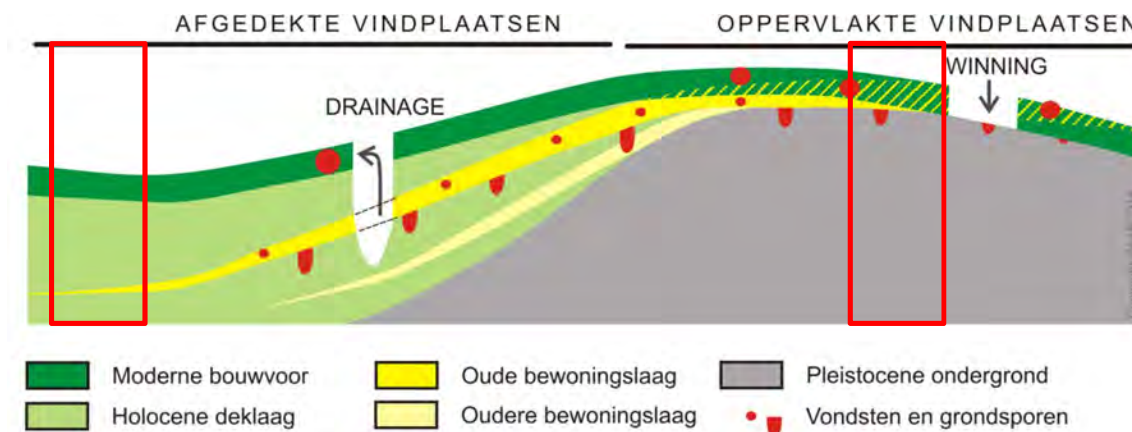
funderingen waarop de (van oorsprong) houten barakken stonden, resten van gemetselde schoorstenen en afvalkuilen en latrines e.d.

### ***(Diepte)ligging***

Het pleistocene oppervlak bevindt zich ter hoogte van het onderzoeksgebied dieper dan 5 m -NAP. Hier is het pleistocene oppervlak rond 3000 voor Chr. onder de waterspiegel verdwenen. Gezien de geologische situatie in het plangebied is de kans zeer klein dat zich hier binnen circa 3 tot 4 m -mv archeologische resten bevinden. Binnen dit niveau is voornamelijk sprake van kleiige Almere- en Zuiderzee-afzettingen en afzettingen van de IJssel (Ramspolzand). Daaronder bevindt zich slechts een dunne (geërodeerde) laag veen op pleistocene afzettingen<sup>13</sup> of ontbreekt het veen geheel. Daar waar veen ontbreekt, is het waarschijnlijk geërodeerd door het Vecht- en IJsselsysteem.<sup>14</sup>

Resten uit de middeleeuwen en nieuwe tijd zullen zich op een geringe diepte, d.w.z. binnen één of enkele meters, onder het huidige maaiveld bevinden.

Resten die verband houden met kamp Ramspol uit de pionierstijd kunnen direct onder het maaiveld voorkomen.



*Figuur 5. Diagram voor archeologische vondst- en spoorcomplexen. Rode kader: aanduiding van de situatie in het onderzoeksgebied.*

### ***Fysieke kwaliteit***

Vanwege het jonge afdekkende pakket is het prehistorische loopvlak, voor zover niet geërodeerd, goed beschermd (bijvoorbeeld tegen recente diepe bodembewerking). Eventuele archeologische resten uit de prehistorie kennen naar verwachting een hoge gaafheid.

De conservering van eventuele, onbekende scheepswrakken zal door daling van het maaiveld en verdroging en agrarisch gebruik (sinds de inpoldering) matig tot slecht zijn.

<sup>13</sup> Zie Wiggers 1955: figuur 58.

<sup>14</sup> Coppens & De Boer 2010, 29.

De conservering van eventuele resten van kamp Ramspol is onbekend. Het terrein is sinds de sloop van de bebouwing van het kamp onbebouwd. Gezien de verwachte (zeer) ondiepe ligging van de verwachte resten zijn deze kwetsbaar voor bodemingrepen en agrarisch gebruik.

### Overzicht

De archeologische verwachting en de verschillende deelaspecten daarvan, zoals hiervoor beschreven, zijn samengevat in tabel 8. Daarnaast zijn de prospectiekenmerken met betrekking tot de verwachte archeologische resten in figuur 5 schematisch verbeeld.

Archeologische periode	Complextype	Omvang	Kenmerken	Diepte-ligging	Gaafheid
steentijd	kampementen, nederzettingen, graven	enkele tientallen vierkante meters	afvallaag met vuurstenen en stenen artefacten, verbrand en (eventueel) onverbrand bot, met daaronder grondsporen (kuilen, paalsporen, haarden, graven etc.) en (eventueel) houten palen en staken	dieper dan 4 m -mv	goed
late middeleeuwen en nieuwe tijd	scheepswrakken en -inventaris	enkele tientallen meters	hout en mobilia (bijv. aardewerk, metaal glas etc.)	binnen enkele meters onder het maaiveld	matig tot slecht
pioniertijd inpoldering	resten kamp Ramspol en de bijbehorende loswal	enkele hectares	bakstenen funderingen van houten gebouwen en schoorstenen, afvalkuilen en latrines.	direct onder het maaiveld	onbekend

Tabel 8. Samenvatting van de gespecificeerde archeologische verwachting voor het onderzoeksgebied.

## 4 Conclusies en advies

### 4.1 Conclusie

Op grond van de onderzoeksresultaten en onder verwijzing naar de doelstellingen, kunnen de volgende uitspraken worden gedaan:

Binnen het plangebied is de archeologische verwachting voor archeologische resten uit de steentijd laag tot middelmatig. Dergelijke resten zullen hier niet voorkomen boven 5 m -NAP. Dat komt ongeveer overeen met een diepte van 4 m -mv. De kans dat de geplande werkzaamheden (aanleg van bouwwegen en werkterreinen en de versterking van masten) zullen leiden tot de versterking van archeologische resten uit de steentijd is derhalve zeer klein tot nihil. Dat binnen het plangebied archeologische resten aanwezig zijn uit de metaaltijden, de Romeinse tijd en/of vroege middeleeuwen is gezien de landschappelijke ligging vrijwel uitgesloten. Als er al resten uit deze perioden aanwezig zijn, zal het losse, niet te voorspellen losse vondsten/vindplaatsen betreffen.

Voor de late middeleeuwen en nieuwe tijd is er een kleine kans op het aantreffen van onbekende scheepswrakken en/of -inventaris. Het plangebied ligt buiten de gebieden waar dergelijke resten zich binnen de Noordoostpolder concentreren. De ligging van eventuele, onbekende scheepswrakken is niet te voorspellen. Eventuele resten zullen zich in de bovenste meters van de bodem bevinden.

Uit de pionierstijd worden resten verwacht van kamp Ramspol, een kamp waarin vanaf 1942 arbeiders gehuisvest werden. Ter plaatse van dit kamp bevindt zich een hoogspanningsmast en is een werkweg voorzien. Aangezien resten van het kamp direct onder het maaiveld verwacht worden, is er een kans dat er archeologische resten tijdens de geplande werkzaamheden verstoord worden.

### 4.2 Advies

Om versterking van eventuele resten van kamp Ramspol te voorkomen wordt geadviseerd om de plannen zodanig aan te passen (graafwerkzaamheden tot een minimum beperken) en om mitigerende maatregelen te treffen (bijvoorbeeld gebruik van rijplaten) dat versterking wordt voorkomen/tot een minimum wordt beperkt (bijlage 9). Indien dit niet mogelijk is, wordt aanbevolen in het kader van de bestaande planvorming een vervolgstap uit het proces van de Archeologische Monumentenzorg (AMZ) te nemen in de vorm van een inventariserend archeologisch veldonderzoek door middel van boringen.

Voor de overige delen van het plangebied gelden het beleid en de bijbehorende vrijstellingsgrenzen van de gemeente Noordoostpolder. Hierbij moet opgemerkt worden dat er uitsluitend werkzaamheden zijn gepland in gebieden met een lage tot middelmatige archeologische verwachting, waarvoor beleidscategorie WA-8 geldt (bijlage 9) en waar de kans op versterking van archeologische resten door de geplande werkzaamheden zeer klein is:

- Wanneer en waar de omvang van de werkzaamheden in deze gebieden kleiner is dan 10.000 m<sup>2</sup> en deze niet dieper reiken dan 100 cm -mv is conform het beleid van de gemeente Noordoostpolder geen verder archeologisch onderzoek noodzakelijk. Bij grotere en diepere ingrepen is wel een archeologisch vervolgonderzoek noodzakelijk (beleidscategorie WA-8). Dat zal in eerste instantie een verkennend of karterend booronderzoek betreffen.

In de betreffende gebieden wordt in het kader van de voorgenomen bodemingrepen geen archeologisch vervolgonderzoek aanbevolen. Indien bij de uitvoering van de werkzaamheden onverwacht archeologische resten worden aangetroffen, dan is conform artikel 5.10 van de Erfgoedwet aanmelding van de desbetreffende vondsten bij de Minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap c.q. de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed verplicht (vondstmelding via ARCHIS).

### **4.3 Tot slot**

Dit rapport geeft (selectie)adviezen. Het is aan de bevoegde overheid, de gemeente Noordoostpolder, deze al dan niet over te nemen in de vorm van een (selectie)besluit.

## Literatuur

- Anscher T.J. ten & G.H. de Boer, Y.T. van Popta & S. van der Veen , 2018: Erfgoed in de polder! Actualisatie van de archeologische waarden- en verwachtingskaart van de gemeente Noordoostpolder, Weesp (RAAP-rapport 3155).
- Berg, J.M. van den en R. Schrijvers, 2006: Waarden en verwachtingen N50 Ens-Ramspol, een bureauonderzoek, Amersfoort (Vestigia-rapport V313).
- Boer, G.H. de & J.A. Schenk, 2011: Kabeltracé Westermeerdijk-Ens, gemeente Noordoostpolder (herzien tracé maart 2011): archeologisch vooronderzoek: een archeologische verwachtings- en advieskaart, Weesp (RAAP-rapport 2258).
- Coppens, C.F.H. & G.H. de Boer, 2010: N50 Ramspol-Ens, gemeente Noordoostpolder en Kampen; archeologisch vooronderzoek: een bureau- en inventariserend veldonderzoek (verkennende en karterende fase), Weesp (RAAP-rapport 2040).
- Eilander, D.A. & W. Heijink, 1990: Bodemkaart van Nederland schaal 1 : 50 000: toelichting bij de kaartbladen 20 West, 20 Oost en 21 West, Wageningen.
- Fèber, D. Ia, 2015: Archeologisch bureau- en inventariserend veldonderzoek 380 kV station Ens aan de Ramsweg te Ens ter plaatse van de toekomstige spoel 402, Heerenveen (Antea Group Archeologie-rapport 2015/25).
- Koomen, A.J.M. & G.J. Maas, 2004: Geomorfologische kaart Nederland (GKN). Achtergronddocument bij het landsdekkende digitale bestand. Alterra-rapport 1039, Wageningen.
- Nales, T., 2017: Archeologisch Bureauonderzoek en Inventariserend Veldonderzoek, IVO Verkennende Fase. Ens, Zwartemeerweg 7, Gemeente Noordoostpolder (FL), Utrecht (Transect-rapport 1182).
- Nederlands Normalisatie-instituut, 1989: Nederlandse Norm NEN 5104, Classificatie van onverharde grondmonsters. Nederlands Normalisatie-instituut, Delft.
- Popta, Y. van, 2020: When the Shore becomes the Sea: New maritime archaeological insights on the dynamic development of the northeastern Zuyder Zee region (AD 1100 – 1400), the Netherlands, Groningen (Groningen Archaeological Studies 39).
- Scholte, Lubberink, 2021b: Plangebied Opwaardering 380 kV Ens Zwolle, gemeente Zwartewaterland; archeologisch vooronderzoek: een bureauonderzoek, Weesp (RAAP-rapport 5492).
- Scholte, Lubberink, 2021b: Plangebied Opwaardering 380 kV Ens Zwolle, gemeente Zwolle; archeologisch vooronderzoek: een bureauonderzoek, Weesp (RAAP-rapport 5493).
- SIKB, 2016: Beoordelingsrichtlijn Archeologie. BRL SIKB 4000. SIKB, Gouda.
- Wal, C. van der, J.W.C. Bruggenkamp & D.P. Otterdoorn, 1992: De ruimtelijke opbouw van de Noordoostpolder: de jongere bouwkunst en stedenbouw in de Noordoostpolder in het kader van het Monumenten Inventarisatie Project (MIP) (Flevobericht 319).
- Weerts, H., J. Schokker, K. Rijdsdijk & C. Laban, 2006: Geologische overzichtskaart van Nederland. TNO Bouw en Ondergrond, Utrecht.
- Witmer, E., 2021: Plangebied Opwaardering 380 kV Ens Zwolle, gemeente Kampen; archeologisch vooronderzoek: een bureauonderzoek, Weesp (RAAP-rapport 5491).

## Overzicht van figuren, tabellen en bijlagen

### Figuren:

Figuur 1. Aanduiding onderzoeksgebied. Inzet: ligging in Nederland (ster).	6
Figuur 2. Kamp Ramspol met de loswal omstreeks 1955 met daarop geprojecteerd hoogspanningsmasten, werkerterreinen en geplande bouwwegen.	13
Figuur 3. Loswal Ramspol 1942/1945 ( <a href="https://www.emmeloord.info/noordoostpolder/arbeiderskampen/ramspol/">https://www.emmeloord.info/noordoostpolder/arbeiderskampen/ramspol/</a> ).	14
Figuur 4. Kamp Ramspol 1942/1945 ( <a href="https://www.emmeloord.info/noordoostpolder/arbeiderskampen/ramspol/">https://www.emmeloord.info/noordoostpolder/arbeiderskampen/ramspol/</a> )	15
Figuur 5. Diagram voor archeologische vondst- en spoorcomplexen. Rode kader: aanduiding van de situatie in het onderzoeksgebied.	18

### Tabellen:

Tabel 1. Administratieve gegevens.	8
Tabel 2. Overzicht van geraadpleegde geologische, geomorfologische en bodemkundige kenmerken van het onderzoeksgebied en de directe omgeving.	11
Tabel 3. Overzicht van het geldende archeologiebeleid en achterliggende verwachtingskaart.	12
Tabel 4. Overzicht van de archeologische vondstlocaties in en rond het onderzoeksgebied.	12
Tabel 5. Overzicht van eerder archeologisch onderzoek in en rond het onderzoeksgebied. Voor informatie met betrekking tot deze onderzoeken zie bijlage 3. Een cartografisch overzicht is opgenomen in bijlage 8.	12
Tabel 6. Overzicht van de huidige situatie van het onderzoeksgebied.	15
Tabel 7. De toekomstige situatie.	16
Tabel 8. Samenvatting van de gespecificeerde archeologische verwachting voor het onderzoeksgebied.	19

### Bijlagen:

Bijlage 1. Tijdschaal
Bijlage 2. Motivatie geraadpleegde bronnen
Bijlage 3. Onderzoeksmeldingen
Bijlage 4. Vondstmeldingen
Bijlage 5. Huidige situatie
Bijlage 6. Vigerend beleid
Bijlage 7. Landschap
Bijlage 8. Archeologie en cultuurhistorie
Bijlage 9. Advies

# Bijlage 1. Tijdschaal

Archeologische perioden			
Tijdperk		Datering	
<b>Recente tijd</b>			
<b>Nieuwe tijd</b>	C	1945	
	B	1850	
	A	1650	
<b>Middeleeuwen</b>	Laat B	1500	
	Laat A	1250	
	Vroeg	D: Ottoonse tijd	1050
		C: Karolingische tijd	900
		B: Merovingische tijd	725
		A: Volksverhuizingstijd	525
<b>Romeinse tijd</b>	Laat	450	
	Midden	270	
	Vroeg	70 na Chr.	
<b>Prehistorie</b>	<b>IJzertijd</b>	Laat	15 voor Chr.
		Midden	250
		Vroeg	500
	<b>Bronstijd</b>	Laat	800
		Midden	1100
		Vroeg	1800
	<b>Neolithicum</b> (Nieuwe Steentijd)	Laat	2000
		Midden	2850
		Vroeg	4200
	<b>Mesolithicum</b> (Midden Steentijd)	Laat	4900/5300
		Midden	6450
		Vroeg	8640
	<b>Paleolithicum</b> (Oude Steentijd)	Laat	9700
		Jong B	12.500
		Jong A	16.000
Midden		35.000	
Oud		250.000	

tabel1\_standaard\_Archeologisch\_RAAP\_2014

## Bijlage 2. Motivatie geraadpleegde bronnen

LS03 en LS04, motivatie voor de keuze van de geraadpleegde bronnen (+ indien van toepassing)

Bron	Geraadpleegd en afgebeeld/beschreven	Geraadpleegd, niet afgebeeld	Niet beschikbaar voor dit plan-/onderzoeksgebied	Bevat geen (nieuwe) relevante informatie	Opmerking
Bodemkaart van NL	x				
Geologische kaart van NL	x				
Geomorfologische kaart van NL	x				
Gedetailleerde bodemkaarten	x	x			
DINO					
Gegevens milieukundig bodemonderzoek					
Actueel Hoogtebestand Nederland	x				
Lucht- en satellietfoto's	x				
Topografische kaart van Nederland	x				
Oud(st)e kadasterkaarten			x		
Historische kaarten van Nederland	x				
Beeldmateriaal bouwhistorie		x			
Archeologische en cultuurhistorische rapportages	x				
Archieven (RAAP)					
Eigenaar en gebruiker					
AMK					
ARCHIS	x				
CMA					
CAA					
CHW					
Literatuur (arch./aardwet.)	x				
Gebiedsgerichte specialisten	x				
Amateurarcheologen					
Gemeentelijke waarden- of verwachtingskaart	x				
Archeologisch depot					



## **Bijlage 3. Onderzoeksmeldingen**

**Zaakidentificatie: 2116119100**

Zaaktype: Registratie niet-rapportplichtige onderzoeksmelding

Voorafgaand onderzoek: -

Archis2 Onderzoeksmeldingsnr: 16868

Naam onderzoek: -

Eigen kenmerk project: -

Verwerving: archeologisch: bureauonderzoek

Uitvoerder: Vestigia BV

Bevoegd gezag: particulier

Provincie: Flevoland

Gemeente: Noordoostpolder

Plaats: Onbekend

Toponiem: N50 Ens Ramspol

X coördinaat: 185165

Y coördinaat: 515260

Startdatum veldwerk: 27-03-2006

Verwachte einddatum veldwerk: 30-03-2006

Meldingsdatum: 13-04-2006

Omschrijving: Verlegging van de N50 tussen Ens en Ramspolbrug.

Status zaak: Onderzoek afgemeld op 26-05-2015

(Eerste) bevindingen:

Uit het bureauonderzoek komt naar voren dat de twee geulen van de Vecht en de IJssel het tracégebied doorsnijden. De pleistocene opduikingen die hiertussen gelegen zijn, hebben een verwachting voor bewoning vanaf het Paleolithicum tot het Neolithicum. Daarna vernatte het gebied en erodeerde de geulen delen van het ontstane veenlandschap. De geulen zelf kunnen wel archeologische resten bevatten van stortlagen, deposities en viswieren. Aangezien de top van het pleistocene landschap (met de hoge verwachting voor archeologische waarden) op circa 3 m. beneden maaiveld ligt, bestaat in het huidige tracévoorstel geen direct gevaar voor het vergraven van mogelijke aanwezige archeologische waarden. Wel moet rekening gehouden worden met mogelijke zettingsverschijnselen van het zandtalud. Een aanvullende studie kan op grond van de dikte van het zandtalud (plaxisberekening) uitsluitel geven op de aanwezige archeologische waarden.

Literatuur: Van den Berg &amp; Schrijvers 2006.

**Zaakidentificatie:** 2255131100

Zaaktype: Registratie rapportplichtige onderzoeksmelding

Voorafgaand onderzoek: -

Archis2 Onderzoeksmeldingsnr: 36608

Naam onderzoek: RAEN

Eigen kenmerk project: -

Verwerving: archeologisch: boring

Uitvoerder: RAAP Archeologisch Adviesbureau

Bevoegd gezag: Gemeente Noordoostpolder

Provincie: Flevoland

Gemeente: Noordoostpolder

Plaats: Ens

Toponiem: N50 Ramspol - Ens

X coördinaat: 185190

Y coördinaat: 515196

Startdatum veldwerk: 31-08-2009

Verwachte einddatum veldwerk: 08-09-2009

Meldingsdatum: 18-08-2009

Omschrijving: bureau- en inventariserend veldonderzoek (verkennende en karterende fase),

Status zaak: Onderzoek afgemeld op 26-05-2015

(Eerste) bevindingen: Dit archeologisch onderzoek, door middel van boringen, is uitgevoerd in voorbereiding op de werkzaamheden aan de rijksweg N50 Ramspol-Ens in de gemeenten Noordoostpolder en Kampen. Tijdens het veldonderzoek is over de hele lengte, op de hartlijn van het geplande tracé, één verkennende boorraai gezet (78 boringen). Ter hoogte van de geplande op- en afritten nabij Ens en het Ramsdiep zijn 27 boringen gezet. De afstand tussen de boringen bedraagt 50 m.

Uit het verkennend booronderzoek blijkt dat de bodem in het plangebied, zoals verwacht, van boven naar beneden is opgebouwd uit onderwaterafzettingen van het IJsselmeer, de Zuiderzee, het Almere en het Flevomeer. Deze afzettingen liggen op een geërodeerd pakket (basis)veen. Hieronder zijn, dieper dan voor aanvang van het veldonderzoek verwacht, pleistocene afzettingen aangetroffen, het zogenaamde dekzand. Verder zijn in het noordelijke deel van het plangebied afzettingen van een holoceen geulsysteem aangetroffen (het stroomdal van de Vecht).

In één boring (boring 59) zijn de pleistocene afzettingen op veel geringere diepte aangetroffen. Dit betreft meest waarschijnlijk de locatie van een dekzandrug. Rondom deze locatie is een tiental karterende boringen uitgevoerd. Dit karterend booronderzoek heeft in detail inzicht gegeven in de morfologie van de aangetroffen dekzandrug. Het betrof in alle boringen een verspoeld dekzandniveau waarin geen archeologisch relevante indicatoren zijn aangetroffen. Bovendien is aangetoond dat het potentieel archeologisch niveau zich niet binnen de diepte van de voorgenomen bodemingrepen bevindt.

Wel doorkruist het voorgenomen wegtracé ten zuiden van het Ramsdiep, een oud dijklichaam (rondom boring 131). Het ontbreken van archeologische indicatoren is evenwel niet zo veelzeggend, simpelweg omdat de gehanteerde methode hier niet voor bedoeld was.

Literatuur: Coppens & De Boer 2010

**Zaakidentificatie:** 2283482100

Zaaktype: Registratie niet-rapportplichtige onderzoeksmelding

Voorafgaand onderzoek: -

Archis2 Onderzoeksmeldingsnr: 40546

Naam onderzoek: Kabeltracé Westermeerdijk - Ens

Eigen kenmerk project: -

Verwerving: archeologisch: bureauonderzoek

Uitvoerder: RAAP Archeologisch Adviesbureau

Bevoegd gezag: particulier

Provincie: Flevoland

Gemeente: Noordoostpolder

Plaats: Emmeloord

Toponiem: -

X coördinaat: 182202

Y coördinaat: 521432

Startdatum veldwerk: 12-04-2010

Verwachte einddatum veldwerk: 17-04-2010

Meldingsdatum: 16-04-2010

Omschrijving: RAAP-projectcode: NOPO

Status zaak: Onderzoek afgemeld op 26-05-2015

(Eerste) bevindingen: Op basis van de gespecificeerde archeologische verwachting alsmede de aard en omvang van de voorgenomen bodemingrepen is een advies geformuleerd met betrekking tot de omgang met archeologische waarden in het plangebied kabeltracé Westermeerdijk-Ens

Literatuur: De Boer & Schenk 2010

**Zaakidentificatie:** 2459341100  
Zaaktype: Registratie niet-rapportplichtige onderzoeksmelding  
Voorafgaand onderzoek: -  
Archis2 Onderzoeksmeldingsnr:63590  
Naam onderzoek: Tennet Lelystad-Ens  
Eigen kenmerk project: -  
Verwerving: archeologisch: bureauonderzoek  
Uitvoerder: Antea Group Archeologie  
Bevoegd gezag: particulier  
Provincie: Flevoland  
Gemeente: Dronten  
Plaats: Ens  
Toponiem: -  
X coördinaat: 172600  
Y coördinaat: 513053  
Startdatum veldwerk: 13-10-2014  
Verwachte einddatum veldwerk:18-10-2014  
Meldingsdatum: 13-10-2014  
Omschrijving: -  
Status zaak: Onderzoek afgemeld op 26-05-2015  
(Eerste) bevindingen: (nog) geen rapportage beschikbaar in ARCHIS/Dans  
Literatuur:

**Zaakidentificatie:** 2472617100  
**Zaaktype:** Registratie rapportplichtige onderzoeksmelding  
**Voorafgaand onderzoek:** -  
**Archis2 Onderzoeksmeldingsnr:** 65296  
**Naam onderzoek:** IVO-O uitbreiding Tennet Ramsweg  
**Eigen kenmerk project:** -  
**Verwerving:** archeologisch: boring  
**Uitvoerder:** Antea Group Archeologie  
**Bevoegd gezag:** particulier  
**Provincie:** Flevoland  
**Gemeente:** Noordoostpolder  
**Plaats:** Ens  
**Toponiem:** Ramsweg te Ens  
**X coördinaat:** 183614  
**Y coördinaat:** 514516  
**Startdatum veldwerk:** 23-02-2015  
**Verwachte einddatum veldwerk:** 24-02-2015  
**Meldingsdatum:** 17-02-2015  
**Omschrijving:** Bureau- en inventariserend veldonderzoek (karterende fase)  
**Status zaak:** Onderzoek afgemeld op 09-01-2018

In opdracht van Tennet TSO BV is door Antea Group in februari 2015 een bureau- en inventariserend veldonderzoek (karterende fase) uitgevoerd naast transformator TR402 op het Transformatorstation aan de Ramsweg te Ens. Aanleiding tot het onderzoek is het voornemen een nieuwe blindstroomcompensatiespoel aan te leggen op de locatie. Hiervoor zal de bodem tot een diepte van 1,6 m -mv. moeten worden verstoord. Dit onderzoek wordt uitgevoerd ter verkrijging van een omgevingsvergunning. Op grond van het gemeentelijk beleid dient voorafgaand aan de werkzaamheden een archeologische vooronderzoek te worden aangeleverd.

Het plangebied ligt in een landschap dat sinds het einde van de laatste ijstijd steeds verder is vernat en vanaf het midden-neolithicum langzaam onder water verdween van eerst het Flevomeer, later de Zuiderzee en als laatst het IJsselmeer. In de 20e eeuw is het gebied drooggelegd en in cultuur gebracht. Het gebied kent een matig hoge verwachting op de aanwezigheid van archeologische resten van het (laat-)paleolithicum tot het midden-neolithicum. Er kunnen dekzandkoppen aanwezig zijn (donken) of oeverwallen van oude geulsystemen. Eventueel kunnen er recentere scheepswrakken worden aangetroffen.

(Eerste) bevindingen:

Bovenstaande verwachting is gecontroleerd door het uitvoeren van een inventariserend booronderzoek, bestaande uit vijf boringen tot minimaal de onderzijde van de verstoringsdiepte. Op basis van het veldonderzoek is geconcludeerd dat het plangebied in de huidige situatie meer dan een meter is opgehoogd waarbij waarschijnlijk, voorafgaand aan de bouw, de bouwvoor is verwijderd. Pas vanaf 1,3 m -mv. begint de natuurlijke bodemopbouw, bestaande uit fluviaatiele zand- en kleiafzettingen. Het betreft IJsselmeerafzettingen met materiaal dat door de IJssel is aangevoerd. Er zijn tot 3,0 m -mv geen archeologische indicatoren en geen archeologisch potentiële afzettingen aangetroffen. Gezien de relatief hoge boorintensiteit is duidelijk dat er binnen het plangebied tot ver onder de verstoringsdiepte van 1,5 m -mv. geen archeologische waarden aanwezig zijn. Aanbevolen wordt het plangebied vrij te geven voor de voorgenomen bouw van de blindstroomcompensatiespoel.

**Literatuur:** La Fèber 2015

**Zaakidentificatie:** 4034620100  
Zaaktype: Registratie rapportplichtige onderzoeksmelding  
Voorafgaand onderzoek: -  
Archis2 Onderzoeksmeldingsnr: -  
Naam onderzoek: BO IVO Ens Zwartemeerweg 7  
Eigen kenmerk project: 16120054  
Verwerving: archeologisch: boring  
Uitvoerder: Transect  
Bevoegd gezag: gemeente  
Provincie: Flevoland  
Gemeente: Noordoostpolder  
Plaats: Ens  
Toponiem: -  
X coördinaat: 186872  
Y coördinaat: 515336  
Startdatum veldwerk: 08-02-2017  
Verwachte einddatum veldwerk: 09-02-2017  
Meldingsdatum: 14-02-2017  
Omschrijving: -  
Status zaak: Onderzoek afgemeld op 14-05-2019

(Eerste) bevindingen: Op basis van het bureauonderzoek en het opvolgende verkennende onderzoek is vastgesteld dat het plangebied een lage verwachting heeft op de aanwezigheid van archeologische resten uit het Laat-Paleolithicum, Mesolithicum en Vroeg- tot Midden-Neolithicum. De oorspronkelijk hoge archeologische verwachting in het plangebied is gebaseerd op de ligging van een dekzandrug in de ondergrond van het plangebied. Op de top ervan zouden theoretisch gezien nog resten uit de eerder genoemde perioden aanwezig kunnen zijn. Op basis van het veldonderzoek is echter geconstateerd dat de top van het dekzand ten tijde van de verdrinking van het gebied volledig verspoeld is geraakt. Hierom is de archeologische verwachting in het plangebied naar laag bijgesteld. Jongere resten zijn op voorhand niet in het plangebied te verwachten, aangezien toen het landschap al te nat was voor bewoning. Hierop is de verwachting laag. Het onderzoek heeft aangetoond dat in het plangebied geen archeologische resten aanwezig zijn. De top van het dekzand als relevant archeologisch niveau is immers verspoeld geraakt. Tevens reiken de graafwerkzaamheden ten behoeve van de aan te leggen drooghal tot een diepte van 80 cm -Mv. Er zal niet worden geheid. Het dekzand als potentieel archeologisch niveau zal daarom überhaupt niet worden verstoord in het kader van de herontwikkeling. Daarom zijn voor dit gebied geen vervolgmaatregelen geformuleerd.

Literatuur: Nales 2017

**Zaakidentificatie:** **4663862100**

Zaaktype: Registratie rapportplichtige onderzoeksmelding

Voorafgaand onderzoek: -

Archis2 Onderzoeksmeldingsnr: -

Naam onderzoek: IVO-O LLS-ENS, gem. Noordoostpolder

Eigen kenmerk project: 271507

Verwerving: archeologisch: boring

Uitvoerder: Antea Group Archeologie

Bevoegd gezag: gemeente

Provincie: Flevoland

Gemeente: Noordoostpolder

Plaats: Emmeloord

Toponiem: -

X coördinaat: 182773

Y coördinaat: 514181

Startdatum veldwerk: 28-01-2019

Verwachte einddatum veldwerk: 05-02-2019

Meldingsdatum: 28-01-2019

Omschrijving: -

Status zaak: Onderzoek afgemeld op 31-01-2020

(Eerste) bevindingen: Het veldwerk is uitgevoerd, geen complexen opgegeven. Nog geen rapportage beschikbaar in ARCHIS

Literatuur:



**Zaakidentificatie:** 4876139100

Zaaktype: Registratie rapportplichtige onderzoeksmelding

Voorafgaand onderzoek: -

Archis2 Onderzoeksmeldingsnr: -

Naam onderzoek: Bureauonderzoek en booronderzoek Archeologie Plangebied Transportleiding tussen  
Ens en IJsselmuiden, Gemeente Noordoostpolder en Gemeente Kampen

Eigen kenmerk project: 20202777

Verwerving: archeologisch: boring

Uitvoerder: Hamaland Advies vof

Bevoegd gezag: gemeente

Provincie: Overijssel

Gemeente: Kampen

Plaats: IJsselmuiden

Toponiem: -

X coördinaat: 187481

Y coördinaat: 512616

Startdatum veldwerk: 01-09-2020

Verwachte einddatum veldwerk: 04-11-2020

Meldingsdatum: 13-07-2020

Omschrijving: -

Status zaak: Onderzoek aangemeld op 13-07-2020








(Eerste) bevindingen: Grotendeels intacte bodem onder recente en subrecente ophoging. Nog geen  
rapportage beschikbaar in ARCHIS/Dans

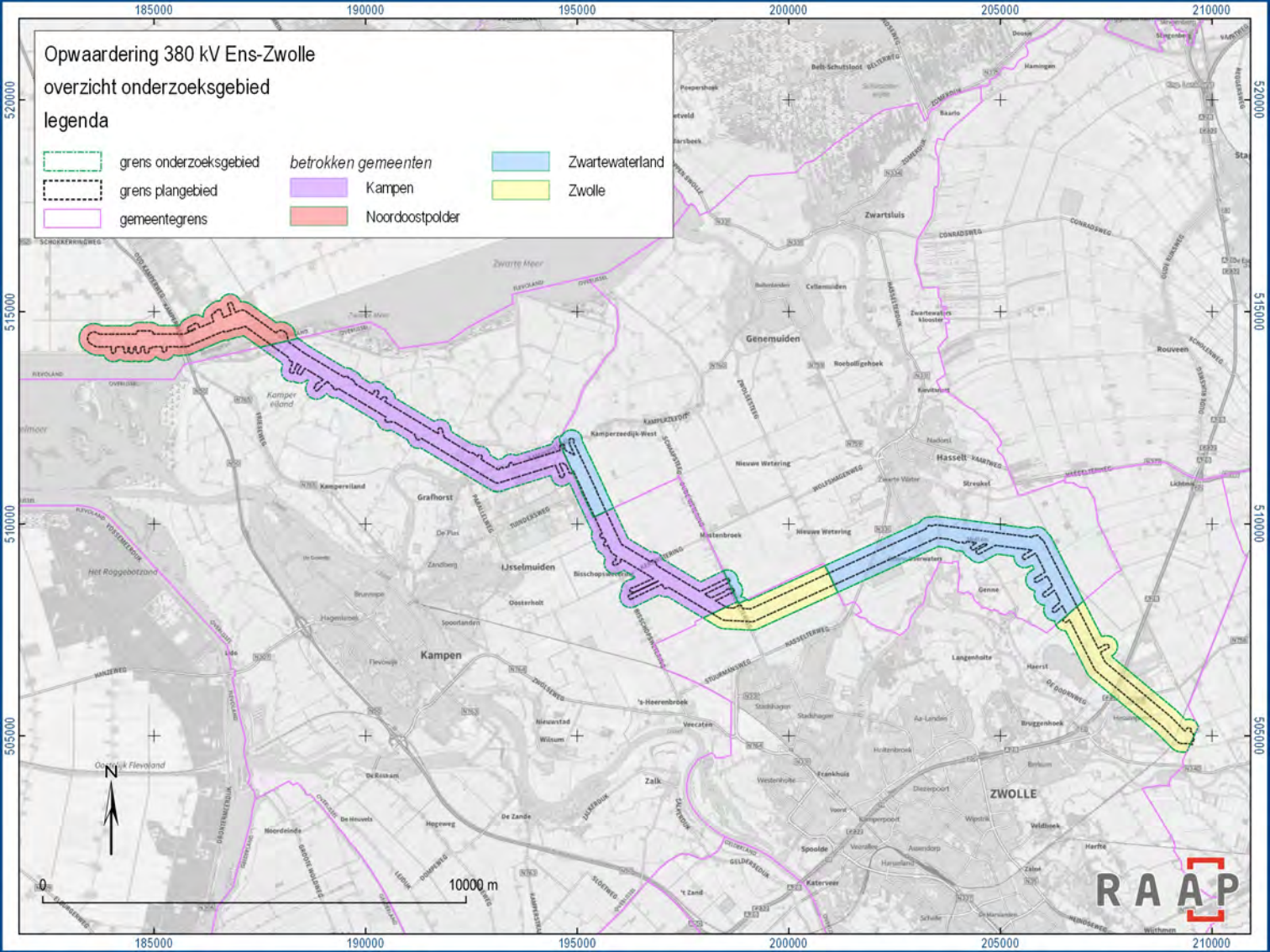
Literatuur:

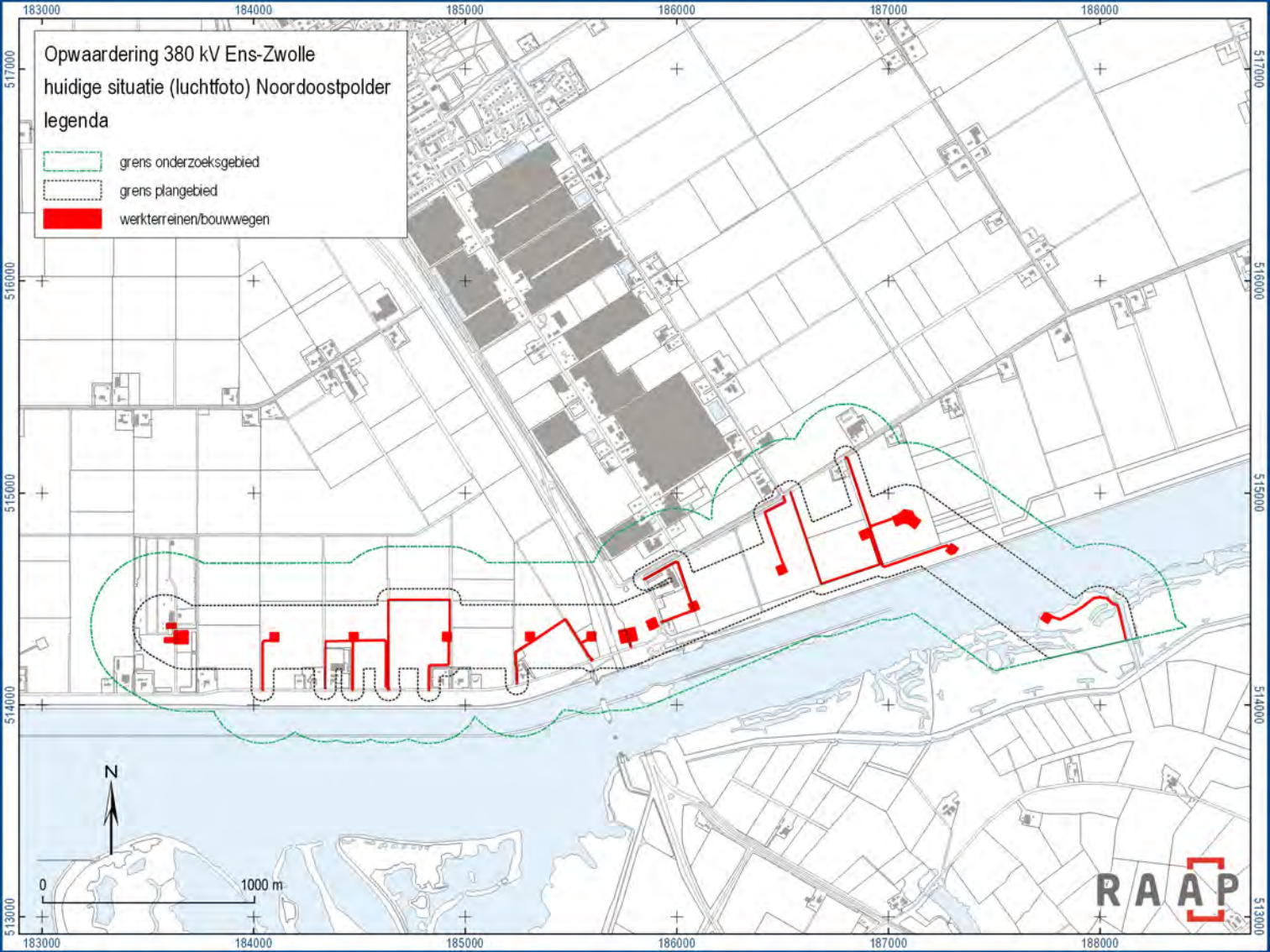
## **Bijlage 5. Huidige situatie**

# Opwaardering 380 kV Ens-Zwolle overzicht onderzoeksgebied

## legenda

- |   |   |  |
|---|---|--|
|  grens onderzoeksgebied | <i>betrokken gemeenten</i>  |  Zwartwaterland |
|  grens plangebied       |  Kampen          |  Zwolle         |
|  gemeentegrens          |  Noordoostpolder |  |





# Opwaardering 380 kV Ens-Zwolle huidige situatie (luchtfoto) Noordoostpolder

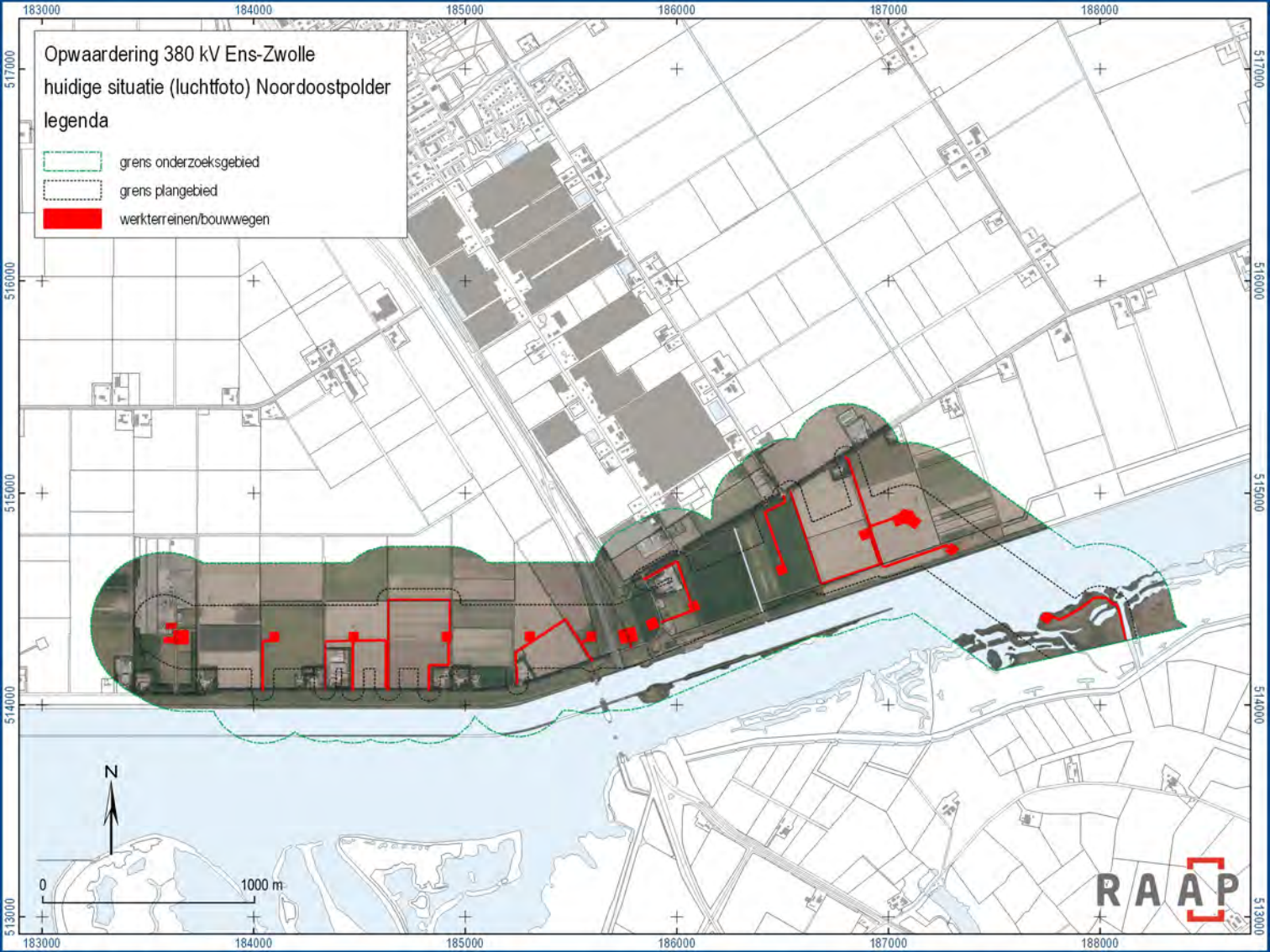
## legenda

- grens onderzoeksgebied
- grens plangebied
- werkterreinen/bouwwegen



0 1000 m





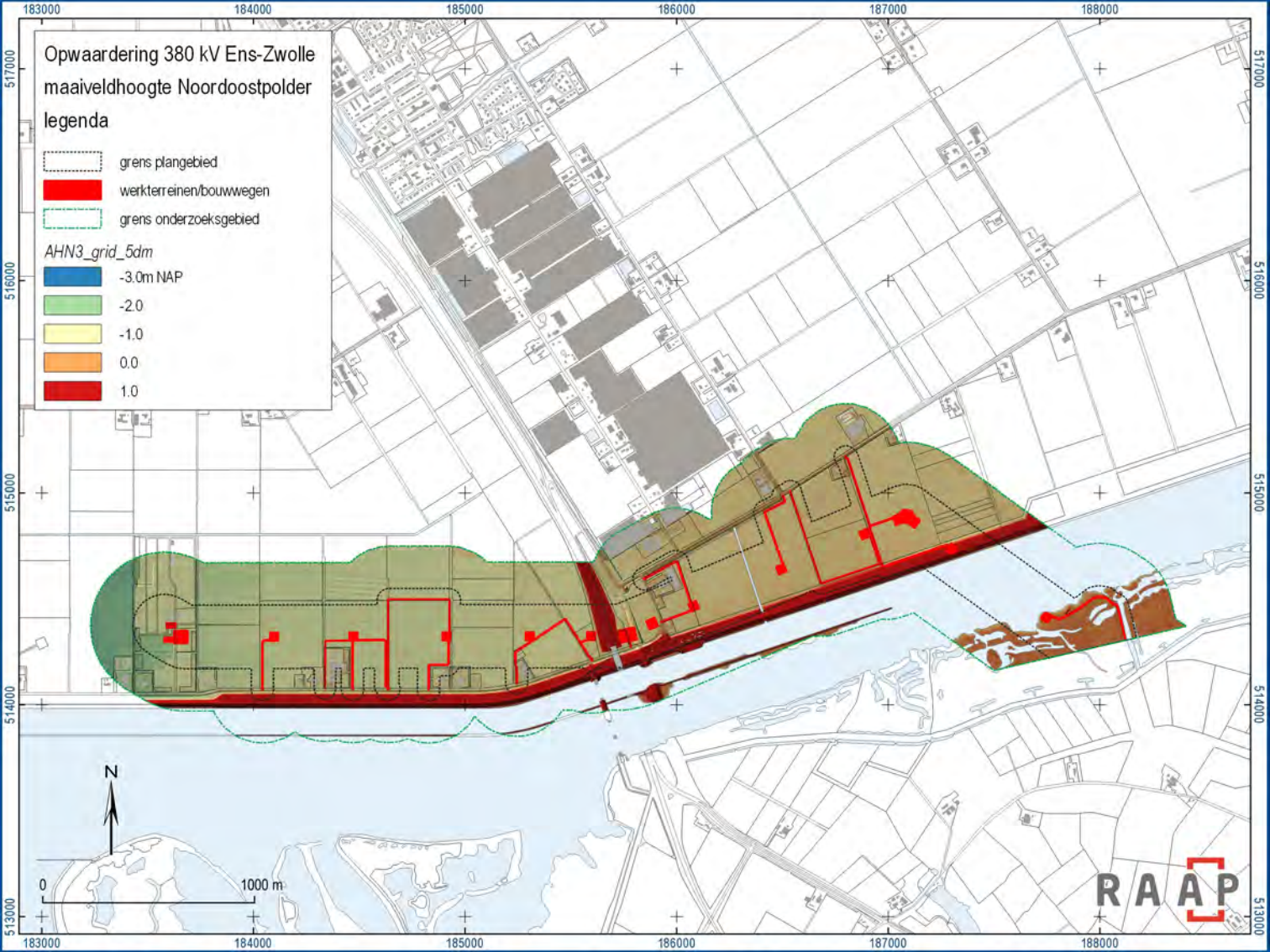
# Opwaardering 380 kV Ens-Zwolle huidige situatie (luchtfoto) Noordoostpolder legenda

- grens onderzoeksgebied
- grens plangebied
- werkterreinen/bouwwegen

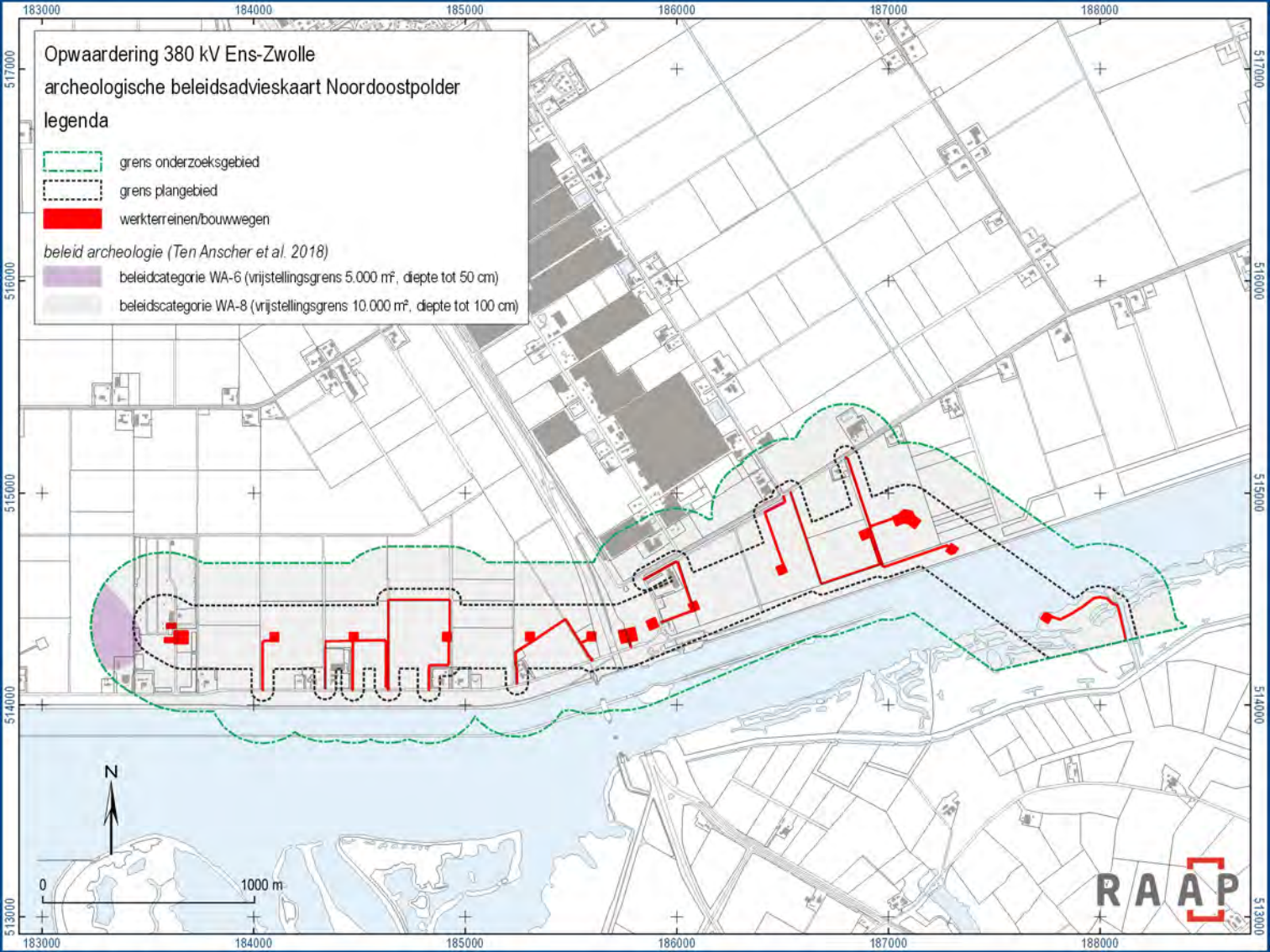


0 1000 m





## **Bijlage 6. Vigerend beleid**



# Opwaardering 380 kV Ens-Zwolle

## archeologische beleidsadvieskaart Noordoostpolder

### legenda

-  grens onderzoeksgebied
-  grens plangebied
-  werkterreinen/bouwwegen
- beleid archeologie (Ten Anscher et al. 2018)*
-  beleidscategorie WA-6 (vrijstellingsgrens 5.000 m<sup>2</sup>, diepte tot 50 cm)
-  beleidscategorie WA-8 (vrijstellingsgrens 10.000 m<sup>2</sup>, diepte tot 100 cm)

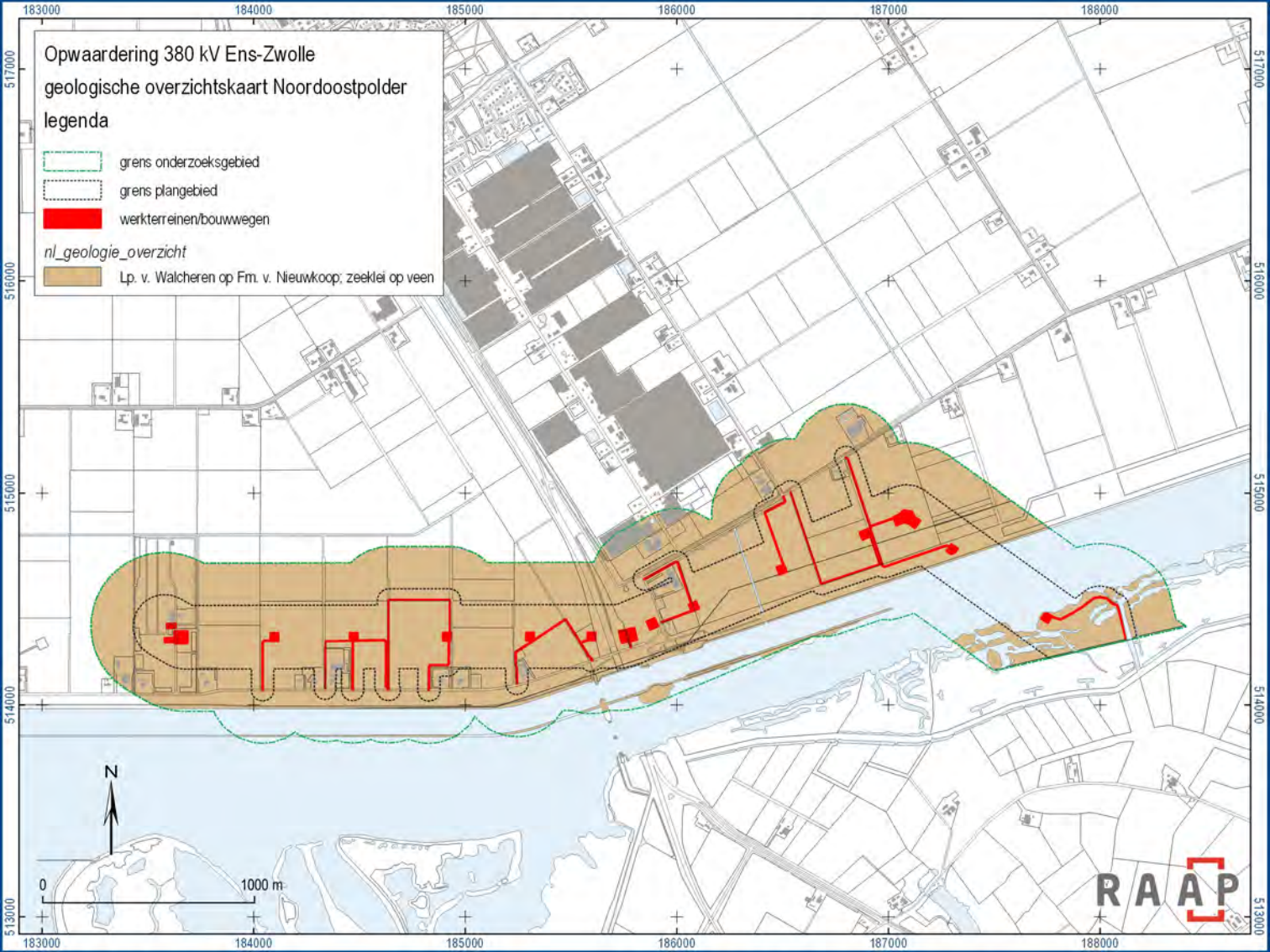


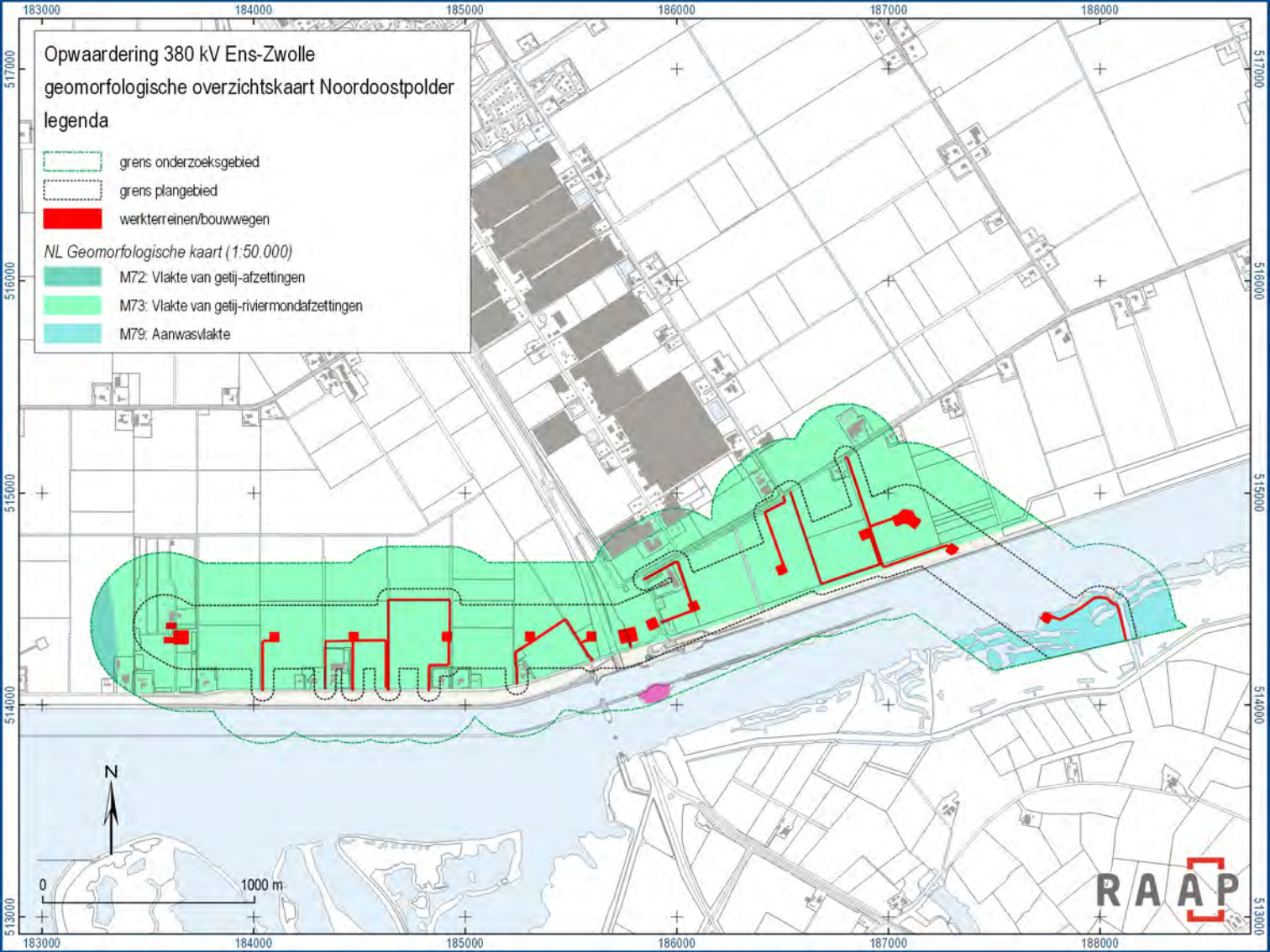
0 1000 m





## **Bijlage 7. Landschap**





# Opwaardering 380 kV Ens-Zwolle geomorfologische overzichtskaart Noordoostpolder

## legenda

- grens onderzoeksgebied
- grens plangebied
- werkterreinen/bouwwegen

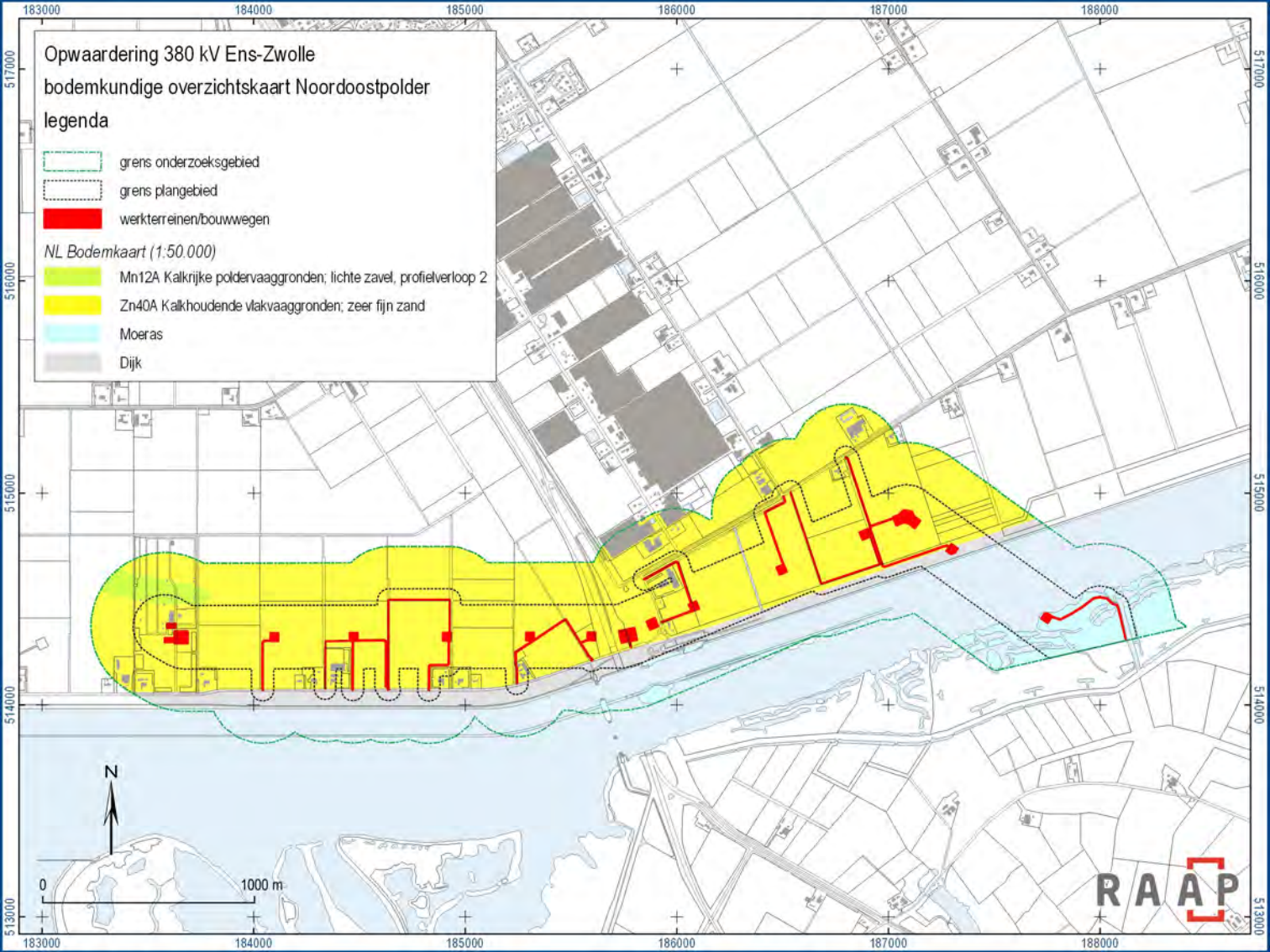
NL Geomorfologische kaart (1:50.000)

- M72: Vlake van getij-afzettingen
- M73: Vlake van getij-riviermondafzettingen
- M79: Aanwasvlakte

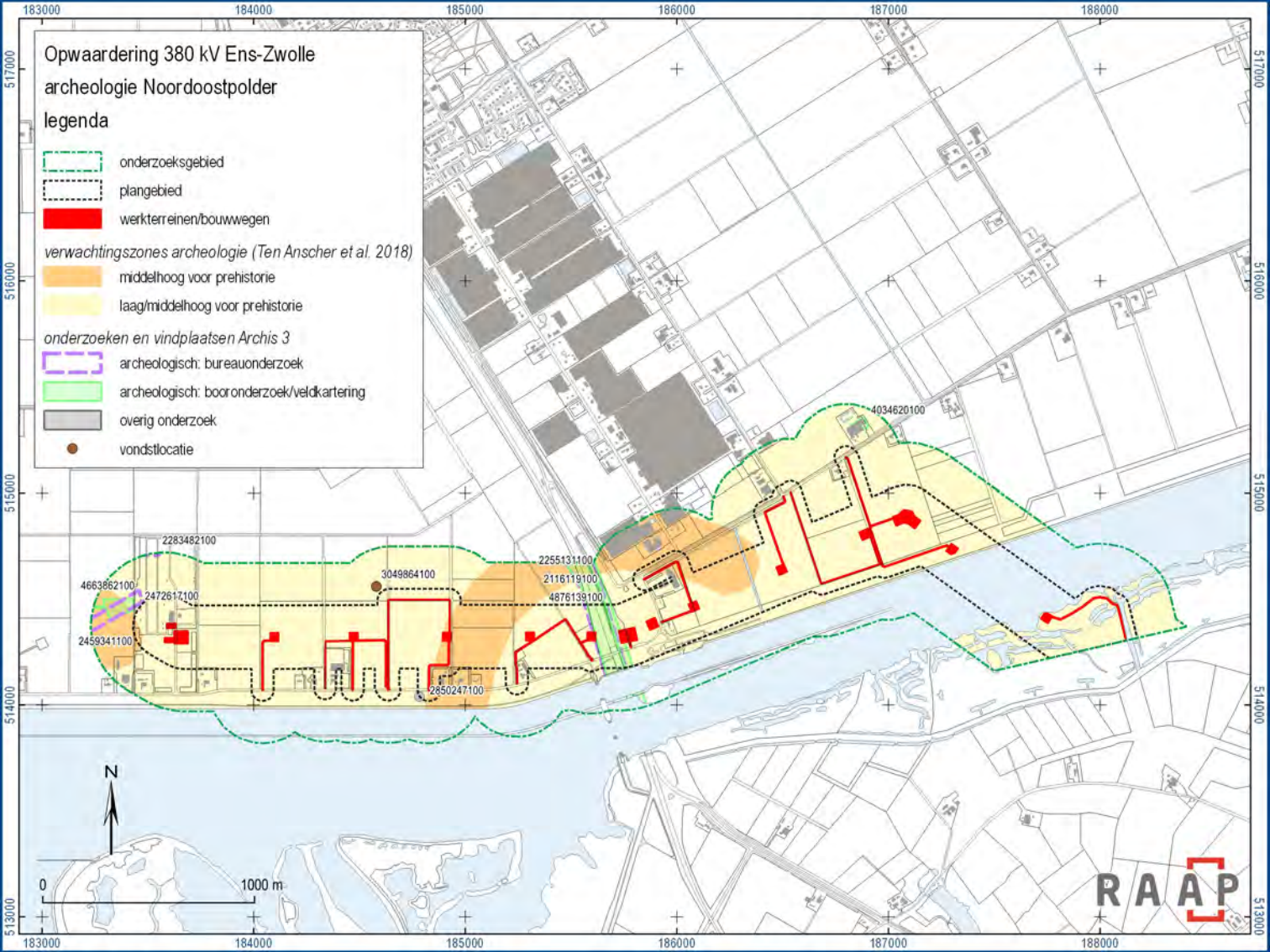


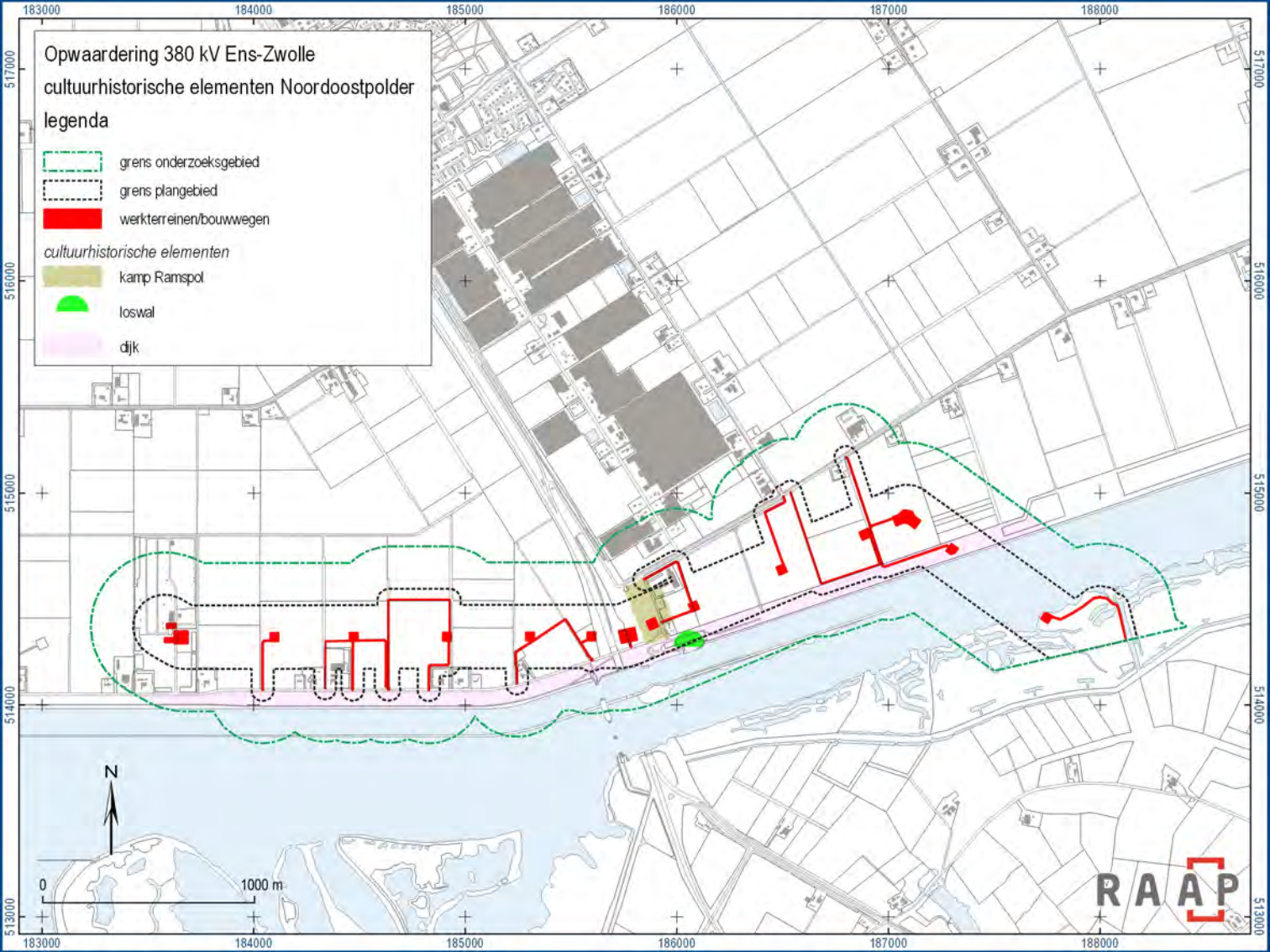
0 1000 m





## **Bijlage 8. Archeologie en cultuurhistorie**





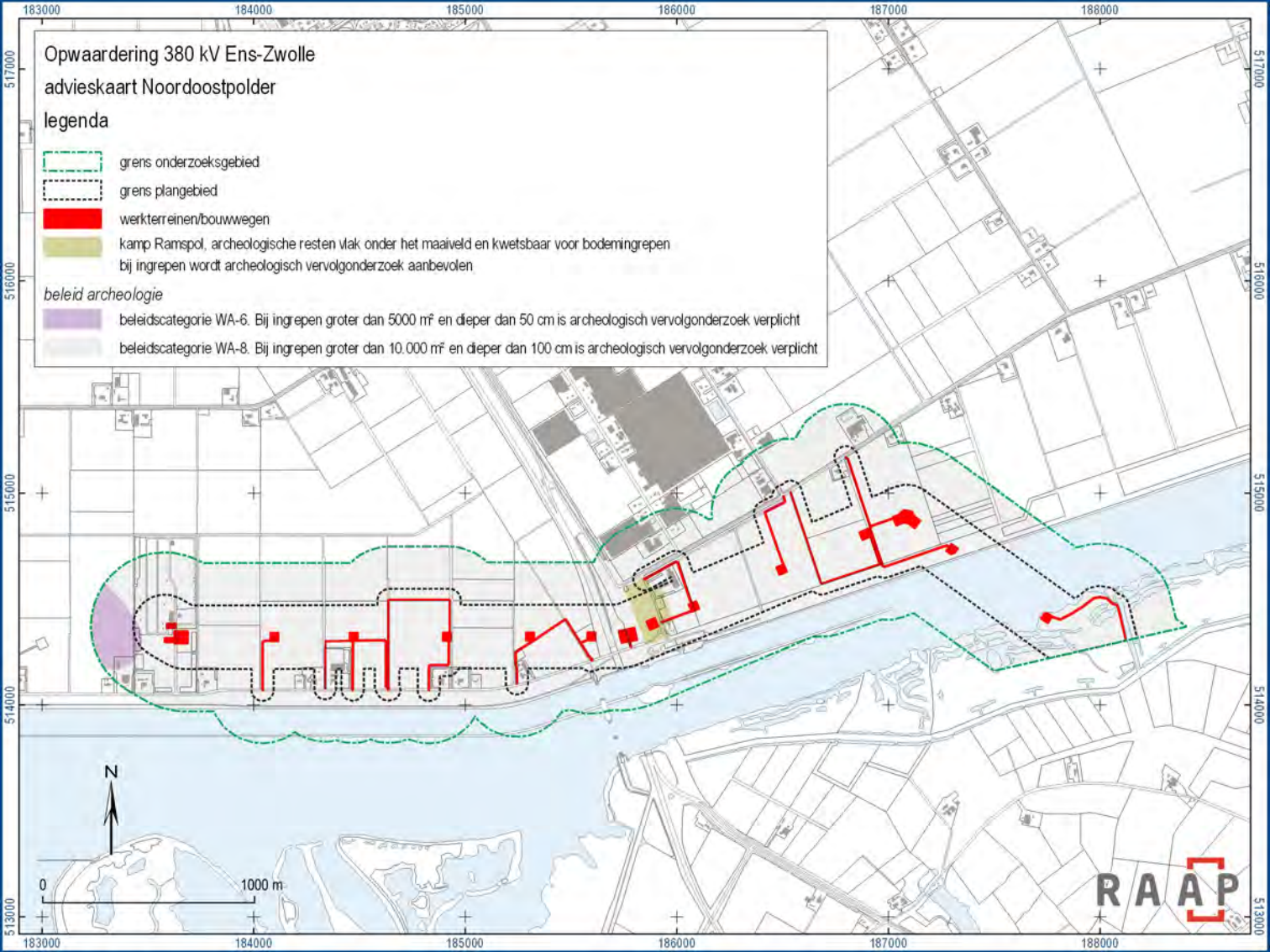
# Opwaardering 380 kV Ens-Zwolle cultuurhistorische elementen Noordoostpolder

## legenda

- grens onderzoeksgebied
  - grens plangebied
  - werkterreinen/bouwwegen
- cultuurhistorische elementen*
- kamp Ramspot
  - loswal
  - dijk

## **Bijlage 9. Advies**





# Opwaardering 380 kV Ens-Zwolle advieskaart Noordoostpolder

## legenda

-  grens onderzoeksgebied
-  grens plangebied
-  werkterreinen/bouwwegen
-  kamp Ramspol, archeologische resten vlak onder het maaiveld en kwetsbaar voor bodemingrepen  
bij ingrepen wordt archeologisch vervolgonderzoek aanbevolen
- beleid archeologie**
-  beleidscategorie WA-6. Bij ingrepen groter dan 5000 m<sup>2</sup> en dieper dan 50 cm is archeologisch vervolgonderzoek verplicht
-  beleidscategorie WA-8. Bij ingrepen groter dan 10.000 m<sup>2</sup> en dieper dan 100 cm is archeologisch vervolgonderzoek verplicht



0 1000 m



## Bijlage 7

Natuuronderzoek, verkennend

## Rapport

---

Projectnummer: 375014

Referentienummer: NL21-648800269-11542

Datum: 02-12-2021

---

## Verkennd natuuronderzoek opwaardering 380 kV Ens - Zwolle

Oriënterend natuuronderzoek in het kader van de wet- en regelgeving voor natuur

Status definitief

Opdrachtgever:  
TenneT TSO BV  
Utrechtseweg 310  
6812 AR ARNHEM

## Verantwoording

Titel Verkennd natuuronderzoek  
opwaardering 380 kV Ens - Zwolle

Subtitel Oriënterend natuuronderzoek in het kader  
van de wet- en regelgeving voor natuur

Projectnummer 375014/ 51002704

Referentienummer NL21-648800269-11542

Revisie D1

Datum 02-12-2021

Auteur Rietje Klous & Germ Zeephat

E-mailadres rietje.klous@sweco.nl

Gecontroleerd door Germ Zeephat

Paraaf gecontroleerd



Goedgekeurd door Tim Verver

Paraaf goedgekeurd



## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>4</b>
1.1	Aanleiding .....	4
1.2	Kader van het onderzoek .....	4
1.3	Ligging en beschrijving plangebied .....	4
1.4	Voorgenomen ontwikkelingen .....	5
<b>2</b>	<b>Wet natuurbescherming: Natura 2000-gebieden</b> .....	<b>6</b>
2.1	Toetsingskader .....	6
2.2	Inventarisatie .....	6
2.3	Analyse van de mogelijke effecten .....	7
2.3.1	Natura 2000-gebied Zwarte meer .....	7
2.3.2	Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte water en Vecht .....	8
2.3.3	Stikstofdepositie .....	10
2.4	Conclusie .....	10
<b>3</b>	<b>Wet natuurbescherming: soortenbescherming</b> .....	<b>11</b>
3.1	Toetsingskader .....	11
3.2	Methode .....	12
3.3	Resultaten .....	14
3.4	Resultaten aanvullend onderzoek .....	18
3.4.1	Aanvullend onderzoek nesten .....	18
3.4.2	Aanvullend onderzoek mast 12 .....	18
3.5	Toetsing soortenbescherming .....	19
3.6	Conclusie .....	21
<b>4</b>	<b>Provinciaal natuurbeleid</b> .....	<b>23</b>
4.1	Toetsingskader .....	23
4.2	Inventarisatie .....	23
4.3	Analyse van de mogelijke effecten .....	24
4.4	Conclusie .....	24
<b>5</b>	<b>Conclusies</b> .....	<b>25</b>

## 1 Inleiding

### 1.1 Aanleiding

Om in de toekomst meer elektriciteit te kunnen transporteren is het noodzakelijk om naast de nieuwbouw van verbindingen bestaande hoogspanningsverbindingen aan te passen zodat er een grotere transportcapaciteit mogelijk wordt gemaakt. Om die reden is TenneT voornemens de bestaande landelijke 380 kV-ring, de 'ruggengraat' van het landelijk hoogspanningsnet, op te waarderen (programma Beter Benutten Bestaande 380 kV). Binnen het betreffende programma valt ook het deelproject Opwaardering 380 kV-verbinding Ens - Zwolle.

### 1.2 Kader van het onderzoek

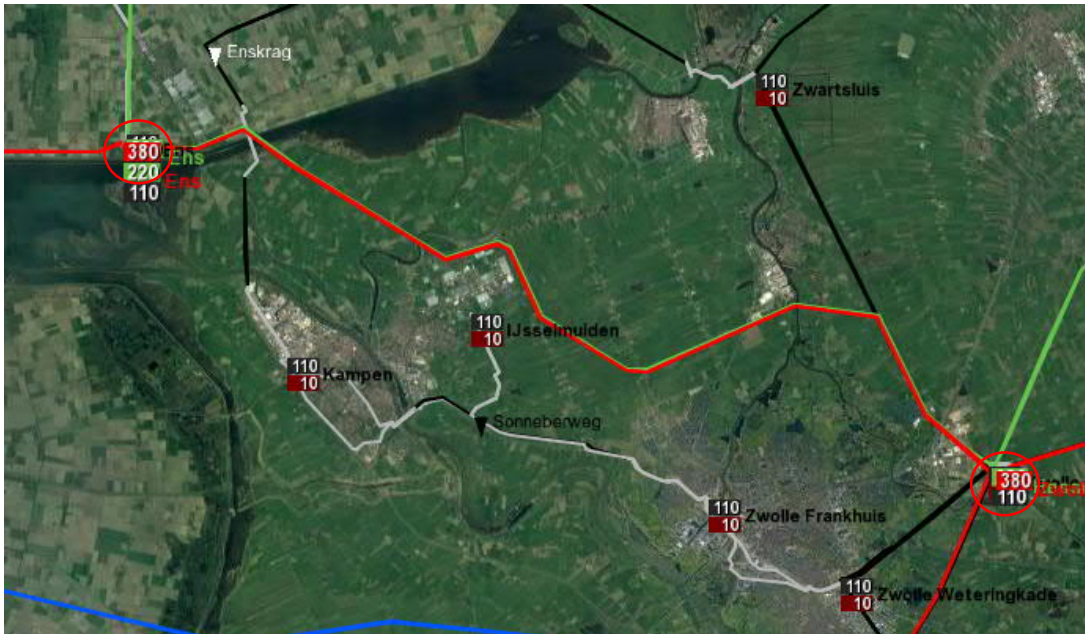
We toetsen de voorgenomen werkzaamheden aan de wet- en regelgeving voor natuur binnen de volgende kaders:

- Wet natuurbescherming:
  - Natura 2000-gebieden;
  - Soorten.
- Provinciaal beleid
  - Natuurnetwerk Nederland (NNN);
  - eventueel gebieden buiten het NNN.

Het verkennend natuuronderzoek is erop gericht een eerste inzicht te krijgen in de mogelijke effecten op beschermde natuurwaarden in en om het projectgebied en de mogelijke vervolgstappen die moeten worden genomen met betrekking tot aanvullend veldonderzoek, nader effectonderzoek en nadere procedures. Het verkennend onderzoek is de eerste stap in de procedure. Afhankelijk van het resultaat, moeten de navolgende stappen al dan niet worden doorlopen. Welke stappen dit zijn, staat beschreven in de effectenanalyse en conclusie van elk hoofdstuk. De resultaten van eventuele vervolgonderzoeken zijn, voor zover al uitgevoerd in deze rapportage verwerkt.

### 1.3 Ligging en beschrijving plangebied

De scope van de werkzaamheden betreft de bestaande 380 kV hoogspanningsverbinding tussen Zwolle en Ens (figuur 1.1). Onderdeel van de scope zijn 91 mastlocaties, werkterreinen, lierlocaties en aanrijroutes behorend bij de op te waarderen hoogspanningsmasten van het tracé Ens - Zwolle.



Figuur 1.1 De 380 Kv-verbinding Ens-Zwolle (in rood, Ens en Zwolle omcirkeld)

#### 1.4 Voorgenomen ontwikkelingen

Voor de opwaardering van de bestaande 380 kV-verbinding Zwolle-Ens moeten diverse werkzaamheden worden uitgevoerd. In de basis betreft dit het ophangen van nieuwe geleiders met een hogere transportcapaciteit dan de huidige geleiders. De nieuwe geleiders zijn qua omvang en aantal gelijk aan de bestaande maar kunnen meer stroom transporteren doordat ze hogere temperaturen kunnen weerstaan zonder te ver door te gaan hangen. De huidige hoogspanningsverbinding is bovendien bijna 35 jaar oud. Om deze reden worden ook andere onderdelen, zoals de isolatorkettingen en bliksemraden als levensduur verlengende activiteit vervangen. Daarnaast zijn de masten constructief beschouwd en moet bij een aantal masten de fundering versterkt worden.

## 2 Wet natuurbescherming: Natura 2000-gebieden

### 2.1 Toetsingskader

Bescherming van Natura 2000-gebieden vindt plaats op grond van de Wet natuurbescherming. Onder Natura 2000-gebieden vallen de gebieden die op grond van de Europese Vogelrichtlijn en/of Habitatrichtlijn zijn aangewezen. De essentie van het beschermingsregime voor deze gebieden is dat de duurzame instandhouding van soorten en habitats binnen de Europese Unie wordt gewaarborgd. Daarbij zijn instandhoudingsdoelstellingen geformuleerd voor natuurlijke habitats en/of soorten. Dit kunnen behoudsdoelstellingen zijn voor habitats en leefgebieden van soorten die zich al op het gewenste niveau (kwalitatief en kwantitatief) bevinden of uitbreidings- of verbeterdoelstellingen voor habitats en leefgebieden van soorten die zich nog niet op het gewenste niveau bevinden.

Om dit toetsbaar te maken, kent de Wet natuurbescherming (Wnb) een goedkeuringsvereiste voor plannen die significante gevolgen voor de betreffende gebieden zouden kunnen hebben (artikel 2.7, eerste lid, Wnb), en een vergunningsplicht voor projecten en andere handelingen die (significant) negatieve gevolgen voor de betreffende gebieden zouden kunnen hebben (artikel 2.7, tweede lid, Wnb). De goedkeuring of de vergunning wordt alleen verleend wanneer voldoende zeker is dat de instandhoudingsdoelstellingen voor het betreffende Natura 2000-gebied niet in het geding zijn. Wanneer significante gevolgen voor Natura 2000-gebieden op grond van een passende beoordeling niet kunnen worden uitgesloten, kan alleen goedkeuring aan het plan of een vergunning voor het project worden verleend indien de ADC-toets met succes doorlopen kan worden (artikel 2.8, vierde lid, Wnb). Dat betekent dat het project nodig is omwille van een dwingende reden van groot openbaar belang, er geen alternatief mag zijn met minder grote effecten op Natura 2000 en de nodige compenserende maatregelen worden getroffen.

In de navolgende paragrafen is beoordeeld of er effecten op kunnen treden op Natura 2000-gebieden en zo ja, wat de benodigde vervolgstappen zijn.

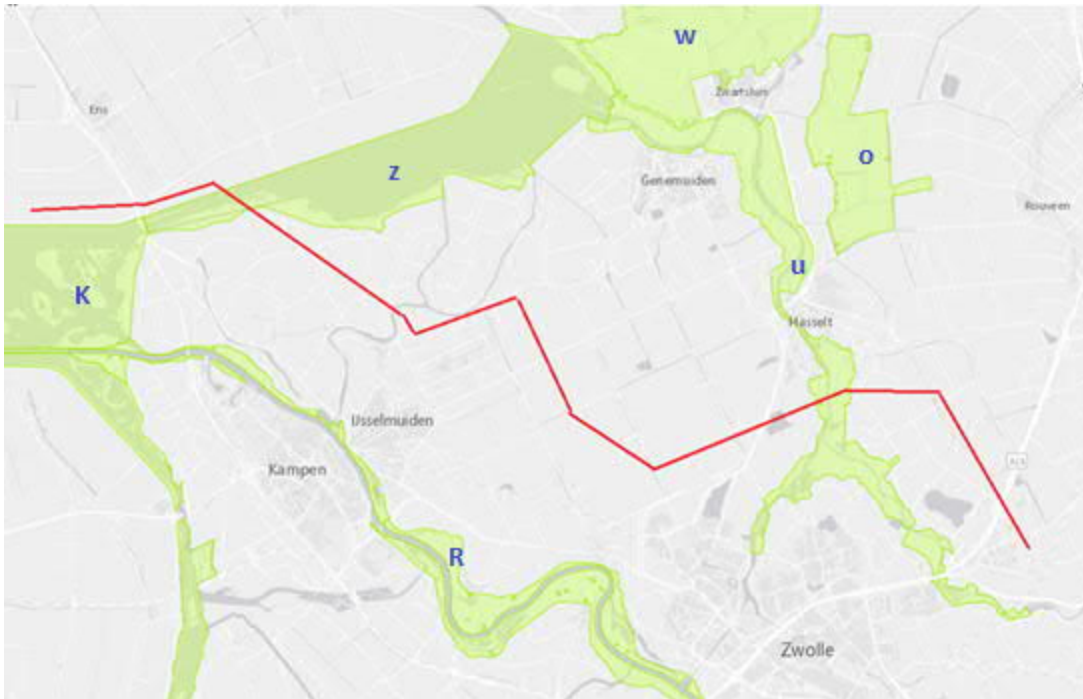
### 2.2 Inventarisatie

Voor de inventarisatie van Natura 2000-gebieden is gebruik gemaakt van de Natura 2000-kaart van het ministerie van LNV. Het plangebied ligt grotendeels buiten de begrenzing van Natura 2000-gebieden. De dichtstbijzijnde Natura-2000 gebieden Zwarte meer, Ketelmeer & Vossemeer (HR- en VR-gebied), Rijntakken (HR- en VR-gebied) en Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht (HR en VR-gebied) liggen allen binnen enkele km van een deel van het tracé. Een aantal masten ligt binnen of zeer nabij een Natura 2000-gebied (Zwarte meer en Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht). In tabel 2.1 is een overzicht van deze afstanden gegeven. In figuur 2.1 is de globale ligging van het tracé ten opzichte van de Natura 2000-gebieden te zien. Op iets grotere afstand liggen HR-gebied Olde Maten & Veerslootslanden (minimaal 3,8 km) en HR en VR-gebied De Wieden (minimaal 6 km).

Tabel 2.1 Afstand van het plangebied tot Natura 2000-gebieden

Natura-2000 gebied	Mast nr.	Afstand
Zwarte meer	12	0 m
	13	35 m
	11	50 m
	6- 10	200 m
Ketelmeer & Vossemeer	1 – 6a	350 m
Rijntakken	49 - 50	3 km
Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht	64 - 67	0 m
	63	120 m
	68	150 m





Figuur 2.1 Ligging van het tracé ten opzichte van Natura 2000-gebieden Globaal van links naar rechts: Ketelmeer & Vossemeer (K) Zwarte meer (Z), Rijntakken (R), Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht, De Wieden (W) en Olde Maten & Veerslootslanden (O) (transparant groen met blauwe letter).

## 2.3 Analyse van de mogelijke effecten

### 2.3.1 Natura 2000-gebied Zwarte meer

#### *Oppervlakteverlies en versnippering*

Mast 12 bevindt zich binnen de begrenzing van Natura 2000-gebied Zwarte meer en is deels gelegen in habitatype H3140 Kranswierwateren en deels in moeras (zie afbeelding 2.2). Omdat de mast vanwege het rietmoeras rondom niet bereikbaar is met materieel, is het nodig om voorafgaande aan de werkzaamheden aan de mast een zandpad aan te leggen. Hierdoor kan mogelijk een deel van het habitatype H3140 Kranswierwateren verloren gaan. Met uitzondering van het aan te leggen pad wordt het werkgebied weer in de oorspronkelijke staat terug gebracht. Van het gedeelte waar het pad wordt aangelegd dient onderzocht te worden of (significant) negatieve effecten op het aangewezen habitatype kunnen optreden.

#### *Verstoring*

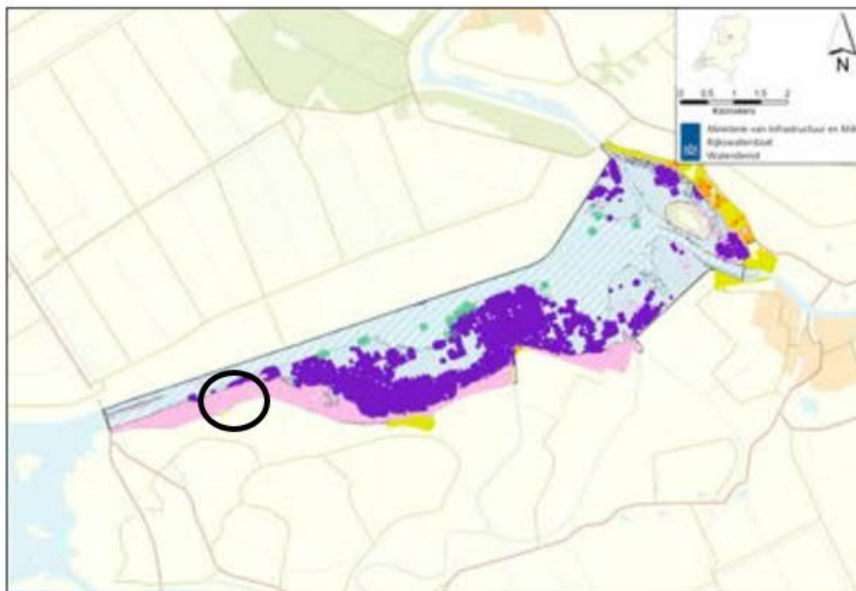
Verstoring van verstoringgevoelige dieren door beweging, geluid, trilling en licht gedurende de realisatiefase en gebruiksfase reikt tot maximaal enkele honderden meters ver. De masten 6 t/m 13 bevinden zich op een afstand van nul tot 200 m van Natura 2000 gebied Zwarte meer en staan niet in het water. Verstoring op de aangewezen vissen kan worden uitgesloten, er van uitgaande dat geen trillingen plaatsvinden. Wel kan verstoring van meervleermuis, broedvogels en niet-broedvogels plaatsvinden.












Door de werkzaamheden overdag uit te voeren en geen gebruik te maken van kunstlicht worden negatieve effecten op meervleermuis voorkomen.

Voor de broedvogels geldt dat deze voornamelijk de aanwezige rietvelden zullen gebruiken als broedplaats. Om negatieve effecten op deze soorten te voorkomen dienen de

werkzaamheden buiten het broedseizoen plaats te vinden. In een aanvullende toets moet worden vastgesteld of ook (potentieel) broedgebied verloren gaat door de aanleg van het zandpad.

Verstoring van niet-broedvogels in een klein deel van Natura 2000-gebied Zwarte meer is niet geheel uit te sluiten. Maar omdat de werkzaamheden tijdelijk zijn is er geen sprake van structurele verstoring dat verlies van leefgebied tot gevolg kan hebben. Bij mogelijke verstoring is aan de oostzijde van het plangebied een groot areaal aan geschikt gebied aanwezig, waar rustende vogels gebruik van kunnen maken als tijdelijk alternatief. De omvang van de verstoring ten opzichte van de omvang van het Natura 2000-gebied is erg beperkt. Hierdoor zullen de werkzaamheden waarschijnlijk niet leiden tot significant negatieve effecten op de niet-broedvogels, zeker als de werkzaamheden zoveel mogelijk uitgevoerd worden buiten de kwetsbare periodes (broedseizoen en winterrustseizoen). Maar om uit te sluiten dat significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen van de niet-broedvogels optreden een aanvullende toets te worden uitgevoerd.



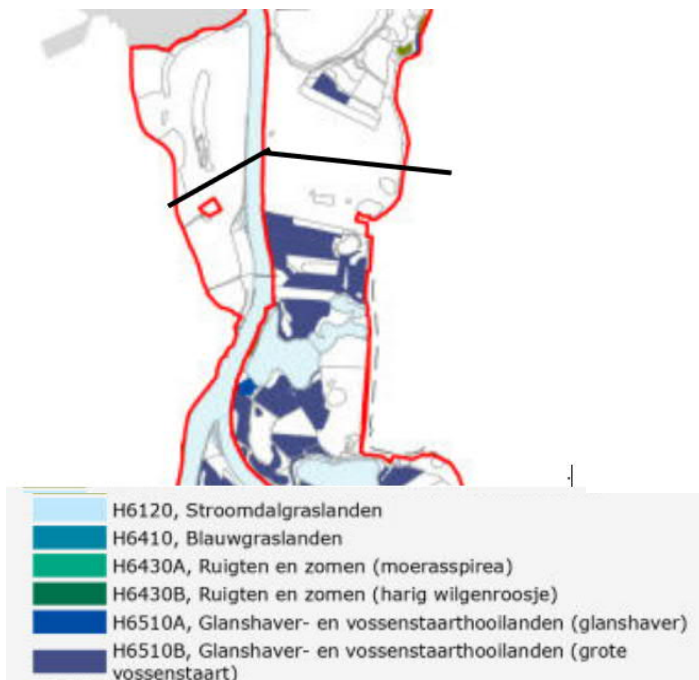
- |   |  |
|---|--|
|  H3140 Kranswierwateren  |  Grasland                       |
|  H3150 Meren met fonteinkruiden en krabbenscheer                     |  Moeras                         |
|  H6430A Ruigten en zomen (moerasspirea)                              |  Open water (dieper dan 100 cm) |
|  zgH6430A Zoekgebied Ruigten en zomen (moerasspirea)                 |  Ondiep water (20 - 100 cm)     |
|  zgH6510B Glanshaver- en vossenstaarthooilanden (grote vossenstaart) |  Oeverzone (0 - 20 cm diepte)   |
|  H7140A Overgangs- en trilvenen (veenmosrietlanden)                  |  Waterdiepte onbekend           |

Afbeelding 2.2: habitattypenkaart Natura 2000-gebied Zwarte meer met plangebied zwart omcirkeld.

### 2.3.2 Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte water en Vecht

#### *Oppervlakteverlies en versnippering*

De masten 64 t/m 67 bevinden zich binnen de begrenzing van Natura 2000-gebied. Voor deze masten geldt dat na de werkzaamheden de oorspronkelijke situatie weer is hersteld. Rond de masten 64 t/m 67 is bovendien geen habitattypen aangewezen (zie afbeelding 2.3). Er is geen sprake van versnippering en oppervlakteverlies ten gevolge van de werkzaamheden.



Afbeelding 2.3: Habitattypenkaart Uiterwaarden Zwarte water en Vecht met het hoogspanningstracé zwart ingetekend.

### Verstoring

De masten 64, 65, 66 en 67 bevinden zich binnen de begrenzing van Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte water en Vecht en mast 63 en 68 bevinden zich op ruim 100 m afstand van de begrenzing van dit gebied. Tussen de begrenzing van het Natura 2000-gebied en deze masten ligt een weg vanwaar uit structurele verstoring plaatsvindt op het Natura 2000-gebied.

De habitatrictlijnsoorten, een 4-tal vissoorten (bittervoorn, grote modderkruiper, kleine modderkruiper en rivierdonderpad) zullen geen negatieve effecten ondervinden van de werkzaamheden, aangezien niet in open water wordt gewerkt en geen trillingen ontstaan die negatief effect kunnen veroorzaken.

Wel kan mogelijk verstoring ontstaan voor broedvogels en niet-broedvogels. Om verstoring van broedvogels tegen te gaan wordt gewerkt buiten het broedseizoen (halverwege maart tot halverwege augustus). Verstoring van niet-broedvogels kan niet geheel worden uitgesloten. Maar omdat de werkzaamheden aan de vier masten binnen de begrenzing tijdelijk zijn, is er waarschijnlijk geen sprake van structurele verstoring en daardoor geen verlies van leefgebied. Er is nabij het plangebied een groot areaal aan graslanden, uiterwaarden en rietmoeras aanwezig, dat als alternatief kan dienen, voor rustende of foeragerende vogels. Het mogelijk verstoorte areaal rond de masten in het plangebied is dermate klein ten opzichte van de omvang van het Natura 2000-gebied dat de werkzaamheden waarschijnlijk niet zullen leiden tot significant negatieve effecten op de niet-broedvogels, uitgaande van uitvoering van de werkzaamheden buiten de kwetsbare periodes (broedseizoen en winterrustseizoen).

Voor de masten 63 en 68 die buiten de begrenzing van het Natura 2000-gebied staan geldt bovendien dat de tussen de masten en het Natura 2000-gebied aanwezige weg al zorgt voor een zeker geluidsniveau dat door de werkzaamheden niet permanent zal worden overstegen. De aanvullende verstoring ten gevolge van de werkzaamheden aan de masten 63 en 68 is naar verwachting gering en zal waarschijnlijk niet tot significant negatieve effecten leiden op niet-broedvogels.

Om uit te kunnen sluiten of significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen van de niet-broedvogels optreden dient een aanvullende toets te worden uitgevoerd

### 2.3.3 Stikstofdepositie

Bij de uitvoering van de werkzaamheden wordt gebruik gemaakt van verschillend materieel dat gepaard gaat met stikstofemissie, zoals kranen en lierwagens. Stikstofdepositie als gevolg van de inzet van werktuigen is naar verwachting erg beperkt, gezien de tijdelijke aard van de werkzaamheden. Per 1 juli 2021 voorziet de Wet stikstofreductie en natuurverbetering in een partiële vrijstelling van de vergunningplicht voor stikstofemissies afkomstig van bouw- en sloopwerkzaamheden. De werkzaamheden aan de masten kunnen conform de huidige wetgeving vanaf die datum buiten beschouwing worden gelaten voor de beoordeling van de vergunningplicht. In de nieuwe situatie vindt geen stikstofuitstoot plaats.

## 2.4 **Conclusie**

Voor de werkzaamheden bij mast 12 dient een nadere toets uitgevoerd te worden om vast te stellen of de aanleg van het zandpad om de mast te bereiken leidt tot significant negatieve effecten op aangewezen habitattypen, broedareaal voor de aangewezen broedvogels en verstoring van niet-broedvogels.

Voor alle masten in of nabij de Natura 2000-gebieden Zwarte meer en Uiterwaarden Zwarte water en Vecht is het uitgangspunt dat de werkzaamheden uitgevoerd worden buiten het broedseizoen. Voor mogelijk significante verstoring van niet-broedvogels in deze Natura 2000-gebieden een aanvullende toets te worden uitgevoerd om uit te kunnen sluiten of significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen van de niet-broedvogels optreden.

## 3 Wet natuurbescherming: soortenbescherming

### 3.1 Toetsingskader

In de Wet natuurbescherming (Wnb) is de soortenbescherming in Nederland geregeld. Hierbij worden drie verschillende beschermingsregimes gehanteerd waaraan verschillende verbodsbepalingen zijn gekoppeld:

#### Soorten Vogelrichtlijn (artikel 3.1 e.v.):

- lid 1) Het is verboden opzettelijk van nature in Nederland in het wild levende vogels van soorten als bedoeld in artikel 1 van de Vogelrichtlijn te doden of te vangen;
- lid 2) Het is verboden opzettelijk nesten, rustplaatsen en eieren van vogels als bedoeld in het eerste lid te vernielen of te beschadigen, of nesten van vogels weg te nemen;
- lid 3) Het is verboden eieren van vogels als bedoeld in het eerste lid te rapen en deze onder zich te hebben;
- lid 4) Het is verboden vogels als bedoeld in het eerste lid opzettelijk te storen;
- lid 5) Het verbod, bedoeld in het vierde lid, is niet van toepassing indien de storing niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende vogelsoort.

#### Soorten Habitatrichtlijn (artikel 3.5 e.v.):

- lid 1) Het is verboden in het wild levende dieren van soorten, genoemd in bijlage IV, onderdeel a, bij de Habitatrichtlijn, bijlage II bij het Verdrag van Bern of bijlage I bij het Verdrag van Bonn, in hun natuurlijk verspreidingsgebied opzettelijk te doden of te vangen;
- lid 2) Het is verboden dieren als bedoeld in het eerste lid opzettelijk te verstoren;
- lid 3) Het is verboden eieren van dieren als bedoeld in het eerste lid in de natuur opzettelijk te vernielen of te rapen;
- lid 4) Het is verboden de voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren als bedoeld in het eerste lid te beschadigen of te vernielen;
- lid 5) Het is verboden planten van soorten, genoemd in bijlage IV, onderdeel b, bij de Habitatrichtlijn of bijlage I bij het Verdrag van Bern, in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen.

#### Andere soorten (artikel 3.10 e.v.):

- lid 1) Onverminderd artikel 3.5, eerste, vierde en vijfde lid, is het verboden:
  - onderdeel a. in het wild levende zoogdieren, amfibieën, reptielen, vissen, dagvlinders, libellen en kevers van de soorten, genoemd in de bijlage, onderdeel A, bij deze wet, opzettelijk te doden of te vangen;
  - onderdeel b. de voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren als bedoeld in onderdeel a opzettelijk te beschadigen of te vernielen, of
  - onderdeel c. vaatplanten van de soorten, genoemd in de bijlage, onderdeel B, bij deze wet, in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen.

Voor *Vogelrichtlijn- en Habitatrichtlijnsoorten* geldt dat voortplantings- en rustplaatsen (inclusief functionele leefomgeving) van beschermde soorten niet opzettelijk verstoord of vernietigd mogen worden en dat exemplaren van beschermde soorten niet opzettelijk mogen worden gedood of verwond.

Voor *Andere soorten* geldt dat voortplantingsplaatsen en rustplaatsen (inclusief functionele leefomgeving) van beschermde soorten niet (opzettelijk) vernietigd mogen worden en dat exemplaren van beschermde soorten niet (opzettelijk) mogen worden gedood of verwond.

Verbodsbepalingen ten aanzien van de verstoring zijn niet van toepassing op deze soorten. Ten aanzien van de andere beschermde soorten geldt dat het bevoegd gezag (provincies c.q. ministerie van LNV) de vrijheid hebben om soorten binnen deze categorie vrij te stellen van de verbodsbepalingen uit artikel 3.10 Wet Natuurbescherming.

Voor beschermde soorten die niet zijn vrijgesteld en de voorgenomen activiteiten strijdig zijn met de bepalingen in de wet, geldt een ontheffingsplicht. Een ontheffing kan alleen worden verleend, indien de gunstige staat van instandhouding niet in het geding is. Voor vogels geldt in afwijking hierop dat voor verstoring geen ontheffing nodig is, indien de gunstige staat van instandhouding niet in het geding is. Het is mogelijk om ten aanzien van Andere soorten te werken volgens een goedgekeurde gedragscode die is afgestemd op de Wnb, mits de voorgenomen activiteit als zodanig in de gedragscode is beschreven. Er is dan geen ontheffingsplicht van toepassing.

Naast bepalingen voor specifiek aangewezen soorten geldt krachtens artikel 1.11 (lid 1 & 2) van de Wet natuurbescherming, de algemene zorgplicht voor alle in het wild levende dieren en planten alsmede voor hun directe leefomgeving. Via deze wet wordt eenieder medeverantwoordelijk gesteld voor de zorg en bescherming van flora en fauna.

### **3.2 Methode**

De inventarisatie betreft een onderzoek naar de actueel en potentieel voorkomende beschermde soorten in het tracé. Hierbij maken we onderscheid tussen het bronnenonderzoek en een verkennend veldbezoek. Tijdens het laatste vindt tevens een habitatgeschiktheidsbeoordeling plaats.

#### Bronnenonderzoek

Het bronnenonderzoek heeft als doel een overzicht te verkrijgen van de beschikbare informatie met betrekking tot het voorkomen van beschermde soorten in het plangebied en omgeving. Hiervoor zijn de volgende bronnen gebruikt:

- landelijke (digitale) verspreidingsatlassen (waaronder de NDFF, periode 2016-2021);
- regionale verspreidingsatlassen.

#### Habitatgeschiktheidsbeoordeling

Op basis van een oriënterend veldbezoek is de geschiktheid van biotopen voor beschermde soorten beoordeeld. Deze beoordeling brengt samen met het bronnenonderzoek de beschermde soorten(groepen) in beeld die in het tracé (kunnen) voorkomen. De veldbezoeken hebben plaats gevonden in november en december 2020 en zijn uitgevoerd door Rietje Klous en Germ Zeehat, beide deskundig ecologen van Sweco. Uitgangspunt bij de inventarisatie is geweest dat, waar mogelijk de omliggende sloten intact blijven en de werkzaamheden vanaf de droge percelen worden uitgevoerd. In enkele gevallen kan, bijvoorbeeld ten behoeve van een tijdelijke bouwweg, een tijdelijke dam met duiker nodig zijn. Voor deze gevallen wordt vooraf beoordeeld of nader onderzoek nodig is of dat werken volgens voorgeschreven maatregelen (ecologisch werkprotocol) afdoende is.

#### Analyse en toetsing van mogelijke effecten

Op basis van het bronnenonderzoek en de habitatgeschiktheidsbeoordeling wordt een inschatting gemaakt in hoeverre de te verwachten soort(groepen)en en/of het geschikte biotoop beïnvloed wordt door de voorgenomen activiteit. Hieruit wordt duidelijk voor welke soort(groepen) er nader (veld)onderzoek en eventueel ontheffingsplicht in kader van de Wnb noodzakelijk is. Het onderzoek beperkt zich tot op grond van de Wnb beschermde planten- en diersoorten. Niet-beschermde Rode lijst-soorten die in het plangebied (kunnen) voorkomen zoals diverse soorten paddenstoelen en vaatplanten worden niet in het onderzoek betrokken, omdat deze soorten niet relevant zijn voor toetsing aan de Wnb.

### Leeswijzer resultaten

Om de resultaten overzichtelijk te maken en de leesbaarheid te bewaren zijn de resultaten van het onderdeel soortenbescherming in paragraaf 3.2 weergegeven in een tabel (3.1). In de tabel wordt per locatie aangegeven:

- wat het ecotoop is,
- of er waarnemingen bekend zijn van beschermde soorten,
- of deze, of andere, beschermde soorten hier te verwachten zijn aan de hand van het aanwezige ecotoop en,
- of er nader onderzoek noodzakelijk is naar de aanwezigheid van deze soorten (betreffende masten zijn rood gemarkeerd).

Uitgevoerd aanvullend onderzoek is beschreven in paragraaf 3.4.

In de tabel zijn ook lierlocaties vermeld. Omdat de lierlocaties in het door TenneT aangeleverde mastenboek ongenummerd zijn, zijn ze vermeld bij het dichtstbijzijnde mastnummer.

Binnen de scope van het verkennend onderzoek vallen ook de toegangswegen naar de mast- en lierlocaties. Resultaten hiervan worden meegenomen in de beoordeling van de locaties zelf en worden niet apart beschreven.

De aangeleverde werkvlakken vallen in een aantal gevallen over een sloot of moerasgebied heen. Uitgangspunt hierbij is dat de werkzaamheden zoveel mogelijk uitgevoerd zullen worden vanaf de droge percelen rondom de hoogspanningsmast. Als dit niet kan en een tijdelijke demping moet plaatsvinden, wordt vooraf beoordeeld of nader onderzoek nodig is of dat werken volgens voorgeschreven maatregelen (ecologisch werkprotocol) afdoende is.

### 3.3 Resultaten

Tabel 3.1 Resultaten veld- en bronnenonderzoek masten- en lierlocaties (in rood de masten waar een nest is aangetroffen)

Locatie	Ecotoop	Veldwaarnemingen	Nader onderzoek	Bekende waarnemingen	Geschikt habitat
Mast 1+lier	Grasland + Akkerland	-	Nee	Gewone- ruige- en kleine dwergvleermuis, rosse vleermuis, bever, otter. Boomvalk, buizerd, gierzwaluw, havik, huismus, kerkuil, ransuil, roek, sperwer, rugstreeppad, grote modderkruiper	Vleermuizen, vogels
Mast 2	Agrarisch grasland	Slechtvalk	Nee		
<b>Mast 3</b>	Akkerland	Nest, 2e traverse noordzijde	Ja, gebruik nest		
Mast 4	Akkerland	-	Nee		
Mast 5	Akkerland	Buizerd	Nee		
<b>Mast 5a+lier</b>	Verruigd grasland	Nest, 2e traverse zuidzijde	Ja, gebruik nest		
Mast 6a+lier	Gemaaid grasland	-	Nee		
Mast 7	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 8	Agrarisch grasland	Slechtvalk	Nee		
Mast 9+lier	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 10	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 11+lier	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 12	Ruigte, boschages en riet	Aalscholvers aanwezig, zie ook 3.4.2	Nee	Vleermuizen. Wezel, bunzing, bever, otter, woelrat, boomvalk, buizerd, havik, kerkuil, ooievaar, ransuil, roek, slechtvalk.	Vleermuizen, vogels, poelkikker, otter (uitsluitend bij mast 12 en 27)
Mast 13+lier	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 14+lier	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 15+lier	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 16	Agrarisch grasland	-	Nee		
<b>Mast 17</b>	Agrarisch grasland/ ruigte	Nest, 2e traverse zuidzijde	Ja, gebruik nest		
<b>Mast 18</b>	Agrarisch grasland	Nest, 1e traverse noordoostzijde	Ja, gebruik nest		
Mast 19	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 20	Agrarisch grasland & riet	-	Nee		
Mast 21	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 22	Agrarisch grasland	-	Nee		
<b>Mast 23</b>	Agrarisch grasland	Nest, 2e traverse zuidzijde	Ja, gebruik nest		
Mast 24	Agrarisch grasland	-	Nee		



Mast 25	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 26	Akkerland	-	Nee		
Mast 27	Graskade nabij rietoever	Aalscholver aanwezig	Nee <sup>1</sup>		
Mast 28	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 29+lier	Agrarisch akker- en grasland	-	Nee		
Mast 30+lier	Grasland en nat rietland	-	Nee	Vleermuizen, Buning, otter, woelrat. Boomvalk, buizerd, grote gele kwikstaart, havik, huismus, ooievaar slechtvalk, rugstreeppad	Vleermuizen, vogels, amfibieën
<b>Mast 31</b>	Grasland omringd door bomen	Nest, traverse noordzijde	Ja, gebruik nest		
Mast 32	Schapevelden	-	Nee		
Mast 33+lier	Nat agrarisch grasland	-	Nee		
<b>Mast 34 +lier</b>	Ruigte (voedselrijk)	Nest, 2e traverse zuidzijde	Ja, gebruik nest		
Mast 35+lier	Akkerland	-	Nee	Vleermuizen, woelrat, wezel, hermelijn, boomvalk, buizerd, gierzwaluw, grote gele kwikstaart, havik, huismus, kerkuil, ooievaar, roek, slechtvalk, sperwer, wespandief	Vleermuizen, vogels
Mast 36	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 37	Agrarisch grasland	-	Nee		
<b>Mast 38</b>	Agrarisch grasland	Nest, 2e traverse noordoostzijde	Ja, gebruik nest		
Mast 39	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 40	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 41+lier	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 42	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 43	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 44	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 45	Agrarisch grasland				
Mast 46	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 47	Agrarisch grasland	Werkterrein over sloot	Nee		
Mast 48+lier	Agrarisch grasland	Aanrijroute tussen 48 en 49 passeert 3x landbouwsloot	Nee		
Mast 49+lier	Agrarisch grasland	Aanrijroute tussen 48 en 49 passeert 3x landbouwsloot	Nee	Vleermuizen, wezel, hermelijn, buizerd, gierzwaluw, grote gele kwikstaart, huismus, ooievaar,	Vleermuizen, vogels, waterspitsmuis
<b>Mast 50+lier</b>	Agrarisch grasland	Nest, 2e traverse zuidzijde	Ja, gebruik nest		
Mast 51+lier	Begroeide landbouw sloot	Mast over sloot	Nee <sup>1</sup>		

Mast 52	Mast over sloot	Voedselrijke landbouw sloot	Nee <sup>1</sup>	ransuil, roek slechtvalk, sperwer, torenvalk, steenarend	
Mast 53	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 54	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 55	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 56	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 57	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 58	Akkerland (mais)	-	Nee		
Mast 59	Agrarisch grasland	-	Nee		
Werkroute 59	Sloot/dam	Aanrijroute over/door weg en sloot. Maar ook aanrijroute via andere kant over particulier pad	Nee <sup>1</sup>		
Mast 60	Agrarisch grasland.	aanrijroute over/door sloot	Nee <sup>1</sup>		
Mast 61	Agrarisch grasland Grasdam over sloot	-	Nee		
Mast 62	Verruigd grasland	-	Nee		
Mast 63	Grasland met riet en ruigte	Toegang via bestaande weg en via dam grasland in	Nee		
Mast 64+lier	Grasland, riet, bosschages, dunne bomen	Geen nesten of holtes aanwezig	Nee		
Mast 65	Agrarisch grasland	Aanrijroute door riet en over sloot	Nee <sup>1</sup>	Vleermuizen, wezel, hermelijn, otter.	Vleermuizen, vogels. amfibieën (mast 66, 67), otter (mast 66, 67)
Mast 66+lier	Grasland, sloot	Werkterrein valt over sloot Binnen verspreidingsgebied poelkikker en otter. Geen otterverblijf aangetroffen.	Nee <sup>1</sup>	Boerenzwaluw, buizerd, huismus, huiszwaluw, kerkuil, ooievaar, slechtvalk, sperwer, torenvalk, zeearend.	
Mast 67	Grasland, sloot	Werkterrein valt over sloot. Binnen verspreidingsgebied poelkikker en otter. Geen otterverblijf aangetroffen	Nee <sup>1</sup>		
Mast 68	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 69	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 70	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 71	Grasland, sloot	Mast over sloot	Nee <sup>1</sup>		
Mast 72+lier	Agrarisch grasland	-	Nee		

Mast 73+lier	Agrarisch grasland	-	Nee	Vleermuizen, bunzing,	Vleermuizen, vogels
Mast 74	Agrarisch grasland	-	Nee	steenmarter, otter, egel.	
Mast 75	Agrarisch grasland	-	Nee	Boerenwaluw, boomvalk, buizerd,	
Mast 76	Agrarisch grasland	-	Nee	havik, huismus, huiswaluw, roek,	
Mast 77	Agrarisch grasland	Kraaien nabij mast	Nee	ooievaar, slechtvalk, sperwer,	
Mast 78	Agrarisch grasland	-	Nee	torenvalk, zwarte wouw	
Mast 79	Agrarisch grasland	-	Nee		
<b>Mast 80</b>	Agrarisch grasland	Nest, 2e traverse noordoostzijde	Ja, gebruik nest		
Mast 81	Agrarisch grasland	-	Nee		
Mast 82+lier	Grasland, bosschage, landbouwsloot	-	Nee		
Mast 83+lier	Agrarisch grasland	-	Nee	Vleermuizen. Grote modderkruiper, beekrombout.	Vleermuizen, vogels, amfibieën (mast 88), otter (mast 88)
<b>Mast 84</b>	Hoog gras, riet	Mogelijk nest	Ja, gebruik nest	Boerenwaluw, boomvalk, buizerd,	
Mast 85	Grasland met schapen	-	Nee	havik, huismus, roek, ooievaar,	
Mast 86	Grasland	-	Nee	slechtvalk, sperwer, torenvalk.	
Mast 87	Grasland en graspad	-	Nee		
<b>Mast 88+lier</b>	Gras, ruigte, bosschage	Nest, 2e traverse noordoostzijde	Ja, gebruik nest		
Werkroute	Zandberm, sloot met brede oeverzone	Geen beschermde soorten. In sloot mogelijk amfibieën. Binnen verspreidingsgebied poelkikker en otter. Geen otterverblijf aangetroffen.	Nee <sup>1</sup>		
Mast 89+lier	Grasland	-	Nee		
Mast 90+lier	Grasland	-	Nee		

<sup>1</sup> In de leeswijzer is het uitgangspunt opgenomen dat de werkzaamheden (zoveel mogelijk) uitgevoerd zullen worden vanaf de droge percelen rondom de hoogspanningsmast.

### 3.4 Resultaten aanvullend onderzoek

#### 3.4.1 Aanvullend onderzoek nesten

Van een aantal vogelsoorten zijn binnen de wet natuurbescherming de nesten niet alleen beschermd als er gebroed wordt, maar zijn deze nestplaatsen jaarrond beschermd. Dit is met name voor soorten die niet zelf een nest (kunnen) bouwen, of afhankelijk zijn van bebouwing (zoals hoogspanningsmasten). De soorten waarvan de nesten jaarrond beschermd zijn, mogelijk in een hoogspanningsmast aangetroffen kunnen worden en voor kunnen komen binnen het plangebied zijn: slechtvalk, boomvalk, buizerd, havik, ransuil, sperwer, ekster en torenvalk.

In onderstaande tabel 3.2 is een overzicht gegeven van alle aangetroffen nesten in de hoogspanningsmasten. Deze nesten zijn, afhankelijk van het gebruik, mogelijk jaarrond beschermd. Als jaarrond beschermd nesten door de werkzaamheden worden geschaad, vindt overtreding van de Wet natuurbescherming plaats. De traverse nummering is overgenomen uit de methodiek van Tennet en begint bij de bovenste traverse met 1.

Om voor de nesten in de masten vermeldt in tabel 3.2 te achterhalen of deze in gebruik zijn als jaarrond beschermd nest, is aanvullend onderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek bestond uit 4 rondes in de periode april t/m juni 2021 conform de protocollen die vanuit de overheid hiervoor zijn opgesteld. De resultaten zijn samengevat in tabel 3.2 en de uitgebreide resultaten per ronde zijn opgenomen in Bijlage 1.

**Tabel 3.2 Traverse waar te onderzoeken nest is aangetroffen en een samenvatting van het resultaat**

Mastnummer	Traverse	Zijde	Samenvatting 4 rondes
3	2e traverse	Noord	Geen nest meer aanwezig
5	2e traverse	Zuid	Kraai (niet jaarrond beschermd)
17	2e traverse	Zuid	Kraai (niet jaarrond beschermd)
18	1e traverse	Noord-oost	Kraai (niet jaarrond beschermd)
23	2e traverse	Zuid	Geen nest meer aanwezig
31	2e traverse	Noord	Geen nest meer aanwezig
34	2e traverse	Zuid	Nest 4 rondes niet in gebruik
38	2e traverse	Noord-oost	Nest 4 rondes niet in gebruik
50	2e traverse	Zuid	In gebruik door slechtvalk
80	2e traverse	Noord-oost	Nest 4 rondes niet in gebruik
84	1e traverse	Midden mast	Geen nest meer aanwezig
88	2e traverse	Noord-oost	Nest 4 rondes niet in gebruik

#### 3.4.2 Aanvullend onderzoek mast 12

Mast 12 staat in moerasgebied staat en was niet zonder meer bereikbaar. Omdat de mast nabij de oever van het Zwarte meer staat en is omringd door Natura 2000-gebied was het van belang om hier wel aanvullend een veldonderzoek te doen. Op 22 april 2021 is samen met Koops grondmechanica een veldbezoek aan mast 12 gebracht.

Een luchtfoto van deze locatie is weergegeven in afbeelding 3.1. Binnen het werkgebied van mast 12 kunnen potentieel vleermuizen, vogels, wezel, bunzing, bever, otter, woelrat en poelkikker (telmee.nl) aanwezig zijn.

Tijdens het veldbezoek zijn geen (jaarrond beschermd) nesten direct langs de werkstrook en/ of onder de mast aangetroffen. Wel waren er grote aantallen van diverse soorten vogels aanwezig in het gebied. Als het gebied binnen het broedseizoen wordt betreden met machines valt verstoring van broedvogels niet uit te sluiten. Door het dichte rietland zijn nesten, van met name kleinere zangvogels, binnen de verstoringafstand niet uit te sluiten.

Onder de mast was vooral ruigte aanwezig in de vorm van brandnetels en braam. Onder de mast op het verhoogde deel waren hollen te zien. Op basis van de predatiesporen, uitwerpselen, gebiedseigenschappen en de vorm van de hollen, wordt aangenomen dat dit van een vos is. De vos is nationaal beschermd, maar door de provincie vrijgesteld. Onder de hoogspanningsmast naast (oostelijk van) mast 12 zijn diverse knaagsporen van bever aangetroffen. Er is geen burcht waargenomen, dus waarschijnlijk wordt dit deel van het rietland gebruikt om te foerageren.

### 3.5 Toetsing soortenbescherming

Uit de tabel met resultaten van het bronnen- en veldonderzoek blijkt dat bij het grootste deel van masten geen negatieve effecten op beschermde soorten zijn te verwachten. Er zijn bij de meeste masten geen beschermde verblijfplaatsen aangetroffen en geen beschermde planten en als de zorgplicht in acht wordt genomen zijn negatieve effecten uitgesloten.

Bij de masten 27, 30, 34, 51, 52, 59, 60, 65, 66, 67, 71 en 88/89 valt het werkgebied en/of de toerit deels in rietoevers of sloten. Uitgaande van het voornemen de masten zoveel mogelijk over land te benaderen worden geen negatieve effecten op soorten die in de sloten voorkomen verwacht. Mocht het plaatselijk toch noodzakelijk zijn een sloot (deels) te dempen of anderszins te beïnvloeden, dient alsnog beoordeeld te worden of sprake kan zijn van negatieve effecten, en dienen mogelijk maatregelen te worden genomen om negatieve effecten te voorkomen. Voorbeelden hiervan zijn: werken buiten het voortplantingseizoen van amfibien en vissen, het vooraf kaal maken, het een kant op werken etc. Voor in riet broedende vogels geldt dat buiten het broedseizoen wordt gewerkt. Waar en wanneer maatregelen nodig zijn zal worden opgenomen in een ecologisch werkprotocol.

Bij mast 12 is het onvermijdelijk om het rietmoeras te betreden. Er zijn echter geen beschermde rust en verblijfplaatsen en jaarrond beschermde nesten aanwezig. Wel wordt het gebied rond mast 12 gebruikt door vos, bever en broedvogels. Voor vos geldt dat deze is vrijgesteld in de provincie Overijssel. Bever gebruikt de omgeving als foerageergebied en dit is in ruime mate aanwezig. Bovendien komt het plangebied na de werkzaamheden weer in de oude situatie beschikbaar. Tijdens de werkzaamheden kan bever het plangebied gemakkelijk mijden en geldt, voor alle soorten, de zorgplicht. Dit houdt in dat dieren de gelegenheid moet worden geboden het plangebied tijdens de werkzaamheden te verlaten. Negatieve effecten op bever en andere soorten worden niet verwacht. Voor vogels worden negatieve effecten voorkomen door buiten het broedseizoen de werkzaamheden te verrichten.

In de masten 3, 5, 17, 18, 23, 31, 34, 38, 50, 80, 84 en 88 zijn in 2020 nesten waargenomen die mogelijk jaarrond beschermd zijn. Deze zijn in het voorjaar 2021 nader onderzocht en in één van de masten, mast 50 blijkt een jaarrond beschermd nest aanwezig te zijn dat in gebruik is door een slechtvalk. De overige nesten zijn of niet meer aanwezig of niet in gebruik door een juridisch zwaarder beschermde vogelsoort. Als het nest in mast 50 door de werkzaamheden verloren kan gaan, beschadigd wordt of wordt verstoord, dient ontheffing aangevraagd te worden bij het bevoegd gezag (provincie). Aan de ontheffingsaanvraag dient een activiteitenplan ter grondslag te liggen waarin de werkzaamheden zijn beschreven (inclusief planning en periode), de mitigerende maatregelen en het maatschappelijke belang van de ingreep. Als de werkzaamheden na het broedseizoen van 2022 gaan plaatsvinden dient opnieuw onderzocht te worden of in de masten jaarrond beschermde nesten in gebruik zijn.



Afbeelding 3.1: Bovenaanzicht van mast 12 in Natura 2000-gebied Zwarte meer.

#### *Gedragcode/zorgplicht*

In acht neming van de zorgplicht geldt voor de werkzaamheden bij alle masten. Dit houdt in dat voor een aantal soortgroepen mitigerende maatregelen genomen dienen te worden. In deze paragraaf worden de mitigerende maatregelen ten behoeve van de zorgplicht per soortgroep toegelicht.

#### *Vogels*

Het werk dient buiten het broedseizoen plaats te vinden. Het broedseizoen loopt globaal van halverwege maart tot begin augustus afhankelijk van de vogelsoort. Als werken binnen het broedseizoen niet te vermijden is dient voorafgaand aan de werkzaamheden een inspectie uitgevoerd te worden door een deskundig ecooloog, naar de aanwezigheid van broedende vogels binnen het plangebied. Als deze aanwezig zijn, dient gewacht te worden met het uitvoeren van de werkzaamheden tot de jongen uitgevlogen zijn. Om te voorkomen dat vogels gaan broeden binnen het plangebied kan voorafgaand aan het broedseizoen in de directe omgeving van het plangebied ruigte te worden verwijderd, gras kort gemaaid, werkzaamheden (inclusief de verstoring) voorafgaand aan het broedseizoen op te starten of voorafgaand aan het broedseizoen verstoring aan te brengen binnen het plangebied.

#### *Vleermuizen*

Om verstoring van migrerende, foeragerende of overvliegende vleermuizen te voorkomen dient in de actieve periode (maart tot en met oktober) geen gebruik gemaakt te worden van kunstlicht. Er wordt gewerkt tussen zonsopkomst en zonsondergang. Indien niet gewerkt kan worden zonder kunstlicht (bijvoorbeeld bij slecht weer vanwege de veiligheid) dient dit zo afgesteld te zijn dat deze geen omliggende bosschages of gebouwen kunnen beschijnen.

### *Amfibieën*

Daar waar gewerkt wordt in oevers dient de voortplantingsperiode gemeden te worden. Deze periode loopt van april tot en met augustus. Indien niet te vermijden is om in deze periode werk uit te voeren zullen de werkzaamheden zo uitgevoerd moeten worden dat mogelijk aanwezige amfibieën geen hinder ondervinden. Bij aanwezigheid moeten de dieren de gelegenheid worden geboden het plangebied te kunnen verlaten.

### *Zoogdieren*

De werkzaamheden dienen op dusdanige wijze uitgevoerd te worden dat mogelijk aanwezige dieren het plangebied ongestoord kunnen verlaten. Dit betekent veelal één kant op werken, naar de richting van geschikt habitat (ruigte).

### *Draadslachtoffers*

Het optreden van een stijging van het aantal draadslachtoffers door de werkzaamheden wordt uitgesloten omdat de configuratie van de lijnen niet verandert ten opzichte van de huidige configuratie. Verder worden over de gehele verbinding varkenskrullen aangebracht. De bliksemraden en de nieuwe geleiders komen op dezelfde positie te hangen als in de huidige situatie. Het type geleider is wel verschillend in materiaal, maar de omvang (diameter) is gelijk. Dat het verschil in het materiaal van de geleider niet leidt tot een hogere aanvaringskans, wordt hieronder nader onderbouwd.

Het materiaal bepaalt de maximale temperatuur (weerstandafhankelijk) die in de geleider mag optreden. Dit bepaalt de maximale doorhang van de geleider en de maximale transportcapaciteit van de hoogspanningsverbinding. De nieuwe geleider heeft een maximaal toelaatbare temperatuur van 175 graden Celsius, waar de huidige geleider een temperatuur heeft van 70 graden Celsius. Hierdoor kan er dus ook meer stroom over de nieuwe geleider. Een toename van stroom doet de geleiders lichtelijk uitzetten, waardoor de doorhang zeer beperkt toeneemt bij de toepassing van dit nieuwe type geleider (wat uiteraard ook samenhangt met de omgevingstemperatuur). De huidige geleider, type ACSR 48/7, heeft een maximaal toelaatbare geleidertemperatuur van 70 graden Celsius en zet dan 16,51 meter uit over een nominale veldlengte van 400 meter. De toekomstige geleider, type ACCCZ Midal, heeft een maximaal toelaatbare geleidertemperatuur van 175 graden Celsius, en zet dan 16,71 meter uit over een nominale veldlengte van 400 meter. Dit betekent dat bij een maximale belasting een extra uitzetting in de lengte van 20 centimeter over 400 meter (0,0005 centimeter per meter) ten opzichte van de huidige situatie. In praktijk zal dit echter zelden gebeuren, omdat slechts zelden de maximale transportcapaciteit wordt gebruikt.

Bij dezelfde transportcapaciteit heeft de nieuwe geleider minder uitzetting per meter dan de huidige geleider. De nieuwe geleiders vertonen daardoor minder variatie in doorhang ten opzichte van de huidige geleiders. Verschillen in doorhang zijn dusdanig klein dat hier niet gesproken kan worden over een veranderende configuratie of positionering van de geleiders. Een negatief effect zoals het verwonden of doden van vogels door de incidenteel hogere geleidertemperaturen is uitgesloten. In de huidige situatie kan de temperatuur van de geleiders al oplopen tot 70 graden Celsius, ongeschikt voor vogels om op te rusten. Ook bij hogere temperaturen zijn vogels in staat om dit aan te voelen en niet te landen of direct weer los te laten.

## **3.6 Conclusie**

Op de meeste soortgroepen treden ten gevolge van de werkzaamheden geen negatieve effecten op. Het uitgangspunt is hierbij dat gewerkt wordt buiten het broedseizoen en dat de werkzaamheden (zoveel mogelijk) uitgevoerd zullen worden vanaf de droge percelen rondom de hoogspanningsmast. Als wel sloten worden vergraven of (deels) gedempt zal voor betreffende locatie mogelijke vervolgonderzoek moeten worden verricht. Van de in

2020 in de masten waargenomen mogelijk jaarrond beschermden nesten is er in 2021 één in gebruik gebleken door slechtvalk. Dit nest is daarmee jaarrond beschermd en als door de werkzaamheden beschadiging van dit nest niet kan worden uitgesloten, dient ontheffing te worden aangevraagd. Als de werkzaamheden pas na het broedseizoen 2022 worden uitgevoerd, moet opnieuw onderzoek naar mogelijk jaarrond beschermden nesten in alle masten worden gedaan.



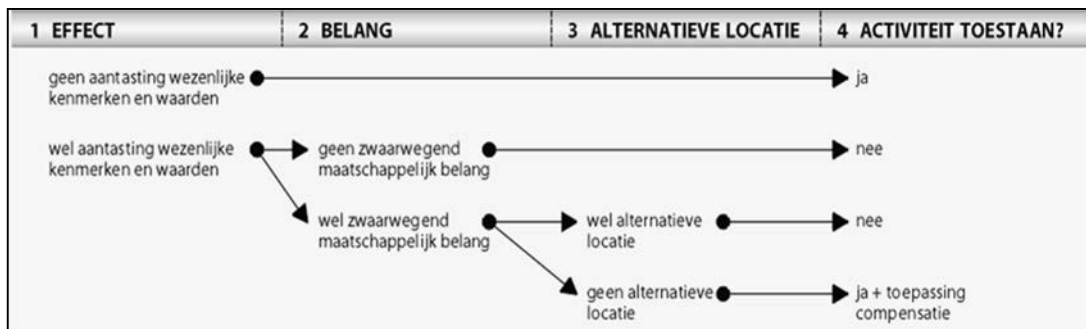
## 4 Provinciaal natuurbeleid

### 4.1 Toetsingskader

Het beleidskader van de overheid dat niet in wetgeving is vastgelegd, bestaat uit:

- Provinciaal beleid:
  - Natuurnetwerk Nederland (NNN): Flevoland en Overijssel.

De afweging voor ingrepen in het NNN gaat volgens het 'nee, tenzij-principe'. In figuur 4.1 is dit stapsgewijs weergegeven. Ingrepen met een significant negatieve invloed op de wezenlijke kenmerken en waarden mogen niet plaatsvinden, tenzij er sprake is van een zwaarwegend maatschappelijk belang en indien er geen alternatieven zijn. Indien bij een ingreep schade wordt aangericht aan een NNN-gebied, dient dit in ieder geval gemitigeerd te worden. De resteffecten aan verlies van kwaliteit en/of oppervlakte dient te worden gecompenseerd. Daarnaast kan salderen van positieve en negatieve effecten op het NNN uitkomst bieden om projecten in het NNN te realiseren.



Figuur 4.1 Het 'nee, tenzij'-principe van het compensatiebeginsel.

Het verkennend natuuronderzoek geeft inzicht in de ligging van NNN-gebieden in de omgeving van het tracé en de noodzaak voor het doorlopen van 'nee, tenzij'-procedure. Een 'nee, tenzij'-toets behoeft alleen te worden doorlopen, indien er sprake is van een RO-procedure met betrekking tot wijziging van de bestemming van het plangebied. In provincie Flevoland zijn ook effecten vanuit externe werking op het NNN van toepassing, in de provincie Overijssel niet.

### 4.2 Inventarisatie

Op twee plaatsen in Overijssel doorsnijdt het tracé gebieden die zijn aangewezen als NNN. Betreffende gebieden liggen tevens binnen Natura 2000-gebied (Zwarte meer en Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht). Op beide locaties wordt de oorspronkelijke situatie weer hersteld. De ligging van het tracé ten opzichte van de NNN gebieden is weergegeven in figuur 4.2.



Figuur 4.2 De ligging van het tracé (in rood) ten opzichte van Natuurnetwerk Nederland. Boven Flevoland en onder Overijssel (groen is NNN, geel is uitwerkingsgebied ontwikkelopgave Natura 2000).

#### 4.3 Analyse van de mogelijke effecten

Op twee plaatsen doorsnijdt het tracé het NNN Overijssel. Omdat de oorspronkelijke situatie wordt hersteld is er geen sprake van negatieve effecten op de kernwaarden van NNN. In Flevoland liggen de masten buiten NNN. In Flevoland dient ook externe werking te worden getoetst. Daarvan is echter geen sprake omdat er geen bestemmingswijziging met bijbehorende RO-procedure gaat plaatsvinden. Er is hierdoor geen noodzaak tot een nadere beschouwing van de effecten in de vorm van een 'Nee, tenzij'-toets en er zijn geen belemmeringen vanuit provinciaal beleid.

#### 4.4 Conclusie

Er is met de voorgenomen ontwikkeling geen sprake van een RO-procedure met betrekking tot het wijzigen van bestemmingen binnen het tracé. Er is hierdoor geen noodzaak tot een nadere beschouwing van de effecten in de vorm van een 'Nee, tenzij'-toets en er zijn geen belemmeringen vanuit provinciaal beleid.

## 5 Conclusies

Op basis van het verkennend natuuronderzoek en het aanvullend onderzoek wordt het volgende geconcludeerd:

### *Gebiedsbescherming*

Voor de werkzaamheden bij mast 12 dient een nadere toets uitgevoerd te worden om vast te stellen of de aanleg van het zandpad om de mast te bereiken leidt tot significant negatieve effecten op aangewezen habitattypen, broedareaal voor de aangewezen broedvogels en verstoring van niet-broedvogels. Er wordt bij alle masten buiten het broedseizoen gewerkt zodat verstoring van aangewezen broedvogels niet aan de orde is. Ook voor de werkzaamheden aan alle andere masten in of nabij de Natura 2000-gebieden Zwarte meer en Uiterwaarden Zwarte water en Vecht is het uitgangspunt dat geen verstoring op aangewezen broedvogels plaatsvindt. Om mogelijk significant negatieve effecten door verstoring van niet-broedvogels in beide Natura 2000-gebieden uit te kunnen sluiten dient aanvullende toets te worden uitgevoerd.

### *Soortenbescherming*

Op de meeste soortgroepen treden ten gevolge van de werkzaamheden geen negatieve effecten op. Het uitgangspunt is hierbij dat gewerkt wordt buiten het broedseizoen en dat de werkzaamheden (zoveel mogelijk) uitgevoerd zullen worden vanaf de droge percelen rondom de hoogspanningsmast. Als wel sloten worden vergraven of (deels) gedempt dient te worden beoordeeld of voor betreffende locatie vervolgonderzoek nodig is of dat werken volgens voorgeschreven maatregelen (ecologisch werkprotocol) afdoende is. Van de in 2020 in de masten waargenomen mogelijk jaarrond beschermden nesten is er in 2021 één in gebruik gebleken door slechtvalk. Dit nest is daarmee jaarrond beschermd en als door de werkzaamheden beschadiging van dit nest niet kan worden uitgesloten, dient ontheffing te worden aangevraagd. Omdat de werkzaamheden pas na het broedseizoen 2022 worden uitgevoerd, wordt in 2022 opnieuw onderzoek naar mogelijk jaarrond beschermden nesten in alle masten uitgevoerd.

### *Natuurnetwerk Nederland*

Er is met de voorgenomen ontwikkeling geen sprake van een RO-procedure met betrekking tot het wijzigen van bestemmingen binnen het tracé. Er is hierdoor geen noodzaak tot een nadere beschouwing van de effecten in de vorm van een 'Nee, tenzij'-toets en er zijn geen belemmeringen vanuit provinciaal beleid.

Bijlage 1 Resultaten aanvullend nestonderzoek

Nr.	Datum	Bevindingen 1e ronde	Opmerking	Bevindingen 2e ronde 27-5-2021	Opmerking	Bevindingen 3e ronde 08-06-2021	Opmerking	Bevindingen 4e ronde 24-6-2021	vervolg
3	22-4-2021	Nest niet teruggevonden	Geen vervolg nodig	nvt	Geen vervolg nodig	nvt	Geen vervolg nodig	nvt	geen
5a	22-4-2021	Gebruik door kraai	Geen vervolg nodig	nvt	Geen vervolg nodig	nvt	Geen vervolg nodig	nvt	geen
17	22-4-2021	Gebruik door kraai	Geen vervolg nodig	nvt	Geen vervolg nodig	nvt	Geen vervolg nodig	nvt	geen
18	22-4-2021	Gebruik door kraai	Geen vervolg nodig	nvt	Geen vervolg nodig	nvt	Geen vervolg nodig	nvt	geen
23	22-4-2021	Niet in gebruik	Veldbezoek continueren	nest niet teruggevonden	Geen vervolg nodig	nvt	Geen vervolg nodig	nvt	geen
31	22-4-2021	Niet in gebruik	Veldbezoek continueren	nest niet teruggevonden	Geen vervolg nodig	nvt	Geen vervolg nodig	nvt	geen
34	22-4-2021	Niet in gebruik	Veldbezoek continueren	Niet in gebruik	Veldbezoek continueren	Niet in gebruik	Veldbezoek continueren	niet in gebruik	geen
38	22-4-2021	Niet in gebruik	Veldbezoek continueren	Niet in gebruik	Veldbezoek continueren	Niet in gebruik	Veldbezoek continueren	niet in gebruik	geen
50	7-5-2021	Niet in gebruik	Veldbezoek continueren	Niet in gebruik	Veldbezoek continueren	Gebruik door slechtvalk	Geen vervolg nodig	nvt	Mogelijk ontheffing nodig
80	7-5-2021	Niet in gebruik	Veldbezoek continueren	Niet in gebruik	Veldbezoek continueren	Niet in gebruik	Veldbezoek continueren	niet in gebruik	geen
84	7-5-2021	Nest niet teruggevonden	Geen vervolg nodig	nvt	Geen vervolg nodig	nvt	Geen vervolg nodig	nvt	geen
88	7-5-2021	Niet in gebruik	Veldbezoek continueren	Niet in gebruik	Veldbezoek continueren	Niet in gebruik, wel kraai in mast	Veldbezoek continueren	niet in gebruik	geen

Voor de nesten die niet in gebruik waren gedurende de 4 inventarisatierondes geldt in de meeste gevallen dat het nest geen volledige opbouw heeft en mogelijk deels verwaait is.

## Bijlage 8

### Natuuronderzoek, voortoets

# Voortoets werkzaamheden aan hoogspanningsmasten tracé Zwolle-Ens

Beoordeling van de gevolgen van de  
voorgenomen activiteit(en) op Natura 2000-  
gebieden





## Verantwoording

**Titel:** Voortoets werkzaamheden aan  
hoogspanningsmasten tracé Zwolle-Ens  
**Onderwerp:** Voortoets  
**Projectnummer:** 51002704  
**Klant:** TenneT TSO BV  
**Referentienummer:** NL22-648800269-19681  
**Versie:** D1

**Datum:** 31-03-2022

**Auteur:** Rietje Klous  
**E-mailadres:** Rietje.klous@sweco.nl

**Gecontroleerd door:** Germ Zeephat  
**Paraaf gecontroleerd:**



**Vrijgegeven door:** Tim Verver  
**Paraaf vrijgegeven:**



# Inhoudsopgave

Verantwoording.....	2
1 Inleiding .....	4
1.1 Aanleiding .....	4
1.1 Werkzaamheden .....	4
1.2 Doel voorliggend rapport .....	4
1.3 Leeswijzer .....	4
2 Plangebied en werkzaamheden .....	5
2.1 Ligging en begrenzing plangebied .....	5
2.2 Werkzaamheden .....	6
2.3 Doelstelling Zwarte meer en Uiterwaarden Zwarte Water en vecht.....	7
3 Wettelijk kader .....	8
3.1 Wet natuurbescherming: onderdeel Natura 2000-gebieden .....	8
3.2 Algemeen kader instandhoudingsdoelstellingen .....	8
3.3 Significantie .....	8
4 Afbakening effectindicatoren Natura 2000 .....	10
4.1 Relevante effecttypen.....	10
4.2 Ruimtebeslag en versnippering .....	10
4.3 Verontreiniging .....	11
4.4 Verdroging .....	11
4.5 Verstoring door licht, geluid en trillingen .....	11
4.6 Optische verstoring.....	11
4.7 Verstoring door mechanische effecten.....	12
4.8 Verzuring en vermesting door stikstofdepositie .....	12
5 Effectbeoordeling Natura 2000.....	13
5.1 Effectbeoordeling.....	13
5.2 Verstoring door geluid en optische verstoring.....	13
6 Conclusie .....	21
7 Referenties .....	22

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Om in de toekomst meer elektriciteit te kunnen transporteren is het noodzakelijk om naast de nieuwbouw van verbindingen bestaande hoogspanningsverbindingen aan te passen zodat er een grotere transportcapaciteit mogelijk wordt gemaakt. Om die reden is TenneT voornemens de bestaande landelijke 380 kV-ring, de 'ruggengraat' van het landelijk hoogspanningsnet, op te waarderen (programma Beter Benutten Bestaande 380 kV). Binnen het betreffende programma valt ook het deelproject Opwaardering 380 kV-verbinding Ens – Zwolle. Een aantal van deze masten ligt in of nabij Natura 2000-gebied Zwarte meer of Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht. Om vast te kunnen stellen of de geplande werkzaamheden aan deze masten leiden tot negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van deze Natura 2000-gebieden is voorliggende voortoets opgesteld.

## 1.1 Werkzaamheden

De werkzaamheden betreffen het opwaarderen van de masten, het aanpassen van de geleiders. Bij een aantal masten moet ook de fundering worden aangepast worden. Van de masten binnen Natura 2000-gebied is mast 64 de enige waarvan zowel de geleiders worden vervangen, aanpassingen in de mast plaatsvinden en waar de fundering wordt aangepast. In hoofdstuk 2 worden de werkzaamheden verder toegelicht samen met de ligging van het plangebied ten opzichte van de omliggende Natura 2000-gebieden.

## 1.2 Doel voorliggend rapport

Dit rapport geeft inzicht in de aanwezigheid van wettelijk en beleidsmatig beschermde natuurwaarden in de Natura 2000-gebieden (Zwarte meer en Uiterwaarden zwarte water en Vecht) binnen de invloedssfeer van de werkzaamheden bij de masten 6 t/m 13 en 63 t/m 68. Het rapport gaat in verstorende effecten die de werkzaamheden kunnen hebben op de aangewezen niet-broedvogels. Beoordeeld is of significante effecten kunnen worden uitgesloten.

Overige effecten zijn in eerder onderzoek uitgesloten. In het verkennend natuur onderzoek (Sweco, ref NL21-648800269-11542, december 2021) zijn negatieve effecten op habitattypen en habitatoorten van Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht al uitgesloten en voor Zwarte meer is dit uitgesloten in een voortoets (opgesteld voor de aanleg van een onverhard toegangspad, Sweco, ref NL22-648800269-18292). Effecten op aangewezen broedvogels zijn niet aan de orde omdat de werkzaamheden in Natura 2000-gebied buiten het broedseizoen worden uitgevoerd.

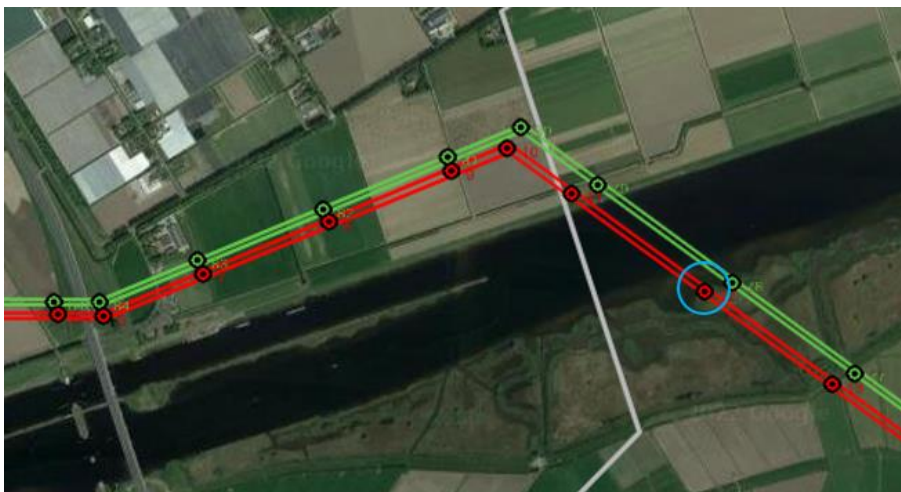
## 1.3 Leeswijzer

In het voorliggend rapport zijn in hoofdstuk 1 de aanleiding en doelstelling omschreven. Een beschrijving van het planvoornemen volgt in hoofdstuk 2. Vervolgens is het wettelijk kader in hoofdstuk 3 nader toegelicht. Hoofdstuk 4 behandelt de afbakening van effectindicatoren en hoofdstuk 5 de toetsing hiervan. In hoofdstuk 6 staan de conclusies.

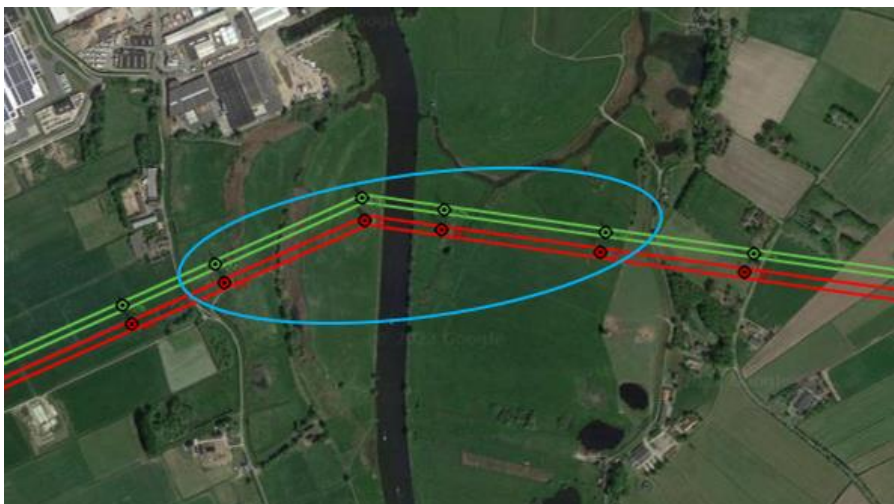
## 2 Plangebied en werkzaamheden

### 2.1 Ligging en begrenzing plangebied

De masten 6 t/m 13 en 63 t/m 68 vormen het plangebied dat binnen Natura 2000-gebieden ligt. De masten 6 t/m 13 liggen binnen of nabij de begrenzing van Natura 2000-gebied Zwarte meer. De masten 63 t/m 68 liggen binnen of nabij de begrenzing van Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht (zie figuur 2.1).



Figuur 2.1 Ligging masten 6 t/m 13 (rood) plangebied binnen (blauw omcirkeld) en nabij Zwarte meer.

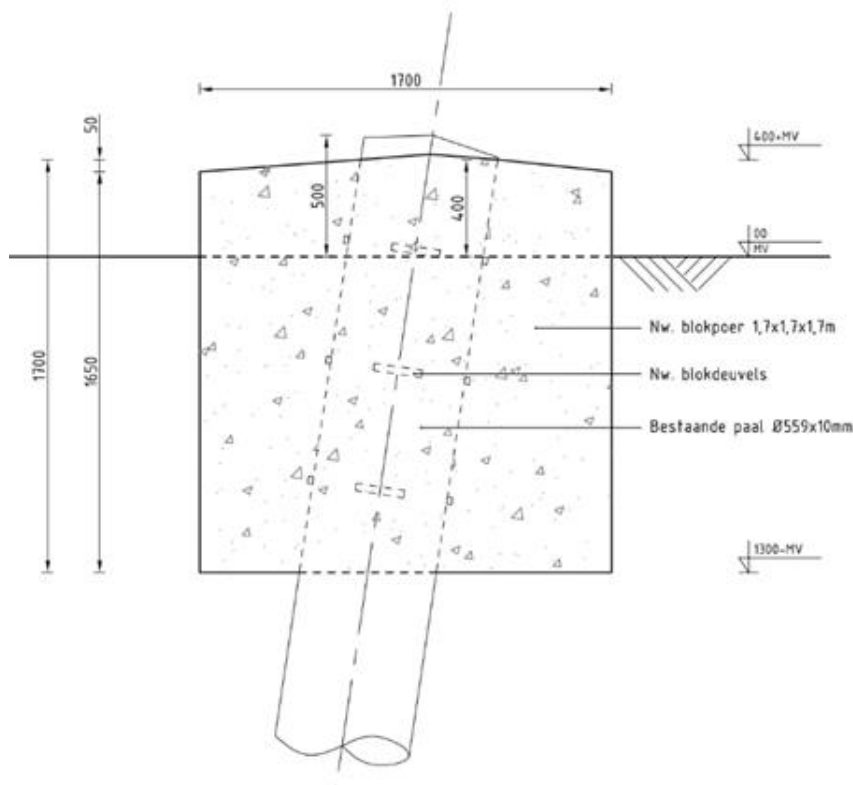


Figuur 2.2 Ligging masten 63 t/m 68 (rood) binnen (blauw omcirkeld) en nabij Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht.

## 2.2 Werkzaamheden

De beoogd uit te voeren werkzaamheden betreffen:

- Aanpassen mast: bij aanpassing van de masten worden stalen profielen/bouten vervangen. Het te gebruiken materieel bestaat uit een hoogwerker en een wagen om materiaal aan te voeren. In het geval dat een mast moeilijker bereikbaar is (zoals mast 12) zal het materieel beperkt blijven tot een tractor met platte kar. Er wordt dan in de mast geklommen en benodigde materialen worden opgehesen. Duur van deze werkzaamheden betreft enkele werkdagen per mast.
- Lierlocaties: op tussenliggende lierlocaties worden de geleiders binnen de vakken getrokken (deel tussen twee hoek/trekmasten). De lierlocaties zijn enkele weken aanwezig, maar het lieren zelf neemt een paar dagen in beslag;
- Aanpassen fundering: bij mast 64 wordt naast de mast en de geleiders ook de fundering aangepast (zie figuur 2.3). De werkzaamheden bestaan uit het aanbrengen van een extra klomp beton per poer. Er komen geen palen bij. Er zal ca 1 dag een graafmachine werkzaam zijn, daarna een paar dagen mensen die een bekisting maken waarna de kist wordt gestort. Tenslotte wordt er gedurende enkele uren een kraan ingezet ter afwerking. Totale duur 5 werkdagen verspreid over 2 weken.



Figuur 2.3 Doorsnede fundatieversterking

## 2.3 Doelstelling Zwarte meer en Uiterwaarden Zwarte Water en vecht

In deze voortoets worden alleen de Natura 2000-gebieden beschouwd die binnen de verstoringsafstand van de geplande werkzaamheden liggen. Negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen van Natura 200-gebieden die verder dan enkele honderden meters af liggen, kunnen gezien de beperkte duur en intensiteit van de werkzaamheden op voorhand worden uitgesloten.

Verder wordt alleen getoetst op de instandhoudingsdoelstellingen van niet-broedvogels omdat de doelstellingen van overige soorten/habitattypen reeds zijn getoetst en negatieve effecten zijn uitgesloten.

De aangewezen niet-broedvogels voor Zwarte meer staan in tabel 2.1 en die voor Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht in tabel 2.2.

Tabel 2.1. Niet broedvogels Natura 2000-gebied Zwarte Meer met instandhoudingsdoelstelling en functie

Soort	LSVI <sup>2</sup>	doelstelling		Functie <sup>3</sup>
		Opp	kw	
A005	Fuut	-	=	foer
A017	Aalscholver	+	=	foer
A034	Lepelaar	+	=	foer
A037	Kleine zwaan	--	=	Slaaprust/foer
A041	kolgans	+	=	Slaaprust foer
A043	Grauwe gans	+	=	Slaaprust foer
A050	Smient	-	=	slaaprust
A051	Krakeend	+	=	Foer
A052	Wintertaling	+	=	Foer
A054	Pijlstaart	+	=	Foer
A056	Slobeend	+	=	Foer
A059	Tafeleend	--	=	Foer
A061	Kuifeend	-	=	Foer
A125	Meerkoet	-	=	Foer
A156	Grutto	--	=	slaaprust
A197	Zwarte stern	--	=	Foer
A702	Toendrarietgans	+	=	slaaprust

Tabel 2.2. Niet broedvogels Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht met instandhoudingsdoelstelling en functie

Soort	LSVI <sup>2</sup>	doelstelling <sup>1</sup>		Functie <sup>3</sup>
		opp	kw	
A037	Kleine zwaan	--	=	foer
A041	kolgans	+	=(<)	foer
A050	Smient	-	=(<)	Slaaprust foer
A054	Pijlstaart	+	=	Foer
A056	Slobeend	+	=	Foer
A125	Meerkoet	-	=	Foer
A156	Grutto	--	=	Slaaprust foer

<sup>1</sup> doelstelling:

Broedvogels, niet-broedvogels: doelstelling voor leefgebied en/of omvang populatie

= behoud  
> uitbreiding

<sup>2</sup> LSVI landelijke staat van instandhouding

+ gunstig  
- matig ongunstig  
-- zeer ongunstig

<sup>3</sup> functie foer = foerageergebied, slaaprust = slaap of rustplaatsen

## 3 Wettelijk kader

### 3.1 Wet natuurbescherming: onderdeel Natura 2000-gebieden

De Wet natuurbescherming heeft als doel het beschermen van Natura 2000-gebieden (Vogel- en Habitatrichtlijn) in Nederland. Projecten die, gelet op de instandhoudingsdoelen, leiden tot significante verstoring van kwalificerende soorten of verslechtering van habitats (van soorten), zijn in beginsel niet toegestaan (zonder vergunning).

Bij toetsing aan Natura 2000 doelstellingen kunnen de volgende stappen aan de orde zijn:

- Geen nader onderzoek: effecten kunnen op voorhand en zonder enig nader onderzoek worden uitgesloten (er zijn geen Natura 2000-gebieden in de omgeving aanwezig die beïnvloed kunnen worden door de werkzaamheden).
- Voortoets: effecten kunnen niet op voorhand en zonder enig onderzoek worden uitgesloten.
- Passende beoordeling: significantie van effecten kan op basis van de Voortoets niet worden uitgesloten en mitigerende maatregelen zijn nodig effect te voorkomen.
- ADC-toets: indien aantasting van de natuurlijke kenmerken van het gebied niet kan worden uitgesloten. Aangevoerd dient te worden dat er geen alternatieven zijn met minder effecten, er sprake is dwingende redenen van groot openbaar belang en in compensatie is voorzien.

De voorliggende studie richt zich op de vraag: 'Wat zijn de effecten van de werkzaamheden op de kwalificerende niet-broedvogelsoorten en wat zijn de gevolgen voor de instandhoudingsdoelstellingen?' Indien significante verstoring of significante verslechtering van het Natura 2000-gebied niet is uit te sluiten, is een vergunning noodzakelijk op grond van artikel 2.7 Wet natuurbescherming. Indien significante effecten in relatie tot de instandhoudingsdoelstellingen niet zijn uit te sluiten kan een vergunning alleen verleend worden indien voldaan wordt aan de ADC-criteria.

### 3.2 Algemeen kader instandhoudingsdoelstellingen

De effecten van de ingreep worden getoetst aan de instandhoudingsdoelstellingen die gelden voor de niet-broedvogelsoorten en de waarvoor de Natura 2000-gebieden Zwarte meer en Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht zijn aangewezen. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen een significante verslechtering van de kwaliteit van habitattypen en habitats van soorten en een significante verstoring van soorten conform artikel 2.7 lid 2 Wet natuurbescherming.

### 3.3 Significantie

Voor het begrip significantie bestaat geen juridische (of ecologische) definitie. De Europese Commissie laat de interpretatie van dit begrip over aan de lidstaten. Tot op heden wordt in de jurisprudentie teruggesproken op een uitspraak van het Europese Hof van Justitie uit 2004.

In het Kokkelvisserij-arrest is significantie door het Europese Hof van Justitie als volgt omschreven:

‘Een plan of project dat niet direct verband houdt met of nodig is voor het beheer van een gebied moet worden beschouwd als een plan of project dat significante gevolgen kan hebben voor het betrokken gebied, wanneer de instandhoudingsdoelstellingen daarvan in gevaar dreigen te komen.’ Ook het ministerie van LNV neemt de instandhoudingsdoelen als referentie voor het bepalen van significante effecten; ‘indien als gevolg van een ingreep de toekomstige oppervlakte habitat of leefgebied, aantal van een soort dan wel kwaliteit van een habitat lager zal worden dan zoals bedoeld in de instandhoudingsdoelstelling, dan kan sprake zijn van significante gevolgen’ (Steunpunt Natura 2000, 2010).



## 4 Afbakening effectindicatoren Natura 2000

### 4.1 Relevante effecttypen

Voor de effectanalyse is het van belang om eerst de relevante storingsfactoren in beeld te brengen die de werkzaamheden met zich meebrengen. Het gaat hierbij alleen om tijdelijke effecten voor de Natura 2000-gebieden binnen de reikwijdte van het effect. De werkzaamheden aan de masten zijn per mast relatief beperkt en kortdurend (enkele dagen en bij mast 64 iets langer). De reikwijdte beperkt zich tot het Natura 2000-gebied Zwarte meer voor de masten 6 t/m 13 en tot het Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht voor de masten 63 t/m 68.

De mogelijke significante effectindicatoren van de geplande werkzaamheden op het Natura 2000-gebied zijn uitgewerkt aan de hand van de zogenoemde 'effectenindicator' (LNV, 2014).

De effectenindicator is een instrument om een eerste indruk te kunnen geven van de mogelijk optredende effecten bij een specifieke activiteit. De effectenindicator biedt een selectie aan activiteiten (zoals woningbouw, recreatie, etc.). Hierbij zijn de gangbare effecten vanuit de geselecteerde activiteit in relatie gebracht met de gevoeligheid van de aangewezen habitats en soorten voor de betreffende effecten. De meest passende activiteit die gekozen kan worden is 'weg'. De masten worden voor het onderhoud bereikt via aanrijroutes (mogelijk met rijplaten) op het maaiveld. Omdat een weg intensiever is dan een tijdelijke betreding betreft het een worst case. De volgende effectindicatoren zijn van toepassing:

- Oppervlakteverlies en versnippering.
- Verontreiniging.
- Verdroging.
- Verstoring door licht, geluid en trillingen.
- Optische verstoring.
- Verstoring door mechanische effecten.
- Vermesting en verzuring door stikstofdepositie.

Per effectindicator is in de navolgende paragrafen een korte omschrijving opgenomen.

### 4.2 Ruimtebeslag en versnippering

Verlies van oppervlakte kan leiden tot verkleining en in sommige gevallen ook tot versnippering van het leefgebied van kwalificerende soorten. Een kleiner gebied heeft bovendien meer te lijden van randinvloeden: vaak is de kwaliteit van het leefmilieu aan de rand minder goed dan in het centrum van het gebied. Op deze manier leidt verlies van oppervlakte mogelijk ook tot een grotere gevoeligheid voor bijvoorbeeld verdroging, verzuring of veresting (Broekmeyer et al, 2005).

Er is geen sprake van versnippering en oppervlakteverlies door de tijdelijke werkzaamheden aan de masten.

### 4.3 Verontreiniging

De werkzaamheden aan de masten veroorzaken geen verontreiniging en effecten door verontreiniging zijn daarom niet aan de orde. Verontreiniging heeft namelijk betrekking op afstroming van water ('run-off') met daarin bijvoorbeeld zware metalen, organische stoffen of strooizout. Deze stoffen kunnen een negatief effect hebben op habitattypen en (leefgebieden van) kwalificerende soorten op een zeer korte afstand tot de bron.

### 4.4 Verdroging

De werkzaamheden aan de masten hebben geen invloed op de waterhuishouding in het plangebied en omgeving. Effecten door verdroging zijn niet aan de orde. De waterhuishouding op regionale schaal, bijvoorbeeld van verschillende beeksystemen, werkt door in de aanvoer van grondwater naar diverse gebieden en de kwaliteit daarvan. Dit kan leiden tot verdroging en als gevolg daarvan tot verzuring. Verzuring treedt op door een vergrote invloed van regenwater in de wortelzone, ten koste van het meer gebufferde grondwater.

### 4.5 Verstoring door licht, geluid en trillingen

Door lichtverstoring bestaat de kans dat kwalificerende soorten een verlicht gebied gaan ontwijken waardoor het leefgebied afneemt. Lichthinder op fauna kan doorgaans tot honderden meters van de bron meetbaar zijn (Molenaar, 2003) en in uitzonderlijke gevallen leiden tot effecten op 1.000 meter afstand van leefgebieden (Arcadis, 2014).

De werkzaamheden voor de aanleg en ook het gebruik vinden plaats bij daglicht en er wordt geen kunstlicht gebruikt. Verstoring door licht is niet aan de orde. Bij de werkzaamheden aan de masten en funderingen worden geen heipalen gezet. De werkzaamheden worden voornamelijk uitgevoerd door relatief licht materieel zoals een kraan, vrachtwagen en hoogwerker. Het gebruikte materieel veroorzaakt geen tot nauwelijks trillingen die niet verder reiken dan het werkgebied. Verstoring door trillingen is niet aan de orde.

Verstoring van geluid kan optreden door onnatuurlijke geluidsbronnen. Deze verstoring kan tijdelijk of permanent zijn. Permanent zoals geluid van bijvoorbeeld wegverkeer dan wel tijdelijk zoals geluidsbelasting tijdens de realisatiefase. Geluid is een hoorbare trilling, gekenmerkt door geluidsdruk en frequentie. Geluid kan de vocale communicatie maskeren en op korte afstand voor schrikreacties zorgen voor soorten. Met name broedvogels zijn gevoelig en de effecten kunnen tot op grotere afstand doorwerken. Trillingen en geluid kunnen vooral ontstaan bij zwaardere werkzaamheden zoals bijvoorbeeld heien.

Voor de niet-broedvogels moeten de mogelijke effecten door de tijdelijke geluidverstoring nader worden beschouwd.

### 4.6 Optische verstoring

Met optische verstoring wordt bedoeld een toename van het aantal mensen of verkeersbewegingen door de aanleg van de benodigde infrastructuur waardoor de druk op Natura 2000-gebieden toeneemt. Optische verstoring kan optreden door de aanwezigheid en/of beweging van mensen dan wel voorwerpen die niet thuishoren in het natuurlijke systeem.

Volgens Arcadis (2014) kunnen in uiterste gevallen nog effecten optreden tot een afstand van 1.200 meter voor kwalificerende visueel verstoringsgevoelige soorten (met name vogels) bij een zeer intensieve uitloop van menselijke activiteiten en zonder enige tussenliggende afscherming.

Door de werkzaamheden zal de menselijke aanwezigheid tijdelijk toenemen. Voor de aangewezen niet-broedvogels zijn negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen niet op voorhand uit te sluiten en worden in hoofdstuk 5 mogelijke effecten nader beschouwd.

## 4.7 Verstoring door mechanische effecten

Onder mechanische effecten vallen verstoring door betreding, golfslag, luchtwervelingen etc. die optreden ten gevolge van menselijke activiteiten. De oorzaken en gevolgen zijn bij deze storende factor zeer divers.

De werkzaamheden aan de masten zijn niet zodanig intensief dat hierdoor mechanische effecten zijn te verwachten. Dit geldt ook voor het aanbrengen van beton bij mast 64. Negatieve effecten door verstoring door mechanische effecten zijn niet aan de orde.

## 4.8 Verzuring en vermesting door stikstofdepositie

Als er stoffen in het milieu terecht komen die leiden tot het zuurder worden van de lucht, neerslag, bodem, oppervlaktewater of grondwater spreken we van verzuring. Dit leidt tot een directe of indirecte afname van de buffercapaciteit (het neutralisatievermogen) van bodem of water. Op termijn resulteert dit proces in een daling van de zuurgraad. Hierdoor zullen voor verzuring gevoelige soorten verdwijnen, wat kan resulteren in een verandering van het habitatype en daarmee mogelijk het verdwijnen van typische (dier)soorten. Vermesting betreft elke extra aanvoer van voedingsstoffen, met name stikstof en fosfaat. Het kan gaan om aanvoer door de lucht (droge en natte neerslag van ammoniak en stikstofoxiden) of nitraat- en fosfaataanvoer door het oppervlaktewater. Ook verhoogde mineralisatie, dat wil zeggen de omzetting van plantenresten en humus tot voedingsstoffen en CO<sub>2</sub>, leidt tot vermesting.

De werkzaamheden leiden tot een geringe extra stikstofuitstoot. Per 1 juli 2021 is echter de Wet stikstofreductie natuurverbetering in werking is getreden en geldt er een partiële vrijstelling voor de bouwsector, waardoor de stikstofemissies (en de bijhorende stikstofdepositie) in de aanlegfase niet meer leiden tot een vergunningplicht op grond van de Wet natuurbescherming. Stikstof uitstoot in de eindfase is niet aan de orde. De werkzaamheden vallen onder een eenmalige tijdelijke activiteit ten behoeve van de opwaardering van het hoogspanningstracé. In de nieuwe situatie zal de stikstofuitstoot en depositie niet toenemen. De werkzaamheden vallen hiermee onder de partiële vrijstelling. Deze vrijstelling is echter nog niet juridisch houdbaar gebleken. Hier schuilt dus een risico. Door toch voor de werkzaamheden een Aeriusberekening uit te voeren kan hier indien nodig later op worden terug gegrepen. Negatieve effecten door stikstofdepositie hoeven niet te worden getoetst.

## 5 Effectbeoordeling Natura 2000

### 5.1 Effectbeoordeling

In dit hoofdstuk zijn de mogelijke effecten beschreven op de instandhoudingsdoelen van habitattypen en kwalificerende soorten van Natura 2000-gebied Zwarte meer. De hoofdvraag hierbij is of significante verslechtering op de doelen van kwalificerende soorten, en significante verslechtering van habitattypen en habitats van soorten (leefgebied), op voorhand zijn uitgesloten.

In de onderstaande paragrafen worden de effectindicatoren behandeld die in hoofdstuk 4 als relevant en nader te toetsen zijn beoordeeld. Bepaald wordt in hoeverre significante effecten op de geformuleerde instandhoudingsdoelstellingen optreden.

Voor de onderstaande effectindicatoren is in hoofdstuk 4 geconcludeerd dat geen nadere toetsing nodig is:

- Oppervlakteverlies en versnippering
- Verontreiniging.
- Verdroging.
- Verstoring door licht en trillingen.
- Verstoring door mechanische effecten.
- Verzuring en vermesting door stikstofdepositie.

Mogelijke effecten van verstoring door geluid en optische verstoring worden in paragraaf 5.2 getoetst.

### 5.2 Verstoring door geluid en optische verstoring

De werkzaamheden per mast en per lierlocatie duren enkele dagen. Bij mast 64 is dat iets langer (max. 5 werkdagen, verdeeld over 2 weken). Er wordt niet gelijktijdig aan alle masten gewerkt waardoor het verstoorde oppervlakte zich elke keer beperkt tot de omgeving van één mast/lierlocatie.

Voor de niet-broedvogels kunnen effecten van verstoring door geluid en optische verstoring niet worden uitgesloten. Voor alle aangewezen niet-broedvogels geldt voor zowel kwaliteit als omvang van het leefgebied een behoudsdoelstelling.

In tabel 5.1 en 5.2 is voor respectievelijk de Natura 2000-gebieden Zwarte meer en Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht een overzicht opgenomen van de aangewezen niet-broedvogels en hun staat van instandhouding, de doelstelling en de huidige aantallen. Vervolgens vindt per soort een toetsing plaats. Voor de waarnemingen per soort is gebruik gemaakt van NDFF (2017-2022).

Tabel 5.1. Niet broedvogels Natura 2000-gebied Zwarte Meer met instandhoudingsdoelstelling en huidige aantallen. De aantallen betreffen seizoensgemiddelden. Aantallen in rood zijn aantallen onder instandhoudingsdoelstelling

Soort		doelstelling			Functie <sup>4</sup>	Draagkracht		Huidig <sup>3</sup>	
		LSVI <sup>2</sup>	Opp	kw		Aantal paren	Aantal vogels	aantal paren	aantal vogels
A005	Fuut	-	=	=	foer	170			103
A017	Aalscholver	+	=	=	foer	330			263
A034	Lepelaar	+	=	=	foer	3			2
A037	Kleine zwaan	--	=	=	Slaaprust /foer	2			0
A041	kolgans	+	=	=	Slaaprust foer	740			343
A043	Grauwe gans	+	=	=	Slaaprust foer	630			822
A050	Smient	-	=	=	slaaprust	1.300			610
A051	Krakeend	+	=	=	Foer	90			1123
A052	Wintertaling	+	=	=	Foer	470			71
A054	Pijlstaart	+	=	=	Foer	10			1
A056	Slobeend	+	=	=	Foer	10			13
A059	Tafeleend	--	=	=	Foer	240			69
A061	Kuifeend	-	=	=	Foer	1.700			1464
A125	Meerkoet	-	=	=	Foer	1.800			1.521
A156	Grutto	--	=	=	slaaprust	Behoud			583
A197	Zwarte stern	--	=	=	Foer	10 (max)			1
A702	Toendrarietgans	+	=	=	slaaprust	behoud			1030 <sup>1</sup>

Tabel 5.2. Niet broedvogels Natura 2000-gebied Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht met instandhoudingsdoelstelling en huidige aantallen. De aantallen betreffen seizoensgemiddelden. Aantallen in rood zijn aantallen onder instandhoudingsdoelstelling

Soort		LSVI <sup>2</sup> doelstelling <sup>1</sup>			Functie <sup>4</sup>	draagkracht		Huidige aantallen <sup>3</sup>	
		opp	kw			aantal paren	aantal vogels	Aantal paren	Aantal vogels
A037	Kleine zwaan	--	=	=	foer	4			1
A041	kolgans	+	=(<)	=	foer	2.100			1265
A050	Smient	-	=(<)	=	Slaaprust foer	570			368
A054	Pijlstaart	+	=	=	Foer	20			1
A056	Slobeend	+	=	=	Foer	10			8
A125	Meerkoet	-	=	=	Foer	320			193
A156	Grutto	--	=	=	Slaaprust foer	80			10

<sup>1</sup> doelstelling:

Broedvogels, niet-broedvogels: doelstelling voor leefgebied en/of omvang populatie  
 = behoud  
 > uitbreiding

<sup>2</sup> LSVI landelijke staat van instandhouding

+ gunstig  
 - matig ongunstig  
 -- zeer ongunstig

<sup>3</sup> \* huidige aantallen betreffen het gemiddelde van seizoenen 2015 t/m 2019 voor broedvogels, en seizoenen 2014/2015 t/m 2018/2019 voor niet-broedvogels (Bron:Sovon)

<sup>4</sup> functie foer = foerageergebied, slaaprust = slaap of rustplaatsen

## Fuut

De aantallen voor fuut liggen beneden het instandhoudingsdoel voor Zwarte Meer en de landelijke staat van instandhouding is matig ongunstig. Fuut komt jaarrond verspreid voor in het hele Zwarte Meer. Buiten de broedperiode is de fuut beperkt gevoelig voor verstoring (Platteeuw and Henkens 1997, Platteeuw

and Beekman 1994). De territoria liggen in het rietmoeras langs de gehele zuidoever van het Zwarte meer, ook nabij mast 12. De overige masten liggen buiten de verstoringafstand van het foerageergebied. Bij de werkzaamheden aan mast 12 kan verstoring optreden op fuut, maar er zijn voldoende uitwijkmogelijkheden waar geen verstoring door de werkzaamheden optreedt (zie figuur 5.1). Omdat slechts een gering deel van het totale beschikbare foerageergebied (tot mogelijk 1 kortdurend wordt verstoord en er eenvoudig uitgeweken kan worden naar alternatief foerageergebied, zijn significant negatieve effecten van verstoring door de werkzaamheden op het instandhoudingsdoel van fuut uitgesloten.



Figuur 5.1 Ligging werkgebied (masten 12 en 13) met globale verstoringsgrens binnen alternatief foerageergebied

#### *Aalscholver*

De aalscholver komt jaarrond verspreid voor in het gebied Zwarte Meer. In of nabij de masten binnen Natura 2000-gebieden zijn geen aalscholverkolonies waargenomen. Het aantal aalscholwers (263) bevindt zich momenteel beneden het instandhoudingsdoel van Zwarte Meer (330). Buiten de broedperiode is de aalscholver beperkt gevoelig voor verstoring. Bovendien maken ze gebruik van een groot foerageergebied. Wanneer er wel verstoring optreedt, wijken foeragerende aalscholwers daarbij uit om elders te foerageren, zonder dat daar meetbare effecten op voedselinname waarneembaar zijn (Madsen et al. 1992). Omdat door de werkzaamheden aan de masten slechts een klein deel van het aanwezige foerageergebied van de aalscholver verstoord kan worden, er eenvoudig kan worden uitgeweken naar alternatief foerageergebied en de landelijke staat van instandhouding gunstig is, worden significant negatieve effecten op de aalscholver uitgesloten.

#### *Lepelaar*

Lepelaar is meer dan 1 km oostelijk en meer dan 2 km westelijk van mast 12 foeragerend waargenomen langs de oever van het Zwarte Meer. De gebieden in Zwarte Meer zijn aangewezen als foerageergebied. Lepelaars zijn ook buiten de broedtijd gevoelig voor verstoring en kiezen voor weinig verstoorde foerageergebieden. Concrete verstoringafstanden zijn weinig bekend, wel genoemd wordt een gemiddelde verstoringafstand van 113 m voor wandelaars (Krijgsveld, Smits, and van der Winden 2008). Het aantal lepelaars (2) bevindt zich momenteel iets beneden het instandhoudingsdoel van Zwarte Meer (3). Van het in Zwarte Meer aanwezige foerageergebied ligt slechts een klein deel mogelijk binnen de verstoringafstand van lepelaar (zie figuur 5.1). Daarnaast is de landelijke staat van instandhouding gunstig. De verstoring door de kortdurende werkzaamheden aan de dichtstbijzijnde masten 12 en 13 hebben geen significant negatieve effecten voor lepelaar tot gevolg.

### *Kleine zwaan*

In het Zwarte Meer zijn in de omgeving van de masten weinig waarnemingen van foeragerende kleine zwanen bekend. In en in de omgeving van Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht wordt kleine zwaan veel meer waargenomen. De soort foerageert op het water maar ook op graslanden en akkers. De waarnemingen die er zijn, zijn verspreid over het gebied. Omdat de werkzaamheden per mast plaatsvinden en zo steeds slechts een klein deel van het aanwezige foerageergebied van de kleine zwaan verstoord kan worden, kan er eenvoudig worden uitgeweken naar alternatief foerageergebied (zie figuren 5.1 en 5.2).

Het aantal kleine zwanen bevindt zich momenteel voor beide Natura 2000-gebieden beneden het instandhoudingsdoel en de landelijke staat van instandhouding is zeer ongunstig. Maar omdat beurtelings slechts een zeer klein deel van mogelijk foerageergebied van kleine zwaan wordt verstoord, kunnen significant negatieve effecten van de verstoring door de werkzaamheden worden uitgesloten.



Figuur 5.2 De ligging van de masten in het agrarisch gebied met blauw omcirkelde de masten nabij Natura 2000-gebied Zwarte meer en groen nabij Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht

### *Kolgans*

De kolgans is van oktober tot maart aanwezig in Nederland, vooral in open agrarische gebieden. Langs de noordoever van het Zwarte Meer (Flevoland) worden door Sovon en NEM (Netwerk Ecologische Monitoring) diverse tellingen gedaan. Op deze locaties, maar ook langs de zuid- en oostoever van het Zwarte Meer zijn veel kolganzen waargenomen. Het aantal kolganzen bevindt zich momenteel beneden het instandhoudingsdoel van Zwarte Meer en Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht, maar de landelijke staat van instandhouding is gunstig. De werkzaamheden aan de masten zijn plaatselijk (per mast) en tijdelijk. De kolganzen die mogelijk foerageren in het agrarische gebied waar de masten zich bevinden, zullen omdat het agrarisch gebied hier omvangrijk is, altijd voldoende alternatief in de directe omgeving hebben (zie figuur 5.2). Significant negatieve effecten van de verstoring door de werkzaamheden aan de masten kunnen worden uitgesloten.

### *Grauwe gans*

De grauwe gans komt jaarrond voor in Nederland, maar de piek ligt in de winter. In het gehele gebied Zwarte Meer komt de soort voor, vooral in de oeverzone. Het aantal grauwe ganzen bevindt zich momenteel boven het instandhoudingsdoel van Zwarte Meer en ook de landelijke staat van instandhouding is goed. De grauwe gans is vergeleken met andere ganzensoorten relatief beperkt gevoelig voor verstoring. Grauwe gans kan in geval van verstoring eenvoudig uitwijken naar alternatieve foerageergebieden. Omdat door de werkzaamheden per mast slechts een beperkt oppervlakte tijdelijk verstoord kan worden zijn significant negatieve effecten van verstoring door de werkzaamheden op de grauwe gans uitgesloten.

### *Smient*

De smient komt verspreid voor in het Zwarte Meer en is vooral aanwezig tussen november en maart. Het aantal smienten bevindt zich momenteel beneden het instandhoudingsdoel van vooral Zwarte Meer maar ook van Zwarte Water en Vecht. Voor beide gebieden is de functie rust- en slaapgebied en dat is voor smient met name overdag en op het water. De landelijke staat van instandhouding is matig ongunstig. Vergeleken met andere grasland-gebonden soorten is de smient is relatief gevoelig voor verstoring (Kleyheeg and van den Bremer 2018, Madsen 1998). Bij verstoring zullen de smienten het verstoorde gebied mijden om elders te rusten of foerageren wanneer uitwijkmogelijkheden aanwezig zijn (Kleyheeg and van den Bremer 2018). Omdat de smient vooral overdag rust en de werkzaamheden overdag plaatsvinden, kan verstoring van de rustgebieden aan de orde zijn bij werk aan de masten nabij water. Dit betreft slechts enkele masten (11, 12, 65 en 66) waardoor voldoende niet verstoorde rustplaatsen overblijven (zie figuren 5.1 en 5.2). Het leidt ook niet direct tot verlies van voedselgebied, omdat dit 's nachts onverstord is. Omdat per mast wordt gewerkt en steeds een beperkt oppervlakte (gedurende enkele dagen) wordt verstoord kan smient voor rustplaatsen ook gemakkelijk uitwijken naar onverstoorde locaties op korte afstand. Er zijn veel graslanden waar gefoerageerd kan worden aanwezig in de omgeving van de masten waar gewerkt gaat worden. Significant negatieve effecten van de verstoring door de werkzaamheden op de instandhoudingsdoelstellingen voor smient kunnen worden uitgesloten.

### *Krakeend*

Krakeend komt verspreid voor in de omgeving van de masten en is het hele jaar aanwezig, maar het meest in de winter. Hoewel de krakeend verstoord kan worden door bijvoorbeeld waterrecreatie, is de soort de afgelopen jaren sterk in aantal toegenomen ondanks de eveneens toegenomen waterrecreatie. Verder komt de krakeend steeds vaker voor binnen de stedelijke omgeving wat ook wijst op een beperkte gevoeligheid voor verstoring. Het aantal krakeenden bevindt zich momenteel ruim boven het instandhoudingsdoel van Zwarte Meer en ook de landelijke staat van instandhouding is goed. Op basis van de aanwezigheid van krakeend langs de gehele zuidkant van het Zwarte meer lijkt het erop dat er voldoende uitwijkmogelijkheden aanwezig zijn. Bovendien wordt door de werkzaamheden slechts tijdelijk en per mast een gebied rond deze mast verstoord. Significant negatieve effecten van de verstoring door de werkzaamheden op de instandhoudingsdoelstellingen voor de krakeend kunnen worden uitgesloten.



### *Wintertaling*

Wintertaling komt verspreid voor langs de noord- en zuidoever van het Zwarte Meer. Wintertaling is het gehele jaar in Nederland aanwezig, maar de aantallen zijn het hoogst van september t/m november. Wintertaling is gevoelig voor verstoring door water- en oeverrecreatie. Het aantal wintertalingen bevindt zich momenteel ruim beneden het instandhoudingsdoel van Zwarte Meer, maar de landelijke staat van instandhouding is goed. De foerageergebieden bevinden zich in en rond de wateren waar wintertaling verblijft. Bij de werkzaamheden aan mast 12 kan verstoring optreden op wintertaling, maar er zijn voldoende uitwijkmogelijkheden (zie figuur 5.1) waar geen verstoring door de werkzaamheden optreedt. Omdat slechts een gering deel van het totale beschikbare foerageergebied kortdurend wordt verstoord en er eenvoudig uitgeweken kan worden naar alternatief foerageergebied, zijn significant negatieve effecten van verstoring door de werkzaamheden op het instandhoudingsdoel van wintertaling uitgesloten.

### *Pijlstaart*

Pijlstaart komt verspreid voor langs de zuidoever van het Zwarte Meer en ook langs de noordoostoevers. Pijlstaart is het gehele jaar in Nederland aanwezig, maar de aantallen zijn het hoogst van oktober t/m februari. Pijlstaart foerageert voornamelijk 's nachts, waardoor geschikte foerageergebieden niet worden verstoord door de werkzaamheden. Bovendien zijn er langs de hele Zwarte Meer kust geschikte alternatieven waarnaar uitgeweken kan worden (zie figuur 5.1). Het aantal pijlstaarten bevindt zich momenteel onder het instandhoudingsdoel van Zwarte Meer en Zwarte Water en Vecht, maar de landelijke staat van instandhouding is goed. Vanwege het 's nachts foerageren worden de foerageergebieden door de werkzaamheden niet verstoord. Significant negatieve effecten op de instandhoudings-doelstellingen van pijlstaart zijn uitgesloten.

### *Slobeend*

Slobeend komt gedurende het gehele jaar verspreid voor langs de zuid- en noord oever van het Zwarte Meer. Slobeend foerageert bij voorkeur in ondiepere en beschutte wateren en is vooral gevoelig voor waterrecreatie. Nabij mast 12 ligt geschikt foerageerwater, maar ook in de directe omgeving, buiten de verstoringsafstand van het werk aan mast 12 is geschikt foerageergebied aanwezig (zie figuur 5.1). Voor Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht liggen de geschikte foerageergebieden buiten de verstoringsafstand. Het aantal slobeenden bevindt zich momenteel boven het instandhoudingsdoel van Zwarte Meer en iets beneden dat van Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht. Bovendien is de landelijke staat van instandhouding goed. Significant negatieve effecten van verstoring door de kortdurende werkzaamheden, uitgevoerd op een beperkt oppervlakte per dag, op de instandhoudingsdoelstellingen voor de slobeend kunnen daarom worden uitgesloten.

### *Tafeleend*

Tafeleend komt gedurende het gehele jaar verspreid voor langs de zuid- en noordoever van het Zwarte Meer. Tafeleend bevindt zich overdag op beschutte rustplaatsen, langs de oeverzone en eilandjes, terwijl er 's nachts veelal op meerdere kilometers afstand van de rustplaatsen en vooral op het open water gevoerageerd wordt op waterplanten en macrofauna. Tafeleend is zeer gevoelig voor waterrecreatie.

De dichtstbijzijnde mast bij rustplaatsen is mast 12, maar omdat de hele oeverzone geschikt is als rustplaats kan tijdens de kortdurende (enkele dagen) werkzaamheden bij mast 12 worden uitgeweken naar de directe omgeving (zie figuur 5.1). De foerageergebieden worden niet verstoord omdat het werk overdag plaatsvindt. Het aantal tafeleenden bevindt zich momenteel beneden het instandhoudingsdoel van Zwarte Meer, en ook is de landelijke staat van instandhouding zeer ongunstig. De kortdurende en zeer plaatselijke (alleen mast 12 bevindt zich in rustgebied) werkzaamheden leiden niet tot significant negatieve effecten van verstoring op de instandhoudingsdoelstellingen van tafeleend.

#### *Kuifeend*

Kuifeend komt gedurende het gehele jaar verspreid voor langs de zuid- en noordoostoever van het Zwarte Meer. Kuifeend bevindt zich overdag vaak op de rustplaatsen, terwijl er met name 's nachts veelal op meerdere kilometers afstand van de rustplaatsen en vooral op het open water gefoerageerd wordt op driehoeksmosselen en andere macrofauna. Kuifeend is gevoelig voor waterrecreatie, maar ook recreatie op oevers kan verstorend werken. De dichtstbijzijnde mast bij rustplaatsen is mast 12, maar omdat de hele oeverzone geschikt is als rustplaats kan tijdens de kortdurende (enkele dagen) werkzaamheden bij mast 12 worden uitgeweken naar de directe omgeving (zie figuur 5.1). De foerageergebieden worden niet verstoord omdat het werk overdag plaatsvindt. Het aantal kuifeenden (1464) bevindt zich momenteel beneden het instandhoudingsdoel van Zwarte Meer (1700) en de landelijke staat van instandhouding is matig ongunstig. De kortdurende en zeer plaatselijke (alleen mast 12 bevindt zich in rustgebied) werkzaamheden leiden niet tot significant negatieve effecten van verstoring op de instandhoudingsdoelstellingen van kuifeend omdat de soort niet erg verstoringsgevoelig is, de foerageergebieden op beperkte afstand liggen, er voldoende uitwijkmogelijkheden zijn en foerageren vooral 's nachts plaatsvindt.

#### *Meerkoet*

De meerkoet komt jaarrond verspreid voor in het Zwarte Meer. Zowel nabij mast 12 als bij mast 13 zijn territoria aanwezig. Voor Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht geldt dat de masten buiten de verstoringsafstand van de territoria liggen. De vluchtafstanden bij water- en oeverrecreatie zijn ongeveer 50 m en de maximale verstoringsafstand is ongeveer 130 m. Meerkoet is daarmee beperkt gevoelig voor verstoring en komt dan ook veelvuldig voor binnen de stedelijke omgeving en gebieden met veel waterrecreatie (Platteeuw and Beekman 1994). Het aantal meerkoeten bevindt zich momenteel beneden het instandhoudingsdoel van Zwarte Meer en Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht en de landelijke staat van instandhouding is matig ongunstig. Vanwege de beperkte verstoringsgevoeligheid, de korte duur, het werken per mast en de alternatieve foerageerlocaties nabij mast 12 en 13 (zie figuur 5.1) worden significant negatieve effecten van de werkzaamheden aan de masten voor de meerkoet uitgesloten.

#### *Grutto*

Grutto is waargenomen in de omgeving van de masten bij beide Natura 2000-gebieden. Er bevinden zich slaapplekken op een beperkt aantal km afstand van het plangebied (Meetnet NEM, via NDFP). Slaapplekken worden niet verstoord omdat overdag wordt gewerkt.

Voor foerageergebieden kan gemakkelijk worden uitgeweken omdat per mast wordt gewerkt en het verstoorde oppervlakte daarom zowel beperkt als tijdelijk is. De landelijke staat van instandhouding is zeer ongunstig, maar het aantal grutto's (583) bevindt zich momenteel boven het instandhoudingsdoel van Zwarte Meer (behoud) en beneden dat van Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht (aantal 10, doel 80). Vanwege de korte duur en het beperkte oppervlak van verstoring en daarmee de uitwijkmogelijkheden bij foerageren worden significant negatieve effecten door de werkzaamheden op de instandhoudingsdoelstellingen voor grutto uitgesloten.

#### *Zwarte stern*

Zwarte stern is niet in de omgeving van de masten waargenomen. Het aantal zwarte sterns in Zwarte Meer (1) ligt beneden het instandhoudingsdoel (10). De landelijke staat van instandhouding is zeer ongunstig. Op basis van de afstand van de waargenomen zwarte sterns tot het plangebied, de gemiddelde verstoringsevoeligheid van de soort en de uitwijkmogelijkheden naar alternatief geschikt foerageergebied worden significant negatieve effecten van de van de beoogd uit te voeren werkzaamheden op de instandhoudingsdoelstellingen voor de zwarte stern uitgesloten.

#### *Toendrarietgans*

Toendrarietgans verblijft van oktober tot maart in Nederland en komt verspreid op het land langs de oevers van het Zwarte Meer voor. Dit betreffen echter losse waarnemingen. De soort slaapt op water, maar zal dan niet worden verstoord omdat overdag wordt gewerkt. Foerageren gebeurt op akkers en graslanden die in de wijde omgeving van de masten aanwezig zijn. Gedurende het werk aan een mast is er voldoende alternatief niet verstoord foerageergebied beschikbaar (zie figuur 5.2). Het aantal toendrarietganzen bevindt zich momenteel boven het instandhoudingsdoel van Zwarte Meer en ook de landelijke staat van instandhouding is gunstig. Significant negatieve effecten van werkzaamheden aan de masten op de instandhoudingsdoelstellingen voor toendrarietgans worden uitgesloten.

Voor alle niet-broedvogels kunnen negatieve effecten, en zeker significant negatieve effecten door optische verstoring en verstoring door geluid worden uitgesloten.

## 6 Conclusie

Uit de voortoets gericht op niet-broedvogels is gebleken dat de per mastlocatie kortdurende werkzaamheden niet leidt tot effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebied Zwarte meer en Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht.

Er is geen sprake van effecten van:

- Oppervlakteverlies en versnippering.
- Verontreiniging.
- Verdroging.
- Verstoring door licht en trillingen.
- Verstoring door mechanische effecten.
- Verzuring en vermesting door stikstofdepositie.

De volgende mogelijke effecten zijn nader getoetst:

- Verstoring door geluid.
- Optische verstoring.

Uit de effectbeoordeling is gebleken dat de werkzaamheden aan de masten niet zal leiden tot significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van niet-broedvogels. Deze conclusie dient te worden besproken met het bevoegd gezag (LNV).

## 7 Referenties

- Blumstein, Daniel T. 2003. "Flight-Initiation Distance in Birds Is Dependent on Intruder Starting Distance." *The Journal of Wildlife Management* 67 (4): 852-857. <https://doi.org/10.2307/3802692>.  
<http://www.jstor.org/stable/3802692>.
- Bötsch, Yves, Zulima Tablado, and Lukas Jenni. 2017. "Experimental evidence of human recreational disturbance effects on bird-territory establishment." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 284 (1858). <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.0846>.  
<http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/royprsb/284/1858/20170846.full.pdf>.
- Finney, S. K., J. W. Pearce-Higgins, and D. W. Yalden. 2005. "The effect of recreational disturbance on an upland breeding bird, the golden plover *Pluvialis apricaria*." *Biological Conservation* 121 (1): 53-63. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.04.009>.  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320704001661>.
- Garniel, A., W.D. Daunicht, U. Mierwald, and U. Ojowski. 2007. *Vögel und Verkehrslärm. Quantifizierung und Bewältigung entscheidungserheblicher Auswirkungen von Verkehrslärm auf die Avifauna*. Bonn, Kiel
- Kleyheeg, E., and L. van den Bremer. 2018. *Leefgebied van Smient in Natura 2000-gebied Rijntakken*. Nijmegen: Sovon Vogelonderzoek Nederland.
- Krijgsveld, K.L., R.R. Smits, and J. van der Winden. 2008. *Verstoringsgevoeligheid van vogels: Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie*. Bureau Waardenburg.
- Livezey, K.B., E. Fernández-Juricic, and D.T. Blumstein. 2016. "Database of bird flight initiation distances to assist in estimating effects from human disturbance and delineating buffer areas." *Journal of Fish and Wildlife Management* 7: 181-191.
- Madsen, J. 1998a. "Experimental refuges for migratory waterfowl in Danish wetlands. I. Baseline assessment of disturbance effects of recreational activities." *Journal of Applied Ecology* 35:386-397.
- Madsen, J. 1998b. "Experimental refuges for migratory waterfowl in Danish wetlands. II. Tests of hunting disturbance effects." *Journal of Applied Ecology* 35:386-397.
- Platteeuw, M., and J.H. Beekman. 1994. "Verstoring van watervogels door scheepvaart op Ketelmeer en IJsselmeer." *Limosa* 67:27-33.
- Platteeuw, M., and R.J.H.G. Henkens. 1997. *Possible impacts of disturbance to waterbirds: individuals, carrying capacity and populations*.
- Runyan, Andrea M., and Daniel T. Blumstein. 2004. "Do Individual Differences Influence Flight Initiation Distance?" *The Journal of Wildlife Management* 68 (4): 1124-1129. <http://www.jstor.org/stable/3803668>.
- Steven, Rochelle, Catherine Pickering, and J. Guy Castley. 2011. "A review of the impacts of nature based recreation on birds." *Journal of Environmental Management* 92 (10): 2287-2294. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.05.005>.  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479711001411>

Voortoets onderhoudspad hoogspanningsmast 12

tracé Zwolle-Ens

Beoordeling van de gevolgen van de  
voorgenomen activiteit(en) op Natura 2000-  
gebieden



## Verantwoording

**Titel:** Voortoets onderhoudspad  
hoogspanningsmast 12 tracé Zwolle-Ens  
**Onderwerp:** Voortoets onderhoudspad  
hoogspanningsmast 12 tracé Zwolle-Ens  
**Projectnummer:** 51002704  
**Klant:** TenneT TSO BV  
**Referentienummer:** NL22-648800269-18292  
**Versie:** 1

**Datum:** 02-03-2022

**Auteur:** Rietje Klous  
**E-mailadres:** Rietje.klous@sweco.nl

**Gecontroleerd door:** Germ Zeephat  
**Paraaf gecontroleerd:**



**Vrijgegeven door:** Tim Verver  
**Paraaf vrijgegeven:**



# Inhoudsopgave

Verantwoording.....	2
1 Inleiding .....	4
1.1 Aanleiding .....	4
1.1 Werkzaamheden .....	4
1.2 Doel voorliggend rapport .....	4
1.3 Leeswijzer.....	5
2 Plangebied en werkzaamheden .....	6
1.1 Ligging en begrenzing plangebied .....	6
2.1 Werkzaamheden .....	7
2.2 Doelstelling Zwarte meer .....	8
3 Wettelijk kader .....	11
3.1 Wet natuurbescherming: onderdeel Natura 2000-gebieden .....	11
3.2 Algemeen kader instandhoudingsdoelstellingen .....	11
3.3 Significantie .....	12
4 Afbakening effectindicatoren Natura 2000 .....	13
4.1 Relevante effecttypen.....	13
4.2 Ruimtebeslag en versnippering.....	13
4.3 Verontreiniging .....	14
4.4 Verdroging .....	14
4.5 Verstoring door licht, geluid en trillingen .....	14
4.6 Optische verstoring.....	15
4.7 Verstoring door mechanische effecten.....	15
4.8 Verzuring en vermesting door stikstofdepositie .....	15
5 Effectbeoordeling Natura 2000.....	17
5.1 Effectbeoordeling.....	17
5.2 Oppervlakteverlies en versnippering .....	17
5.3 Verstoring door geluid en optische verstoring.....	17
6 Conclusie .....	20



# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Om in de toekomst meer elektriciteit te kunnen transporteren is het noodzakelijk om naast de nieuwbouw van verbindingen bestaande hoogspanningsverbindingen aan te passen zodat er een grotere transportcapaciteit mogelijk wordt gemaakt. Om die reden is TenneT voornemens de bestaande landelijke 380 kV-ring, de 'ruggengraat' van het landelijk hoogspanningsnet, op te waarderen (programma Beter Benutten Bestaande 380 kV). Binnen het betreffende programma valt ook het deelproject Opwaardering 380 kV-verbinding Ens – Zwolle. Eén van deze masten, mast 12, ligt binnen Natura 2000-gebied Zwarte meer (zie figuur 1.1 voor de ligging). De mast is slecht bereikbaar met materieel en daarom zal een permanent onderhoudspad worden aangelegd. Om vast te kunnen stellen of dit leidt tot negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van dit natura 2000-gebied, is voorliggende voortoets opgesteld.



Figuur 1.1: Ligging mast 12.

## 1.1 Werkzaamheden

De werkzaamheden betreffen de aanleg en het gebruik van een onderhoudspad. Dit wordt in hoofdstuk 2 verder toegelicht samen met de ligging van het plangebied ten opzichte van de omliggende Natura 2000-gebieden.

## 1.2 Doel voorliggend rapport

Dit rapport geeft inzicht in de aanwezigheid van wettelijk en beleidsmatig beschermde natuurwaarden in Natura 2000-gebieden binnen de invloedssfeer van de werkzaamheden bij mast 12. Het rapport gaat in op het ruimtebeslag van het pad en andere versturende effecten die de werkzaamheden kunnen hebben op beschermde natuurwaarden in deze gebieden. Voor de instandhoudingsdoelen van Natura 2000-soorten en habitats is beoordeeld of significante effecten kunnen worden uitgesloten.

### 1.3 Leeswijzer

In het voorliggend rapport zijn in hoofdstuk 1 de aanleiding en doelstelling omschreven. Een beschrijving van het planvoornemen volgt in hoofdstuk 2. Vervolgens is het wettelijk kader in hoofdstuk 3 nader toegelicht. Hoofdstuk 4 behandelt de afbakening van effectindicatoren en hoofdstuk 5 de toetsing hiervan. In hoofdstuk 6 staan de conclusies

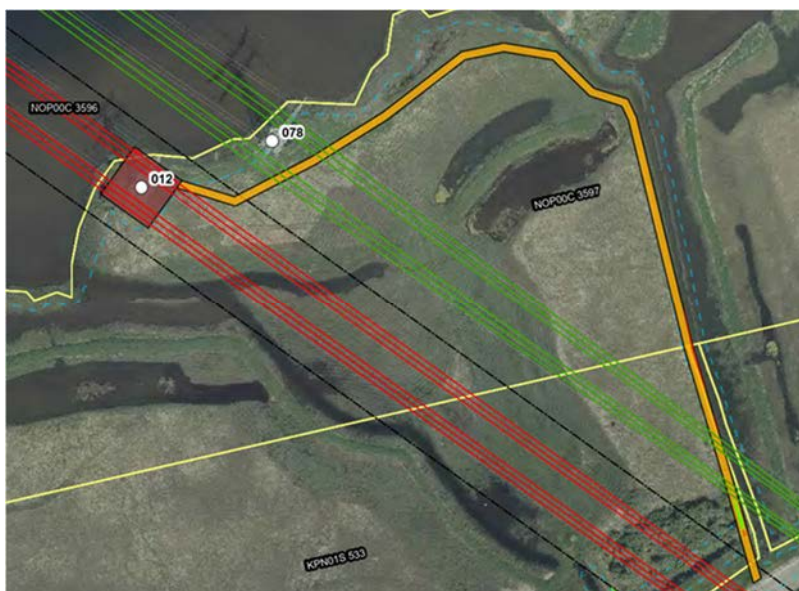
## 2 Plangebied en werkzaamheden

### 1.1 Ligging en begrenzing plangebied

Het plangebied ligt volledig binnen de begrenzing van Natura 2000-gebied Zwarte meer (zie figuur 2.1). In de omgeving liggen de Natura 2000-gebieden Ketelmeer & Vossemeer (2 km afstand) en de Wieden (11 km afstand). In figuur 2.2 is de ligging van het plangebied weergegeven, dat bestaat uit een aanrijroute vanaf een graspad tot aan het werkterrein rond hoogspanningsmast 12. Ter plaatse van de aanrijroute wordt een onverhard onderhoudspad aangelegd.



Figuur 2.1 Ligging plangebied binnen Zwarte meer (zwart omcirkeld)



Figuur 2.2 Plangebied bestaande uit de aanrijroute (oranje traject) tussen werkterrein rond mast 12 (bruinrood vierkant) en een bestaand graspad aanrijroute.

## 2.1 Werkzaamheden

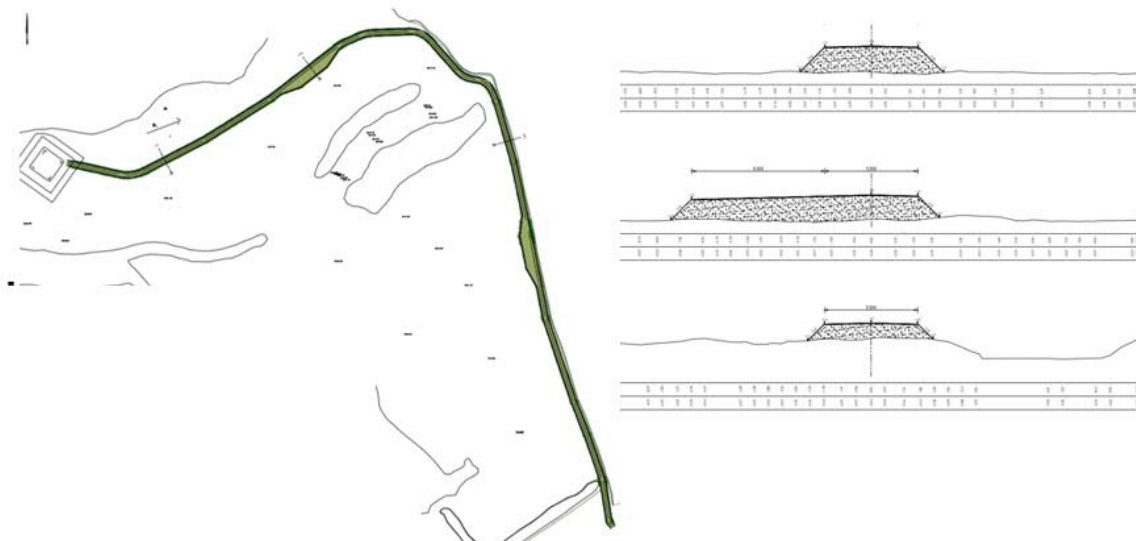
Globaal kunnen de effectindicatoren onderverdeeld worden in de werkzaamheden ten behoeve van aanleg en het gebruik/onderhoud van het pad. In figuur 2.3 is het geplande onderhoudspad met dwarsprofielen weergegeven.

De werkzaamheden voor de realisatie betreffen:

- De aanleg van een onderhoudspad langs de binnenkant van het aanwezige smalle dijkje. Het pad wordt ca. 3 m breed en 670 m lang. Op twee locaties worden parkeerstroken langs het pad aangelegd en wordt het wat breder.
- Het pad aangelegd direct op het maaiveld (gras en riet), met een Geolon PP doek als fundering. Voor een deel dat door riet gaat wordt eerst tot NAP +0,20 afgegraven.
- De hoogte wordt NAP +1,00 m op het gras en NAP + 1,20 m op het riet.
- Het pad bestaat uit zand met de bovenste 10 cm een schraal mengsel van zand en teelaarde dat wordt ingezaaid met kruidenmengsel. Het wordt een onverhard pad.
- De aanleg duurt ongeveer een week en zal buiten het broedseizoen plaatsvinden.

Gebruik en onderhoud:

- Het pad zal enkele keren per jaar worden gebruikt voor maaien van het pad.
- Incidenteel zal het pad worden gebruikt voor onderhoud aan de mast.

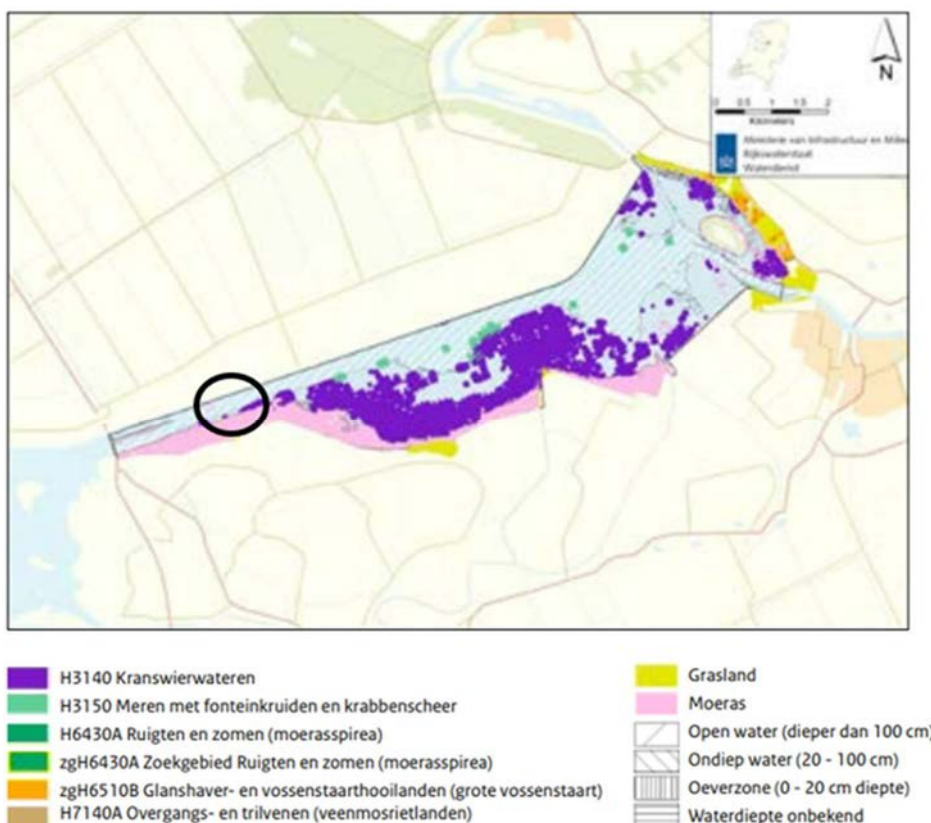


Figuur 2.3 Onderhoudspad met dwarsprofielen

## 2.2 Doelstelling Zwarte meer

In deze voortoets worden de Natura 2000-gebieden Ketelmeer & Vossemeer en de Wieden die op respectievelijk 2 en 11 km afstand van het plangebied liggen buiten beschouwing gelaten. Gezien de beperkte duur van de aanleg (een week) en intensiteit van de ingreep, het minimale gebruik van enkele keren per jaar en de afstand tot deze gebieden kunnen negatieve effecten op voorhand worden uitgesloten. In het kader van de Wet stikstofreductie natuurverbetering die op 1 juli 2021 in werking is getreden geldt er een partiële vrijstelling voor de bouwsector, waardoor de stikstofemissies (en de bijhorende stikstofdepositie) in de aanlegfase niet meer leiden tot een vergunningplicht op grond van de Wet natuurbescherming. Stikstof uitstoot in de eind- / gebruiksfase is niet aan de orde omdat de toegang tot de mast wordt verbeterd, maar dit niet betekent dat er verkeersaantrekkende werking plaatsvindt. Op dezelfde locatie was voorafgaand aan de inrichting van het moerasgebied ook een onderhoudspad naar de hoogspanningsmasten aanwezig.

Zwarte meer is aangewezen voor habitattypen, habitatrictlijnsoorten en broed- en niet broedvogels. De soorten en habitattypen zijn weergegeven in onderstaande overzichten. De ligging van de habitattypen in het plangebied en omgeving staat in figuur 2.3.



Figuur 2.3: Ligging plangebied binnen Zwarte meer (zwart omcirkeld) en aanwezige habitattypen

Hieronder zijn de instandhoudingsdoelstellingen weergegeven per categorie en in tabelvorm.

Tabel 2.1: Instandhoudingsdoelstelling Natura 2000-gebied Zwarte meer: habitattypen

Habitattype	Habitatsubtype	Oppervlakte	Kwaliteit
<u>H3140 - Kranswierwateren</u>		=	=
<u>H3150 - Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden</u>		>	>
<u>H6430A - Ruigten en zomen</u>	moerasspirea	=	=
<u>H6430B - Ruigten en zomen</u>	harig wilgenroosje	=	=
<u>H6510B - Glanshaver- en vossenstaartheuilen</u>	grote vossenstaart	>	>

Tabel 2.2: Instandhoudingsdoelstelling Natura 2000-gebied Zwarte meer: habitatsorten.

Soort	Populatie	Omvang leefgebied	Kwaliteit leefgebied
<u>H1134 - Bittervoorn</u>	=	=	=
<u>H1145 - Grote modderkruiper</u>	=	=	=
<u>H1149 - Kleine modderkruiper</u>	=	=	=
<u>H1163 - Rivierdonderpad</u>	=	=	=
<u>H1318 - Meervleermuis</u>	=	=	=

Soort	Aantal broedparen	Omvang leefgebied	Kwaliteit leefgebied
<u>A021 - Roerdomp</u>	6	>	>
<u>A029 - Purperreiger</u>	20	>	>
<u>A119 - Porseleinhoen</u>	7	>	>
<u>A292 - Snor</u>	50	>	>
<u>A295 - Rietzanger</u>	270	=	=
<u>A298 - Grote karekiet</u>	40	>	>

Tabel 2.3: Instandhoudingsdoelstelling Natura 2000-gebied Zwarte meer: broedvogels

Tabel 2.4: Instandhoudingsdoelstelling Natura 2000-gebied Zwarte meer: niet-broedvogels

Soort	Populatie	Instandhoudingsdoelstelling	Omvang Ig	Kwaliteit Ig
<b><u>A005 - Fuut</u></b>	170	Foerageergebied	=	=
<b><u>A017 - Aalscholver</u></b>	330	Foerageergebied	=	=
<b><u>A034 - Lepelaar</u></b>	3	Foerageergebied	=	=
<b><u>A037 - Kleine zwaan</u></b>	2	Slaap- en rustplaats en foerageergebied	=	=
<b><u>A041 - Kolgans</u></b>	740	Slaap- en rustplaats en foerageergebied	=	=
<b><u>A043 - Grauwe gans</u></b>	630	Slaap- en rustplaats en foerageergebied	=	=
<b><u>A050 - Smient</u></b>	1300	Slaap- en rustplaats	=	=
<b><u>A051 - Krakeend</u></b>	90	Foerageergebied	=	=
<b><u>A052 - Wintertaling</u></b>	470	Foerageergebied	=	=
<b><u>A054 - Pijlstaart</u></b>	10	Foerageergebied	=	=
<b><u>A056 - Slobeend</u></b>	10	Foerageergebied	=	=
<b><u>A059 - Tafeleend</u></b>	240	Foerageergebied	=	=
<b><u>A061 - Kuifeend</u></b>	1700	Foerageergebied	=	=
<b><u>A125 - Meerkoet</u></b>	1800	Foerageergebied	=	=
<b><u>A156 - Grutto</u></b>	behoud	Slaap- en rustplaats	=	=
<b><u>A197 - Zwarte stern</u></b>	10	Foerageergebied	=	=
<b><u>A702 - Toendrarietgans</u></b>	behoud	Slaap- en rustplaats	=	=

## 3 Wettelijk kader

### 3.1 Wet natuurbescherming: onderdeel Natura 2000-gebieden

De Wet natuurbescherming heeft als doel het beschermen van Natura 2000-gebieden (Vogel- en Habitatrichtlijn) in Nederland. Projecten die, gelet op de instandhoudingsdoelen, leiden tot significante verstoring van kwalificerende soorten of verslechtering van habitats (van soorten), zijn in beginsel niet toegestaan (zonder vergunning).

Bij toetsing aan Natura 2000 doelstellingen kunnen de volgende stappen aan de orde zijn:

- Geen nader onderzoek: effecten kunnen op voorhand en zonder enig nader onderzoek worden uitgesloten (er zijn geen Natura 2000-gebieden in de omgeving aanwezig die beïnvloed kunnen worden door de werkzaamheden).
- Voortoets: effecten kunnen niet op voorhand en zonder enig onderzoek worden uitgesloten.
- Passende beoordeling: significantie van effecten kan op basis van de Voortoets niet worden uitgesloten en mitigerende maatregelen zijn nodig effect te voorkomen.
- ADC-toets: indien aantasting van de natuurlijke kenmerken van het gebied niet kan worden uitgesloten. Aangetoond dient te worden dat er geen alternatieven zijn met minder effecten, er sprake is dwingende redenen van groot openbaar belang en in compensatie is voorzien.

De voorliggende studie richt zich op de vraag: 'Wat zijn de effecten van de aanleg (en het gebruik) van het onderhoudspad op de kwalificerende soorten en wat zijn de gevolgen voor de instandhoudingsdoelstellingen?' Indien significante verstoring of significante verslechtering van het Natura 2000-gebied niet is uit te sluiten, is een vergunning noodzakelijk op grond van artikel 2.7 Wet natuurbescherming. Indien significante effecten in relatie tot de instandhoudingsdoelstellingen niet zijn uit te sluiten kan een vergunning alleen verleend worden indien voldaan wordt aan de ADC-criteria.

### 3.2 Algemeen kader instandhoudingsdoelstellingen

De effecten van de ingreep worden getoetst aan de instandhoudingsdoelstellingen die gelden voor de vogelsoorten en de habitattypen en -soorten waarvoor Natura 2000-gebied Zwarte meer is aangewezen. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen een significante verslechtering van de kwaliteit van habitattypen en habitats van soorten en een significante verstoring van soorten conform artikel 2.7 lid 2 Wet natuurbescherming.



### 3.3 Significantie

Voor het begrip significantie bestaat geen juridische (of ecologische) definitie. De Europese Commissie laat de interpretatie van dit begrip over aan de lidstaten. Tot op heden wordt in de jurisprudentie teruggegrepen op een uitspraak van het Europese Hof van Justitie uit 2004. In het Kokkelvisserij-arrest is significantie door het Europese Hof van Justitie als volgt omschreven: 'Een plan of project dat niet direct verband houdt met of nodig is voor het beheer van een gebied moet worden beschouwd als een plan of project dat significante gevolgen kan hebben voor het betrokken gebied, wanneer de instandhoudingsdoelstellingen daarvan in gevaar dreigen te komen.' Ook het ministerie van EZ neemt de instandhoudingsdoelen als referentie voor het bepalen van significante effecten; 'indien als gevolg van een ingreep de toekomstige oppervlakte habitat of leefgebied, aantal van een soort dan wel kwaliteit van een habitat lager zal worden dan zoals bedoeld in de instandhoudingsdoelstelling, dan kan sprake zijn van significante gevolgen' (Steunpunt Natura 2000, 2010).

## 4 Afbakening effectindicatoren Natura 2000

### 4.1 Relevante effecttypen

Voor de effectanalyse is het van belang om eerst de relevante storingsfactoren in beeld te brengen die de werkzaamheden met zich meebrengen. Het gaat hierbij alleen om zowel tijdelijke als permanente effecten voor de Natura 2000-gebieden binnen de reikwijdte van het effect. De aanleg van het onverhard onderhoudspad is een relatief beperkte ingreep en kortdurend (maximaal een week). De reikwijdte beperkt zich tot het Natura 2000-gebied Zwarte meer. Ook het gebruik is extensief (enkele keren per jaar).

De mogelijke significante effectindicatoren van de geplande werkzaamheden op het Natura 2000-gebied zijn uitgewerkt aan de hand van de zogenoemde 'effectenindicator' (LNV, 2014).

De effectenindicator is een instrument om een eerste indruk te kunnen geven van de mogelijk optredende effecten bij een specifieke activiteit. De effectenindicator biedt een selectie aan activiteiten (zoals woningbouw, recreatie, etc.). Hierbij zijn de gangbare effecten vanuit de geselecteerde activiteit in relatie gebracht met de gevoeligheid van de aangewezen habitats en soorten voor de betreffende effecten. De meest passende activiteit die gekozen kan worden is 'weg'. Omdat dit intensiever is dan een onderhoudspad betreft het een worst case. De volgende effectindicatoren zijn hierbij naar voren gekomen:

- Oppervlakteverlies en versnippering;
- Verontreiniging;
- Verdroging;
- Verstoring door licht, geluid en trillingen;
- Optische verstoring;
- Verstoring door mechanische effecten;
- Vermesting en verzuring door stikstofdepositie.

Per effectindicator is in de navolgende paragrafen een korte omschrijving opgenomen.

### 4.2 Ruimtebeslag en versnippering

Verlies van oppervlakte kan leiden tot verkleining en in sommige gevallen ook tot versnippering van het leefgebied van kwalificerende soorten. Een kleiner gebied heeft bovendien meer te lijden van randinvloeden: vaak is de kwaliteit van het leefmilieu aan de rand minder goed dan in het centrum van het gebied. Op deze manier leidt verlies van oppervlakte mogelijk ook tot een grotere gevoeligheid voor bijvoorbeeld verdroging, verzuring of veresting (Broekmeyer et al, 2005).

De aanleg van een onderhoudspad leidt tot enig oppervlakteverlies. Mogelijke effecten door ruimtebeslag en versnippering worden in hoofdstuk 5 beoordeeld.

### 4.3 Verontreiniging

De aanleg van het onverharde onderhoudspad veroorzaakt geen verontreiniging en effecten door verontreiniging zijn daarom niet aan de orde. Verontreiniging heeft namelijk betrekking op afstroming van water ('run-off') met daarin bijvoorbeeld zware metalen, organische stoffen of strooizout. Deze stoffen kunnen een negatief effect hebben op habitattypen en (leefgebieden van) kwalificerende soorten op een zeer korte afstand tot de bron.

### 4.4 Verdroging

De aanleg van een onverhard onderhoudspad heeft geen invloed op de waterhuishouding in het plangebied en omgeving. Effecten door verdroging zijn niet aan de orde. De waterhuishouding op regionale schaal, bijvoorbeeld van verschillende beeksystemen, werkt door in de aanvoer van grondwater naar diverse gebieden en de kwaliteit daarvan. Dit kan leiden tot verdroging en als gevolg daarvan tot verzuring. Verzuring treedt op door een vergrote invloed van regenwater in de wortelzone, ten koste van het meer gebufferde grondwater.

### 4.5 Verstoring door licht, geluid en trillingen

Door lichtverstoring bestaat de kans dat kwalificerende soorten een verlicht gebied gaan ontwijken waardoor het leefgebied afneemt. Lichthinder op fauna kan doorgaans tot honderden meters van de bron meetbaar zijn (Molenaar, 2003) en in uitzonderlijke gevallen leiden tot effecten op 1.000 meter afstand van leefgebieden (Arcadis, 2014).

De werkzaamheden voor de aanleg en ook het gebruik vinden plaats bij daglicht en er wordt geen kunstlicht gebruikt. Verstoring door licht is niet aan de orde. Bij het aanleggen van het onverharde onderhoudspad is geen sprake van materieel of werkzaamheden die trillingen veroorzaken. Verstoring door trillingen is niet aan de orde.

Verstoring van geluid kan optreden door onnatuurlijke geluidsbronnen; permanent zoals geluid van wegverkeer dan wel tijdelijk zoals geluidsbelasting tijdens de realisatiefase. Geluid is een hoorbare trilling, gekenmerkt door geluidsdruk en frequentie. Geluid kan de vocale communicatie maskeren en op korte afstand voor schrikreacties zorgen voor soorten. Met name broedvogels zijn gevoelig; de effecten kunnen tot op grotere afstand doorwerken. Trillingen en geluid kunnen vooral ontstaan bij zwaardere werkzaamheden zoals bijvoorbeeld heien.

De werkzaamheden worden uitgevoerd buiten het broedseizoen zodat verstoring door geluid van broedvogels niet aan de orde is. De habitatsoorten zijn vissen en meervleermuis. Vissen kunnen verstoring ondervinden door geluid. Omdat niet in het water wordt gewerkt zal geen verstoring van vissen optreden. Meervleermuis is nachtactief, terwijl overdag wordt gewerkt. Voor niet broedvogels moeten de mogelijke effecten door de tijdelijke geluidverstoring nader worden beschouwd.

## 4.6 Optische verstoring

Met optische verstoring wordt bedoeld een toename van het aantal mensen of verkeersbewegingen door de aanleg van de benodigde infrastructuur waardoor de druk op Natura 2000-gebieden toeneemt. Optische verstoring kan optreden door de aanwezigheid en/of beweging van mensen dan wel voorwerpen die niet thuishoren in het natuurlijke systeem. Volgens Arcadis (2014) kunnen in uiterste gevallen nog effecten optreden tot een afstand van 1.200 meter voor kwalificerende visueel verstoringsgevoelige soorten (met name vogels) bij een zeer intensieve uitloop van menselijke activiteiten en zonder enige tussenliggende afscherming.

Omdat het onderhoudspad vlak langs een rietmoeras wordt aangelegd, vindt de aanleg en ook het gebruik van het pad buiten het broedseizoen plaats. Voor de aangewezen niet-broedvogels zijn negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen niet op voorhand uit te sluiten en worden in hoofdstuk 5 mogelijke effecten nader beschouwd.

## 4.7 Verstoring door mechanische effecten

Onder mechanische effecten vallen verstoring door betreding, golfslag, luchtwervelingen etc. die optreden ten gevolge van menselijke activiteiten. De oorzaken en gevolgen zijn bij deze storende factor zeer divers.

Het aanbrengen van een onverhard pad gedurende een periode van een week is niet zodanig intensief dat hierdoor mechanische effecten zijn te verwachten. Ook het gebruik van het pad enkele keren per jaar leidt niet tot mechanische effecten. Negatieve effecten door verstoring door mechanische effecten zijn niet aan de orde.

## 4.8 Verzuring en vermisting door stikstofdepositie

Als er stoffen in het milieu terecht komen die leiden tot het zuurder worden van de lucht, neerslag, bodem, oppervlaktewater of grondwater spreken we van verzuring. Dit leidt tot een directe of indirecte afname van de buffercapaciteit (het neutralisatievermogen) van bodem of water. Op termijn resulteert dit proces in een daling van de zuurgraad. Hierdoor zullen voor verzuring gevoelige soorten verdwijnen, wat kan resulteren in een verandering van het habitatype en daarmee mogelijk het verdwijnen van typische (dier)soorten. Vermisting betreft elke extra aanvoer van voedingsstoffen, met name stikstof en fosfaat. Het kan gaan om aanvoer door de lucht (droge en natte neerslag van ammoniak en stikstofoxiden) of nitraat- en fosfaataanvoer door het oppervlaktewater. Ook verhoogde mineralisatie, dat wil zeggen de omzetting van plantenresten en humus tot voedingsstoffen en CO<sub>2</sub>, leidt tot vermisting.

De werkzaamheden leiden tot een geringe extra stikstofuitstoot. Per 1 juli 2021 is echter de Wet stikstofreductie natuurverbetering in werking is getreden en geldt er een partiële vrijstelling voor de bouwsector, waardoor de stikstofemissies (en de bijhorende stikstofdepositie) in de aanlegfase niet meer leiden tot een vergunningplicht op grond van de Wet natuurbescherming. Stikstof uitstoot in de eindfase is niet aan de orde. Het pad wordt enkele keren per jaar gebruikt voor onderhoud aan de mast en het pad zelf (maaïen).

Ook zonder de aanwezigheid van het onderhoudspad moet dit plaatsvinden. Dit betekent dat er geen extra stikstofuitstoot plaatsvindt door de aanwezigheid van het pad door het uitblijven van verkeersaantrekkende werking.  
Negatieve effecten door stikstofdepositie hoeven niet te worden getoetst.

## 5 Effectbeoordeling Natura 2000

### 5.1 Effectbeoordeling

In dit hoofdstuk zijn de mogelijke effecten beschreven op de instandhoudingsdoelen van habitattypen en kwalificerende soorten van Natura 2000-gebied Zwarte meer. De hoofdvraag hierbij is of significante verslechtering op de doelen van kwalificerende soorten, en significante verslechtering van habitattypen en habitats van soorten (leefgebied), op voorhand zijn uitgesloten.

In de onderstaande paragrafen worden de effectindicatoren behandeld die in hoofdstuk 4 als relevant en nader te toetsen zijn beoordeeld. Bepaald wordt in hoeverre significante effecten op de geformuleerde instandhoudingsdoelstellingen optreden.

Voor de onderstaande effectindicatoren is in hoofdstuk 4 geconcludeerd dat geen nadere toetsing nodig is:

- Verontreiniging.
- Verdroging.
- Verstoring door licht en trillingen.
- Verstoring door mechanische effecten.
- Verzuring en vermesting door stikstofdepositie.

Mogelijke effecten van verstoring door geluid en optische verstoring worden in paragraaf 5.2 getoetst.

### 5.2 Oppervlakteverlies en versnippering

Door de aanleg van het onverharde onderhoudspad gaat de oorspronkelijke begroeiing op maaiveld verloren. Er zijn ter plaatse geen habitattypen aangewezen, wel is het water erlangs aanwezig als moeras. De strook waar het pad wordt gerealiseerd verloopt grotendeels over een reeds bestaand graspad. Omdat het een onverhard pad wordt, dat ook ingezaaid zal worden met een kruidenmengsel blijft het pad onderdeel van het natuurgebied. In de praktijk is er daarom geen sprake van oppervlakteverlies. Ook is momenteel geen sprake van indicerende vegetatie ter plaatse van het geplande onderhoudspad. Daarnaast vormt het pad onverharde pad, dat bovendien slechts incidenteel wordt gebruikt, geen belemmering en blijft de verbinding met de omgeving bestaan. Negatieve effecten door oppervlakteverlies en versnippering zijn uitgesloten.

### 5.3 Verstoring door geluid en optische verstoring

Het aanleggen van het onderhoudspad duurt een week. Het gebruik zal niet meer dan enkele keren per jaar zijn.

Voor de niet-broedvogels kunnen effecten van verstoring door geluid en optische verstoring niet worden uitgesloten. Voor alle aangewezen niet-broedvogels geldt voor zowel kwaliteit als omvang van het leefgebied een behoudsdoelstelling.

In tabel 5.1 is een overzicht opgenomen van de aangewezen niet-broedvogels en hun staat van instandhoudingen en verstoringgevoeligheid.

**Tabel 5.1 Aangewezen niet-broedvogels met SVI en verstoringgevoeligheid**

Soort	SVI	Verstoring	Negatief effect
A005 Fuut	Matig ongunstig	Water- en oeverrecreatie 10-300m	Mogelijk
A017 Aalscholver	Gunstig	Vooraf waterrecreatie, matig	Geen
A034 Lepelaar	Gunstig	Vooraf waterrecreatie	Mogelijk
A037 Kleine zwaan	Gunstig	Vooraf waterrecreatie	Mogelijk
A041 Kogans	Gunstig	Voorkeur open landschap	Ligt op afstand, geen
A043 Grauwe gans	Gunstig	Vooraf waterrecreatie	Mogelijk
A050 Smient	Gunstig	Slapen: wandelaar 90m, surfer >100	Mogelijk
A051 Krakeend	Gunstig	Vooraf waterrecreatie 300m	Mogelijk
A052 Wintertaling	Matig ongunstig	Vooraf waterrecreatie 100m	Mogelijk
A054 Pijlstaart	Matig ongunstig	Wandelaar >100m en windsurfers	Mogelijk
A056 Slobeend	Gunstig	Vooraf waterrecreatie 300m	Mogelijk
A059 Tafeleend	Zeef ongunstig	Vooraf waterrecreatie 300-400m	Mogelijk
A061 Kuifeend	Matig ongunstig	Vooraf waterrecreatie 200-400m	Mogelijk
A125 Meerkoef	Gunstig	Water- en oeverrecreatie 50m	Geen
A156 Grutto	Zeef ongunstig	Geen want slaappleatsen	Geen
A197 Zwarte stern	Zeef ongunstig	<100m	Mogelijk
A702 Toendrarietgans	Gunstig	Geen want slaappleatsen	Geen

Voor grutto en toendrarietgans treden geen negatieve effecten door optische verstoring en verstoring door geluid op. De doelstelling richt zich op de slaappleatsen en niet op de foeragegebieden. De slaappleatsen worden door het werken overdag niet verstoord.

Voor kogans geldt dat deze bij voorkeur foerageert in open landschap. Dit ligt op grotere afstand van de werkzaamheden en verstoring binnen het Natura 2000-gebied door deze werkzaamheden is daarom niet aan de orde.

Voor de soorten die op het water foerageren geldt in het algemeen dat deze vooral gevoelig zijn voor waterrecreatie en vanwege de vaak grotere afstand in mindere voor verstoring op de oever. In combinatie met het feit dat de werkzaamheden kortdurend zijn (een week) en het pad slechts incidenteel wordt gebruikt, is geen sprake van structurele verstoring door de werkzaamheden en daardoor geen verlies van leefgebied.

Voor alle niet-broedvogels kunnen negatieve effecten, en zeker significant negatieve effecten door optische verstoring en verstoring door geluid worden uitgesloten



## 6 Conclusie

Uit de voortoets is gebleken dat de kortdurende aanleg en het incidentele gebruik van het aan te leggen onverharde onderhoudspad niet leidt tot effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebied Zwarte meer.

Er is geen sprake van effecten van:

- Verontreiniging.
- Verdroging.
- Verstoring door licht en trillingen.
- Verstoring door mechanische effecten.
- Verzuring en vermesting door stikstofdepositie.

De volgende mogelijke effecten zijn nader getoetst:

- Oppervlakteverlies en versnippering.
- Verstoring door geluid.
- Optische verstoring.

Er is geen sprake van negatieve effecten door versnippering en oppervlakteverlies omdat het pad onderdeel blijft uitmaken van de natuurlijke omgeving en niet leidt tot barrières voor fauna.

De mogelijke effecten van verstoring gelden alleen voor de niet-broedvogels, aangezien de werkzaamheden buiten het broedseizoen gaan plaatsvinden.

Voor alle aangewezen niet-broedvogels geldt voor zowel kwaliteit als omvang van het leefgebied een behoudsdoelstelling. Door per soort naar de staat van instandhouding en verstoring gevoeligheid te kijken, is getoetst of sprake kan zijn van negatieve effecten.

Uit de effectbeoordeling is gebleken dat de aanleg van het onderhoudspad en het incidentele gebruik ervan niet zal leiden tot significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van niet-broedvogels.

Voor de overige instandhoudingsdoelstellingen zijn negatieve effecten, en zeker significant negatieve effecten, uitgesloten.