

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland
Rijkswaterstaat Zee en Delta

Postbus 5014
4330 KA MIDDELBURG

DATUM
ONZE REFERENTIE
BEHANDELD DOOR
TELEFOON DIRECT
E-MAIL

BETREFT Aanvraag Wet beheer rijkswaterstaatswerken voor het kruisen van rijkswegen met een 380kV hoogspanningsverbinding.

Geachte heer, mevrouw,

Hierbij vraagt TenneT op grond van artikel 2 lid 1 onder a van de Wet beheer rijkswaterstaatswerken een vergunning aan, voor het kruisen van rijkswegen ten behoeve van een 380kV hoogspanningsverbinding van Borssele naar Rilland.

Achtergrond

Op 20 juni 2014 is door het Ministerie van EZ een voorbereidingsbesluit voor de provincie Zeeland genomen ten behoeve van project 'Zuid-West 380kV'. Dit project van TenneT omvat de aanleg van een nieuwe 380kV hoogspanningsverbinding van Borssele naar Rilland. Dit project wordt de komende jaren uitgevoerd en omvat de bouw van circa 109 nieuwe 380kV 'Wintrack' masten en de aanpassingen die hiervoor nodig zijn aan de bestaande verbinding en de aansluiting van hoogspanningsstations.

Wet beheer rijkswaterstaatswerken

Op grond van de Wet beheer rijkswaterstaatswerken, artikel 2 lid 1 onder a, is voor het realiseren van kabels boven een rijksweg en een tijdelijke uitrit een vergunning nodig.

Artikel 2 lid 1, Het is verboden zonder vergunning van Onze Minister van Verkeer en Waterstaat gebruik te maken van een waterstaatswerk door anders dan waartoe het is bestemd:

a. daarin, daarop, daaronder of daarover werken te maken of te behouden.

TenneT vraagt hierbij een vergunning aan voor:

- het kruisen van rijkswegen op locaties in drie verschillende gemeenten

Gemeente Borsele

Binnen de gemeente Borsele zal het tracé op één locatie een rijksweg kruisen:

- Kruising S01, Mast 1006 – 1007; Rijksweg N62, ook bekend als de Westerscheldetunnelweg.

Het ontwerp van de in- en uitritten wordt pas in de realisatiefase uitgewerkt in verband met benodigde transport eisen. Door de aannemer wordt later een ontwerptekening gemaakt en een beboddingsplan opgesteld.

Gemeente Kapelle

Binnen de gemeente Kapelle zal het tracé op twee locaties een rijksweg kruisen:

- Kruising S07, Mast 1055 – 1056; Rijksweg A58 inclusief oprit ter hoogte van km. 141,8.
- Kruising tussen Mast 1056 – 1057; afrit 34 van de Rijksweg A58 richting Kapelle, ter hoogte van km 141.8.

Gemeente Reimerwaal

Binnen de gemeente Reimerswaal zal het tracé op één locatie een rijksweg kruisen:

- Kruising S13, Mast 1101 – 1102; Rijksweg A58 ter hoogte van km 124.1.

Het realiseren van de kabels over de rijkswegen gebeurt met behulp van tijdelijke jukken en tijdelijke werkterreinen. Als uitzondering geldt de kruising tussen de masten 1056 en 1057, waarbij geen gebruik zal worden gemaakt van de tijdelijke jukken. Hier zullen de draden tijdens kortdurende tijdelijke stremmingen worden gespannen.

De locaties van de kruisingen met de rijksweg, de tijdelijke aansluiting op van de werkwegen, inclusief ligging van de jukken en werkterreinen zijn aangegeven in de bijlagen:

- *Overzichtskaart*
- *Situatietekeningen*
- *Vergunningenkaarten*

De principe bouwkundige berekeningen van de jukken zijn opgenomen in de bijlagen:

- *Funderingsadvies Bleiswijk*
- *Statik Modul 12m Netz 60m mit Konterlast*

Als referentie worden in de bijlage foto's meegestuurd, van enkele in het verleden gebruikte tijdelijke jukken tijdens het realiseren van andere hoogspanningstracés.

Start werkzaamheden

De start van de werkzaamheden is niet aangegeven op het formulier. De informatie hieromtrent volgt nog op een nader te bepalen moment.

Rijkscoördinatieregeling procedure

Ten aanzien van uw besluit op deze aanvraag ingevolge artikel 2.1 eerste lid en 2.2 van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht is op grond van artikel 20c Elektriciteitswet j° artikel 2 lid 1 onder a Uitvoeringsbesluit rijkscoördinatieregeling energie-infrastructuurprojecten de rijkscoördinatieregeling uit de Wet op de ruimtelijke ordening van toepassing (artikel 3.35).

De rijkscoördinatieregeling voorziet in een gecoördineerde en parallelle besluitvorming over alle voor de uitvoering van de activiteit vereiste besluiten en het rijksinpassingsplan (RIP). Dit betekent dat tegelijk met het ontwerp-RIP de ontwerp uitvoeringsbesluiten (vergunningen) ter inzage worden gelegd. Ditzelfde geldt voor het definitief vastgestelde inpassingsplan en de definitieve uitvoeringsbesluiten. Hierbij is de minister van Economische Zaken de aangewezen minister voor de coördinatie.

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

1. Ingevolge de rijkscoördinatieregeling dient u een kopie van onderhavige aanvraag te verzenden aan de minister van Economische Zaken.
2. 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.
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.

Correspondentie

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

Wij verzoeken u het ontwerpbesluit en het besluit te richten aan:

Wij verzoeken u de legesfactuur onder vermelding van **projectnummer**

te richten aan:

Alleen in het geval dat wordt voldaan aan voorgaand verzoek, kunnen wij garanderen dat de betaling van de legesfactuur plaatsvindt binnen dertig dagen na ontvangst van de factuur.

Nalevering

Tijdens vooroverleg op 18 september 2014 tussen de heer S. Veldhuis van TenneT BV en de heer M. Leijnse van Rijkswaterstaat is afgesproken, dat de nog te benoemen aannemer voor de start van de werkzaamheden een werkplan ter goedkeuring aanbiedt bij Rijkswaterstaat. Deze eis wordt dan ook als zodanig opgenomen in de af te geven beschikking, welke conform gemaakte afspraken een vergunning op hooflijnen zal betreffen.

Een volledig overzicht van de vergunningsgegevens vindt u in het bijgevoegde bijlagenoverzicht.

Graag ontvangen wij een ontvangstbevestiging van deze aanvraag.

Uw nader bericht zien wij met belangstelling tegemoet.

Met vriendelijke groet,
TenneT TSO B.V.



Aanvraag Wbr beschikking

Ten behoeve van

Vraagt u de vergunning voor uzelf aan? Ja

Aanvrager is: * Bedrijf

Gegevens Aanvrager

Bedrijfsnaam

Achternaam contactpersoon *

Voorletter(s)

KVK / BIN

Adres

Postcode / Plaats

Postbusnummer

Postcode / Plaats

E-mail

Telefoonnummer

kenmerk aanvrager

Dhr.

Tussenvoegsel

Nummer

Land

Land

Faxnummer

Doel waarvoor de aanvraag geldt

Selecteer het doel waarvoor deze aanvraag geldt.

Kabels / leidingen / wegkruisingen (incl. mantelbuizen)
Bouwwerken niet zijnde gebouwen

Tevens eigenaar / eigendom

Zijn de percelen waar u werkzaamheden wilt uitvoeren eigendom van de aanvrager? Nee

Zijn de percelen eigendom van De Staat (zoals Rijkswaterstaat of RVOB (Rijksvastgoed- en Ontwikkelingsbedrijf))? Ja

Waarom? (doel / belang)

Wat wilt u gaan doen / maken en waarvoor dient het? (maximaal 8 regels gebruiken)

Het kruisen van de Rijkswegen N62 en A58 met een 380kV tracé op verschillende locaties binnen de gemeenten Borsele, Kapelle en Reimerswaal, met behulp van tijdelijke jukken. Het betreft de kruisingen S01, S07 en S13.

Motivering van de aanvraag (maximaal 7 regels gebruiken)

Afstand tussen de masten ligt tussen de 288 en 399 meter. De hoogte van de masten is 65 tot 68 meter. De minimale hoogte van kabels t.o.v. wegdek is 15 meter. Zie bijlage "Lengteprofielen" voor verdere detaillering.

Betreft het aangevraagde werk een uitbreiding / wijziging van een bestaande situatie? Nee

Is er reeds eerder een Wbr vergunning verstrekt? Nee

Hoe? (uitvoeringswijze)

Hoe zullen de werkzaamheden worden uitgevoerd? (maximaal 7 regels gebruiken)

Trekken van 380kV kabels over Rijkswegen N62 en A58 met behulp van tijdelijke jukken. Het werkplan wordt door de aannemer uitgewerkt en ter goedkeuring aan Rijkswaterstaat aangeboden. De werkzaamheden worden met inachtneming van verkeersveiligheid uitgevoerd. In het formulier opgegeven startdatum is fictief. De exacte startdatum wordt later doorgegeven.

Waar? Locatiegegevens / kadastrale gegevens / situatie tekening

Adresgegevens van de locatie	Verschillende locaties		
Gemeente	Borsele, Kapelle en Reimerswaal.		
Postcode			
Betreft	Rivier / kanaal / Rijksweg		
Naam	A58 en N62 (Westerscheldetunnelweg)		
Naam loswal / kade / steiger	n.v.t.		
Kilometering		Zijde	<Maak uw keuze>
Kadastrale gegevens bekend bij gemeente . . . , sectie . . . , nummer . . .	Zie kadastrale gegevens		
X-coördinaat		Y-coördinaat	

Wanneer + periode (instandhouding)

Wat is de gewenste aanvangsdatum van de werkzaamheden?

Is het resultaat van de werkzaamheden van tijdelijke of permanente aard? Permanent

Kostprijs / raming van de werkzaamheden (leges)

Wat is de kostprijs of raming van de kosten (exclusief BTW) van het aangevraagde werk?

> EUR 2400,-

heeft u een afwijkend adres voor de factuur? Ja

Bijlagen

Tracégegevens (route - positielijst - diepteligging)	1748074_Aanvraagbrief_ZW380kV_Wbr_Ondertekend.pdf
Betreft de aanvraag een (vaar)wegkruising van een gestuurde boring?	Nee
Bijlage(n) gestuurde boring / persing conform richtlijn boortechniek versie januari 2004	
Situatietekening (algemeen)	1748075_Bijlagelijst_ZW380kV_Wbr.pdf
Constructietekening van de nieuwe situatie	1748076_Bijlagelijst_ZW380kV_Wbr.pdf
Kadastrale gegevens (algemeen)	
Specificatie van gewenste wijzigingen en bijbehorende vergunning(en) (datum en nummer)	
Overige relevante bijlage	
Overige relevante bijlage	
Overige relevante bijlage	
Overige relevante bijlage	



Ik verklaar hierbij deze **aanvraag** naar waarheid te hebben ingevuld.

Postbus 718, 6800 AS Arnhem, Nederland
Rijkswaterstaat Zee en Delta
T.a.v. Afdeling Vergunningverlening

DATUM	26 mei 2015
ONZE REFERENTIE	
BEHANDELD DOOR	
TELEFOON DIRECT	
E-MAIL	

BETREFT Aanvulling aanvraag WBR voor het kruisen van rijkswegen

Geachte heer, mevrouw,

Op 30 April is door ons een aanvraag om vergunning in het kader van de Wet beheer rijkswaterstaatswerken ingediend voor het kruisen van een aantal rijkswegen met een 380kV hoogspanningsverbinding.

In ons aanvraag formulier is aangegeven dat de minimale hoogte van de kabels t.o.v. het wegdek minimaal 15 meter is. Dit is onjuist ingevuld. De minimale afstand tussen de geleiders en de rijksweg is bepaald conform de NEN-EN 50341. Wij willen u dan ook vragen op te nemen dat de minimale afstand tussen het wegdek en de laagste kabel bepaald moet zijn conform de NEN-EN 50341.

Bijlagelijst ZW380kv Wbr, d.d. 29 april 2015						
Map	Titel	Datum	Versie	Tekening/documentnummer	Vergunning	Opmerkingen
1	Overzichtskaarten en Mastenlijst					
	Overzicht Zuid-West 380 kV Borssele-Rilland	feb-15		150227p zw380 ZW-W zeeland A2	Wbr	
	Tracé ZW380kV Gemeente Borsele	12-2-2014		151105p zw-w380 Borssele A0	Wbr	
	Tracé ZW380kV Gemeente Kapelle	12-2-2014		151105p zw-w380 Kapelle A0	Wbr	
	Tracé ZW380kV Gemeente Reimerswaal	21-4-2014		150421p zw-w380 Reimerswaal A0	Wbr	
	Mastenlijst Wbr RWS DT1				Wbr	
	Mastenlijst Wbr RWS DT2	20-2-2015			Wbr	
2	Kadastrale gegevens					
	Lijst kadastrale gegevens	24-4-2015	10	Kadastrale percelen RWS Wbr	Wbr	
3	Situatietekeningen					
	VKA 2.0 Gemeente Borssele	14-4-2015	VKA 2.0	150414p zw-w380 Borsele	Wbr	Blad 2 van 10
	VKA 2.0/2.1 Gemeente Kapelle	14-4-2015	VKA 2.0/2.1	150414p zw-w380 Kapelle	Wbr	Blad 4 van 5
	VKA 2.1 Gemeente Reimerswaal	21-4-2014	VKA 2.1	150414p zw-w380 Reimerswaal	Wbr	Blad 11 van 11
4	Vergunningenkaarten					
	150428 vergunningenkaarten DT1 VKA 20	28-4-2015	6	315112-T001-C-verg	Wbr	Blad 1006 en 1007
	150428 vergunningenkaarten DT2 VKA 2.1	28-4-2015	3	315112-T002-C-verg	Wbr	Blad 1056, S07 en S13
5	Lengteprofielen					
	Preliminary Line Drawings Section DT1 (Structure 1001 to 1050)	19-8-2014	P9	ZW380 LPD DT1-P9	Wbr	Blad 2 van 14
	Section DT2 Krabbendijke Alternative 4 (Structure 1050 - 1104)	20-2-2015	P2	ZW380 LPD DT2-P2 ALT-4	Wbr	Blad 2 en 13 van 15
6	Geleiderbreuk					
	Preliminary Line Profile Drawings - Conductor Breakage (Structure 1055 - 1056)	6-3-2015	P3	ZW380_LPD_DT2-ALT-4_P3_CB	Wbr	
7	Gegevens Jukken					
	Principe berekeningen	15-7-2010	0	Funderingsadvies Bleiswijk		In map Berekeningen onder Jukken
	Principe berekeningen	14-6-2010		Statik Modul 12m Netz 60 m mit Konterlast	Wbr	In map Berekeningen onder Jukken
	Foto's				Wbr	Diverse bestanden in map Fotos
	Tekeningen				Wbr	Diverse bestanden in map Tekeningen
8	Aanvullingen: ontwerpgegevens masten	13-7-2015	1.0	Diverse tekeningen	Wbr	Diverse documenten

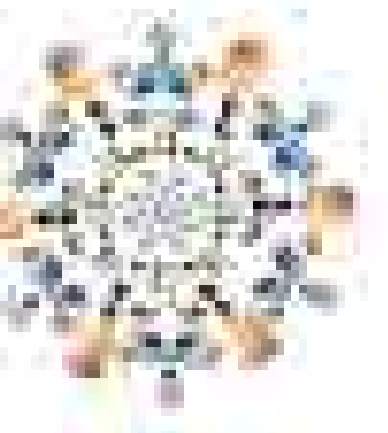
Bijlage 1

Overzichtskaarten en mastenlijst



380kV

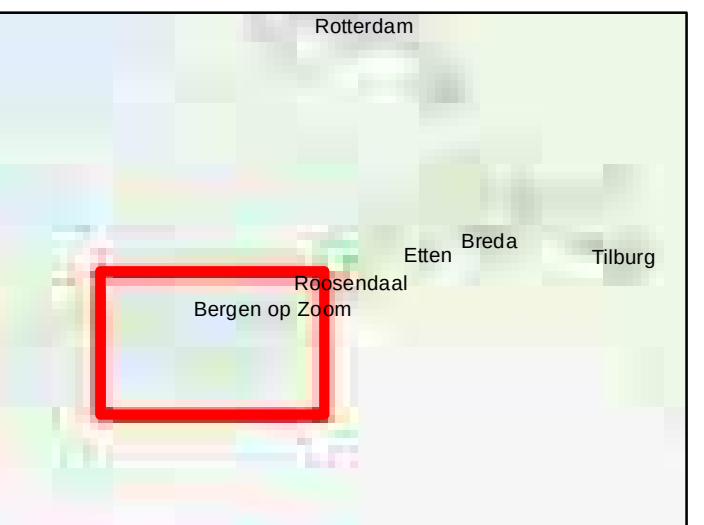
Tracé ZW380kV Gemeente Reimerswaal



Zuid • West 380 kV Tracé ZW380kV Gemeente Reimerswaal

Legenda

-  Hartlijn tracé
-  Mastvoeten
-  380kV bovengronds bestaand
-  150kV bovengronds bestaand
-  150kV ondergronds bestaand
-  Te amoveren verbinding
-  station kruising contouren
-  Grens inpasingsplan
-  Gemeentegrens
-  Corridor



versie	Concept	Datum	21-4-2015
schaal	1:30.000	Vormaat	A0
kenmerk	A:\g_zw30\producten\ZW30-01\file of Vergo met gen 15\0205_saat rich approve gen_schtr 350421.p_bv-w-300_01\versie 01_A0		



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

Zuid • West 380kV

Tracé ZW380kV Gemeente Borsele





Staking Table										
Wbr RWS DT1										
Structure Number	X Easting (m)	Y Northing (m)	Centerline Z Elevation (m)	Height Adjust. (m)	Line Angle (deg)	Orientation Angle (deg)	Transverse Axis Azimuth (deg)	Struct. Height (m)	Ahead Span (m)	Structure Description
1006	41525,717	384620,978	0,900	0,000	0	0,000	163,5	64,9	399,100	ZWW6S400+5
1007	41908,339	384734,417	1,170	0,000	0	0,000	163,5	64,9	396,600	ZWW6S400+5

Staking table**Wbr RWS****ZW380**

Krabbendijkse alternatief 4

DT2

Opgesteld:

TG

Gecontroleerd:

MV

Vrijgave:

MvN

Datum:

20-2-2015

Structure Number	X Easting (m)	Y Northing (m)	Centerline Z Elevation (m)	Height adjustment (m)	Line Angle (deg)	Orientation Angle (deg)	Transverse Axis Azimuth (deg)	Struct. Height (m)	Ahead span (m)	Structure Description
1055	56843,998	387124,436	-0,750	0	-49,499	0	168,049	68,2	308,8	ZWW4HL400+5
1056	57091,566	387308,967	1,450	0	0,000	0	143,300	65,6	287,8	ZWW4S350+10
1057	57322,344	387480,984	-0,650	0	0,000	0	143,300	65,6	282,2	ZWW4S350+10
1101	72583,140	382653,000	1,300	0	51,329	0	207,586	68,2	376,5	ZWW4HM400+5
1102	72808,430	382351,300	1,200	0	-56,122	0	205,189	68,2	356,9	ZWW4HM400+5

Bijlage 2

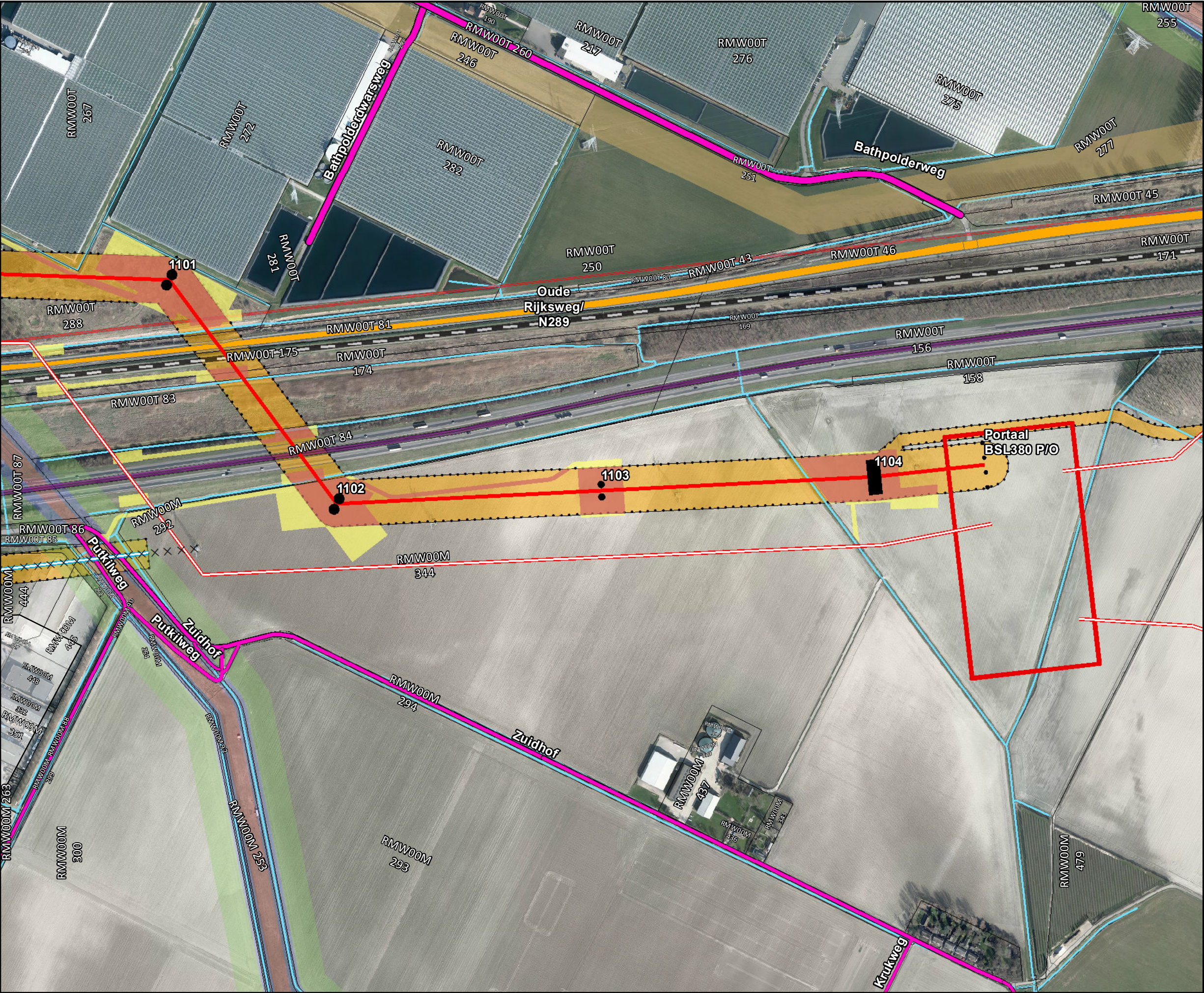
Kadastrale gegevens

ZW380: Kadastrale percelen RWS Wbr**Datum: 24 april 2015****Versie: 1.0**

<i>Mastnummer</i>	<i>Kadastraal perceel</i>	<i>Gemeente</i>
N62	BSL01E 1044	Borsele
1006	BSL01E 1349	Borsele
1007	BSL01E 1230	Borsele
A58	KPL01S 470	Kapelle
1055	KPL01S 379	Kapelle
1056	KPL01S 470	Kapelle
1057	KPL01S 846	Kapelle
A58 Afrit	KPL01S 458	Kapelle
1101	RMW00T 288	Reimerswaal
1102	RMW00M 344	Reimerswaal
A58	RMW00M 84	Reimerswaal
1104	RMW00M 344	Reimerswaal

Bijlage 3

Situatietekeningen



Legenda

Bovengronds 380kV

Bovengronds 150kV

Masten

Tijdelijke masten

Tijdelijke verbindingen

Werkwegen en -terreinen binnen plangrens

Werkwegen en -terreinen buiten plangrens

380kV bovengronds

150kV bovengronds

150kV ondergronds

×

Te amoveren verbinding

Waterschapswegen

Provinciale wegen

Gemeentelijke wegen

station kruising contouren

Gemeentegrenzen

Kadastrale percelen

Buisleidingenstrook

waterlopen

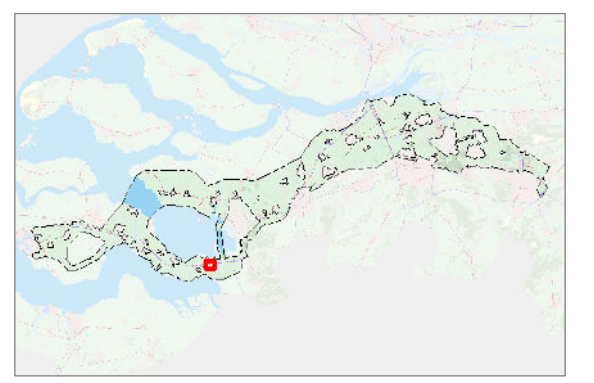
Waterkeringszone A

Waterkeringszone B

Waterkeringszone C

Grens inpassingsplan

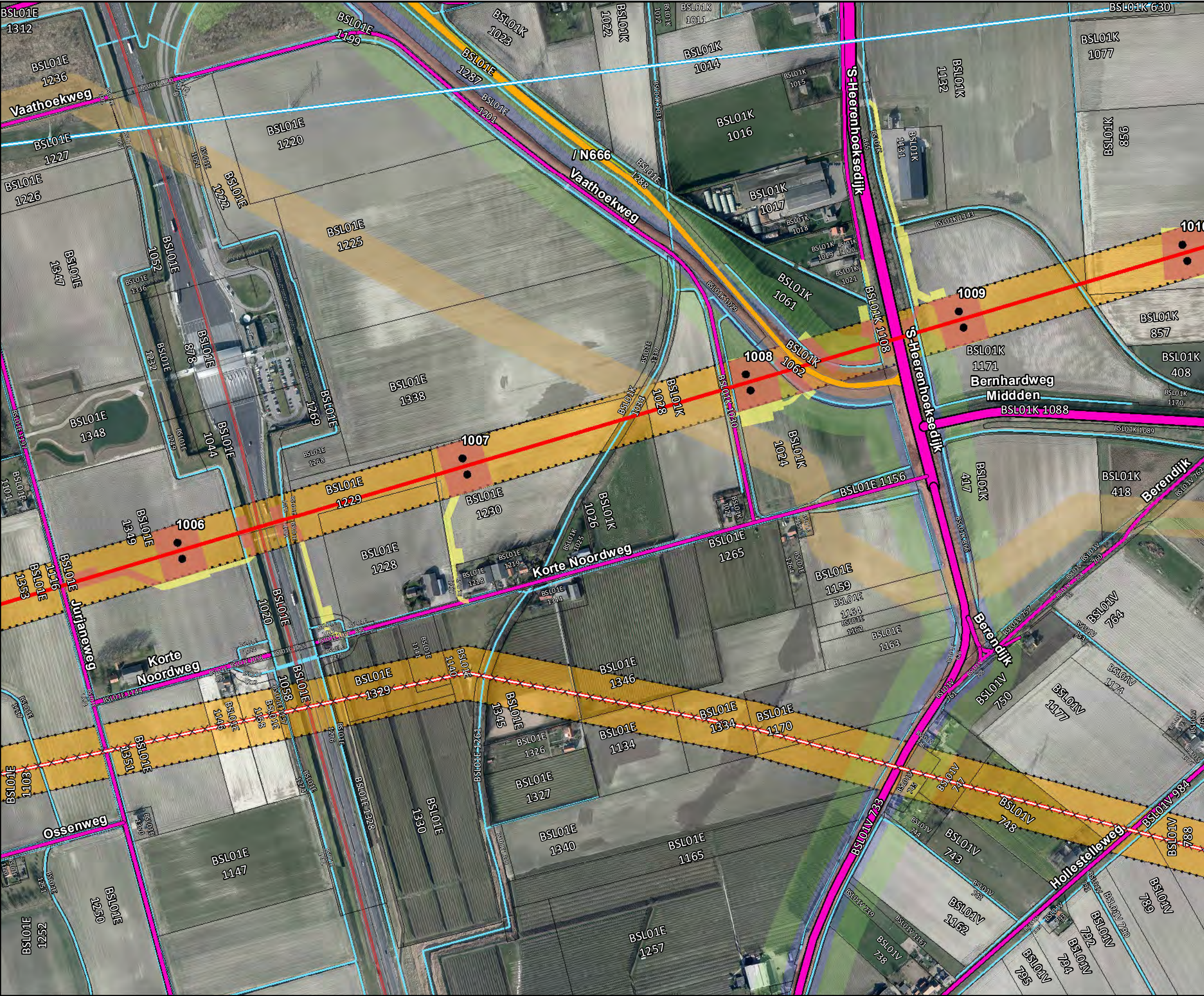
Corridor



Revisiedatum	21-4-2015	Formaat	A3
Aanmaakdatum	14-04-2015	Schaal	1:5.000
Versie	VKA 2.1	Blad	Pag. 11 of 11

Kenmerk
A:\p_zw380\producten\ZW380-West\vergunningen\150205_waterschapswegen_uitzoeken\150414p_zw-w380_Reimerswaal





Legenda

Bovengronds 380kV

Bovengronds 150kV

Masten

150kV kabel

Tijdelijke masten

Tijdelijke verbindingen

Werkwegen en -terreinen binnen plangrens

Werkwegen en -terreinen buiten plangrens

380kV bovengronds

150kV bovengronds

150kV ondergronds

×

×

Te amoveren verbinding

Waterschapswegen

Provinciale wegen

Gemeentelijke wegen

station kruising contouren

Gemeentegrenzen

Kadastrale percelen

Buisleidingenstrook

waterlopen

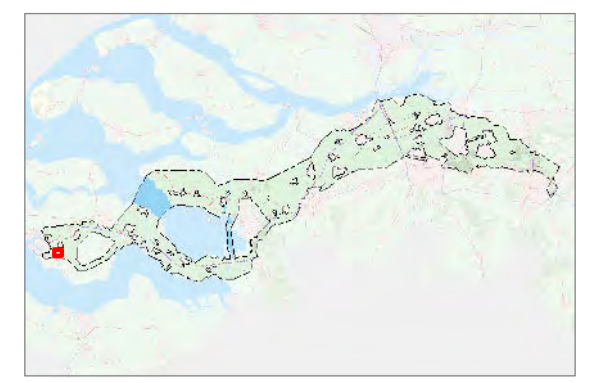
Waterkeringszone A

Waterkeringszone B

Waterkeringszone C

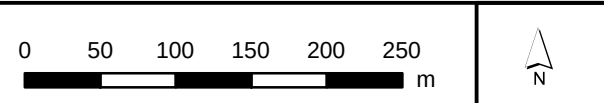
Grens inpassingsplan

Corridor

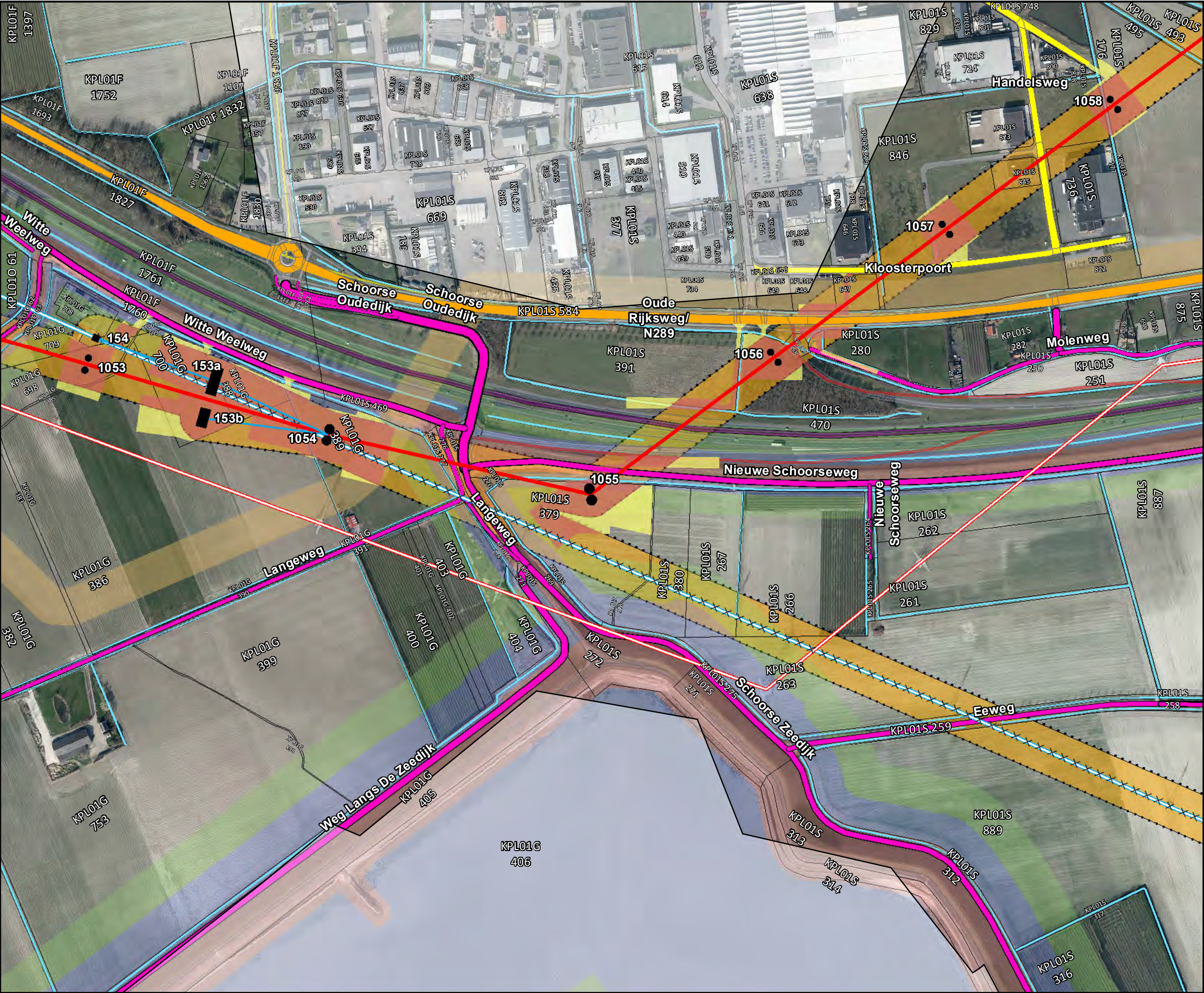


Revisiedatum	14-4-2015	Formaat	A3
Aanmaakdatum	14-04-2015	Schaal	1:5.000
Versie	VKA 2.0	Blad	Pag. 2 of 10

Kenmerk
A:\p_zw380\producten\ZW380-West\vergunningen\150205_waterschapswegen_uitzoeken\150414p_zw-w380_Borsele



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



Legenda

Bovengronds 380kV

Bovengronds 150kV

Masten

150kV kabel

Tijdelijke masten

Tijdelijke verbindingen

Werkwegen en -terreinen binnen plangrens

Werkwegen en -terreinen buiten plangrens

380kV bovengronds

150kV bovengronds

150kV ondergronds

×

×

Te amoveren verbinding

Waterschapswegen

Provinciale wegen

Gemeentelijke wegen

station kruising contouren

Gemeentegrenzen

Kadastrale percelen

Buisleidingenstrook

waterlopen

Waterkeringszone A

Waterkeringszone B

Waterkeringszone C

Grens inpassingsplan

Corridor

Zuid • West 380 kV

VKA 2.0/2.1

Revisiedatum	14-4-2015	Formaat	A3
Aanmaakdatum	14-04-2015	Schaal	1:5.000
Versie	VKA 2.0/2.1	Blad	Pag. 4 of 5

Kenmerk

A:\p_zw380\producten\ZW380-West\vergunningen\150205_waterschapswegen_uitzoeken\150414p_zw-w380_Kapelle

050100150200250

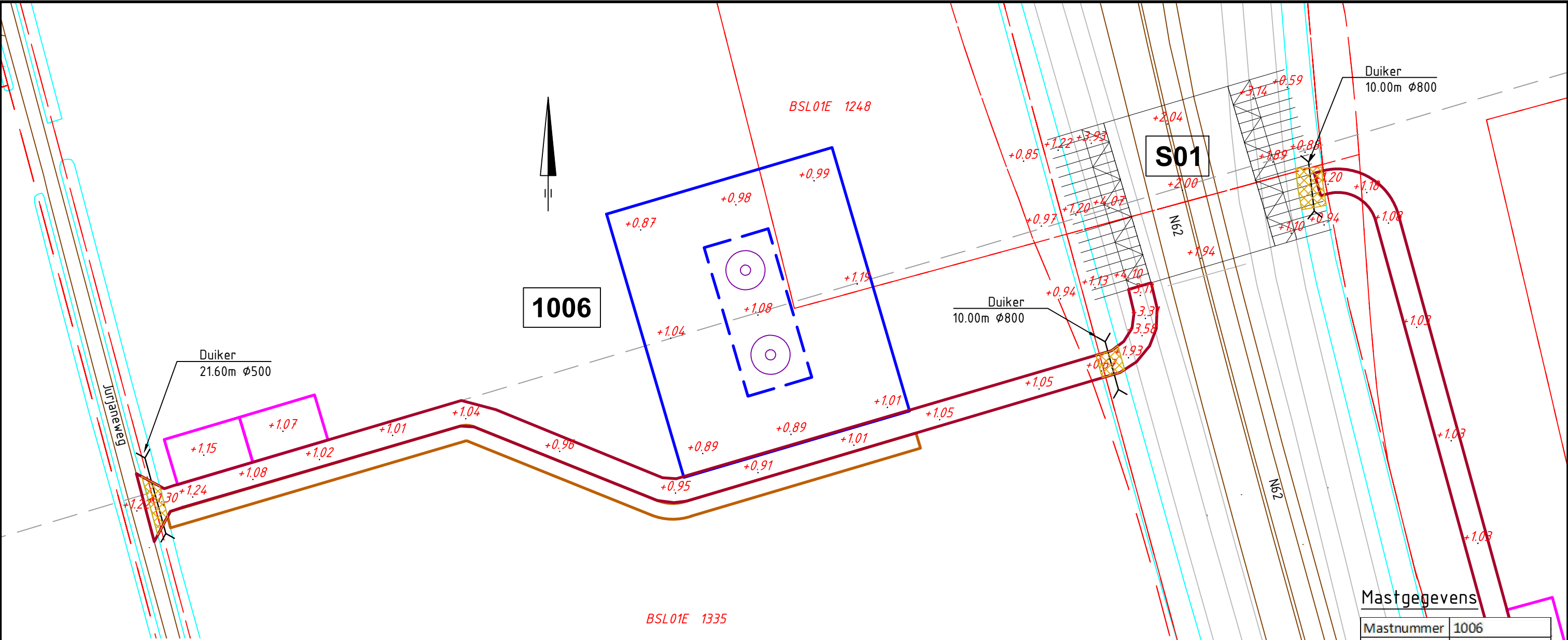
m

N

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

Bijlage 4

Vergunningenkaarten

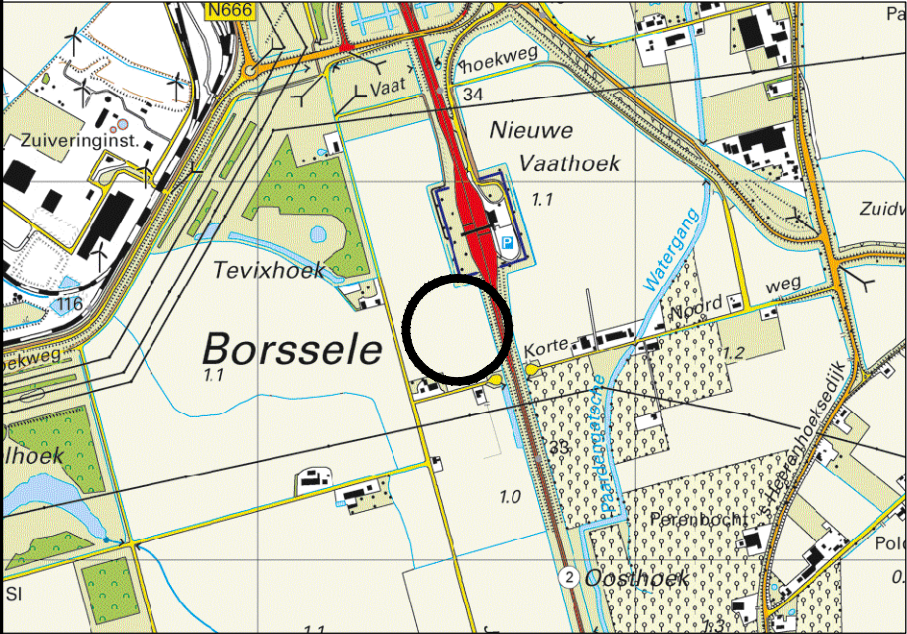


Verklaring

- Werkterrein + toegangsweg
- Lierterrein
- Bouwput
- Mast
- Portaal
- Hartlijn
- Passeerplaats
- Opslagterrein
- Grondopslag teelaarde
- Kadastrale grens
- GBKN-bebouwing
- GBKN-water
- GBKN-verhardingen
- GBKN-groen
- GBKN-overige
- Tijdelijke duiker
- Tijdelijke watergang
- Te verwijderen groen/struiken
- Tijdelijk dempen watergang/waterpartij

Mastgegevens

Mastnummer	1006
Type	ZWW6S400+5
Masthoogte	64,9 m
Maaiveld	0,9 m
Terrein	akker
Coördinaten	41525,717 384620,978



Overzicht

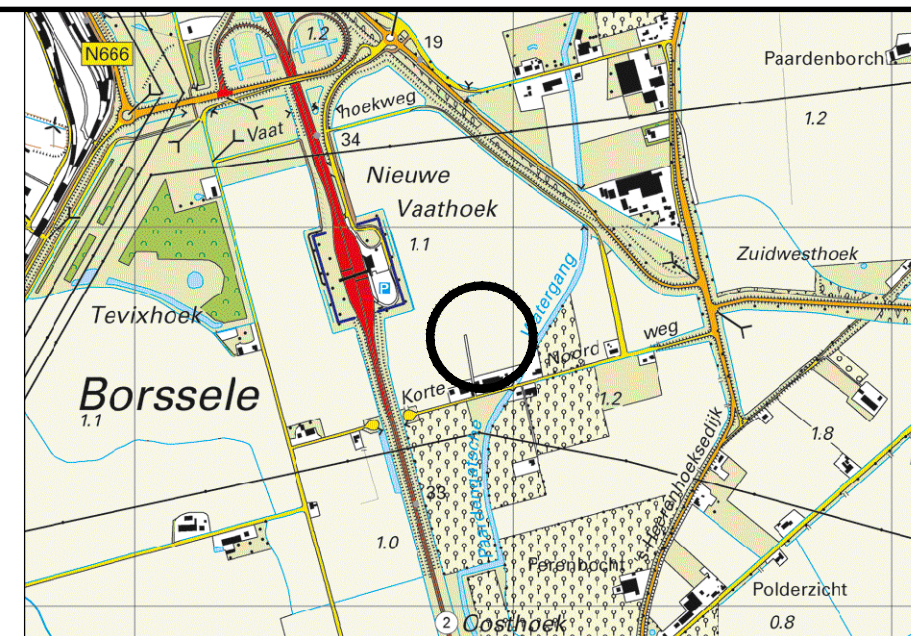
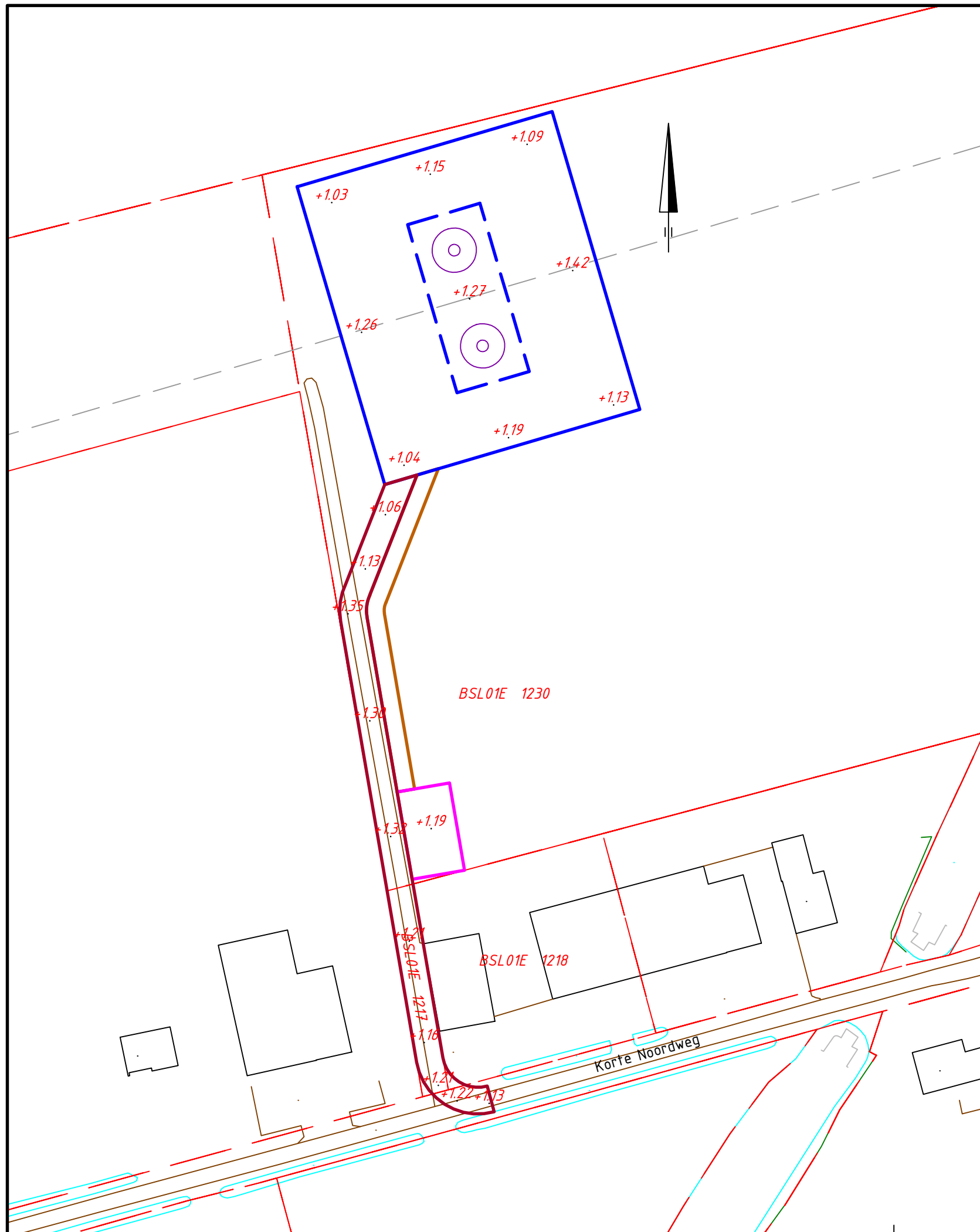
Schaal 1:20.000

Getekend door DE	Gecontroleerd door	Goedgekeurd	Besteknummer		Blad 1006	Aantal	Taal NL	Documentstatus DEFINITIEF
Projectnummer 315112	Tekeningnummer 315112-T001-C-1006		Schaal 1:1000	Formaat A3	Documenttype Tekening	Datum van uitgave 28-04-2015	Documentnaam 315112-T001-C-verg	

Project
TENNET ZW 380kV

Opdrachtgever
TENNET TSO B.V.

Onderdeel
VERGUNNINGEN KAART VKA 2.0 MAST 1006



Overzicht
Schaal 1:20.000

Verklaring

- Werkterrein + toegangsweg
- Lierterrein
- Bouwput
- Mast
- Portaal
- Hartlijn
- Passeerplaats
- Opslagterrein
- Grondopslag teelaarde
- Kadastrale grens
- GBKN-bebouwing
- GBKN-water
- GBKN-verhardingen
- GBKN-groen
- GBKN-overige
- Tijdelijke duiker
- Tijdelijke watergang
- Te verwijderen groen/struiken
- Tijdelijk dempen watergang/waterpartij

Mastgegevens

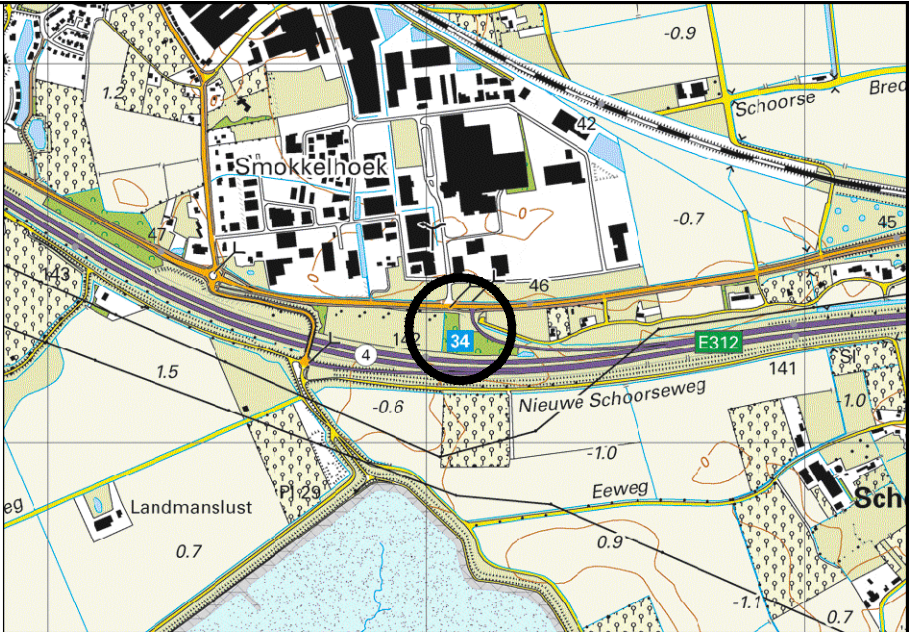
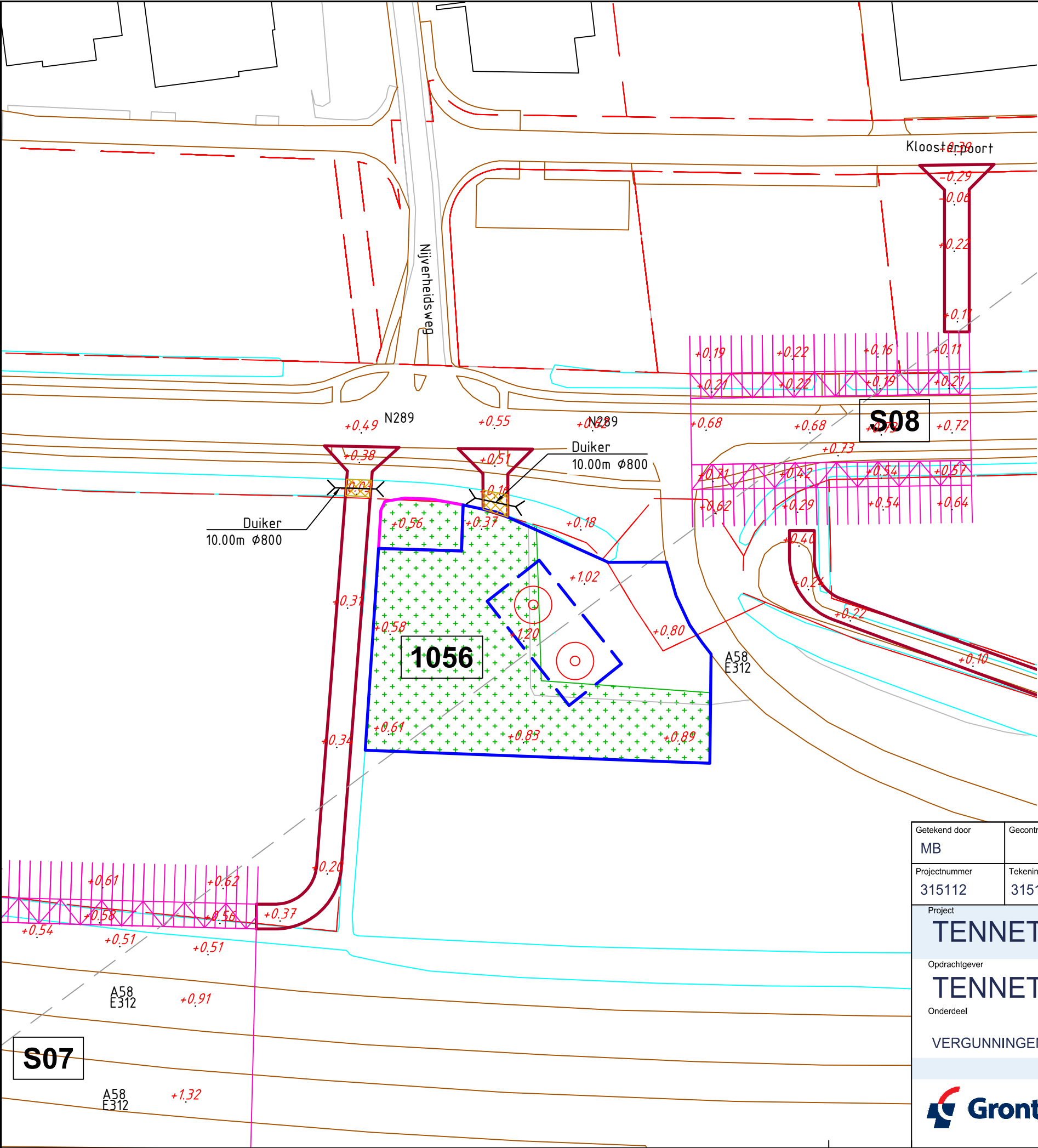
Mastnummer	1007
Type	ZWW6S400+5
Masthoogte	64,9 m
Maaiveld	1,17 m
Terrein	natuur
Coördinaten	41908,339 384734,417

Getekend door DE	Gecontroleerd door	Goedgekeurd	Besteknummer	Blad 1007	Aantal	Taal NL	Documentstatus DEFINITIEF
Projectnummer 315112	Tekeningnummer 315112-T001-C-1007	Schaal 1:1000	Formaat A3	Documenttype Tekening	Datum van uitgave 28-04-2015	Documentnaam 315112-T001-C-verg	

Project
TENNET ZW 380kV

Opdrachtgever
TENNET TSO B.V.

Onderdeel
VERGUNNINGEN KAART VKA 2.0 MAST 1007



Overzicht

Schaal 1:20.000

Mastgegevens

Mastnummer	1056
Type	ZWW4S350+10
Masthoogte	65,6 m
Maaiveld	1,45 m
Terrein	bos
Coördinaten	57091,566 387308,967

Verklaring

- Werkterrein + toegangsweg
- Lierterrein
- Bouwput
- Mastvoet
- Portaal
- Hartlijn
- Passeerplaats
- Opslagterrein
- Grondopslag teelaarde
- Kadastrale grens
- GBKN-bebouwing
- GBKN-water
- GBKN-verhardingen
- GBKN-groen
- GBKN-overige
- Tijdelijke duiker
- Tijdelijke watergang
- Te verwijderen groen/struiken
- Tijdelijk dempen watergang/waterpartij

Getekend door MB	Gecontroleerd door	Goedgekeurd	Besteknummer		Blad 1056	Aantal	Taal NL	Documentstatus DEFINITIEF
Projectnummer 315112	Tekeningnummer 315112-T002-C-1056		Schaal 1:1000	Formaat A3	Documenttype Tekening	Datum van uitgave 28-04-2015	Documentnaam 315112-T002-C-verg	

Project

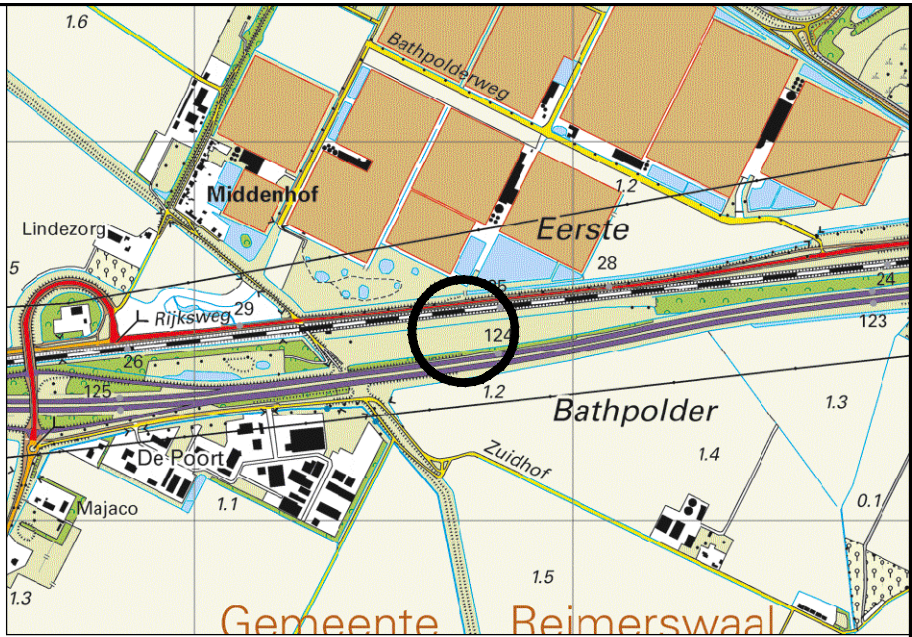
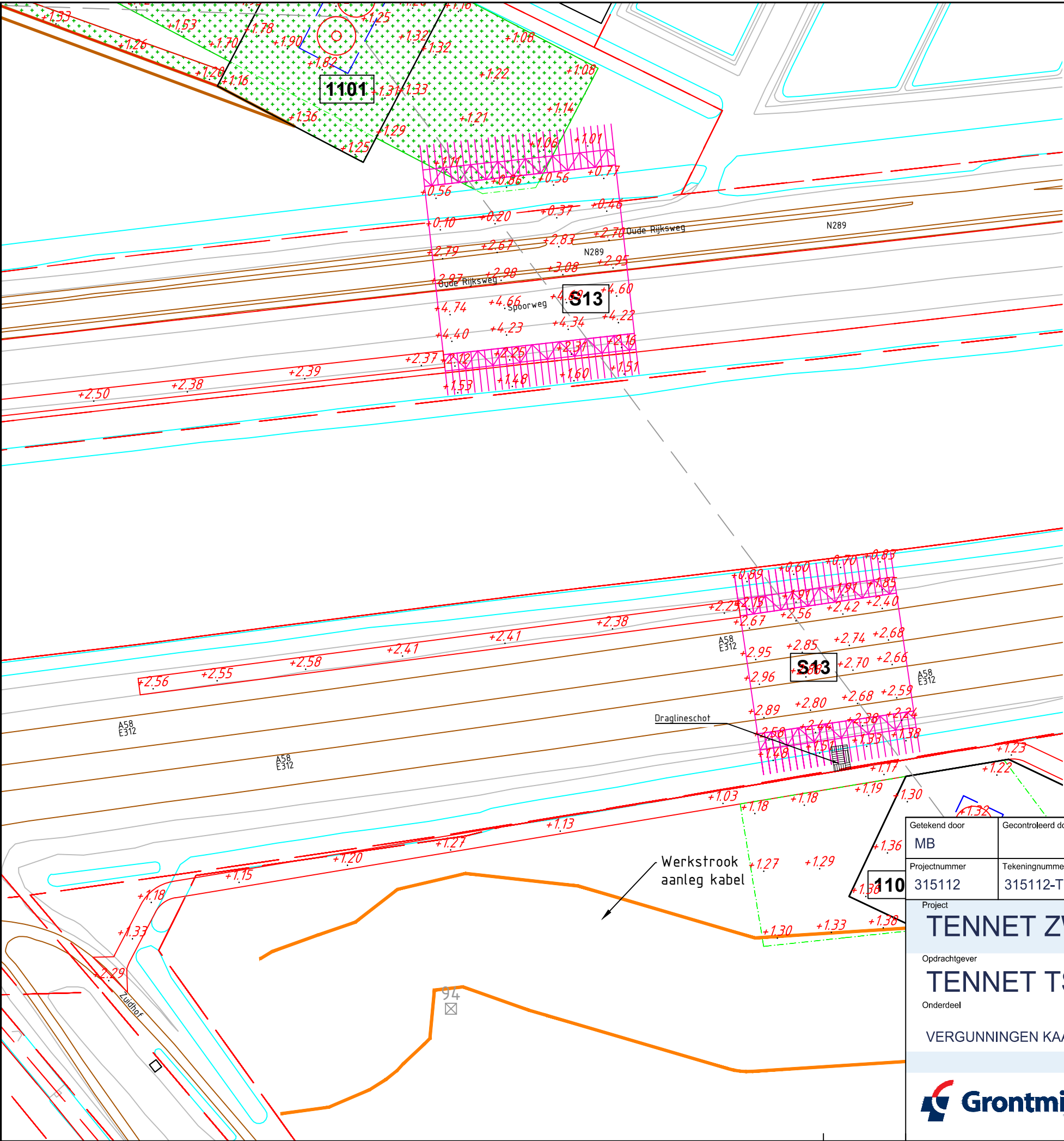
TENNET ZW 380kV

Opdrachtgever

TENNET TSO B.V.

Onderdeel

VERGUNNINGEN KAART VKA 2.1 MAST 1056



Overzicht

Schaal 1:20.000

Jukgegevens

Juknummer	S13
Maaiveld	-
Terrein	wegberm spoorberm
Coördinaten	72652,675 382559,881

Juknummer	S13
Maaiveld	-
Terrein	wegberm
Coördinaten	72757,423 382419,606

Verklaring

- Werkterrein + toegangsweg
- Lierterrein
- Bouwput
- Mastvoet
- Portaal
- Hartlijn
- Passeerplaats
- Opslagterrein
- Grondopslag teelaarde
- Kadastrale grens
- GBKN-bebouwing
- GBKN-water
- GBKN-verhardingen
- GBKN-groen
- GBKN-overige
- Tijdelijke duiker
- Tijdelijke watergang
- Te verwijderen groen/struiken
- Tijdelijk dempen watergang/waterpartij

Getekend door	Gecontroleerd door	Goedgekeurd	Besteknummer	Blad	Aantal	Taal	Documentstatus
MB				S13		NL	DEFINITIEF
Projectnummer	Tekeningnummer	Schaal	Formaat	Documenttype	Datum van uitgave	Documentnaam	
315112	315112-T002-C-S13	1:1500	A3	Tekening	28-04-2015	315112-T002-C-verg	

Project

TENNET ZW 380kV

Opdrachtgever

TENNET TSO B.V.

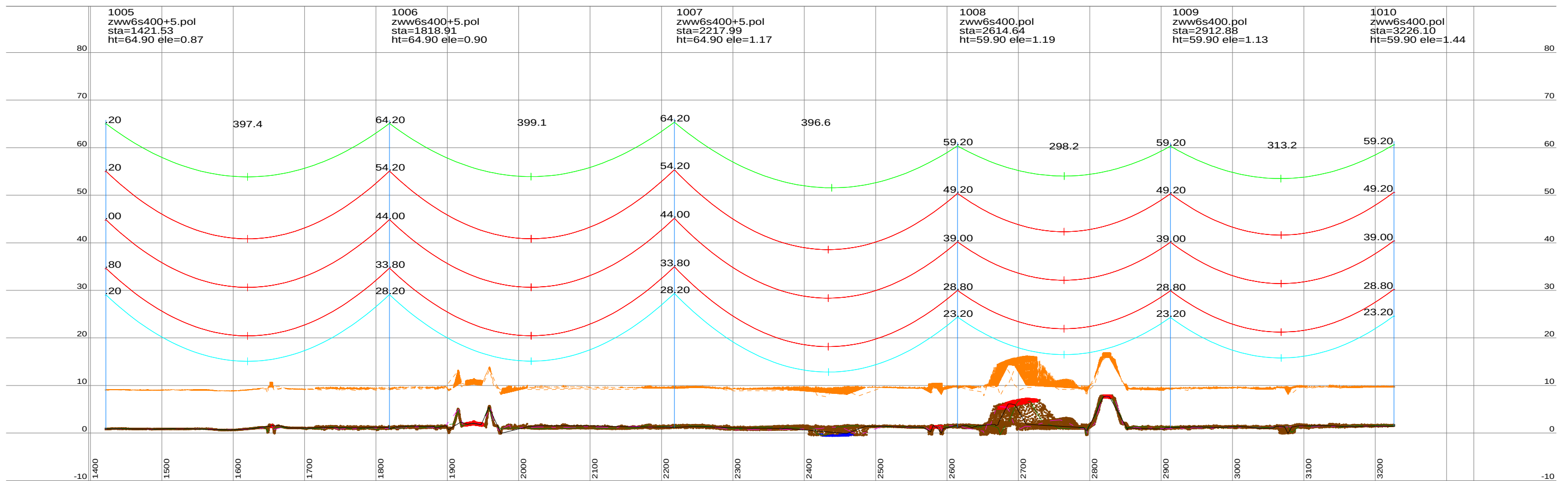
Onderdeel

VERGUNNINGEN KAART VKA 2.0 JUK S13



Bijlage 5

Lengteprofielen

**Notes:**

1. PLS CADD Model based on Survey data supplied by Fugro and post processed by Movares.
2. Phase Conductor & Earthwire properties based on cable files provided by TennenT.
3. Phase Conductor & Earthwire Stringing (New Wintrack line) based on Max Catenary 1800m @ 10°C (Creep RS).
4. Phase Conductor Shown (New Wintrack line) – Twin / Quad AMS 620 AAAC
E/W Conductor Shown (New Wintrack line) – Hawk OPGW ACSR
5. Phase Conductor shown represents the middle of the bundle (500mm conductor separation new Wintrack line).
RSG shown represents the center of the bundle (200mm conductor separation).
6. This drawing is produced using PLS-Pole Models (New Wintrack line) based on dimensions from pole drawings "000.145.11 0254226 Mastenontwerpdossier vers.zip" provided by TennenT on 13-06-2014.
7. Insulator lengths are based on the 380kV and 150kV V-brace drawings provided by TennenT on 11-02-2014.
8. Tower Details are shown as Follows:
1105 (Tower Number) ZWW2E400 (Tower type)
sta=564.07 (Station of Tower)
ht=40.89 (Tower Height) ele=9.92 (Elevation at Ground Level)
9. All dimensions are in metres.

Centre Line / Side Profile Key:

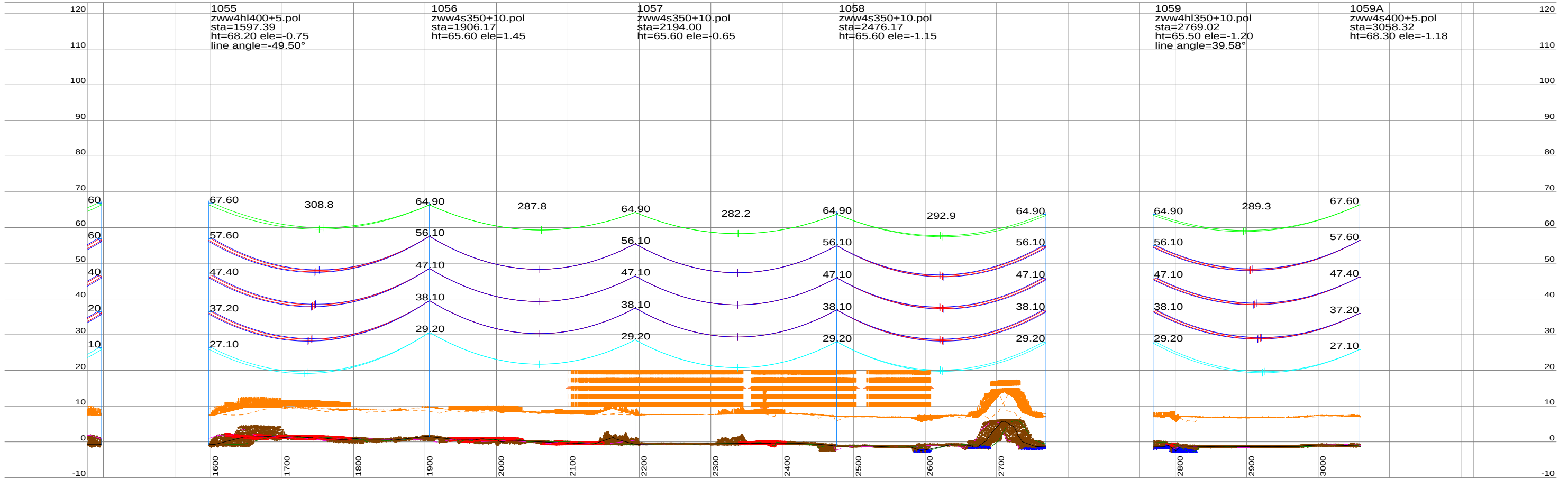
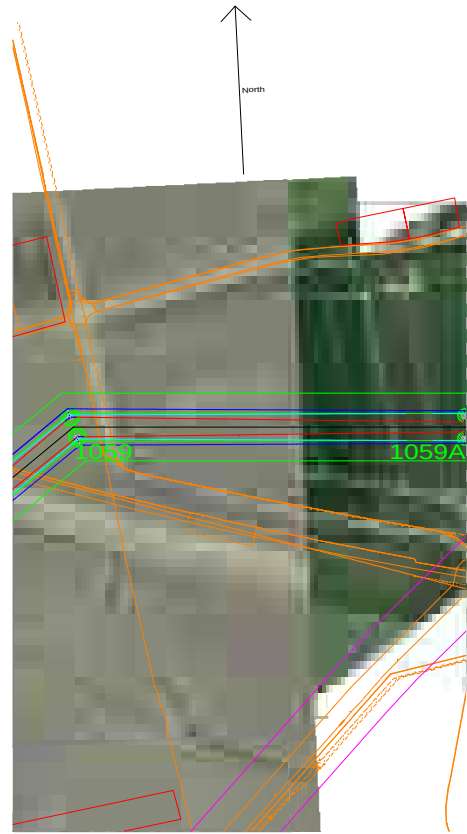
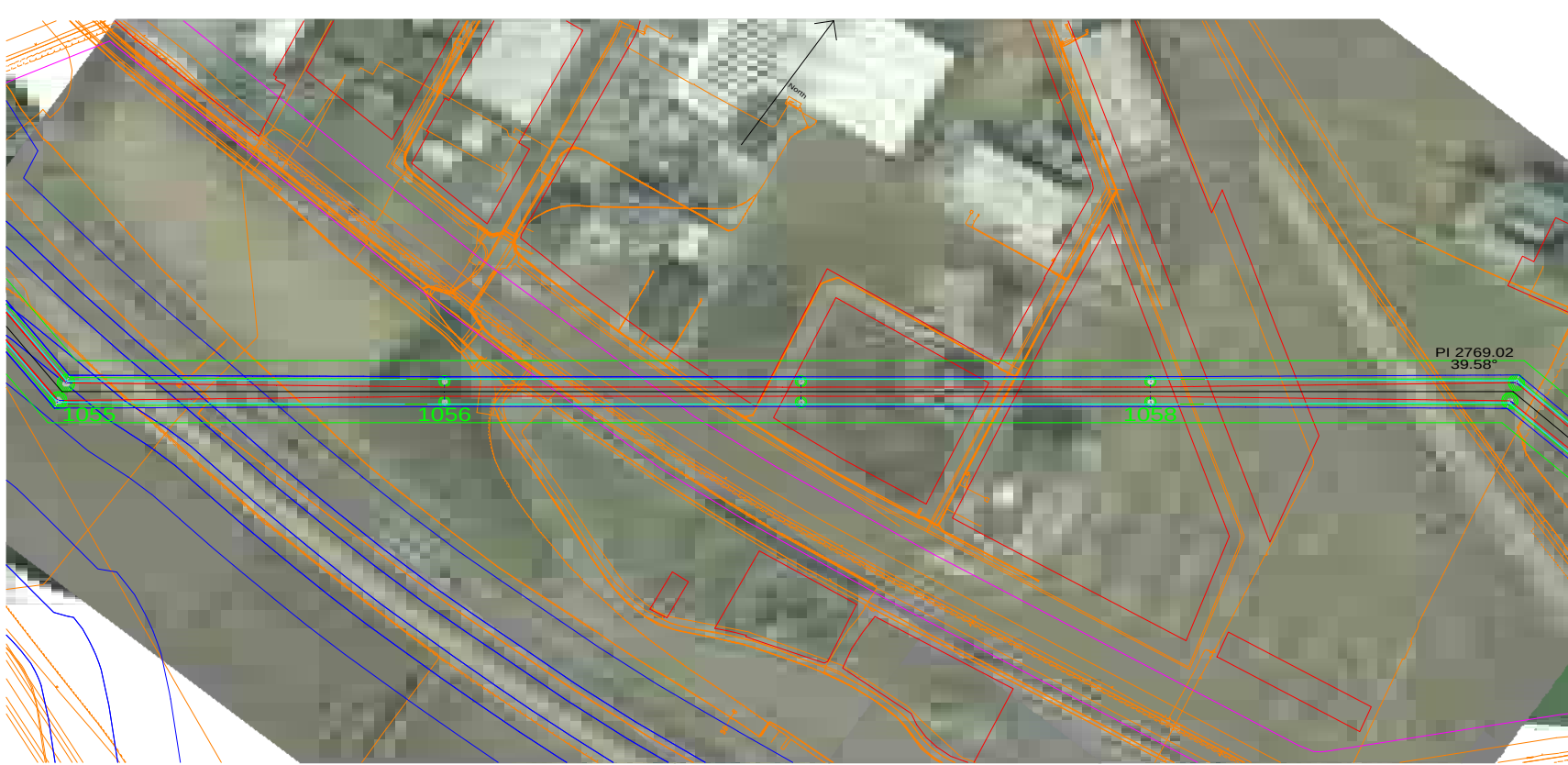
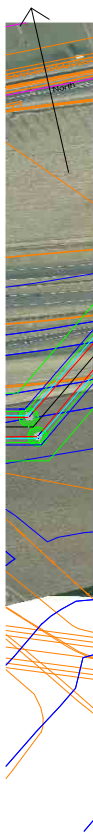
Centreline Profile
Left Side Profile at -25m From Centreline.
Right Side Profile at 25m From Centreline.

Conductor Key:

Conductor phase (150 kV) (Creep RS)
Conductor phase (380 kV) (Creep RS)
Earthwire shown at 15°C (Creep RS)
RSG shown at -5°C + Ice (Creep RS)
Note: Load RS / Max Sag RS Cable conditions not assessed for these preliminary profile drawings.

Table 1: Clearance per Feature Description			
Feature Description	Symbol	380kV Radial Clearance (m)	150kV Radial Clearance (m)
Ground	•	10.8	10
Roads	•	11.8	11
Railways	×	14	13.2
Highways	•	12.7	11.9
Buildings	•	7.7	6.9
Water	~	>8.3	>8.5
Foundation Area	•		
Pole	•		
Buried Services	•		

P9 19-08-2014 Ninth Issue Preliminary Line Profile Drawings				TG	MV	MvN
P8 18-03-2014 Eighth Issue Preliminary Line Profile Drawings				TG	MV	MvN
P7 22-07-2013 Seventh Issue Preliminary Line Profile Drawings				MW	MV	MvN
Rev	Date	Description	By	CHK	App	
Preliminary Line Profile Drawings						
Section DT1 (Structure 1001 to 1050)						
Drawing Title: Borssele-Tilburg ZW380				Originator: TG	Checker: MV	
Project: Borssele-Tilburg ZW380				Approver: MvN	Date: 19-08-2014	
Movares				Postbus 2855 3500 GW Utrecht Tel: 030 - 265 5555		
TennenT				Drawing Number: ZW380_LPD_DT1-P9		
TennenT				Page 2/14		



Notes:

1. PLS CADD Model based on Survey data supplied by Fugro and post processed by Movares.
2. Phase Conductor & Earthwire properties based on cable files provided by TenneT.
3. Phase Conductor & Earthwire Stringing (New Wintrack line) based on Max Catenary 1800m @ 10°C (Creep RS).
4. Phase Conductor Shown (New Wintrack line) – Twin / Quad AMS 620 AAAC
E/W Conductor Shown (New Wintrack line) – Hawk OPGW ACSR
5. Phase Conductor shown represents the middle of the bundle (500mm conductor separation new Wintrack line).
RSG shown represents the center of the bundle (200mm conductor separation).
6. This drawing is produced using PLS-Pole Models (New Wintrack line) based on dimensions from pole drawings
"000.145.11 0254226 Mastenontwerpdossier vers.zip" provided by TenneT on 13-06-2014.
7. Insulator lengths are based on the 380kV and 150kV V-brace drawings provided by TenneT on 11-02-2014.
8. Tower Details are shown as Follows:
1105 (Tower Number) ZWW2E400 (Tower type)
sta=564.07 (Station of Tower)
ht=40.89 (Tower Height) ele=9.92 (Elevation at Ground Level)
9. All dimensions are in metres.

Centre Line / Side Profile Key:

- Centreline Profile
- Left Side Profile at -25m From Centreline.
- Right Side Profile at 25m From Centreline.

Conductor Key:

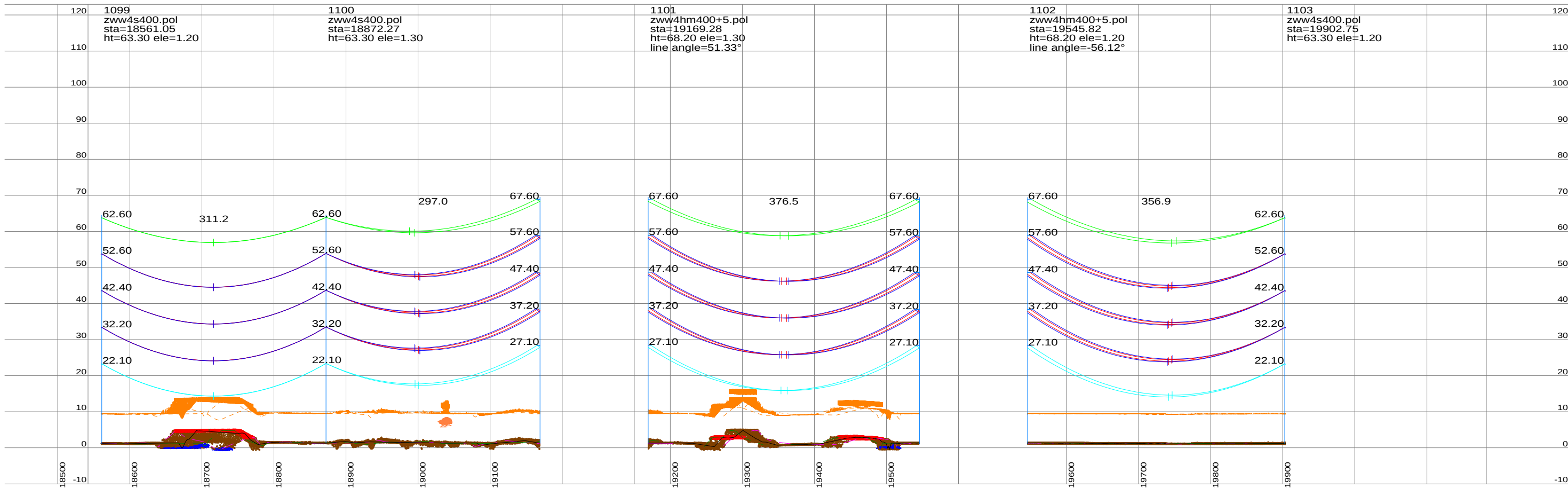
- Conductor phase (150 kV) shown at 70°C(Creep RS)
- Conductor phase (380 kV) shown at 70°C (Creep RS)
- Earthwire shown at 15°C (Creep RS)
- RSG shown at -5°C + Ice (Creep RS)

Note:

- Load RS / Max Sag RS Cable conditions not assessed for these preliminary profile drawings.
- Alternative conductor types may deviate from the temperature shown (70°C), please refer to the provided section table.

Feature Description			
Symbol	380kV-Radial Clearance (m)	150kV-Radial Clearance (m)	0kV-Radial Clearance (m)
Ground	10.8	10	8.2
Roads	11.8	11	9.2
Railways	14	12.2	11.4
Highways	12.7	11.9	10.1
Buildings	7.7	6.9	5.1
Water	>9.3	>8.5	>6.7
Zuid-Beverland Kanal	52	51.2	49.4
Foundation Area			
Pole			
Buried Services			

P2	20-02-2015	Second Issue 70°C Preliminary Line Profile Drawings	TG	MV	MvN
P1	01-12-2014	Krabbendijke Alternative 4 Preliminary Line Profile Drawings	TG	MV	MvN
Rev	Date	Description	By	CHK	APP
70°C Preliminary Line Profile Drawings					
Section DT2 Krabbendijke Alternative 4 (Structure 1050 - 1104)					
Drawing Title					
Borssele-Tilburg ZW380			Designer	TG	Checker
Project			Approver	MvN	MV
			Date	20-02-2015	
			Postbus 2855 3500 GW Utrecht Tel: 030 - 265 5555		



Notes:

1. PLS CADD Model based on Survey data supplied by Fugro and post processed by Movares.
2. Phase Conductor & Earthwire properties based on cable files provided by Tennet.
3. Phase Conductor & Earthwire Stringing (New Wintrack line) based on Max Catenary 1800m @ 10°C (Creep RS).
4. Phase Conductor Shown (New Wintrack line) – Twin / Quad AMS 620 AAAC E/W Conductor Shown (New Wintrack line) – Hawk OPGW ACSR
5. Phase Conductor shown represents the middle of the bundle (500mm conductor separation new Wintrack line). RSG shown represents the center of the bundle (200mm conductor separation).
6. This drawing is produced using PLS-CADD Models (New Wintrack line) based on dimensions from pole drawings "000.145.11 0254226 Mastenontwerpdossier vers.zip" provided by Tennet on 13-06-2014.
7. Insulator lengths are based on the 380kV and 150kV V-brace drawings provided by Tennet on 11-02-2014.
8. Tower Details are shown as Follows:
1105 (Tower Number) ZWW2E400 (Tower type)
sta=564.07 (Station of Tower)
ht=40.89 (Tower Height) ele=9.92 (Elevation at Ground Level)
9. All dimensions are in metres.

Centre Line / Side Profile Key:

- Centreline Profile
- Left Side Profile at -25m From Centreline.
- Right Side Profile at 25m From Centreline.

Conductor Key:

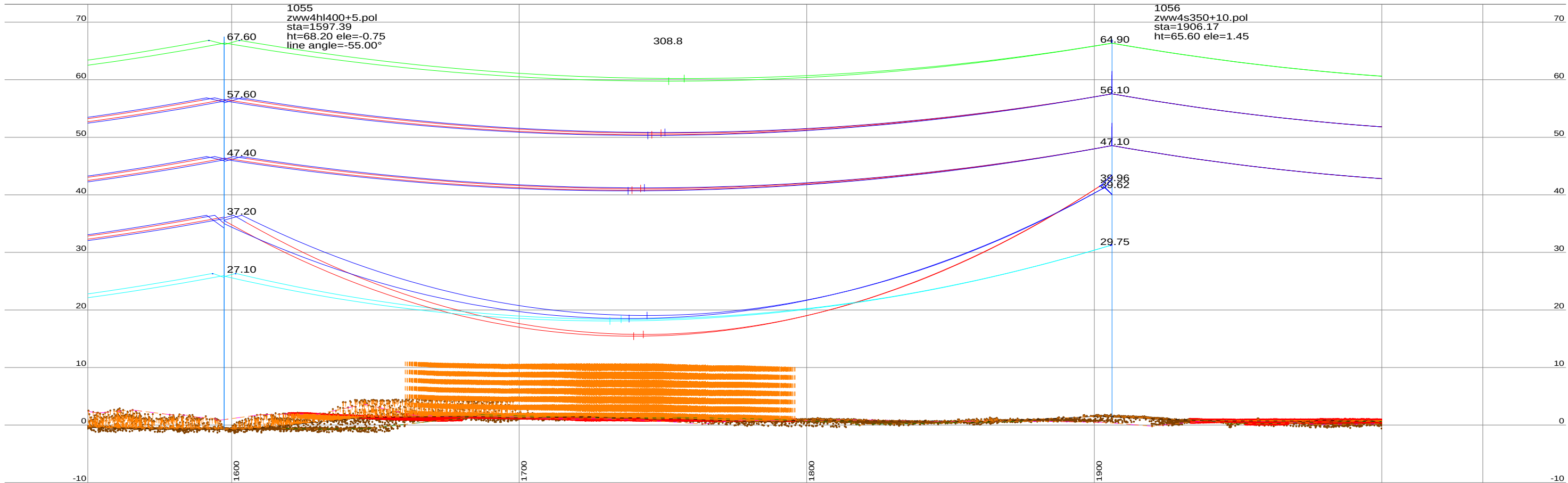
- Conductor phase (150 kV) shown at 70°C(Creep RS)
- Conductor phase (380 kV) shown at 70°C (Creep RS)
- Earthwire shown at 15°C (Creep RS)
- RSG shown at -5°C + Ice (Creep RS)
- Note:
- Load RS / Max Sag RS Cable conditions not assessed for these preliminary profile drawings.
 - Alternative conductor types may deviate from the temperature shown (70°C), please refer to the provided section table.

Feature Description	Symbol	380kV-Radial Clearance (m)	150kV-Radial Clearance (m)	0kV-Radial Clearance (m)
Ground	•	10.8	10	8.2
Roads	•	11.8	11	9.2
Railways	×	14	13.2	11.4
Highways	•	12.7	11.9	10.1
Buildings	•	7.7	6.9	5.1
Water	•	>9.3	>8.5	>6.7
Zuid-Beverland Kanal	•	52	51.2	49.4
Foundation Area	•			
Pole	•			
Buried Services	•			

P2	20-02-2015	Second Issue 70°C Preliminary Line Profile Drawings	TG	MV	MvN
P1	01-12-2014	Krabbendijke Alternative 4 Preliminary Line Profile Drawings	TG	MV	MvN
Rev	Date	Description	By	CHK	App
70°C Preliminary Line Profile Drawings					
Section DT2 Krabbendijke Alternative 4 (Structure 1050 - 1104)					
Drawing Title			Designer	TG	Checker
Borssele-Tilburg ZW380			MvN	MV	
Project			Approver	Date	20-02-2015
			Postbus 2855 3500 GW Utrecht Tel: 030 - 265 5555		

Bijlage 6

Geleidebreuk



Notes:

1. PLS CADD Model based on Survey data supplied by Fugro and post processed by Movares.
2. Phase Conductor & Earthwire properties based on cable files provided by TenneT.
3. Phase Conductor & Earthwire Stringing (New Wintrack line) based on Max Catenary 1800m @ 10°C (Creep RS).
4. Phase Conductor Shown (New Wintrack line) – Twin / Quad AMS 620 AAAC
E/W Conductor Shown (New Wintrack line) – Hawk OPGW ACSR
5. Phase Conductor shown represents the middle of the bundel (500mm conductor separation new Wintrack line).
RSG shown represents the center of the bundel (200mm conductor separation).
6. This drawing is produced using PLS-Pole Models (New Wintrack line) based on dimensions from pole drawings "000.145.11 0254226 Mastenontwerpdossier vers.zip" provided by TenneT on 13-06-2014.
7. Insulator lengths are based on the 380kV and 150kV V-brace drawings provided by TenneT on 11-02-2014.
8. Tower Details are shown as Follows:
1105 (Tower Number) ZWWZE400 (Tower type)
sta=564.07 (Station of Tower)
ht=40.89 (Tower Height) ele=9.92 (Elevation at Ground Level)
9. All dimensions are in metres.

Centre Line / Side Profile Key:

- Centreline Profile _____
- Left Side Profile at -25m From Centreline. _____
- Right Side Profile at 25m From Centreline. _____

Conductor Key:

- Conductor phase (150 kV) shown at 10°C(Creep FE) _____
- Conductor phase (380 kV) shown at 10°C(Creep FE) _____
- Earthwire shown at 10°C(Creep FE) _____
- RSG shown at 10°C(Creep FE) _____

Note:

- Load RS / Max Sag RS Cable conditions not assessed for these preliminary profile drawings.

Table 1: Clearances per Feature Description			
Feature Description	Symbol	380kV-Radial Clearance (m)	150kV-Radial Clearance (m)
Ground	•	10.8	10
Roads	•	11.8	11
Railways	×	14	13.2
Highways	•	12.7	11.9
Buildings	—	7.7	6.9
Water	—	>9.3	>8.5
Zuid-Beverland Kanal	—	52	51.2
Foundation Area	—		
Pole	—		
Buried Services	—		

Rev	Date	Description	By	CHK	App
P3	06-03-2015	Conductor Breakage Preliminary Line Profile Drawings	TG	MV	MvN
P2	20-02-2015	Second Issue 70°C Preliminary Line Profile Drawings	TG	MV	MvN
P1	01-12-2014	Krabbendijke Alternative 4 Preliminary Line Profile Drawings	TG	MV	MvN

Preliminary Line Profile Drawings - Conductor Breakage			
Section DT2 Krabbendijke Alternative 4 (Structure 1055 - 1056)			
Drawing Title:		Borssele-Tilburg ZW380	
Project:		Positbus 2855 3500 GW Utrecht Tel: 030 - 265 5555	
Originator:		TG	
Approver:		MvN	
Checker:		MV	
Date:		06-03-2015	

tennet		Drawing Number	
Looiseweg 333 6812 AR ARNHEM T: 0512 311111 F: 0512 311112		ZW380_LPD_DT2-ALT-4_P3_CB	
Positbus 2855 3500 GW Utrecht Tel: 030 - 265 5555		Page 1/1	

Bijlage 7

Gegevens jukken



06/14/2006































Funderingsadvies t.b.v.:

Tijdelijke steigerconstructie over Rijksweg A12 te Bleiswijk

In opdracht van:

Opgesteld door: Ing. F.M. van den Broeke
Gezien: Ing. S. Sansaar
Revisie: 0
Project: 0-10-0131

Datum: 15 juli 2010

Inhoudsopgave:

1. Inleiding
2. Projectgegevens
 - 2.1 Algemeen
 - 2.2 Gegevens steiger
3. Onderzoek bodemopbouw
4. Bodemopbouw
 - 4.1 Hoogteligging
 - 4.2 Grondwater
 - 4.3 Beschrijving bodemopbouw
5. Funderingsontwerp
 - 5.1 Funderingstype
 - 5.2 Ontwerp fundering op staal
 - 5.2.1 Eisen ten aanzien van veiligheid (Uiterste grenstoestand)
 - 5.2.2 Eisen ten aanzien van bruikbaarheid (Bruikbaarheidstoestand 2)
 - 5.3 Aanlegniveau
 - 5.4 Draagkracht, zetting en vervorming

Bijlagen:

Sonderingsrapport firma Lankelma;
Berekening fundering onder steigerpoort noordzijde;
Berekening fundering over duiker noordzijde;
Berekening fundering onder steigerpoort zuidzijde;
Berekening fundering over duiker zuidzijde;
Berekening fundering onder steigerpoort zuidzijde in talud.

1. Inleiding

Op verzoek van Spie Infra is ten behoeve van een te realiseren tijdelijke steiger over rijksweg A12 te Bleiswijk, welke dient als noodopvang van aan te brengen hoogspanningleidingen, een funderingsadvies opgesteld. Als uitgangspunt dienen de aangeleverde sonderingen met boorstaten van de firma Lankelma. Hierbij is voor de noordzijde gebruik gemaakt van sondering DKM1 en voor de zuidzijde van sondering DKM5.

Onder de steiger bevinden zich diverse type funderingen, alle verschillende situaties voor zowel de noordzijde als de zuidzijde zijn berekend.

2. Projectgegevens

Algemeen

De steiger zal gefundeerd worden d.m.v. een prefabbetonfunderingen op 'staal'.

Gegevens steiger

Zie rapport "Ingenieur- & Sachverständigen-Burö für den Gerüstbau dd. 13 juli 2010 voor de steiger aan de noordzijde en het rapport "Ingenieur- & Sachverständigen-Burö für den Gerüstbau dd. 14 juni 2010 voor de steiger aan de zuidzijde

3. Onderzoek bodemopbouw

Het bodemonderzoek is uitgevoerd door middel van een diepsondering. De sondering is uitgevoerd volgens NEN 5140, gebruik makend van een elektrische kleefmantelconus waarbij zowel de conusweerstand als de plaatselijk wrijving continu is gemeten en geregistreerd.

Op basis van de conusweerstand en wrijvingsweerstand is bepaald welke grondsoort op een bepaalde diepte wordt aangetroffen. De eerste 1,2 tot 1,8 mtr van de sondering is d.m.v. een handboring voorgeboord. Hierdoor zijn in het eerste deel geen grondgegevens in de sondering opgenomen. Lankelma heeft de uit de boring vrijgekomen grond separaat geanalyseerd en in het rapport verwerkt. De bij deze grondsoort(en) behorende parameters zijn door TKT handmatig in de analyse van de sondering ingevoerd alvorens de berekening uit te voeren. In de bijlage waarin de draagkracht van de fundering wordt berekend is dit zichtbaar gemaakt.

De sondeergrafieken en het boorprofiel is als bijlage toegevoegd.

De waterpassing van de sondeerpunten en het boorpunt is uitgevoerd ten opzichte van NAP.

De ligging van de sondeerpunten is weergegeven op de situatietekening.

Voor het talud zijn geen grondgegevens bekend. Uit informatie verkregen van Ballast Nedam en Spie Infra is bekend dat het talud bestaat uit een pakket schoon en zeer dicht gepakt zand. Voor de berekening van het talud is een aangepaste grondanalyse van sondering DKM 5 gemaakt waarin een pakket van 2 mtr verdicht zand is toegevoegd.

4. Bodemopbouw

Hoogteligging

De sondering is uitgevoerd ter plekke van de te plaatsen steiger. De hoogteligging is hierbij vastgesteld vanaf maaiveld (DKM 1= -2,10 mtr. NAP en DKM 5 = -0,62 mtr. NAP).

Grondwater

Ten tijde van het grondonderzoek werd grondwater aangetroffen. Er wordt op gewezen dat deze waarneming een momentopname is en dat afhankelijk o.a. het jaargetijde het grondwaterniveau zal variëren.

Beschrijving bodemopbouw.

Als bijlage is een omschrijving gegeven van de bodemopbouw op basis van de sondering.

5. Funderingsontwerp

Funderingstype

De steiger wordt gefundeerd d.m.v. prefabfunderingselementen op staal. Afhankelijk van het situatie is de afmeting en het type van het funderingselemente bepaald.

Ontwerp fundering op staal

Aan de hand van informatie wordt het bouwproject, volgens NEN 6740, art. 6.2.3, ingedeeld in de geotechnische categorie 2 (GC 2).

Dit rapport is verder gebaseerd op de "Berekeningsmethode voor funderingen op staal" – NEN 6744 waarbij het ontwerp dient te voldoen aan de eisen van veiligheid en bruikbaarheid.

5.2.1 Eisen ten aanzien van veiligheid (Uiterste grenstoestand)

Nagegaan dient te worden of er voldoende veiligheid bestaat tegen het optreden van bezwijkmechanismen (uiterste grenstoestanden) in de ondergrond en voor de constructie als geheel.

Voor de onderhavige situatie betreft het te toetsten bezwijkmechanisme: het bezwijken van het funderingselement en de ondergrond onder invloed van de vanuit de constructie optredende belasting.

Voor de funderingselementen welke in het talud worden aangebracht zijn aanvullende berekeningen gemaakt volgens NEN 6744, artikel 5.2.3.2 waarin factoren voor de reductie van de toelaatbare grondspanning worden bepaald.

5.2.2. Eisen ten aanzien van bruikbaarheid (Bruikbaarheidstoestand 2)

Wanneer er sprake is van een te grote vervorming van de constructie (bijvoorbeeld zakking of rotatie, dan kan dit leiden tot ongewenst verlies aan bruikbaarheid, schade of hoge onderhoudskosten. De vervormingseisen dienen te worden vast gesteld en getoetst middels de in dit rapport bepaalde last- en zakkingsgegevens.

Bijlage 1:

- Geotechnische rapport Lankelma;

Opdrachtgever:

**Ballast Nedam Engineering
Postbus 1555
3430 BN Nieuwegein**

Rapportkenmerk:

EMO/VN-30389

Status rapport :

Definitief

Datum rapport :

16 juni 2010

Geotechnisch onderzoek HSM jukken in Bleiswijk

Lankelma Geotechniek Almelo B.V.
Einsteinstraat 12a
7601 PR ALMELO
Tel: 0546 - 532074
Fax: 0546 - 531659
E-mail: info@lankelma-almelo.nl

Ingenieursbureau voor
geo- en funderingstechniek

*"onderzoek, metingen en advies voor
vastgoed, bouw, bodem en milieu"*

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
2	Veldwerkzaamheden.....	2
2.1	Sonderingen.....	2
2.2	Handboringen / voorboringen.....	2
2.3	Bepaling coördinaten en NAP-hoogte.....	2
3	Resultaten.....	3
3.1	Bijzonderheden tijdens de uitvoering	3
3.2	Sonderingen.....	3
3.3	Handboringen / voorboringen.....	3
3.4	Bepaling coördinaten en NAP-hoogte.....	3

Bijlagen:

- 1) Situatietekening met sondeer- en boorlocaties
- 2) Sondeergrafieken
- 3) Boorstaten

Auteur rapport: Dhr. E. Morsink

Paraaf: 

Datum: 16 juni 2010

Kwaliteitscontrole: Dhr. G.J. Bremmer

Paraaf: 

Datum: 16 juni 2010

1 INLEIDING

In opdracht van Ballast Nedam Engineering is een geotechnisch grondonderzoek uitgevoerd aan de HSM jukken in Bleiswijk.

Aanleiding voor het onderzoek is de aanleg van de jukken voor de nieuwe hoogspanningslijnen.

Het onderzoek is gebaseerd op de door de opdrachtgever verstrekte situatietekening. De tekening is ontvangen per mail 29 april 2010.

Voorliggend rapport presenteert het onderzoeksprogramma (hoofdstuk 2) en de resultaten van het onderzoek (hoofdstuk 3).

2 VELDWERKZAAMHEDEN

2.1 Sonderingen

Tijdens het grondonderzoek, dat is uitgevoerd op 26 mei 2010, zijn in totaal 5 sonderingen tot een diepte van maximaal 20 m - maaiveld verricht (DKM1 t/m DKM5). Bij de sonderingen (DKM1 t/m DKM5) is naast de conusweerstand tevens de plaatselijke mantelwrijving gemeten. De sonderingen zijn weergegeven op de situatietekening in bijlage 1.

De sonderingen zijn uitgevoerd met een elektrische conus overeenkomstig de norm NEN 5140. Met de elektrische conus vindt een meting plaats van zowel de weerstand aan de conuspunt als van de wrijving langs de kleefmantel. Zodoende is een beeld verkregen van zowel de vastheid van de grond als van de aanwezige grondsoorten. De verhouding tussen de wrijvingsweerstand en de conusweerstand, het zogenaamde wrijvingsgetal, geeft beneden de grondwaterstand namelijk een indicatie van de aangetroffen grondsoort. Het wrijvingsgetal is het quotiënt van de plaatselijke wrijving en de conusweerstand en geeft een indicatie van de laagopbouw weer, zie onderstaande tabel.

Tabel 1: Indicatie van de grondsoorten op basis van het wrijvingsgetal

Grondsoort	Wrijvingsgetal (%)
grind en grof zand	0,2 - 0,6
zand	0,6 - 1,2
silt, leem, löss	1,2 - 4,0
klei	3,0 - 5,0
potklei	5,0 - 7,0
veen	5,0 - 10,0

2.2 Handboringen / voorboringen

Ter plaatse van de sonderingen (DKM1 t/m DKM4) zijn tevens handboringen (B1 t/m B4) uitgevoerd ten behoeve van de classificatie van de grond en bepaling van de grondwaterstand. De opgeboorde grond is geclassificeerd conform NEN 5104. De situering van de handboringen is eveneens op de situatietekening in bijlage 1 weergegeven.

2.3 Bepaling coördinaten en NAP-hoogte

De onderzoekspunten zijn in het terrein uitgezet in RD-coördinaten. De RD-coördinaten en de NAP-hoogte zijn ingemeten met een 06-GPS-unit met een maximale afwijking van 2 à 3 cm.

3 RESULTATEN

3.1 Bijzonderheden tijdens de uitvoering

Tijdens de uitvoering van de werkzaamheden waren er geen beperkingen of bijzonderheden.

3.2 Sonderingen

De sondeerresultaten zijn grafisch weergegeven in bijlage 2, waarbij het maaiveld is uitgezet ten opzichte van NAP.

3.3 Handboringen / voorboringen

Het resultaat is gepresenteerd op de boorprofielbeschrijving in bijlage 3.

De grondwaterstanden zijn opgenomen in onderstaande tabel. Afhankelijk van de waterdoorlatendheid van de bodem bestaat de mogelijkheid dat het grondwater zich tijdens de uitvoering van het grondonderzoek zich niet volledig heeft ingesteld. De gemeten grondwaterstand is een momentopname en is onder andere afhankelijk van lokale omstandigheden en het jaargetijde.

Tabel 2: Grondwaterstand

Handboring	Grondwaterstand (in m -mv)
1	niet aangetroffen
2	niet aangetroffen
3	niet aangetroffen
4	0.95

3.4 Bepaling coördinaten en NAP-hoogte

De inmeet- en waterpasresultaten zijn alleen bedoeld om de bodemopbouw te refereren aan NAP en zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

Tabel 3: Coördinaten en NAP-hoogte

sondering	X-coördinaat	Y-coördinaat	Maaiveldhoogte (t.o.v. NAP)
DKM1	96977.278	450157.197	-2,10
DKM2	96953.044	450039.844	-4,64
DKM3	96874.547	450064.783	-0,79
DKM4	96859.480	450030.657	-0,42
DKM5	96976.155	450089.040	-0.62

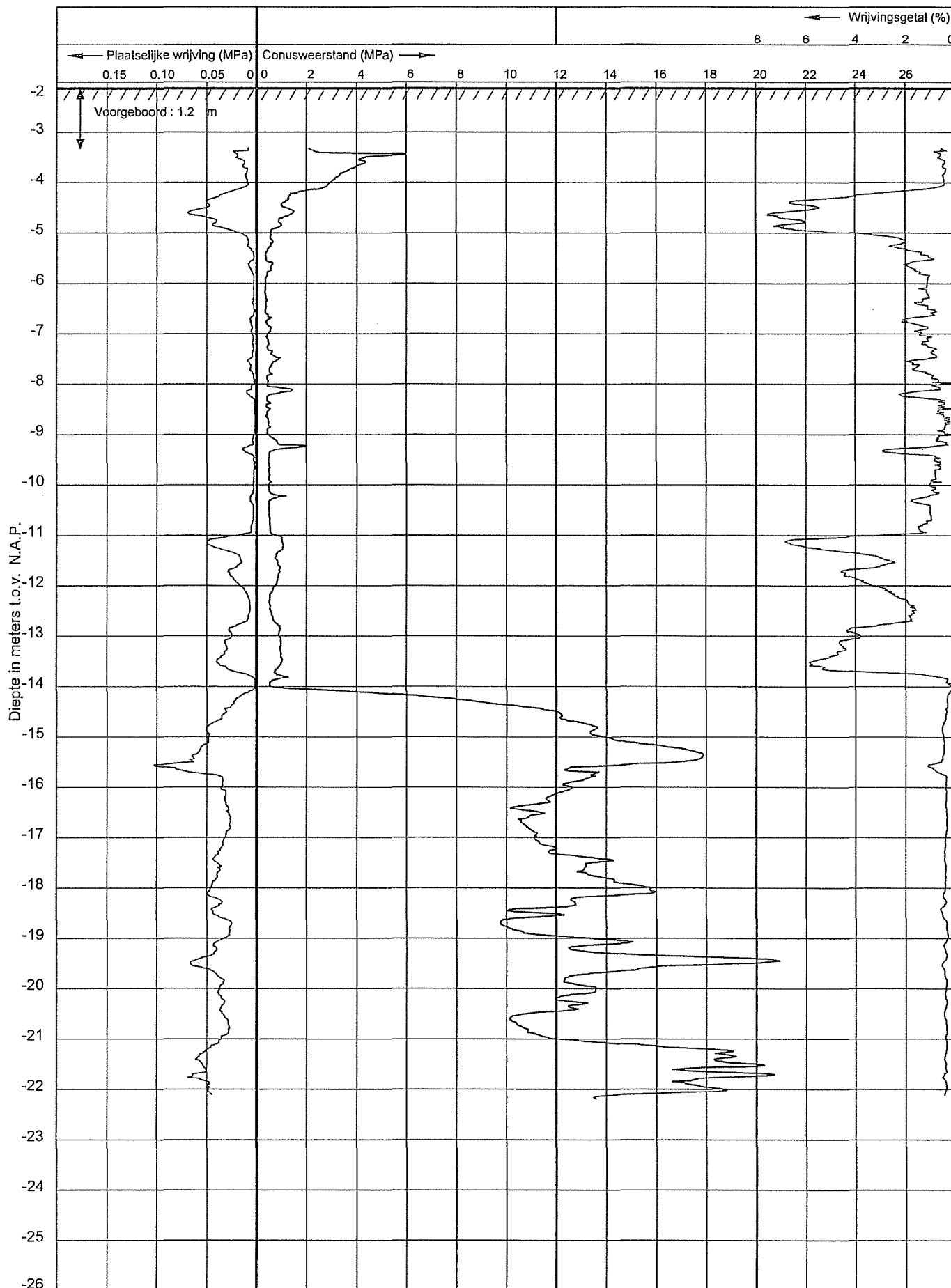
De onderzoekslocaties zijn ingemeten middels een GPS-unit

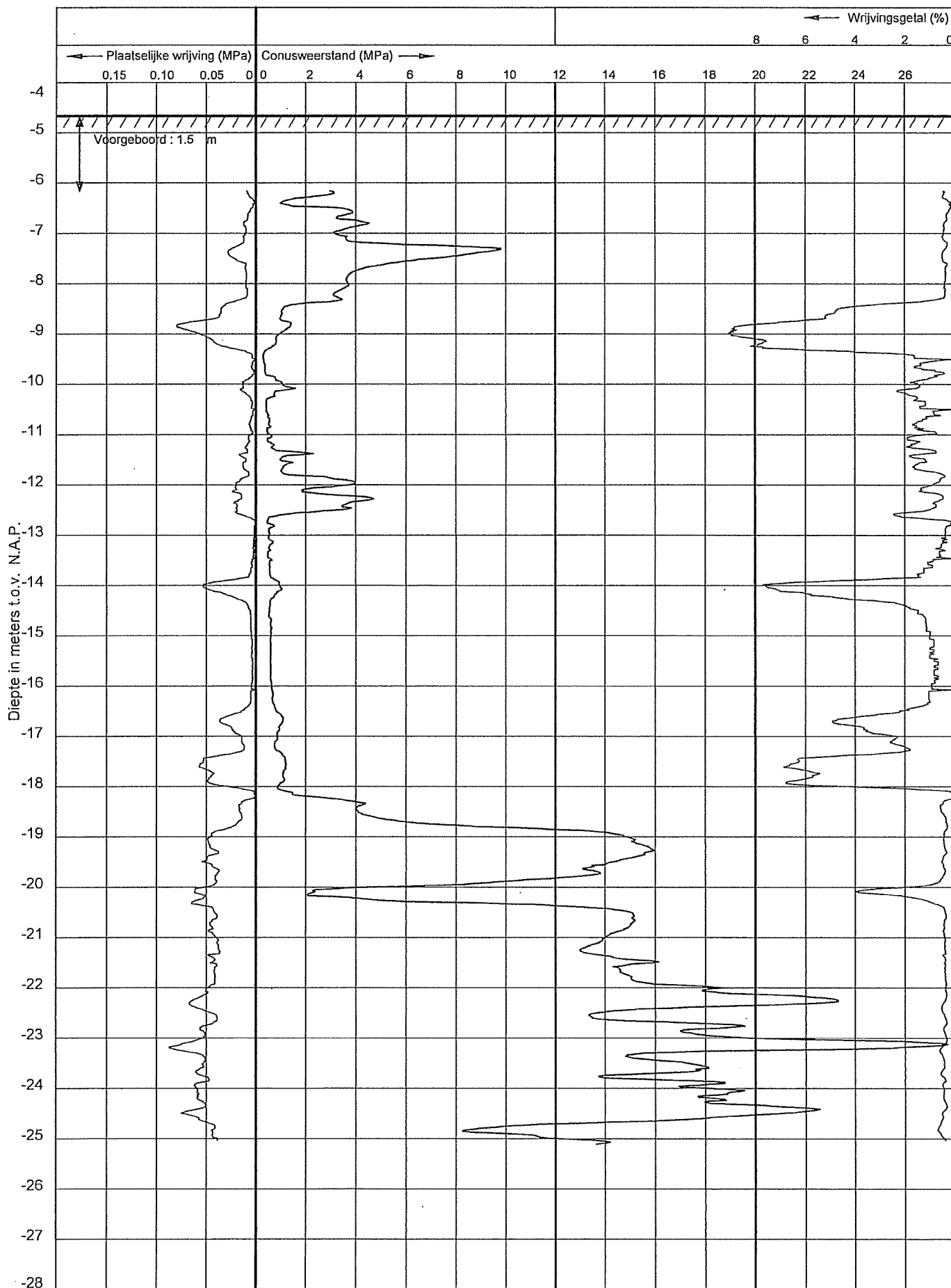
BIJLAGE 1

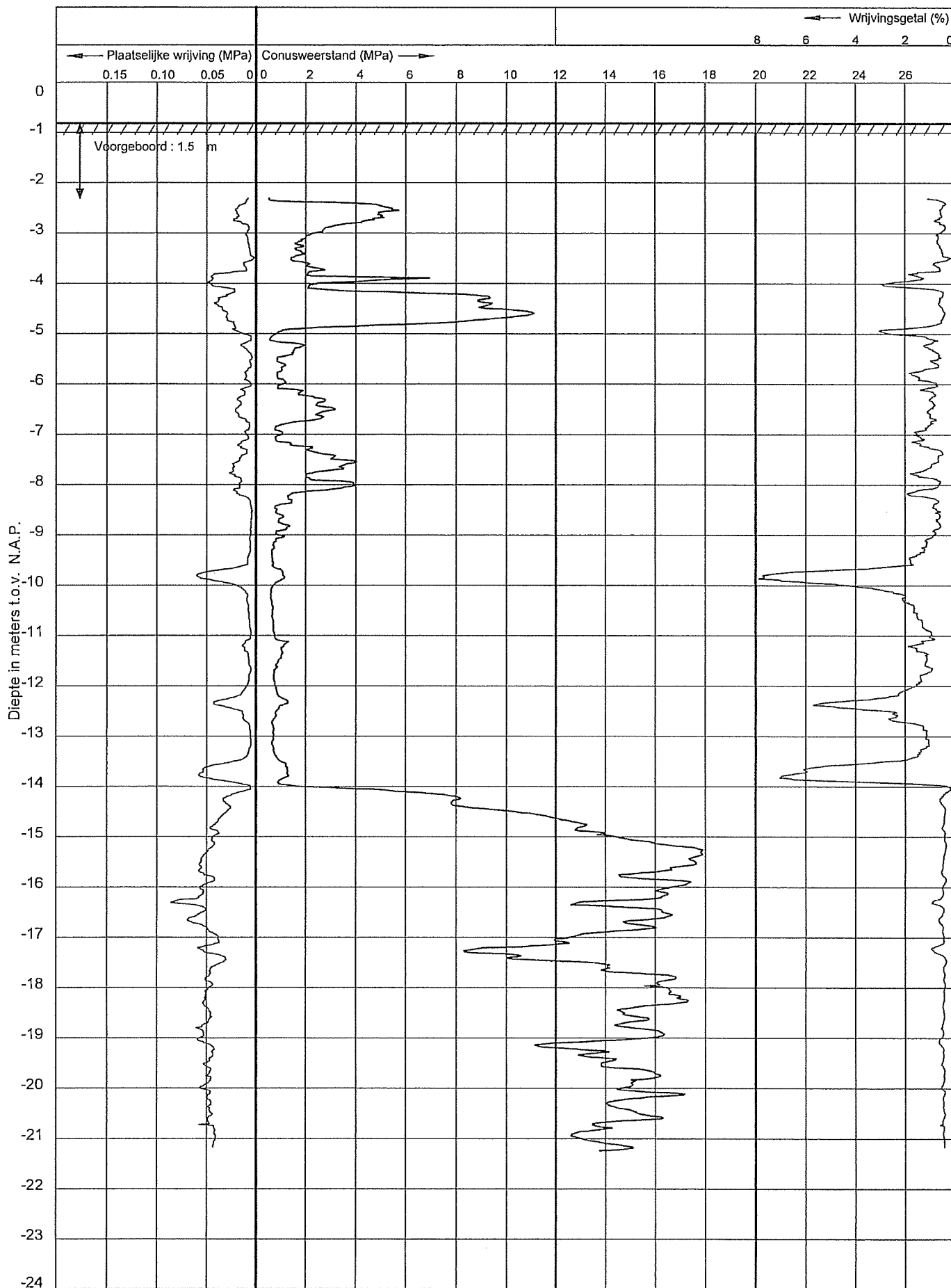
Situatietekening met sondeer- en boorlocaties

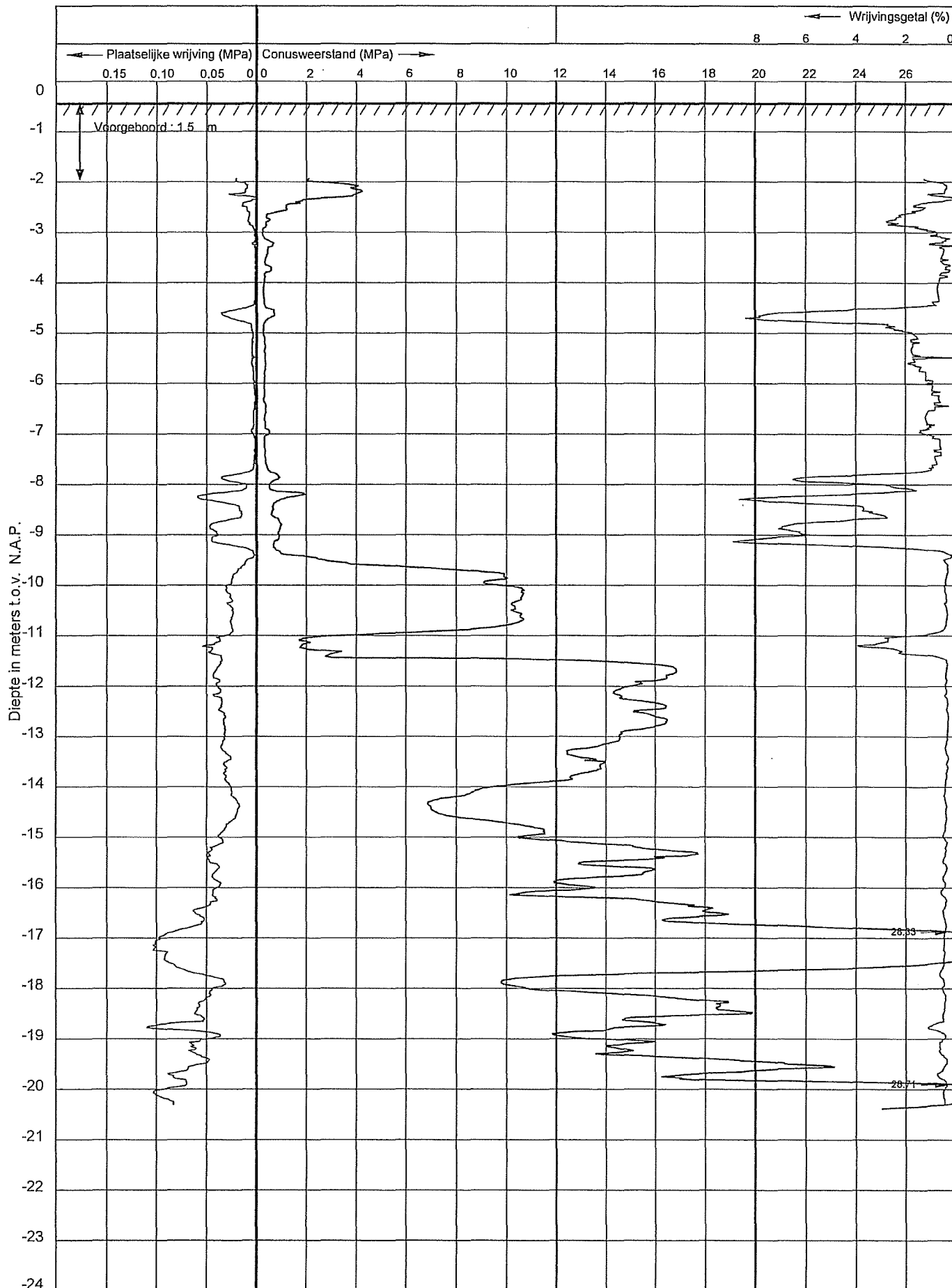
BIJLAGE 2

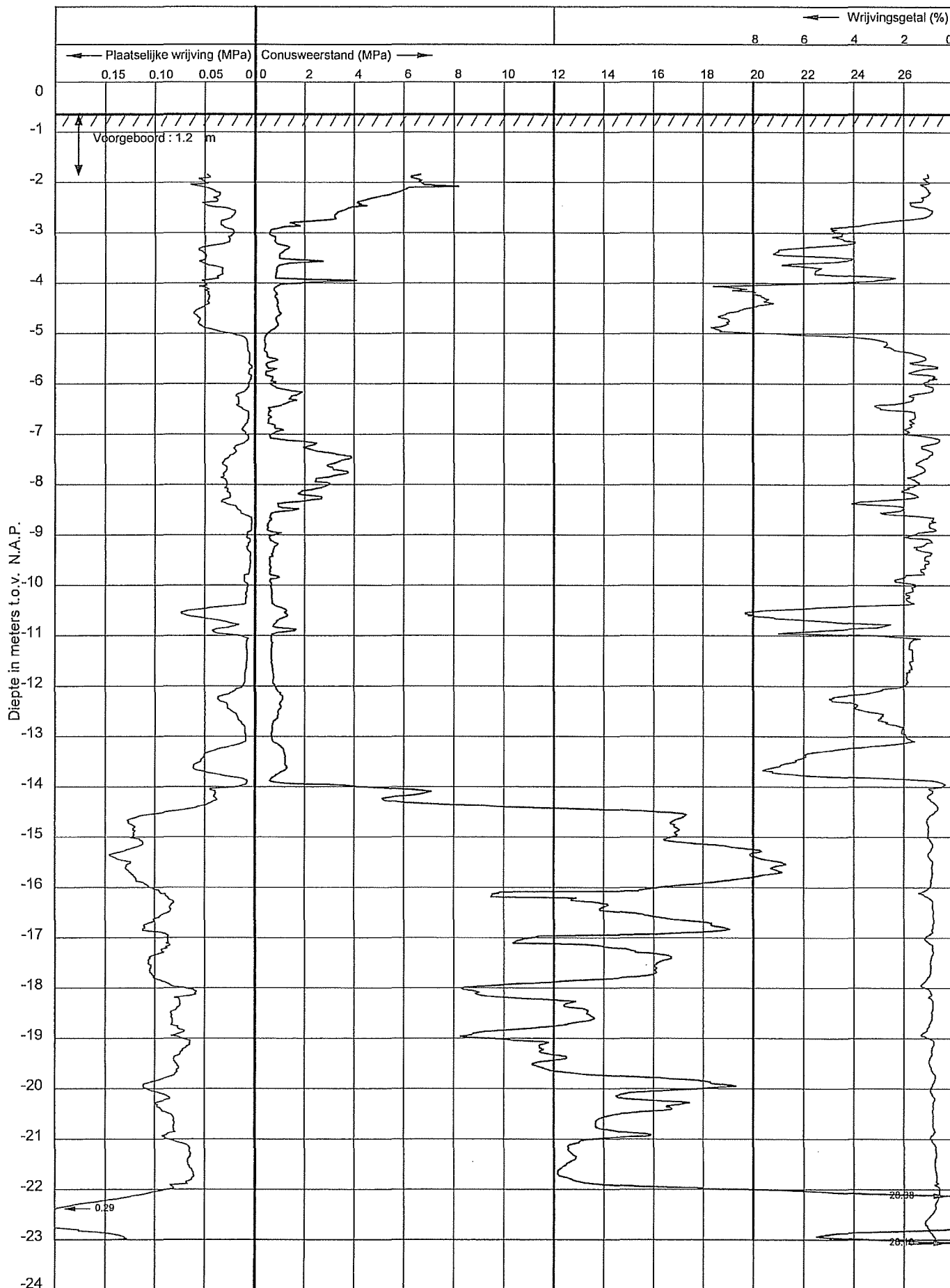
Sondeergrafieken









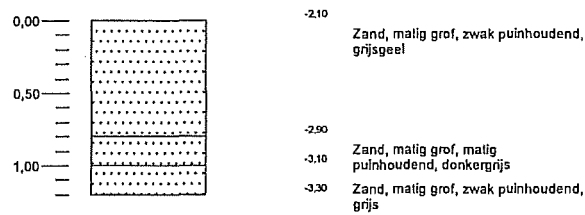


BIJLAGE 3

Boorstaten

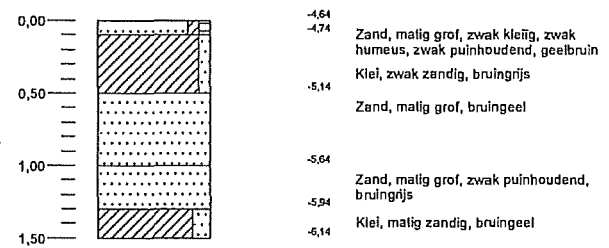
Voorboring 1

Maalveldhoogte in meters t.o.v. NAP: -2,1
GWS: cm -mv



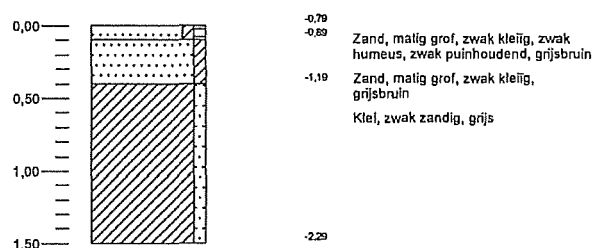
Voorboring 2

Maalveldhoogte in meters t.o.v. NAP: -4,64
GWS: cm -mv



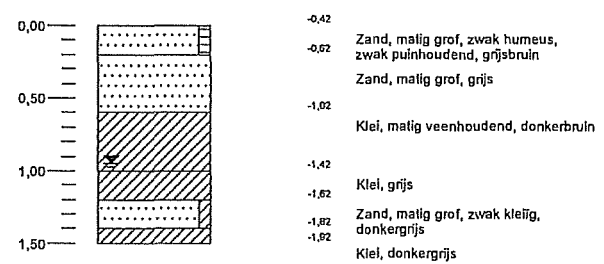
Voorboring 3

Maalveldhoogte in meters t.o.v. NAP: -0,79
GWS: cm -mv



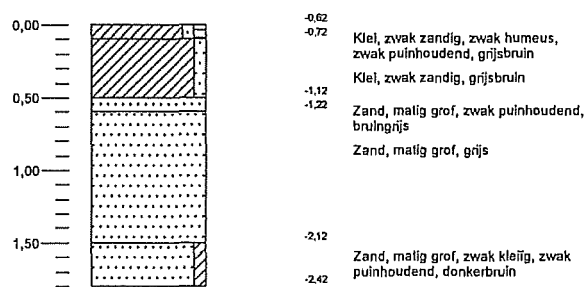
Voorboring 4

Maalveldhoogte in meters t.o.v. NAP: -0,42
GWS: 95 cm -mv



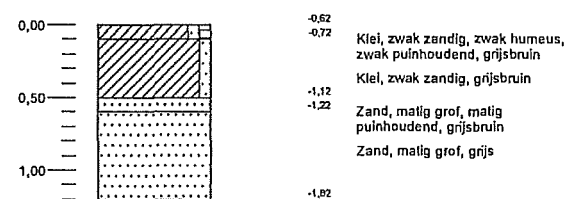
Voorboring 5

Maalveldhoogte in meters t.o.v. NAP: -0,62
GWS: cm -mv



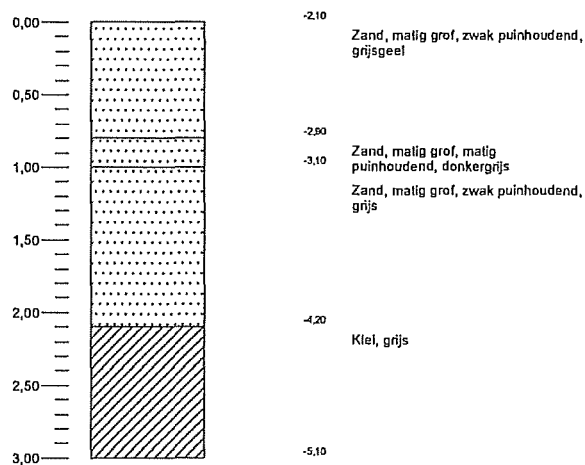
Voorboring 6

Maalveldhoogte in meters t.o.v. NAP: -0,62
GWS: cm -mv



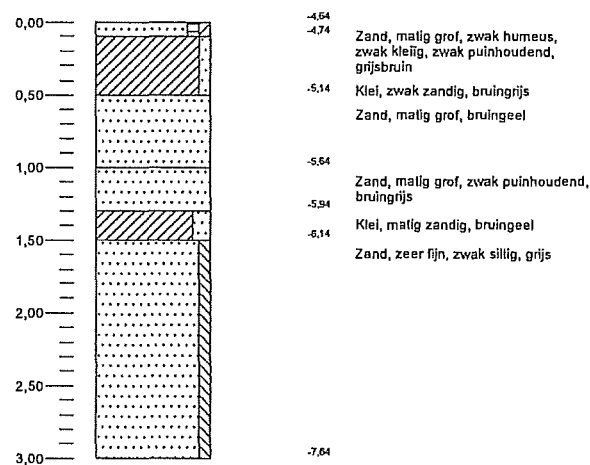
Boring 1

Maaiveldhoogte in meters t.o.v. NAP: -2,1
GWS: cm -mv



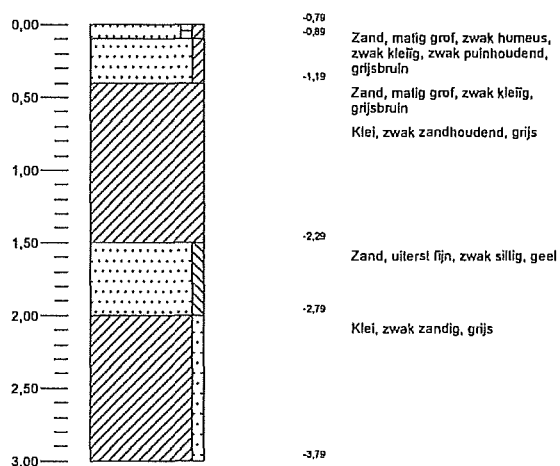
Boring 2

Maaiveldhoogte in meters t.o.v. NAP: -4,64
GWS: cm -mv



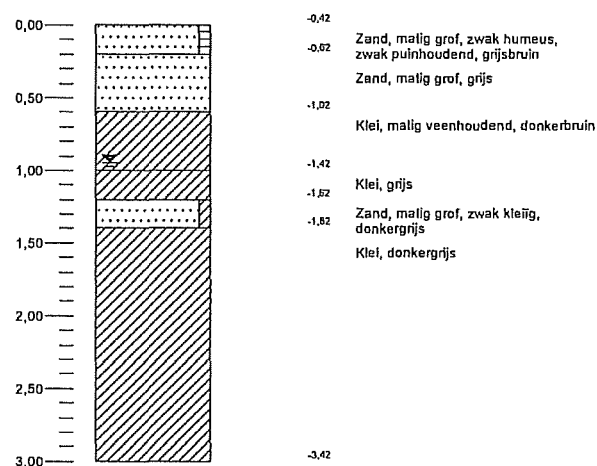
Boring 3

Maaiveldhoogte in meters t.o.v. NAP: -0,79
GWS: cm -mv



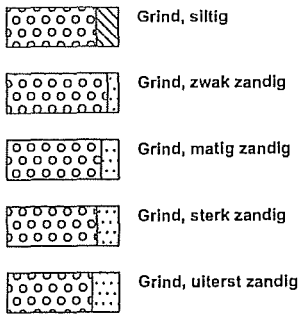
Boring 4

Maaiveldhoogte in meters t.o.v. NAP: -0,42
GWS: 95 cm -mv

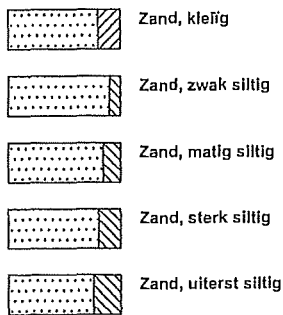


Legenda (conform NEN 5104)

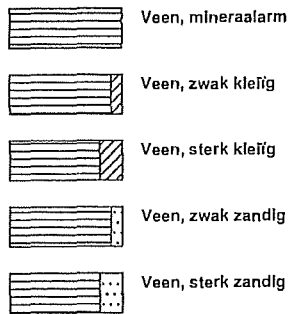
grind



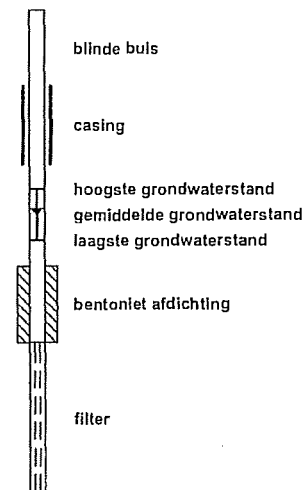
zand



veen



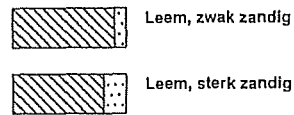
peilbuis



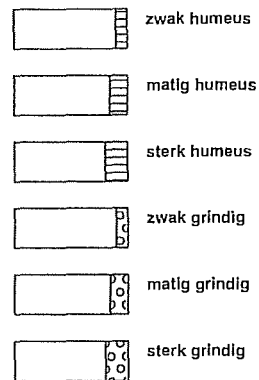
klei



leem



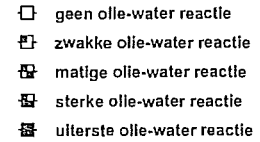
overige toevoegingen



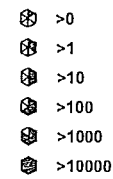
geur



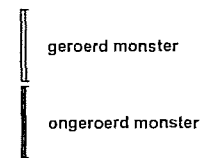
olie



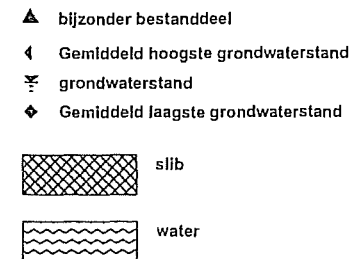
p.i.d.-waarde



monsters



overig



Bijlage 2:

- Geotechnische berekening funderingselement op staal onder poten steiger noordzijde;
- FEM berekening van prefab betonfunderingselement;

Fundering op staal

Fundering onder steiger Noordzijde A12

grondopbouw (uit analyse op basis van conuswaarden) regio: standaard instellingen

nr	naam	bijmengsel	cons.	van	tot	γ_{dr}	γ_{sat}	c'	f_{undr}	ϕ'	$\delta'_{\sigma_v; k}$	$\sigma'_{v; k}$	OCR
1	zand	schoon	matig	-2,10	-2,80	18,0	20,0	0,0	0,0	32,5	7,0	7,0	1
2	zand	sterk siltig/kleiig	--	-2,80	-3,45	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	6,5	13,5	1
3	zand	zwak siltig/kleiig	--	-3,45	-3,50	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	0,5	14,0	1
4	zand	sterk siltig/kleiig	--	-3,50	-4,25	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	7,5	21,5	1
5	leem	zwak zandig	vast	-4,25	-4,40	21,0	21,0	5,0	200,0	27,5	1,7	23,2	1
6	klei	zwak zandig	vast	-4,40	-4,45	20,0	20,0	25,0	120,0	22,5	0,5	23,7	1
7	klei	schoon	vast	-4,45	-4,50	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,5	24,1	1
8	leem	zwak zandig	vast	-4,50	-4,70	21,0	21,0	5,0	200,0	27,5	2,2	26,3	1
9	klei	schoon	vast	-4,70	-5,05	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	3,2	29,5	1
10	klei	schoon	matig	-5,05	-5,15	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	0,7	30,2	1
11	klei	schoon	vast	-5,15	-5,25	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,9	31,1	1
12	klei	schoon	matig	-5,25	-5,60	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	2,4	33,5	1
13	klei	schoon	vast	-5,60	-5,65	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,5	34,0	1
14	klei	schoon	matig	-5,65	-7,45	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	12,6	46,6	1
15	klei	schoon	vast	-7,45	-7,55	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,9	47,5	1
16	klei	schoon	matig	-7,55	-8,10	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	3,9	51,3	1
17	klei	schoon	vast	-8,10	-8,20	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,9	52,2	1
18	klei	schoon	matig	-8,20	-9,15	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	6,6	58,9	1
19	klei	schoon	vast	-9,15	-9,25	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,9	59,8	1
20	klei	zwak zandig	vast	-9,25	-9,30	20,0	20,0	25,0	120,0	22,5	0,5	60,3	1
21	klei	schoon	matig	-9,30	-11,05	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	12,3	72,5	1
22	klei	schoon	vast	-11,05	-11,30	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	2,2	74,8	1
23	klei	schoon	matig	-11,30	-13,95	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	18,6	93,3	1
24	klei	organisch	matig	-13,95	-14,05	15,0	15,0	0,0	25,0	15,0	0,5	93,8	1
25	klei	schoon	vast	-14,05	-14,10	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,4	94,2	1
26	zand	sterk siltig/kleiig	--	-14,10	-14,70	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	6,0	100,3	1
27	zand	zwak siltig/kleiig	--	-14,70	-15,60	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	9,0	109,3	1
28	zand	sterk siltig/kleiig	--	-15,60	-15,70	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	1,0	110,3	1
29	zand	zwak siltig/kleiig	--	-15,70	-15,75	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	0,5	110,8	1
30	zand	sterk siltig/kleiig	--	-15,75	-18,00	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	22,5	133,3	1
31	zand	zwak siltig/kleiig	--	-18,00	-18,15	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	1,5	134,8	1
32	zand	sterk siltig/kleiig	--	-18,15	-19,40	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	12,5	147,3	1
33	zand	zwak siltig/kleiig	--	-19,40	-19,60	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	2,0	149,3	1
34	zand	sterk siltig/kleiig	--	-19,60	-21,25	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	16,5	165,8	1
35	zand	zwak siltig/kleiig	--	-21,25	-21,30	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	0,5	166,3	1
36	zand	sterk siltig/kleiig	--	-21,30	-21,35	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	0,5	166,8	1
37	zand	zwak siltig/kleiig	--	-21,35	-21,40	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	0,5	167,3	1
38	zand	sterk siltig/kleiig	--	-21,40	-21,50	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	1,0	168,3	1
39	zand	zwak siltig/kleiig	--	-21,50	-21,60	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	1,0	169,3	1
40	zand	sterk siltig/kleiig	--	-21,60	-21,70	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	1,0	170,3	1
41	zand	zwak siltig/kleiig	--	-21,70	-21,80	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	1,0	171,3	1
42	zand	sterk siltig/kleiig	--	-21,80	-22,15	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	3,5	174,8	1
43	zand	sterk siltig/kleiig	--	-22,15	-23,15	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	10,0	184,8	1

algemene gegevens

sondering
maten ten opzichte van

30389_1-aangepast.SNX
N.A.P.

maaiveld	-2,10 m	N.A.P.
grondwaterstand	0,00 m	N.A.P.
geotechnische categorie	GC2	

afmetingen funderingselement

strookbreedte	1,50 m	
strooklengte	1,50 m	
aanlegdiepte	-2,01 m	N.A.P.
maximale gronddekking	-0,09 m	

belastingen

uiterste grenstoestanden 1A, 1B	$F_{s,v;d}$	86,58	kN
	$F_{s,h;d}$	2,66	kN
	$p_{sur;d}$	0,00	kN/m ²
bruikbaarheidsgrenstoestand 2	$F_{s,v;d}$	75,69	kN
	$F_{s,h;d}$	2,42	kN
	$p_{sur;d}$	0,00	kN/m ²
aangrijpingspunt hor.kracht		0,00	m maaiveld
excentriciteit (5.2.1)	eB	0,00	m
	eL	0,00	m

toetsing grenstoestanden 1A, 1B en 2

ongedraineerde situatie	NEN-EN1997 NEN6744 art. 5.2.2
gedraineerde situatie	NEN-EN1997 NEN6744 art. 5.2.3
zakking bovenzijde funderingselement	NEN-EN1997 NEN6744 art. 6

grenstoestand 1A: max draagvermogen NEN-EN1997|NEN6744 art. 5.2.6

ongedraineerde situatie vlgs 5.2.2.1 geval c
doorponzen bij gelaagde grond; 8° spreiding

z	sct	B' _z	L' _z	$\sigma'_{v;z;0;d}$	$f_{undr;d}$	s _c	i _c	$\sigma'_{max;d}$	$F_{r,v;d}$	$F_{v;d}$	opm
-4,45	7	2,10	2,19	23,65	74,07	1,19	1,00	476,63	2182,73	137,77	-
-4,70	9	2,16	2,26	26,30	74,07	1,19	1,00	479,24	2335,31	143,73	-
-5,05	10	2,25	2,35	29,45	37,04	1,19	1,00	255,51	1353,85	150,82	-
-5,15	11	2,28	2,38	30,15	74,07	1,19	1,00	483,02	2619,48	152,39	-
-5,25	12	2,30	2,41	31,05	37,04	1,19	1,00	257,11	1426,96	154,42	-
-5,60	13	2,39	2,51	33,50	74,07	1,19	1,00	486,32	2919,54	159,93	-
-5,65	14	2,41	2,52	33,95	37,04	1,19	1,00	260,02	1578,37	160,94	-
-7,45	15	2,88	3,03	46,55	74,07	1,19	1,00	499,33	4354,13	189,29	-
-7,55	16	2,91	3,06	47,45	37,04	1,19	1,00	273,62	2430,58	191,32	-
-8,10	17	3,05	3,21	51,30	74,07	1,19	1,00	504,13	4941,95	199,98	-
-8,20	18	3,08	3,24	52,20	37,04	1,19	1,00	278,42	2777,62	202,01	-
-9,15	19	3,33	3,51	58,85	74,07	1,19	1,00	511,78	5983,85	216,97	-
-9,30	21	3,38	3,55	60,25	37,04	1,19	1,00	286,56	3432,51	220,12	-
-11,05	22	3,85	4,04	72,50	74,07	1,19	1,00	525,64	8175,19	247,68	-
-11,30	23	3,92	4,11	74,75	37,04	1,19	1,00	301,22	4851,49	252,74	-
-13,95	24	4,64	4,86	93,30	18,52	1,19	1,00	206,54	4655,82	294,48	-
-14,05	25	4,67	4,88	93,80	74,07	1,19	1,00	547,30	12481,26	295,61	-
-	-	m	m	kN/m ²	kN/m ²	-	-	kN/m ²	kN	kN	

in alle lagen wordt voldaan aan de ponstoetsing

grenstoestand 1A: max schuifweerstand NEN-EN1997|NEN6744 art. 5.3.1

ongedraineerde situatie

controle voor ieder grensvlak

eenzijdige ontgraving tot aanlegniveau mogelijk (met betrekking tot afschuiving).

$$F_{r,p;ea,h;d} = 0 \quad F_{s;a;ea,h;d} = 0$$

z	$F_{s;v;d}$	$F_{s;v;d;a}$	$F_{s;v;d;z}$	$F_{s;h;d;z}$	xB	B'_z	L'_z	$f_{undr;d}$	$S_{r;h;d}$	$F_{h;d}$
-4,25	86,58	64,94	106,65	2,66	0,05	2,02	2,13	148,15	638,06	2,66
-4,40	86,58	64,94	109,99	2,66	0,06	2,06	2,17	88,89	397,78	2,66
-4,45	86,58	64,94	111,00	2,66	0,06	2,07	2,19	74,07	335,68	2,66
-4,50	86,58	64,94	111,92	2,66	0,06	2,09	2,20	148,15	679,79	2,66
-4,70	86,58	64,94	116,37	2,66	0,06	2,14	2,26	74,07	357,18	2,66
-5,05	86,58	64,94	122,75	2,66	0,06	2,23	2,35	37,04	194,17	2,66
-5,15	86,58	64,94	124,17	2,66	0,07	2,25	2,38	74,07	397,44	2,66
-5,25	86,58	64,94	125,99	2,66	0,07	2,28	2,41	37,04	203,36	2,66
-5,60	86,58	64,94	130,95	2,66	0,07	2,37	2,51	74,07	439,91	2,66
-5,65	86,58	64,94	131,86	2,66	0,07	2,38	2,52	37,04	222,40	2,66
-7,45	86,58	64,94	157,38	2,66	0,09	2,85	3,03	74,07	639,08	2,66
-7,55	86,58	64,94	159,20	2,66	0,09	2,88	3,06	37,04	325,54	2,66
-8,10	86,58	64,94	167,00	2,66	0,10	3,02	3,21	74,07	718,64	2,66
-8,20	86,58	64,94	168,82	2,66	0,10	3,05	3,24	37,04	365,71	2,66
-9,15	86,58	64,94	182,28	2,66	0,10	3,30	3,51	74,07	857,55	2,66
-9,25	86,58	64,94	184,11	2,66	0,10	3,33	3,54	88,89	1045,88	2,66
-9,30	86,58	64,94	185,12	2,66	0,10	3,34	3,55	37,04	439,32	2,66
-11,05	86,58	64,94	209,93	2,66	0,11	3,81	4,04	74,07	1141,70	2,66
-11,30	86,58	64,94	214,48	2,66	0,11	3,88	4,11	37,04	591,27	2,66
-13,95	86,58	64,94	252,05	2,66	0,13	4,61	4,86	18,52	414,21	2,66
-14,05	86,58	64,94	253,06	2,66	0,13	4,63	4,88	74,07	1676,20	2,66
m	kN	kN	kN	kN	m	m	m	kN/m ²	kN	kN

aan afschuivingseis in ongedraineerde situatie voldaan

grenstoestand 1A: max draagvermogen NEN-EN1997|NEN6744 art. 5.2.3

gedraineerde situatie art. 5.2.3.1 geval c

invloedsgebied loopt van	-2,01	tot -4,01	m
gewogen parameters (5.2.4.3) (1A)	$\phi_{e;d}$	25,55	°
(1A)	$c_{e;d}$	0,00	kN/m ²
(1A)	$\gamma_{e;d}$	8,18	kN/m ³

$\sigma'_{v;z;0;d}$	(z= -2,01 m)	0,90	kN/m ²
xB	$2,66 \cdot (0,00 + -0,09) / 86,58$	0,00	m
B'_z	$1,50 - 2 \cdot 0,00 + 0,00 $	1,49	m
L'_z	$1,50 - 2 \cdot 0,00 + 0,00 $	1,50	m
N_q		11,30	-
N_c		21,54	-
N_γ		9,84	-
i_q	$(1 - 0,70 \cdot 2,66 / (86,58 + 0,00))^3$	0,94	-
i_c	$(0,94 \cdot 11,30 - 1) / (11,30 - 1)$	0,93	-
i_γ	$(1 - 1,0 \cdot 2,66 / (86,58 + 0,00))^3$	0,91	-
s_q	$(1 + 1,49 / 1,50 \cdot 0,43)$	1,43	-
s_c	$(1,43 \cdot 11,30 - 1) / (11,30 - 1)$	1,47	-

$$s\gamma = 1 - 0.30 \cdot 1.49 / 1.50 = 0.70$$

$$\sigma'_{\max;d} = 0.00 + 13.62 + 38.42 = 52.04 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{r,v;d} = 1.50 \cdot 1.49 \cdot 52.04 = 116.66 \text{ kN}$$

$$F_{s,v;d} \leq F_{r,v;d} \quad \text{want } 86.58 \leq 116.66 \text{ kN}$$

aan de eis in gedraineerde toestand is voldaan

grenstoestand 1A: max draagvermogen NEN-EN1997|NEN6744 art. 5.2.6

gedraineerde situatie art. 5.2.3.1 geval c
doorponzen bij gelaagde grond; 8° spreiding

z	sct	B' _z	L' _z	σ' _{v;z;o;d}	φ' _{e;d}	c' _{e;d}	γ' _{e;d}	σ' _{max;d}	F _{r,v;d}	F _{v;d}	opm
-4,45	7	2,10	2,19	23,65	25,34	0,00	8,18	408,56	1871,03	137,77	-
-4,70	9	2,16	2,26	26,30	25,34	0,00	8,18	450,94	2197,42	143,73	-
-5,05	10	2,25	2,35	29,45	25,23	0,00	8,18	494,29	2619,03	150,82	-
-5,15	11	2,28	2,38	30,15	25,20	0,00	8,18	503,65	2731,34	152,39	-
-5,25	12	2,30	2,41	31,05	25,17	0,01	8,18	516,12	2864,40	154,42	-
-5,60	13	2,39	2,51	33,50	25,07	0,02	8,19	549,33	3297,85	159,93	-
-5,65	14	2,41	2,52	33,95	25,06	0,03	8,19	555,58	3372,43	160,94	-
-7,45	15	2,88	3,03	46,55	24,57	0,43	8,21	723,41	6308,11	189,29	-
-7,55	16	2,91	3,06	47,45	24,54	0,47	8,21	735,05	6529,54	191,32	-
-8,10	17	3,05	3,21	51,30	24,36	0,69	8,20	782,32	7669,01	199,98	-
-8,20	18	3,08	3,24	52,20	24,32	0,73	8,20	793,33	7914,58	202,01	-
-9,15	19	3,33	3,51	58,85	24,00	1,10	8,17	867,45	1,0E+04	216,97	-
-9,30	21	3,38	3,55	60,25	23,95	1,15	8,17	883,74	1,1E+04	220,12	-
-11,05	22	3,85	4,04	72,50	23,12	1,94	8,03	978,77	1,5E+04	247,68	-
-11,30	23	3,92	4,11	74,75	22,98	2,06	8,00	994,16	1,6E+04	252,74	-
-13,95	24	4,64	4,86	93,30	21,48	3,16	7,61	1057,91	2,4E+04	294,48	-
-14,05	25	4,67	4,88	93,80	21,42	3,21	7,59	1056,63	2,4E+04	295,61	-
-	-	m	m	kN/m ²	kN/m ²	-	-	kN/m ²	kN	kN	

in alle lagen wordt voldaan aan de ponstoetsing

grenstoestand 1A: max schuifweerstand NEN-EN1997|NEN6744 art. 5.3.2

gedraineerde situatie
controle op diepte funderingselement
eenzijdige ontgraving tot aanlegniveau mogelijk (met betrekking tot afschuiving).
F_{r,p;ea,h;d} = 0 F_{s;a;ea,h;d} = 0

z	F _{s,v;d}	F _{s,v;d;a}	F _{s,v;d;z}	F _{s,h;d;z}	B' _z	L' _z	φ' _d	δ _{s;d}	S _{r,h;d}	F _{h;d}
-2,01	86,58	64,94	64,94	2,66	1,49	1,50	28,26	18,84	22,16	2,66
m	kN	kN	kN	kN	m	m	°	°	kN	kN

aan afschuivingseis in gedraineerde situatie voldaan

grenstoestand 2: zakking vlgs grenstoestand 2: zakking vlgs NEN-EN1997|NEN6744 art. 6

tgV momentane belastingkombinatie
(NEN-EN1990:2007 art. 6.5.3c)
spanningstoename vlgs NEN-EN1997|NEN6744 art 6.4

lg	sct	H _{lg}	z _{mid}	e	σ' _{v, mid; z; o; d}	Δσ' _{v, mid; z; d}	w _{1; d}	w _{2; d}	Σw _{1; d}	Σw _{2; d}	Σw _d
----	-----	-----------------	------------------	---	-------------------------------	-----------------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	-----------------

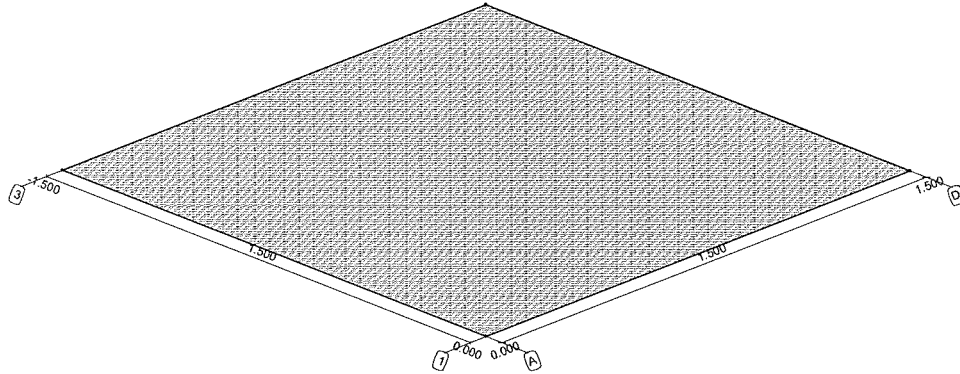
aanleg			-2,01			33,76						
1	1	0,79	-2,41	0,65	3,05	31,10	0,0030	0,0000	0,0030	0,0000	0,0030	
2	2	0,65	-3,13	0,65	10,25	16,52	0,0031	0,0000	0,0061	0,0000	0,0061	
3	3	0,05	-3,48	0,65	13,75	11,72	0,0001	0,0000	0,0062	0,0000	0,0062	
4	4	0,75	-3,88	0,65	17,75	8,19	0,0014	0,0000	0,0076	0,0000	0,0076	
5	5	0,15	-4,33	0,50	22,33	5,75	0,0005	0,0006	0,0081	0,0006	0,0087	
6	6	0,05	-4,43	0,65	23,40	5,35	0,0003	0,0006	0,0085	0,0012	0,0097	
7	7	0,05	-4,48	0,83	23,88	5,16	0,0004	0,0008	0,0088	0,0020	0,0108	
8	8	0,20	-4,60		25,20	4,73	< 20%					

-	-	m	m	-	kN/m ²	kN/m ²	m	m	m	m	m	m
---	---	---	---	---	-------------------	-------------------	---	---	---	---	---	---

zetting na 10000 dagen									-----	-----	-----	
									0,0088	0,0020	0,0108	

aan zettingseis uit NEN-EN1997|NEN6740 art. 5.3 is voldaan

Projectnaam	Funderingsplaat steiger	Projectnummer	-
Omschrijving	Funderingsplaat onder poten noordzijde	Constructeur	FvdB
Opdrachtgever	Spie	Eenheden	Eenheden
Bestand	N:\Projecten I.U\SPIE\Hoogspanning\Bleiswijk\Berekening\Funderingsplaat poten noordzijde.mxf		



Afb. Geometrie

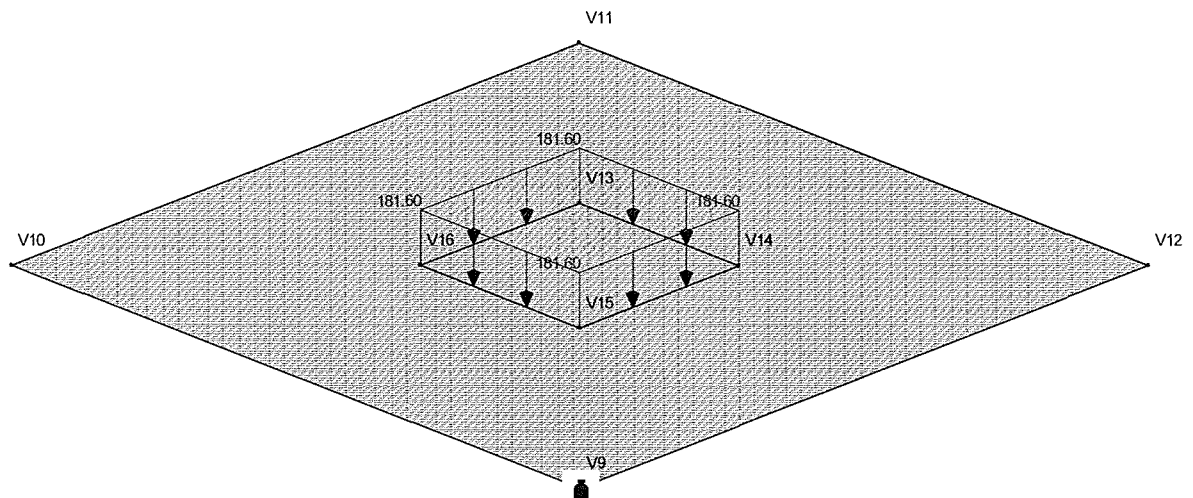
Geometrie

Gebied/Polylijn	Sparing	Materiaal	Dikte	Elasticiteit	Poisson	Dichtheid	Uitzetting
R1	Nee	C20/25	0.140	2.8500e+07	0.20	24.00	10.0000e-06
-	-	-	m	kN/m2	-	kN/m3	C°m

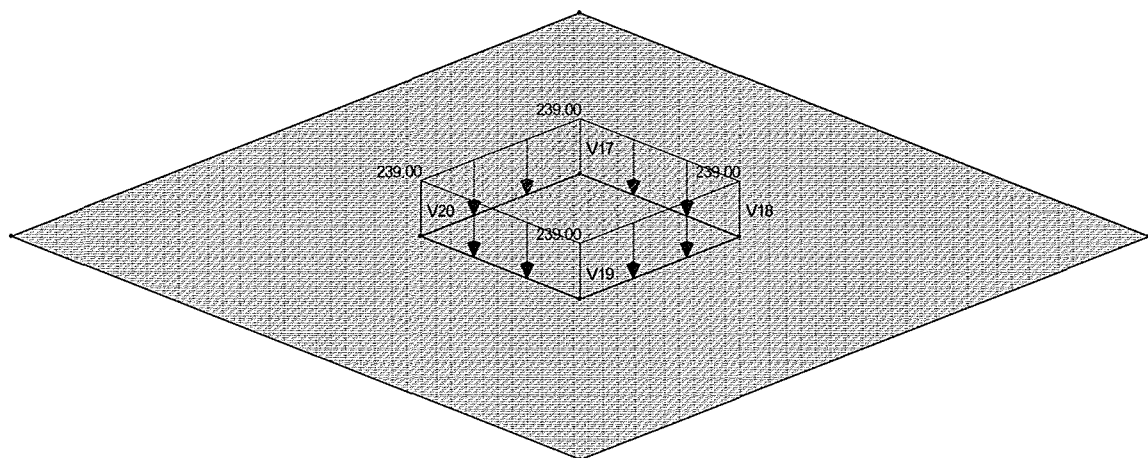
Constructieve punten

Gebieden	Punt	X	Y	Z	Ref.
R1	V1	0.000	0.000	0.000	A,1
R1	V2	0.000	-1.500	0.000	A,3
R1	V3	1.500	-1.500	0.000	D,3
R1	V4	1.500	0.000	0.000	D,1
-	-	m	m	m	-

--	--	--



Afb. Lasten B.G.1 Permanent



Afb. Lasten B.G.2 Wind

Belastingsgevallen

Gebied/Polylijn	Type	Type	Richting
B.G.1: Permanent			
R3	Gebied	qG	Z
R4	Gebied	q	Z
B.G.2: Wind			
R5	Gebied	q	Z
-	-	-	-

Lasten vertices

Gebieden	Punt	X	Y	Z	Lastwaarde
R3	V9	0.000	0.000	0.000	1,00
R3	V10	0.000	-1.500	0.000	1,00
R3	V11	1.500	-1.500	0.000	1,00
R3	V12	1.500	0.000	0.000	1,00
R4	V13	0.960	-0.960	0.000	181,60
R4	V14	0.960	-0.540	0.000	181,60

--	--	--	--	--	--

R4	V15	0.540	-0.540	0.000	181,60
R4	V16	0.540	-0.960	0.000	181,60
R5	V17	0.960	-0.960	0.000	239,00
R5	V18	0.960	-0.540	0.000	239,00
R5	V19	0.540	-0.540	0.000	239,00
R5	V20	0.540	-0.960	0.000	239,00
-	-	m	m	m	-

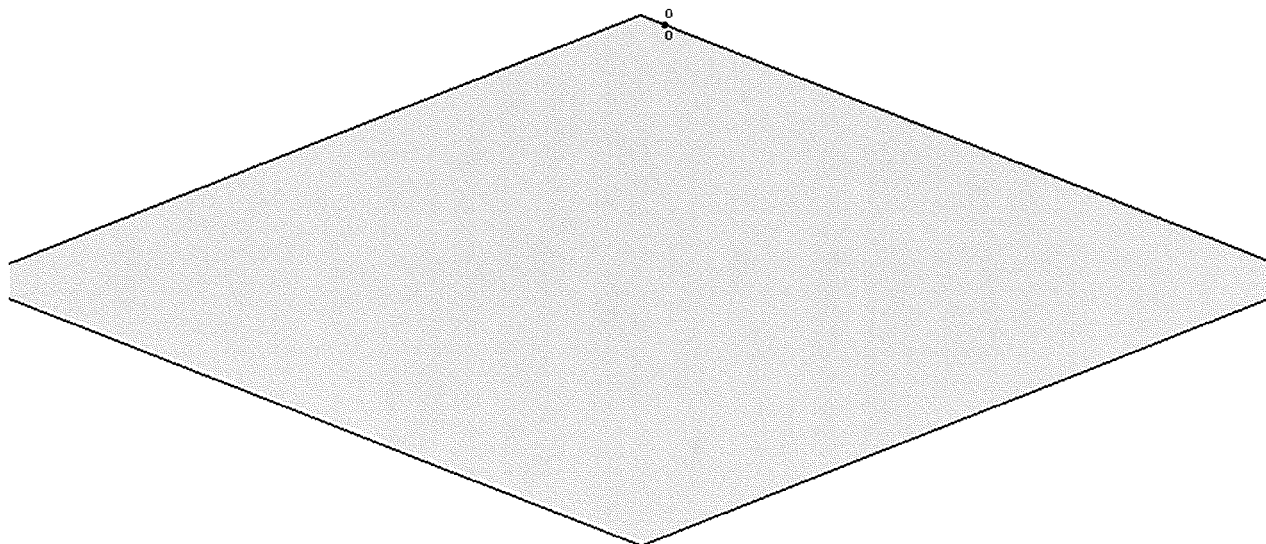
Fundamenteel Belastingscombinaties

B.G.	Omschrijving	Fu.C.1	Fu.C.2
B.G.1	Permanent	1.20	1.35
B.G.2	Wind	1.07	-

Incidenteel Belastingscombinaties

B.G.	Omschrijving	In.C.on	In.C.1
B.G.1	Permanent	1.00	1.00
B.G.2	Wind	-	0.82

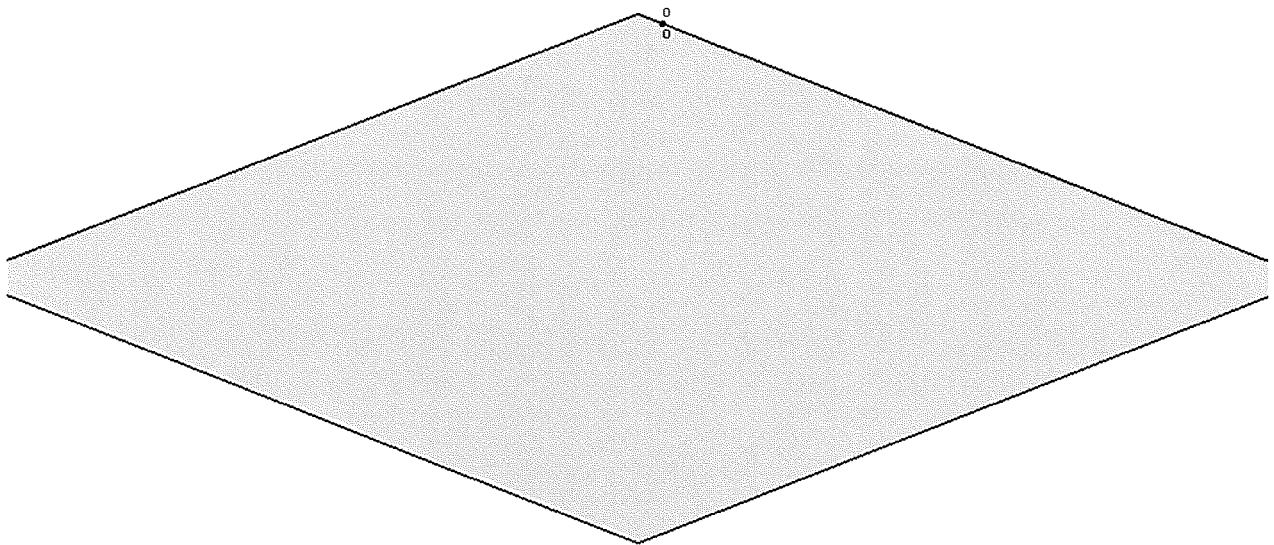
L.E. berekeningsresultaten



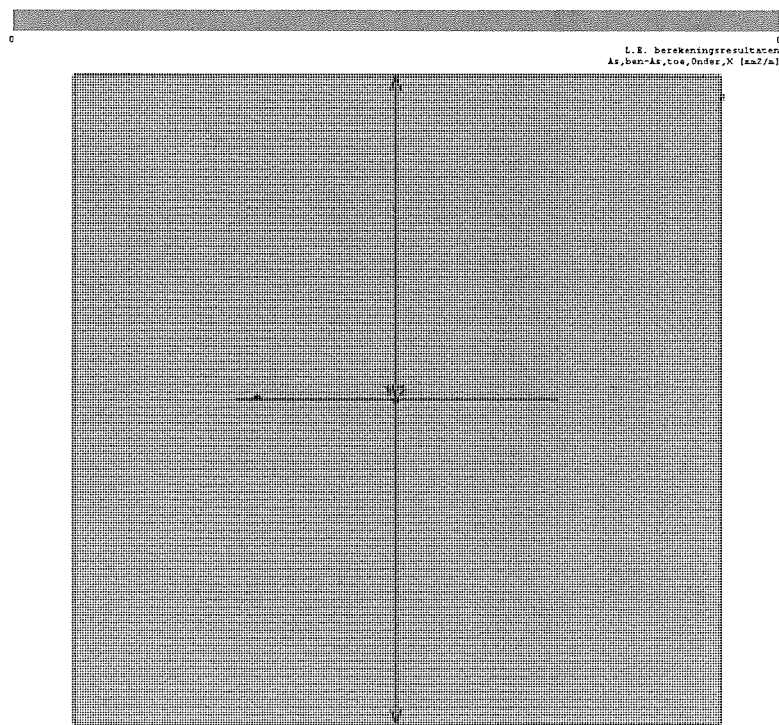
Afb. FEM Oplegreacties Fu.C.1

--	--	--

L. E. berekeningsresultaten



Afb. FEM Oplegreacties Fu.C.2

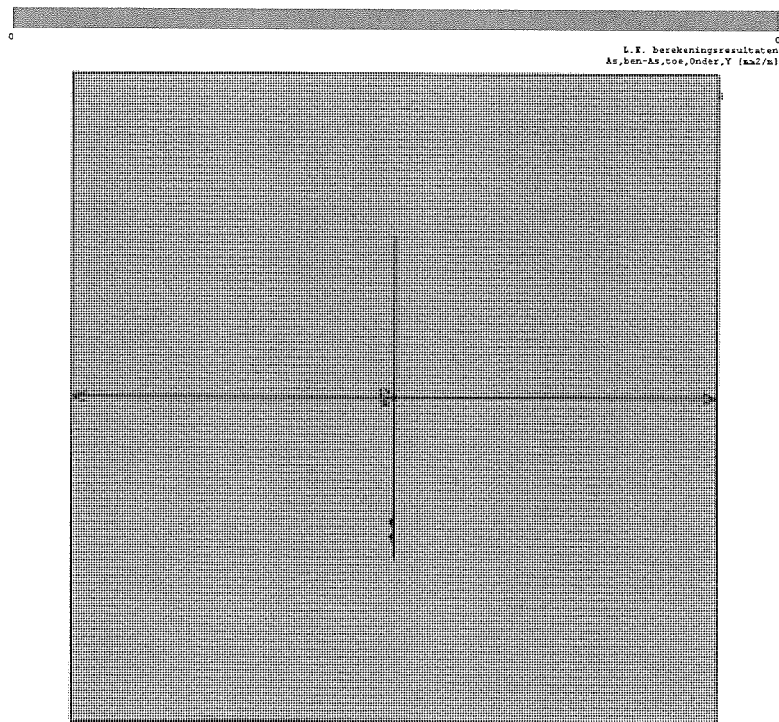


Afb. FEM As;ben onder X Fu.C. Omhullende

Wapening

Oplegg.	Staven	Net	Staal	h-d	Omschr.	As;toe
W2	B8-150	Ja	FeB500HK	29	R8.0-150	335
-	-	-	-	mm	-	mm2/m

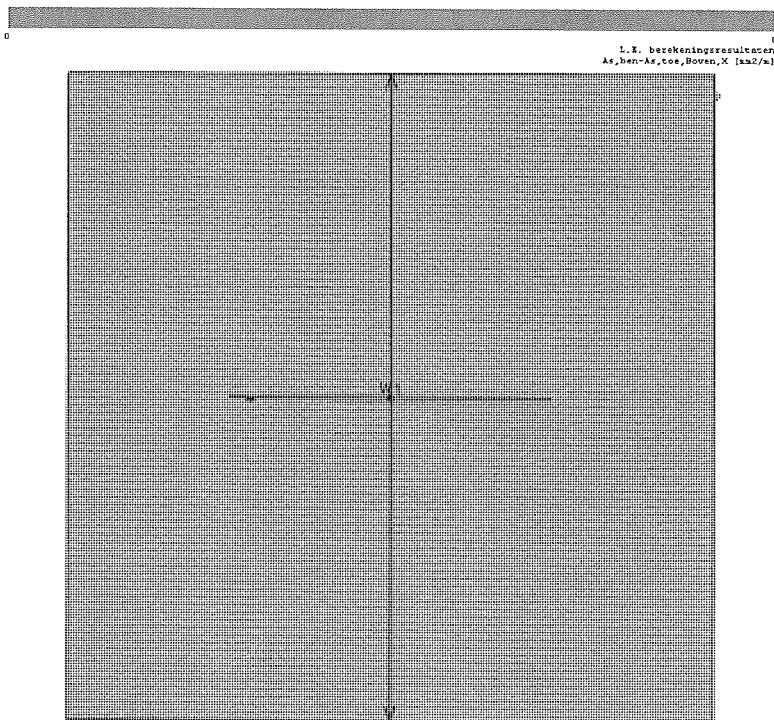
--	--	--



Afb. FEM As;ben onder Y Fu.C. Omhullende

Wapening

Oplegg. Staven		Net	Staal	h-d	Omschr.	As;toe
W2	B8-150	Ja	FeB500HK	37	R8.0-150	335
-	-	-	-	mm	-	mm2/m

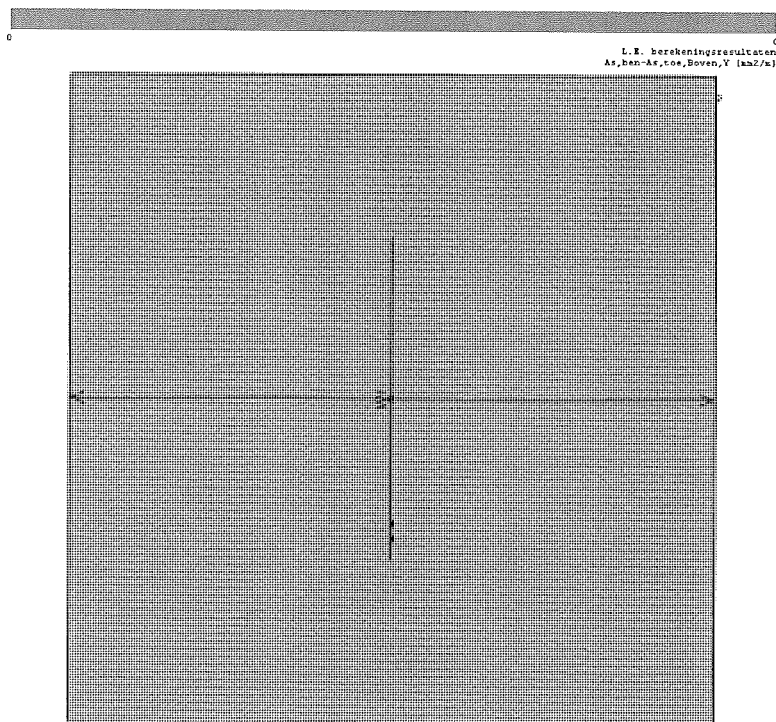


Afb. FEM As;ben boven X Fu.C. Omhullende

--	--	--

Wapening

Oplegg. Staven		Net	Staal	h-d	Omschr.	As;toe
W1	B8-150	Ja	FeB500HK	29	R8.0-150	335
-	-	-	-	mm	-	mm2/m



Afb. FEM As;ben boven Y Fu.C. Omhullende

Wapening

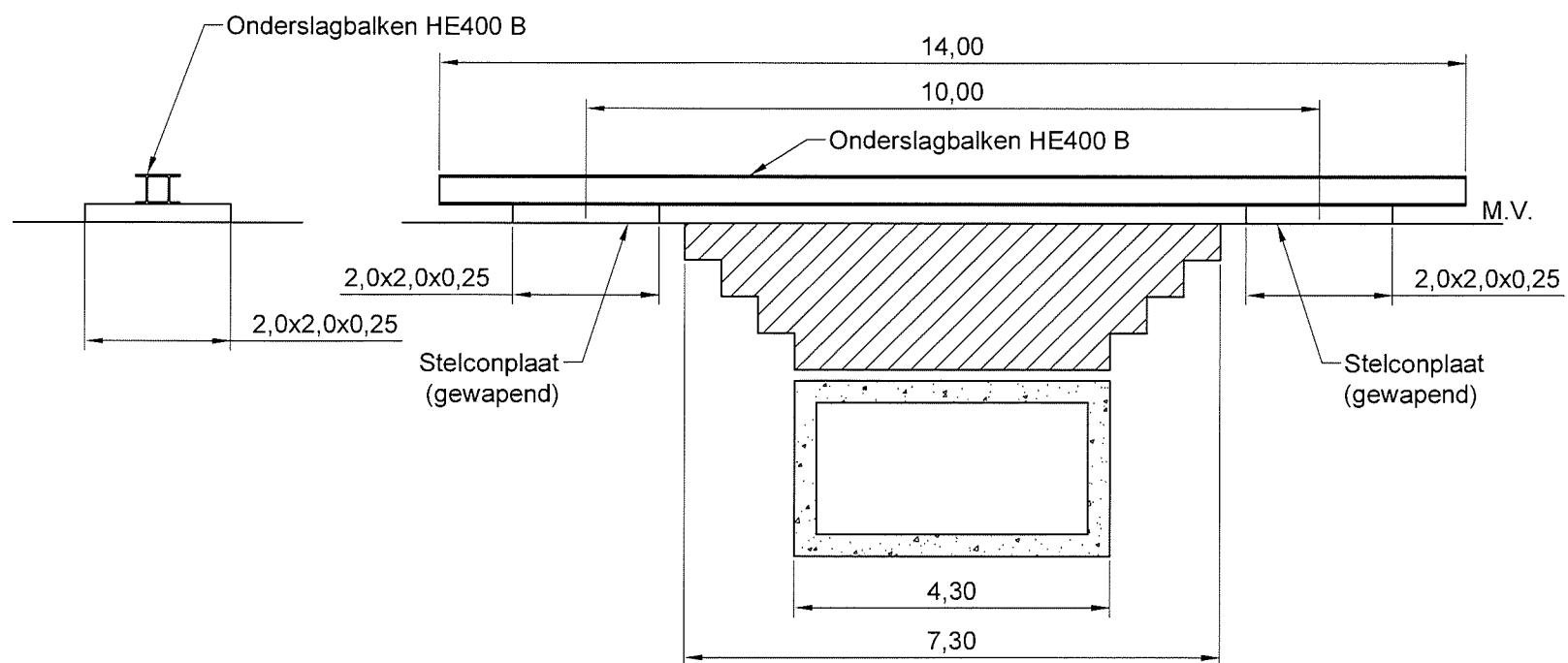
Oplegg. Staven		Net	Staal	h-d	Omschr.	As;toe
W1	B8-150	Ja	FeB500HK	37	R8.0-150	335
-	-	-	-	mm	-	mm2/m

Doorsnedeberkening (uitgebreid)

Gebied/Polyl ijn	Profiel	Materiaal	Dikte	Mr	Positie	Ontwerp moment	h-d	As,ben	As,toe	Wapening
1	P1	C20/25	0,14	10,31	Onderkant X	0,23	29	0	335	W2
					Onderkant Y	0,51	37	0	335	W2
					Bovenkant X	-0,13	29	0	335	W1
					Bovenkant Y	0,00	37	0	335	W1
						kNm/m	mm	mm2/m	mm2/m	

Bijlage 3:

- Schets overbrugging duiker noordzijde d.m.v. stalen balk en funderingselementen;
- Berekening stalen ligger HE400b;
- Geotechnische berekening funderingselement op staal onder ligger steiger noordzijde;
- FEM berekening van prefab betonfunderingselement;



Situatieschets overbrugging duiker t.b.v. steigerconstructie
Noordzijde

Projectnaam	Steigerconstructie Noordzijde	Projectnummer	-
Omschrijving	Onderslagbalk	Constructeur	FvdB
Opdrachtgever	Spie Infra	Eenheden	Eenheden
Bestand	N:\Projecten I.U\SPIE\Hoogspanning\Bleiswijk\Berekening\Onderslagbalk noordzijde.mxf		

Constructiegegevens

Projecttype	Knopen	Staven	Opleggingen	Profielen	Bel.gev.	Bel.comb.
3D-Raamwerk	9	8	2	1	2	10

Staven

Staaf	Knoop	Scharnier		Knoop	Profiel	X-B	Y-B	Z-B	X-E	Y-E	Z-E	Lengte
B	B	E	E	E								
S1	K1	XYZXrYrZr	XYZXrYrZr	K2	P1	0,000	0,000	0,000	2,000	0,000	0,000	2,000
S2	K2	XYZXrYrZr	XYZXrYrZr	K3	P1	2,000	0,000	0,000	3,000	0,000	0,000	1,000
S3	K3	XYZXrYrZr	XYZXrYrZr	K4	P1	3,000	0,000	0,000	4,500	0,000	0,000	1,500
S4	K4	XYZXrYrZr	XYZXrYrZr	K5	P1	4,500	0,000	0,000	7,000	0,000	0,000	2,500
S5	K5	XYZXrYrZr	XYZXrYrZr	K6	P1	7,000	0,000	0,000	9,500	0,000	0,000	2,500
S6	K6	XYZXrYrZr	XYZXrYrZr	K7	P1	9,500	0,000	0,000	11,000	0,000	0,000	1,500
S7	K7	XYZXrYrZr	XYZXrYrZr	K8	P1	11,000	0,000	0,000	12,000	0,000	0,000	1,000
S8	K8	XYZXrYrZr	XYZXrYrZr	K9	P1	12,000	0,000	0,000	14,000	0,000	0,000	2,000
-	-	-	-	-	-	m	m	m	m	m	m	m

Profielen

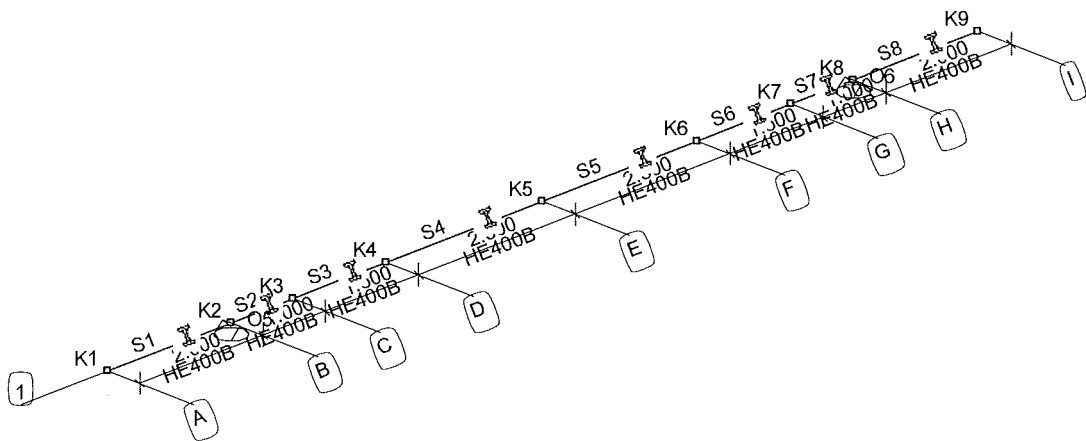
Profiel	Profielnaam	Oppervlakte	It	ly	Iz	Materiaal	Hoek
P1	HE400B	1.9778e-02	3.5575e-06	5.7681e-04	1.0819e-04	S235	0
-	-	m2	m4	m4	m4	-	°

Materialen

Materialnaam	Poison	Dichtheid	E-Modulus	Uitzettingcoeff
S235	0.30	78.50	2.1000e+08	12.0000e-06
-	-	kN/m3	kN/m2	C°m

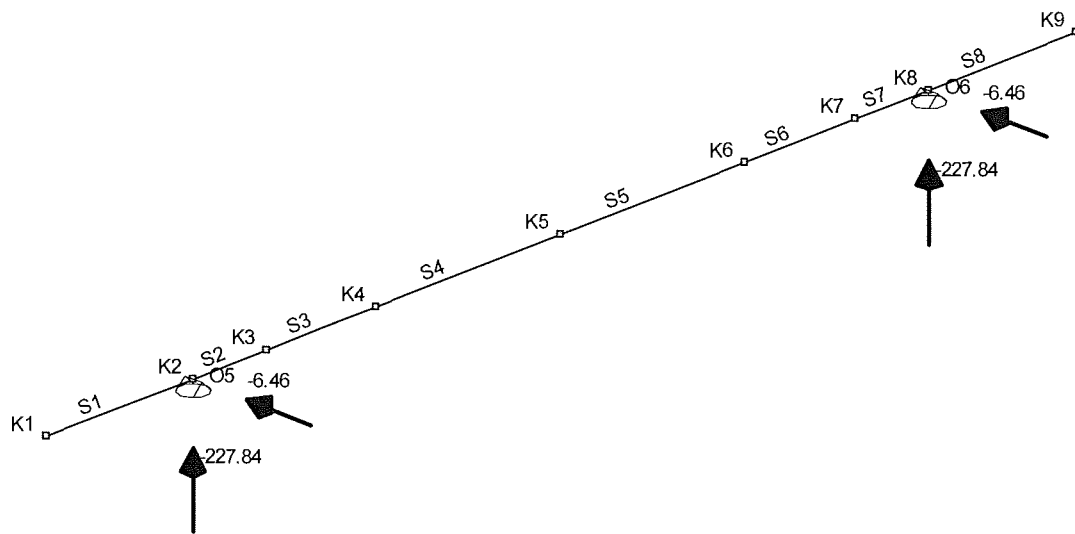
Opleggingen

Oplegging	Knopen	X	Y	Z	Xr	Yr	Zr	HoekXr	HoekYr	HoekZr
O5	K2	vast	vast	vast	vast	vrij	vrij	0	0	0
O6	K8	vast	vast	vast	vast	vrij	vrij	0	0	0
-	-	kN/m	kN/m	kN/m	kNmrad	kNmrad	kNmrad	°	°	°

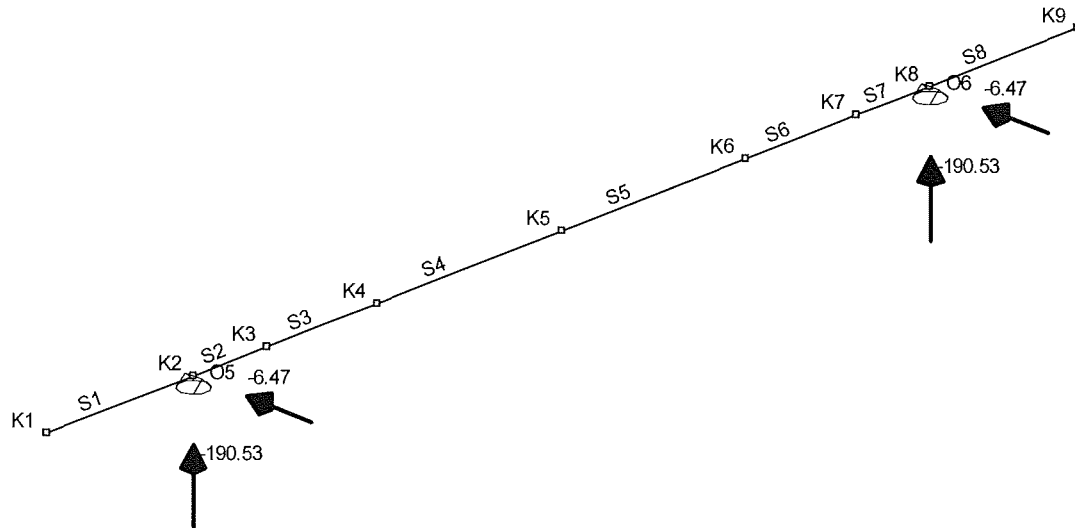


Afb. Geometrie 1

--	--	--

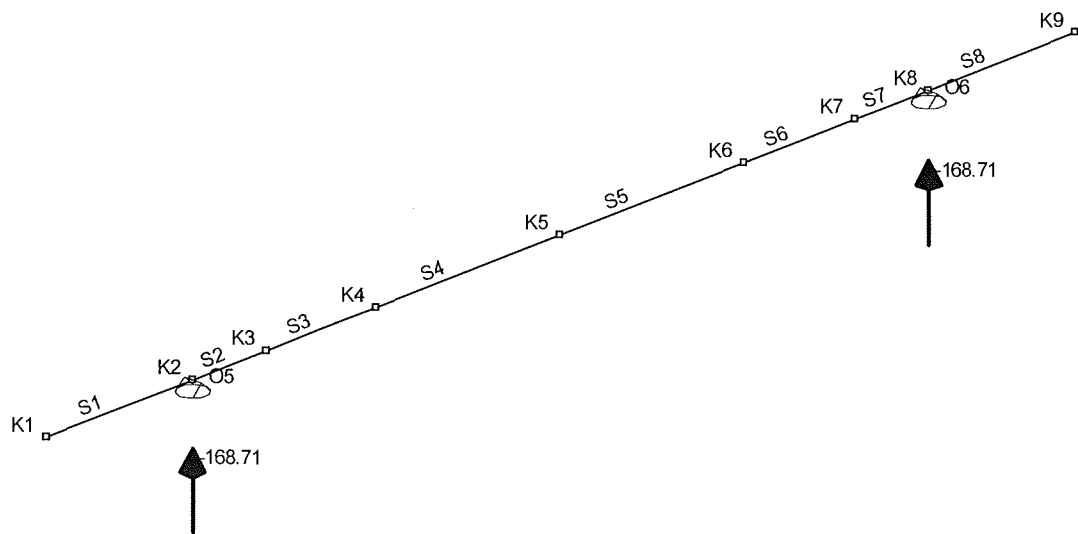


Afb. Fu.C.1 Oplegreacties



Afb. Fu.C.2 Oplegreacties

--	--	--



Afb. Fu.C.3 Oplegreacties

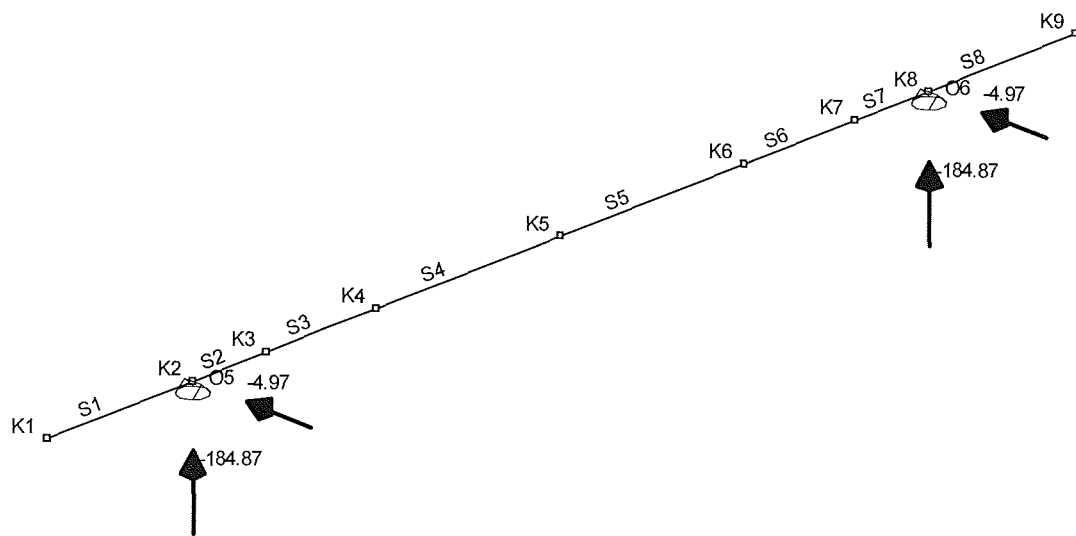
Fu.C. Extreme oplegreacties

Oplegging	Knoop	B.C.	Xmax	Y	Z B.C.	Ymax	X	Z B.C.	Zmax	X	Y
O5	K2				Fu.C.2	-6.47	0.00	-190.53 Fu.C.1	-227.84	0.00	-6.4€
O6	K8				Fu.C.2	-6.47	0.00	-190.53 Fu.C.1	-227.84	0.00	-6.4€
Globale extreme waarden											
O5	K2				Fu.C.2	-6.47	0.00	-190.53			
O6	K8							Fu.C.1	-227.84	0.00	-6.4€
-	-	-	kN	kN	kN	-	kN	kN	-	kN	kN

Fu.C. Extreme oplegreacties (Momenten)

Oplegging	Knoop	B.C.	Mxmax	MY	MZ B.C.	Mymax	MX	MZ B.C.	Mzmax	MX	MY
Globale extreme waarden											
-	-	-	kN	kN	kN	-	kN	kN	-	kN	kN

--	--	--



Afb. In.C.1 Oplegreacties

In.C. Oplegreacties

B.C.	Oplegging	Knoop	X	Y	Z	Mx	My	Mz
In.C.on	O5	K2	0.00	0.00	-124.97	0.00	0.00	0.00
	O6	K8	0.00	0.00	-124.97	0.00	0.00	0.00
	Som Reacties		0.00	0.00	-249.94			
	Som Lasten		0.00	0.00	249.94			
In.C.1	O5	K2	0.00	-4.97	-184.87	0.00	0.00	0.00
	O6	K8	0.00	-4.97	-184.87	0.00	0.00	0.00
	Som Reacties		0.00	-9.94	-369.75			
	Som Lasten		0.00	9.94	369.75			
-	-	-	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm

Unity Check

Staalcontrole volgens NEN6770/6771

Veld	Toetsing	Combinatie	Formule	Max Unity Check
C1-V1 (0.000-2.000)	Doorsnede	Fu.C.3	NEN6770(11.3-1)	0,01
C1-V1 (0.000-2.000)	Kiptoetsing	Fu.C.3	NEN6771(12.2-3)	0,00
C1-V1 (0.000-2.000)	Doorbuigingstoetsing	In.C.1	NEN6702(10.4)	0,00
C2-V1 (0.000-1.000)	Doorsnede	Fu.C.3	NEN6770(11.3-1)	0,13
C2-V1 (0.000-1.000)	Doorbuigingstoetsing	In.C.1	NEN6702(10.4)	0,01
C3-V1 (0.000-1.500)	Doorsnede	Fu.C.3	NEN6770(11.3-1)	0,32
C3-V1 (0.000-1.500)	Kiptoetsing	Fu.C.3	NEN6771(12.2-3)	0,00
C3-V1 (0.000-1.500)	Doorbuigingstoetsing	In.C.1	NEN6702(10.4)	0,07
C4-V1 (0.000-2.500)	Doorsnede	Fu.C.1	NEN6770(11.3-31)	0,44
C4-V1 (0.000-2.500)	Kiptoetsing	Fu.C.3	NEN6771(12.2-3)	0,00
C4-V1 (0.000-2.500)	Doorbuigingstoetsing	In.C.1	NEN6702(10.4)	0,20
C5-V1 (0.000-2.500)	Doorsnede	Fu.C.1	NEN6770(11.3-31)	0,44
C5-V1 (0.000-2.500)	Kiptoetsing	Fu.C.3	NEN6771(12.2-3)	0,00
C5-V1 (0.000-2.500)	Doorbuigingstoetsing	In.C.1	NEN6702(10.4)	0,20
C6-V1 (0.000-1.500)	Doorsnede	Fu.C.3	NEN6770(11.3-1)	0,32
C6-V1 (0.000-1.500)	Kiptoetsing	Fu.C.3	NEN6771(12.2-3)	0,00
C6-V1 (0.000-1.500)	Doorbuigingstoetsing	In.C.1	NEN6702(10.4)	0,07
C7-V1 (0.000-1.000)	Doorsnede	Fu.C.3	NEN6770(11.3-1)	0,13

--	--	--

Veld	Toetsing	Combinatie	Formule	Max Unity Check
C7-V1 (0.000-1.000)	Doorbuigingstoetsing	In.C.1	NEN6702(10.4)	0,01
C8-V1 (0.000-2.000)	Doorsnede	Fu.C.3	NEN6770(11.3-1)	0,01
C8-V1 (0.000-2.000)	Kiptoetsing	Fu.C.3	NEN6771(12.2-3)	0,00
C8-V1 (0.000-2.000)	Doorbuigingstoetsing	In.C.1	NEN6702(10.4)	0,00

Fundering op staal

Betonplaten 2,0 x 2,0 onder HE 400 ligger noordzijde, inclusief ballast

grondopbouw (uit analyse op basis van conuswaarden) regio: standaard instellingen

nr	naam	bijmengsel	cons.	van	tot	γ_{dr}	γ_{sat}	c'	f_{undr}	ϕ'	$\delta'_{\sigma'_{v,k}}$	$\sigma'_{v,k}$	OCR
1	zand	schoon	matig	-2,10	-2,80	18,0	20,0	0,0	0,0	32,5	7,0	7,0	1
2	zand	sterk siltig/kleiig	--	-2,80	-3,45	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	6,5	13,5	1
3	zand	zwak siltig/kleiig	--	-3,45	-3,50	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	0,5	14,0	1
4	zand	sterk siltig/kleiig	--	-3,50	-4,25	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	7,5	21,5	1
5	leem	zwak zandig	vast	-4,25	-4,40	21,0	21,0	5,0	200,0	27,5	1,7	23,2	1
6	klei	zwak zandig	vast	-4,40	-4,45	20,0	20,0	25,0	120,0	22,5	0,5	23,7	1
7	klei	schoon	vast	-4,45	-4,50	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,5	24,1	1
8	leem	zwak zandig	vast	-4,50	-4,70	21,0	21,0	5,0	200,0	27,5	2,2	26,3	1
9	klei	schoon	vast	-4,70	-5,05	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	3,2	29,5	1
10	klei	schoon	matig	-5,05	-5,15	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	0,7	30,2	1
11	klei	schoon	vast	-5,15	-5,25	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,9	31,1	1
12	klei	schoon	matig	-5,25	-5,60	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	2,4	33,5	1
13	klei	schoon	vast	-5,60	-5,65	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,5	34,0	1
14	klei	schoon	matig	-5,65	-7,45	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	12,6	46,6	1
15	klei	schoon	vast	-7,45	-7,55	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,9	47,5	1
16	klei	schoon	matig	-7,55	-8,10	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	3,9	51,3	1
17	klei	schoon	vast	-8,10	-8,20	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,9	52,2	1
18	klei	schoon	matig	-8,20	-9,15	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	6,6	58,9	1
19	klei	schoon	vast	-9,15	-9,25	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,9	59,8	1
20	klei	zwak zandig	vast	-9,25	-9,30	20,0	20,0	25,0	120,0	22,5	0,5	60,3	1
21	klei	schoon	matig	-9,30	-11,05	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	12,3	72,5	1
22	klei	schoon	vast	-11,05	-11,30	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	2,2	74,8	1
23	klei	schoon	matig	-11,30	-13,95	17,0	17,0	10,0	50,0	17,5	18,6	93,3	1
24	klei	organisch	matig	-13,95	-14,05	15,0	15,0	0,0	25,0	15,0	0,5	93,8	1
25	klei	schoon	vast	-14,05	-14,10	19,0	19,0	25,0	100,0	17,5	0,4	94,2	1
26	zand	sterk siltig/kleiig	--	-14,10	-14,70	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	6,0	100,3	1
27	zand	zwak siltig/kleiig	--	-14,70	-15,60	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	9,0	109,3	1
28	zand	sterk siltig/kleiig	--	-15,60	-15,70	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	1,0	110,3	1
29	zand	zwak siltig/kleiig	--	-15,70	-15,75	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	0,5	110,8	1
30	zand	sterk siltig/kleiig	--	-15,75	-18,00	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	22,5	133,3	1
31	zand	zwak siltig/kleiig	--	-18,00	-18,15	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	1,5	134,8	1
32	zand	sterk siltig/kleiig	--	-18,15	-19,40	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	12,5	147,3	1
33	zand	zwak siltig/kleiig	--	-19,40	-19,60	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	2,0	149,3	1
34	zand	sterk siltig/kleiig	--	-19,60	-21,25	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	16,5	165,8	1
35	zand	zwak siltig/kleiig	--	-21,25	-21,30	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	0,5	166,3	1
36	zand	sterk siltig/kleiig	--	-21,30	-21,35	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	0,5	166,8	1
37	zand	zwak siltig/kleiig	--	-21,35	-21,40	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	0,5	167,3	1
38	zand	sterk siltig/kleiig	--	-21,40	-21,50	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	1,0	168,3	1
39	zand	zwak siltig/kleiig	--	-21,50	-21,60	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	1,0	169,3	1
40	zand	sterk siltig/kleiig	--	-21,60	-21,70	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	1,0	170,3	1
41	zand	zwak siltig/kleiig	--	-21,70	-21,80	18,0	20,0	0,0	0,0	27,0	1,0	171,3	1
42	zand	sterk siltig/kleiig	--	-21,80	-22,15	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	3,5	174,8	1
43	zand	sterk siltig/kleiig	--	-22,15	-23,15	18,0	20,0	0,0	0,0	25,0	10,0	184,8	1

algemene gegevens

sondering

30389_1-aangepast.SNX

maten ten opzichte van	N.A.P.
maaiveld	-2,10 m N.A.P.
grondwaterstand	0,00 m N.A.P.
geotechnische categorie	GC2

afmetingen funderingselement

strookbreedte	2,00 m
strooklengte	2,00 m
aanlegdiepte	-2,20 m N.A.P.
maximale gronddekking	0,00 m

belastingen

uiterste grenstoestanden 1A, 1B	$F_{s,v;d}$ 227,84 kN
	$F_{s,h;d}$ 6,46 kN
	$p_{sur;d}$ 0,00 kN/m ²
bruikbaarheidsgrenstoestand 2	$F_{s,v;d}$ 125,00 kN
	$F_{s,h;d}$ 6,05 kN
	$p_{sur;d}$ 0,00 kN/m ²
aangrijpingspunt hor.kracht	0,14 m maaiveld
excentriciteit (5.2.1)	eB 0,00 m
	eL 0,00 m

toetsing grenstoestanden 1A, 1B en 2

ongedraineerde situatie	NEN-EN1997 NEN6744 art. 5.2.2
gedraineerde situatie	NEN-EN1997 NEN6744 art. 5.2.3
zakking bovenzijde funderingselement	NEN-EN1997 NEN6744 art. 6

grenstoestand 1A: max draagvermogen NEN-EN1997|NEN6744 art. 5.2.6

ongedraineerde situatie vlg 5.2.2.1 geval c
doorponen bij gelaagde grond; 8° spreiding

z	sct	B'_z	L'_z	$\sigma'_{v,z;0;d}$	$f_{undr;d}$	s_c	i_c	$\sigma'_{max;d}$	$F_{r,v;d}$	$F_{v;d}$	opm
-4,45	7	2,53	2,63	23,65	74,07	1,19	1,00	476,27	3173,73	318,44	-
-4,70	9	2,60	2,70	26,30	74,07	1,19	1,00	478,88	3358,80	329,04	-
-5,05	10	2,68	2,80	29,45	37,04	1,19	0,99	255,05	1917,68	341,64	-
-5,15	11	2,71	2,83	30,15	74,07	1,19	1,00	482,66	3700,00	344,44	-
-5,25	12	2,74	2,86	31,05	37,04	1,19	0,99	256,66	2005,88	348,04	-
-5,60	13	2,82	2,96	33,50	74,07	1,19	1,00	485,96	4056,56	357,84	-
-5,65	14	2,84	2,97	33,95	37,04	1,19	0,99	259,59	2187,17	359,64	-
-7,45	15	3,30	3,48	46,55	74,07	1,19	1,00	498,93	5727,24	410,04	-
-7,55	16	3,33	3,50	47,45	37,04	1,19	1,00	273,22	3187,01	413,64	-
-8,10	17	3,47	3,66	51,30	74,07	1,19	1,00	503,70	6400,71	429,04	-
-8,20	18	3,50	3,69	52,20	37,04	1,19	1,00	278,02	3587,39	432,64	-
-9,15	19	3,75	3,95	58,85	74,07	1,19	1,00	511,32	7583,12	459,24	-
-9,30	21	3,79	4,00	60,25	37,04	1,19	1,00	286,17	4335,51	464,84	-
-11,05	22	4,26	4,49	72,50	74,07	1,19	1,00	525,13	10036,69	513,84	-
-11,30	23	4,33	4,56	74,75	37,04	1,19	1,00	300,83	5933,06	522,84	-
-13,95	24	5,04	5,30	93,30	18,52	1,19	1,00	206,26	5515,86	597,04	-
-14,05	25	5,07	5,33	93,80	74,07	1,19	1,00	546,74	14777,04	599,04	-
-	-	m	m	kN/m ²	kN/m ²	-	-	kN/m ²	kN	kN	

in alle lagen wordt voldaan aan de ponstoetsing

grenstoestand 1A: max schuifweerstand NEN-EN1997|NEN6744 art. 5.3.1

ongedraineerde situatie

controle voor ieder grensvlak

eenzijdige ontgraving tot aanlegniveau mogelijk (met betrekking tot afschuiving).

$$F_{r,p;ea,h;d} = 0 \quad F_{s,a;ea,h;d} = 0$$

z	$F_{s;v;d}$	$F_{s;v;d;a}$	$F_{s;v;d;z}$	$F_{s;h;d;z}$	xB	B'_z	L'_z	$f_{undr;d}$	$S_{r;h;d}$	$F_{h;d}$
-4,25	227,84	170,88	244,68	6,46	0,06	2,46	2,58	148,15	937,09	6,46
-4,40	227,84	170,88	250,62	6,46	0,06	2,49	2,62	88,89	580,14	6,46
-4,45	227,84	170,88	252,42	6,46	0,06	2,50	2,63	74,07	488,46	6,46
-4,50	227,84	170,88	254,04	6,46	0,06	2,52	2,65	148,15	986,97	6,46
-4,70	227,84	170,88	261,96	6,46	0,07	2,57	2,70	74,07	514,03	6,46
-5,05	227,84	170,88	273,30	6,46	0,07	2,66	2,80	37,04	275,44	6,46
-5,15	227,84	170,88	275,82	6,46	0,07	2,68	2,83	74,07	561,60	6,46
-5,25	227,84	170,88	279,06	6,46	0,08	2,70	2,86	37,04	286,26	6,46
-5,60	227,84	170,88	287,88	6,46	0,08	2,79	2,96	74,07	611,35	6,46
-5,65	227,84	170,88	289,50	6,46	0,08	2,81	2,97	37,04	308,53	6,46
-7,45	227,84	170,88	334,86	6,46	0,11	3,26	3,48	74,07	840,31	6,46
-7,55	227,84	170,88	338,10	6,46	0,11	3,29	3,50	37,04	426,97	6,46
-8,10	227,84	170,88	351,96	6,46	0,11	3,43	3,66	74,07	930,31	6,46
-8,20	227,84	170,88	355,20	6,46	0,11	3,46	3,69	37,04	472,35	6,46
-9,15	227,84	170,88	379,14	6,46	0,12	3,71	3,95	74,07	1086,05	6,46
-9,25	227,84	170,88	382,38	6,46	0,12	3,74	3,98	88,89	1322,01	6,46
-9,30	227,84	170,88	384,18	6,46	0,12	3,75	4,00	37,04	554,78	6,46
-11,05	227,84	170,88	428,28	6,46	0,14	4,21	4,49	74,07	1400,58	6,46
-11,30	227,84	170,88	436,38	6,46	0,14	4,28	4,56	37,04	722,73	6,46
-13,95	227,84	170,88	503,16	6,46	0,15	4,99	5,30	18,52	490,49	6,46
-14,05	227,84	170,88	504,96	6,46	0,15	5,02	5,33	74,07	1982,86	6,46
m	kN	kN	kN	kN	m	m	m	kN/m ²	kN	kN

aan afschuivingseis in ongedraineerde situatie voldaan

grenstoestand 1A: max draagvermogen NEN-EN1997|NEN6744 art. 5.2.3

gedraineerde situatie art. 5.2.3.1 geval c

invloedsgebied loopt van

gewogen parameters (5.2.4.3) (1A)

(1A)

(1A)

-2,20 tot -4,76 m

 $\phi_{e;d}$ 24,49 ° $c_{e;d}$ 0,25 kN/m² $\gamma_{e;d}$ 8,20 kN/m³

$\sigma'_{v;z;0;d}$	(z= -2,20 m)	1,00 kN/m ²
xB	$6,46 \cdot (0,14 + 0,10) / 227,84$	0,01 m
B'_z	$2,00 - 2 \cdot 0,00 + 0,01 $	1,99 m
L'_z	$2,00 - 2 \cdot 0,00 + 0,00 $	2,00 m
N_q		10,11 -
N_c		19,99 -
N_γ		8,30 -
i_q	$(1 - 0,70 \cdot 6,46 / (227,84 + 0,00))^{1/3}$	0,94 -
i_c	$(0,94 \cdot 10,11 - 1) / (10,11 - 1)$	0,94 -
i_γ	$(1 - 1,0 \cdot 6,46 / (227,84 + 0,00))^{1/3}$	0,92 -
s_q	$(1 + 1,99 / 2,00 \cdot 0,41)$	1,41 -

S_c	$(1,41 \cdot 10,11 - 1) / (10,11 - 1)$	1,46	-
S_γ	$1 - 0,30 \cdot 1,99 / 2,00$	0,70	-
$\sigma'_{\max;d}$	$6,87 + 13,44 + 43,58$	63,89	kN/m ²
$F_{r,v;d}$	$2,00 \cdot 1,99 \cdot 63,89$	253,83	kN
$F_{s,v;d} \leq F_{r,v;d}$	want $227,84 \leq 253,83$ kN		
aan de eis in gedraineerde toestand is voldaan			

grenstoestand 1A: max draagvermogen NEN-EN1997|NEN6744 art. 5.2.6

gedraineerde situatie art. 5.2.3.1 geval c
doorponsen bij gelaagde grond; 8° spreiding

z	sct	B'_z	L'_z	$\sigma'_{v,z;o;d}$	$\phi'_{e;d}$	$c'_{e;d}$	$\gamma'_{e;d}$	$\sigma'_{\max;d}$	$F_{r,v;d}$	$F_{v;d}$	opm
-4,45	7	2,53	2,63	23,65	24,47	0,27	8,21	384,74	2563,85	318,44	-
-4,70	9	2,60	2,70	26,30	24,48	0,26	8,20	422,68	2964,60	329,04	-
-5,05	10	2,68	2,80	29,45	24,39	0,36	8,21	465,59	3500,66	341,64	-
-5,15	11	2,71	2,83	30,15	24,36	0,39	8,21	474,99	3641,14	344,44	-
-5,25	12	2,74	2,86	31,05	24,33	0,42	8,21	487,05	3806,37	348,04	-
-5,60	13	2,82	2,96	33,50	24,23	0,55	8,21	519,27	4334,67	357,84	-
-5,65	14	2,84	2,97	33,95	24,22	0,57	8,21	525,16	4424,84	359,64	-
-7,45	15	3,30	3,48	46,55	23,63	1,28	8,16	675,50	7754,18	410,04	-
-7,55	16	3,33	3,50	47,45	23,59	1,31	8,15	685,58	7997,11	413,64	-
-8,10	17	3,47	3,66	51,30	23,41	1,51	8,13	725,88	9224,04	429,04	-
-8,20	18	3,50	3,69	52,20	23,37	1,54	8,12	735,47	9489,92	432,64	-
-9,15	19	3,75	3,95	58,85	23,05	1,87	8,06	799,14	1,2E+04	459,24	-
-9,30	21	3,79	4,00	60,25	23,00	1,91	8,05	813,02	1,2E+04	464,84	-
-11,05	22	4,26	4,49	72,50	22,19	2,59	7,86	895,78	1,7E+04	513,84	-
-11,30	23	4,33	4,56	74,75	22,07	2,68	7,83	910,31	1,8E+04	522,84	-
-13,95	24	5,04	5,30	93,30	20,77	3,60	7,46	984,65	2,6E+04	597,04	-
-14,05	25	5,07	5,33	93,80	20,72	3,64	7,44	984,38	2,7E+04	599,04	-
-	-	m	m	kN/m ²	kN/m ²	-	-	kN/m ²	kN	kN	

in alle lagen wordt voldaan aan de ponstoetsing

grenstoestand 1A: max schuifweerstand NEN-EN1997|NEN6744 art. 5.3.2

gedraineerde situatie
controle op diepte funderingselement
eenzijdige ontgraving tot aanlegniveau mogelijk (met betrekking tot afschuiving).
 $F_{r,p;ea,h;d} = 0$ $F_{s,a;ea,h;d} = 0$

z	$F_{s,v;d}$	$F_{s,v;d;a}$	$F_{s,v;d;z}$	$F_{s,h;d;z}$	B'_z	L'_z	ϕ'_d	$\delta_{s;d}$	$S_{r,h;d}$	$F_{h;d}$
-2,20	227,84	170,88	170,88	6,46	1,98	2,00	28,26	18,84	58,31	6,46
m	kN	kN	kN	kN	m	m	°	°	kN	kN

aan afschuivingseis in gedraineerde situatie voldaan

grenstoestand 2: zakking vlgs grenstoestand 2: zakking vlgs NEN-EN1997|NEN6744 art. 6

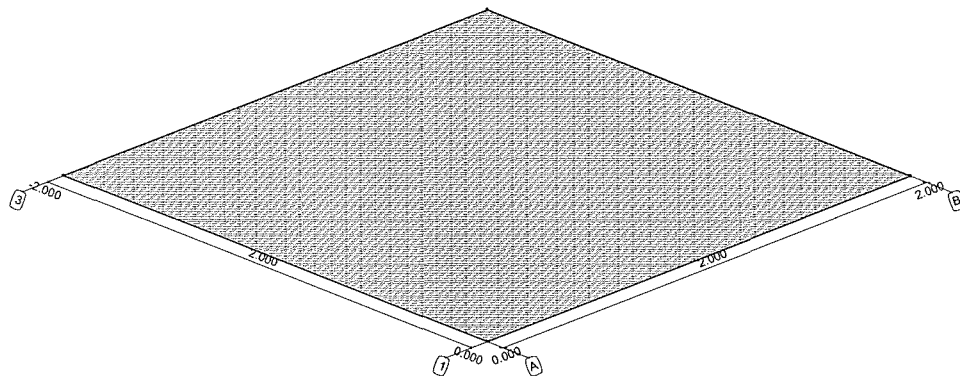
tgw momentane belastingkombinatie
(NEN-EN1990:2007 art. 6.5.3c)
spanningstoename vlgs NEN-EN1997|NEN6744 art 6.4

lg	sct	H _{lg}	z _{mid}	e	σ' _{v;mid;z;o;d}	Δσ' _{v;mid;z;d}	w _{1;d}	w _{2;d}	Σw _{1;d}	Σw _{2;d}	Σw _d
aanleg			-2,20			31,46					
1	1	0,60	-2,50	0,65	4,00	30,89	0,0021	0,0000	0,0021	0,0000	0,0021
2	2	0,65	-3,13	0,65	10,25	23,23	0,0038	0,0000	0,0059	0,0000	0,0059
3	3	0,05	-3,48	0,65	13,75	18,03	0,0001	0,0000	0,0060	0,0000	0,0060
4	4	0,75	-3,88	0,65	17,75	13,35	0,0021	0,0000	0,0081	0,0000	0,0081
5	5	0,15	-4,33	0,50	22,33	9,67	0,0008	0,0006	0,0089	0,0006	0,0095
6	6	0,05	-4,43	0,65	23,40	9,04	0,0005	0,0006	0,0094	0,0012	0,0106
7	7	0,05	-4,48	0,83	23,88	8,74	0,0006	0,0008	0,0100	0,0020	0,0120
8	8	0,20	-4,60	0,50	25,20	8,05	0,0008	0,0008	0,0108	0,0028	0,0136
9	9	0,35	-4,88	0,83	27,88	6,78	0,0030	0,0056	0,0138	0,0084	0,0222
10	10	0,10	-5,10		29,80	5,93	< 20%				
-	-	m	m	-	kN/m ²	kN/m ²	m	m	m	m	m

zetting na 10000 dagen	0,0138	0,0084	0,0222
------------------------	--------	--------	--------

aan zettingseis uit NEN-EN1997|NEN6740 art. 5.3 is voldaan

Projectnaam	Funderingsplaat steiger noordzijde	Projectnummer	-
Omschrijving	Funderingsplaat bij HE400 onderslagbalk	Constructeur	FvdB
Opdrachtgever	Spie	Eenheden	Eenheden
Bestand	N:\Projecten I.U\SPIE\Hoogspanning\Bleiswijk\Berekening\Funderingsplaat onderslagbalk noordzijde.mxf		



Afb. Geometrie

Geometrie

Gebied/Polylijn	Sparing	Materiaal	Dikte	Elasticiteit	Poisson	Dichtheid	Uitzetting
R1	Nee	C45/55	0.250	3.6000e+07	0.20	24.00	10.0000e-06
-	-	-	m	kN/m2	-	kN/m3	C°m

Constructieve punten

Gebieden	Punt	X	Y	Z	Ref.
R1	V1	0.000	0.000	0.000	A,1
R1	V2	0.000	-2.000	0.000	A,3
R1	V3	2.000	-2.000	0.000	B,3
R1	V4	2.000	0.000	0.000	B,1
-	-	m	m	m	-

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schaaksmühle
Tel. + (49) 02355-400867
Fax. + (49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

IBS

Statische Berechnung

Projekt: Freileitungs-Schutzgerüst 2

Rux-Variant-Modulgerüst H= 12,00 m

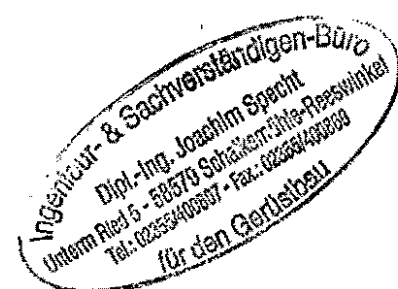
bei Bleiswijk

Auftraggeber: Firma

Gerüstbau Witte GmbH

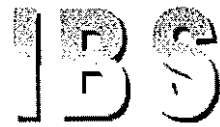
Fuggerstr. 25

Köln



Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. + (49) 02355-400867
Fax. + (49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de



Vorbemerkungen:

Diese Berechnung führt die erforderlichen Nachweise für ein Stahlrohrschutz-

gerüst im Hochspannungs- und Freileitungsbau.

Es wird das Rux-Variant.Modulgerüst in Kombination mit systemfreien Gerüstbauteilen

verwendet.

Die Konstruktion besteht aus zwei Gerüstkonstruktionen, die

in einem Abstand von $\leq 58,00$ m parallel zueinander errichtet werden.

Zwischen den Gerüsten werden im Abstand von 2,50m, entsprechend

den verwendeten Gerüstfeldlängen, Parafilseile gespannt. Die Zwischenräume

werden mit Kunststoffnetzen geschlossen.

Die Gerüste werden ballastiert. Die Ballastierung wird auf Stahl-Gitterträger, die im Gerüst eingebaut werden, aufgelagert.

Die abgestuften Gerüstscheiben haben eine Grundfläche von ca.

6,00 m Gerüstbreite

und einer Länge von 70,00 m.

Die Gerüstfeldlängen betragen 2,50 m.

Die maximale Gerüsthöhe ist 12,00 m.

Das Gerüst wird abgestuft errichtet.

Nachgewiesen werden nur Details, die von der jeweiligen Aufbau-

und Verwendungsanweisung des Gerüstsystems abweichen.

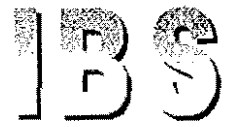
Nicht explizit untersuchte Detaillösungen werden in handwerksgerechter

Ausführung gem. den geltenden Normen und Sicherheitsvorschriften

ausgeführt und vorausgesetzt.

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. + (49) 02355-400867
Fax. + (49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de



Die Nachweise basieren auf eingeführten bauaufsichtlichen Bestimmungen, z.T. aber

auch auf Normen-Entwürfen, die damit den letzten Stand der Technik dokumentieren.

Die Nachweisführung erfolgt mit üblichen Näherungen und Ansätzen, die das Tragverhalten

ausreichend genau wiedergeben.

In einer der Gerüstscheiben werden auf dem Boden liegende Lastverteilungen aus HEB 400 Stahlträgern

eingebaut um eine Überbrückung eines Dükers zu entlasten. Die Träger werden plan auf dem Untergrund aufgelegt.

Auf der sicheren Seite liegend wird der Nachweis der Träger als Einfeldträger mit 12,50m Stützweite erbracht.

Die Träger werden unter den Innenständen und den Außenständen der Rüstung verlegt. Unter den Innenständen

wird 1 Träger und unter den Außenständen werden 2 Träger verlegt.

Vorschriften:

DIN 1055

DIN 4420

DIN 4425

DIN 4427

EN 74

DIN 18800

DIN 1052

DIN EN 12810/12811ff

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht

Unterm Ried 5

D-58579 Schalksmühle

Tel. + (49) 02355-400867

Fax. + (49) 02355-400869

Mail: IBSPECHT1@AOL.COM

Homepage: www.geruestbau-statik.de



Zulassungen:

für das Modulgerüst Rux-Variant

Rux-Preislisten als Grundlage für die Ermittlung der Eigengewichte

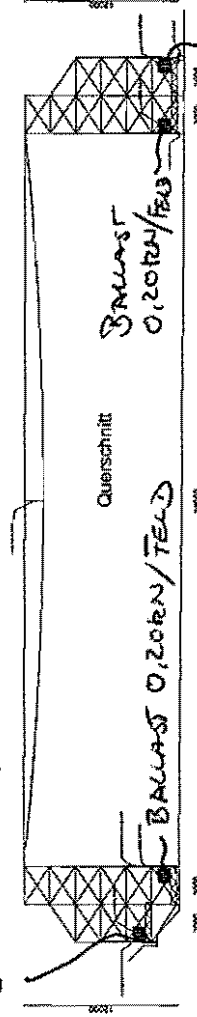
Zeichnungssatz

IBS

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau
Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
58579 Schalksmühle
Tel. 02355-400867 - Fax 400869
info@geruestbau-statik.de

Auftraggeber: Firma Gerüstbau Witte GmbH Fuggerstr. 25 51149 Köln	Anlage: zur Statik Blatt Nr.: Projekt Nr.: 201006142		
Bauvorhaben: 380 kV Krimpen - Bleiswijk Bauwerk: Freileitungs-Schutzgerüst 2		Datum	Zeichen
	gezeichnet	14.06.2010	J. Specht
	geprüft		
	geändert A B		
Mastabstand < 350m; Einfach-Leiterseil			
Material: Rux-Variant-Modulgerüst Gerüstrohre RuRo 48.3x4 (S235) Gerüst-Kupplungen nach DIN EN 74 Parafinseile, gem. Statik Stahl-Gitterträger Typ Rux BH45 Ballast, nach Statik	Bemerkungen/Vemerke  HINWEISE IN DER STATIK BEACHTEN!		

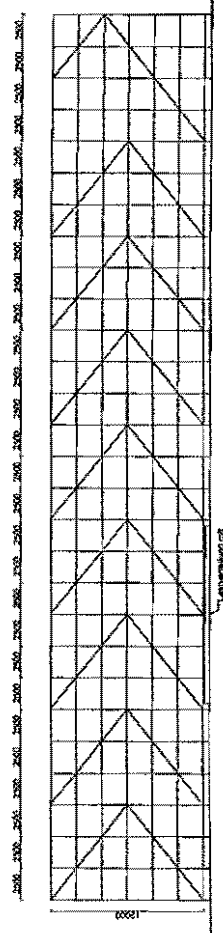
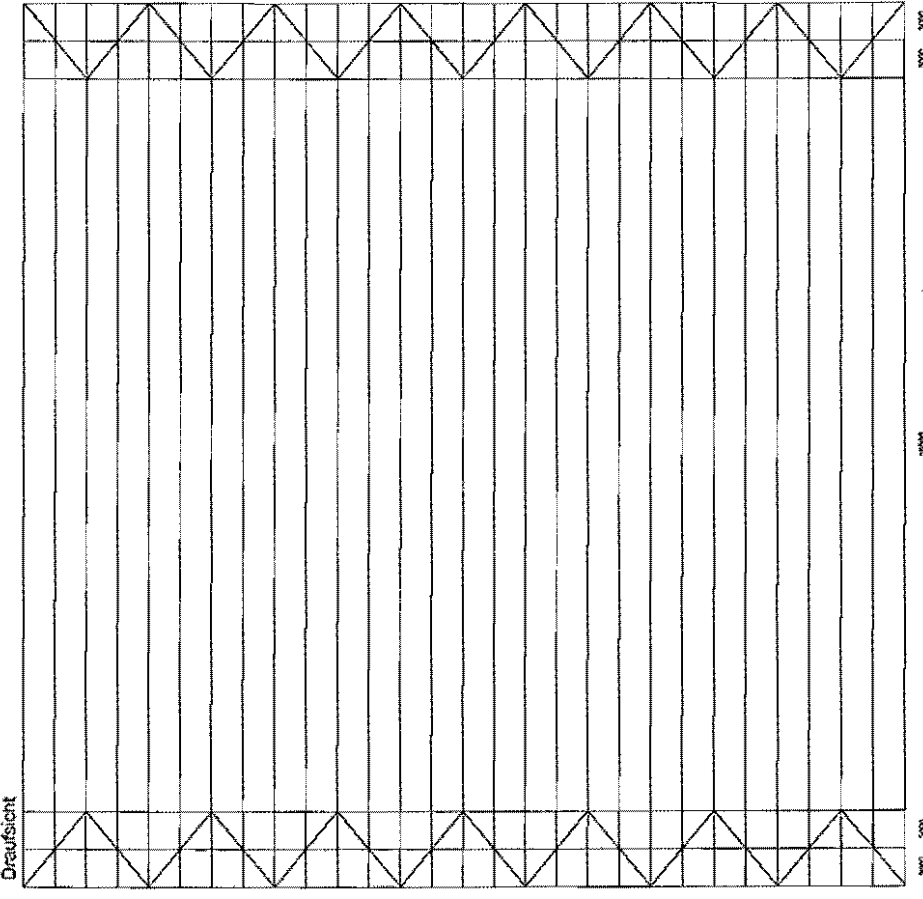
Box 43 kW/FED



BRASS
0,2024/F

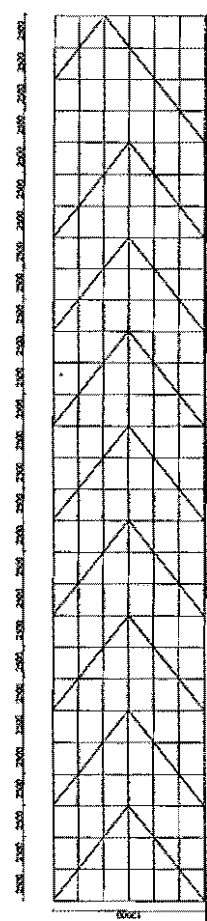
BALDWIN, JOHN / TELN

Draufsicht



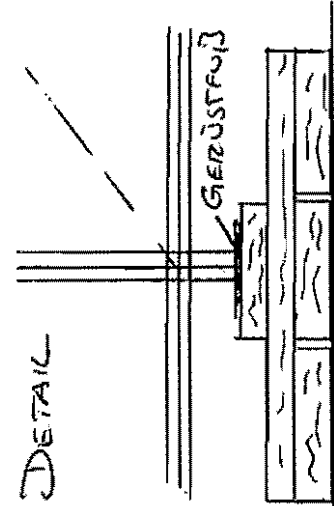
Ansicht linke Seite

BALLAST 43 kW/FIELD



Ansicht: rechte Seite

DETAIL



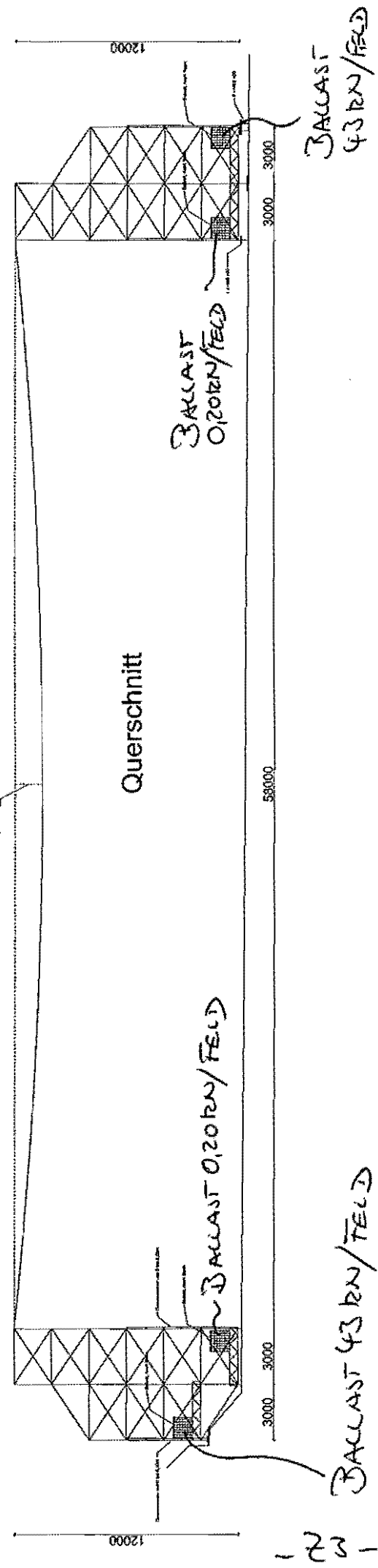
LASTVERTEILUNG AUS
3-FACHEN UNTERLEGBOHLEN

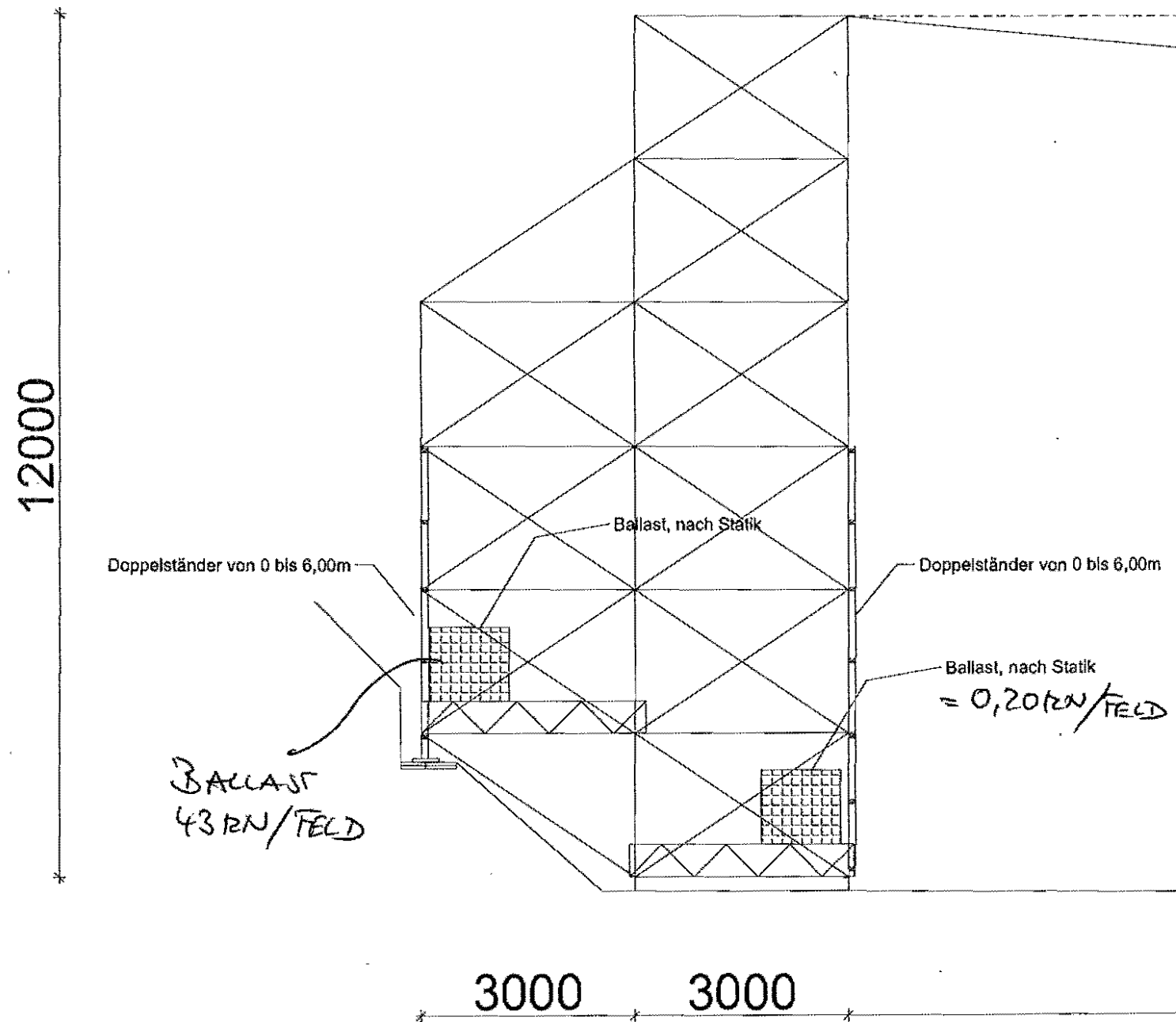
Zeichnungssatz

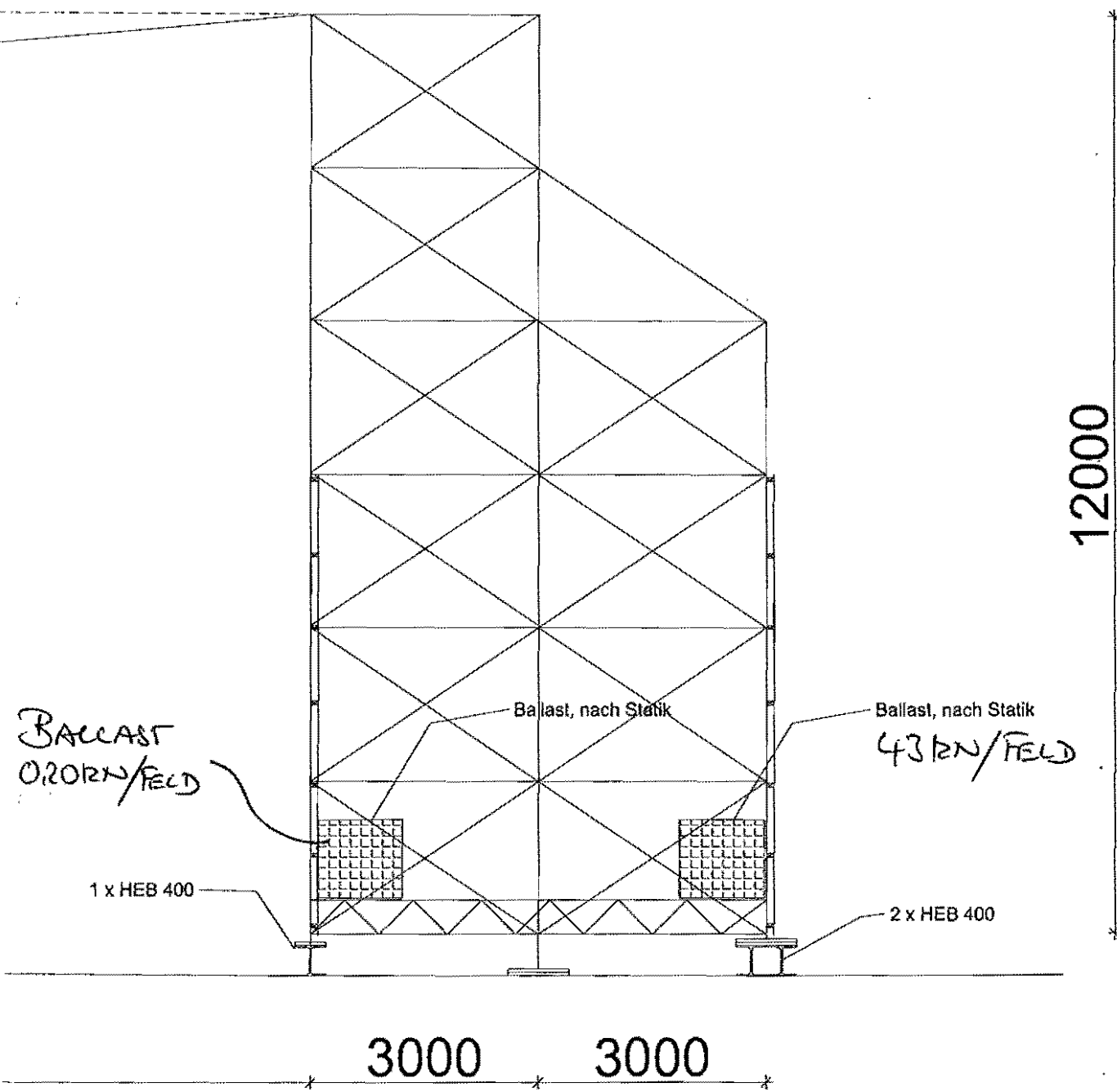
SB

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gefordbau
Dipl.-Ing. Joachim Spacht
Untarm Road 5
58579 Schalksmühle
Tel. 02355-400867 • Fax 400869
Info@genuestbau-stalt.de

Auftragsnummer: Auftraggeber: Auftrag:	Auftraggeber-Adresse: Auftraggeber-Telefon: Auftraggeber-Fax: Auftraggeber-E-Mail: Auftraggeber-Web:
Auftraggeber-Logo: Auftraggeber-Name: Auftraggeber-Adresse: Auftraggeber-Telefon: Auftraggeber-Fax: Auftraggeber-E-Mail: Auftraggeber-Web:	Auftraggeber-Logo: Auftraggeber-Name: Auftraggeber-Adresse: Auftraggeber-Telefon: Auftraggeber-Fax: Auftraggeber-E-Mail: Auftraggeber-Web:

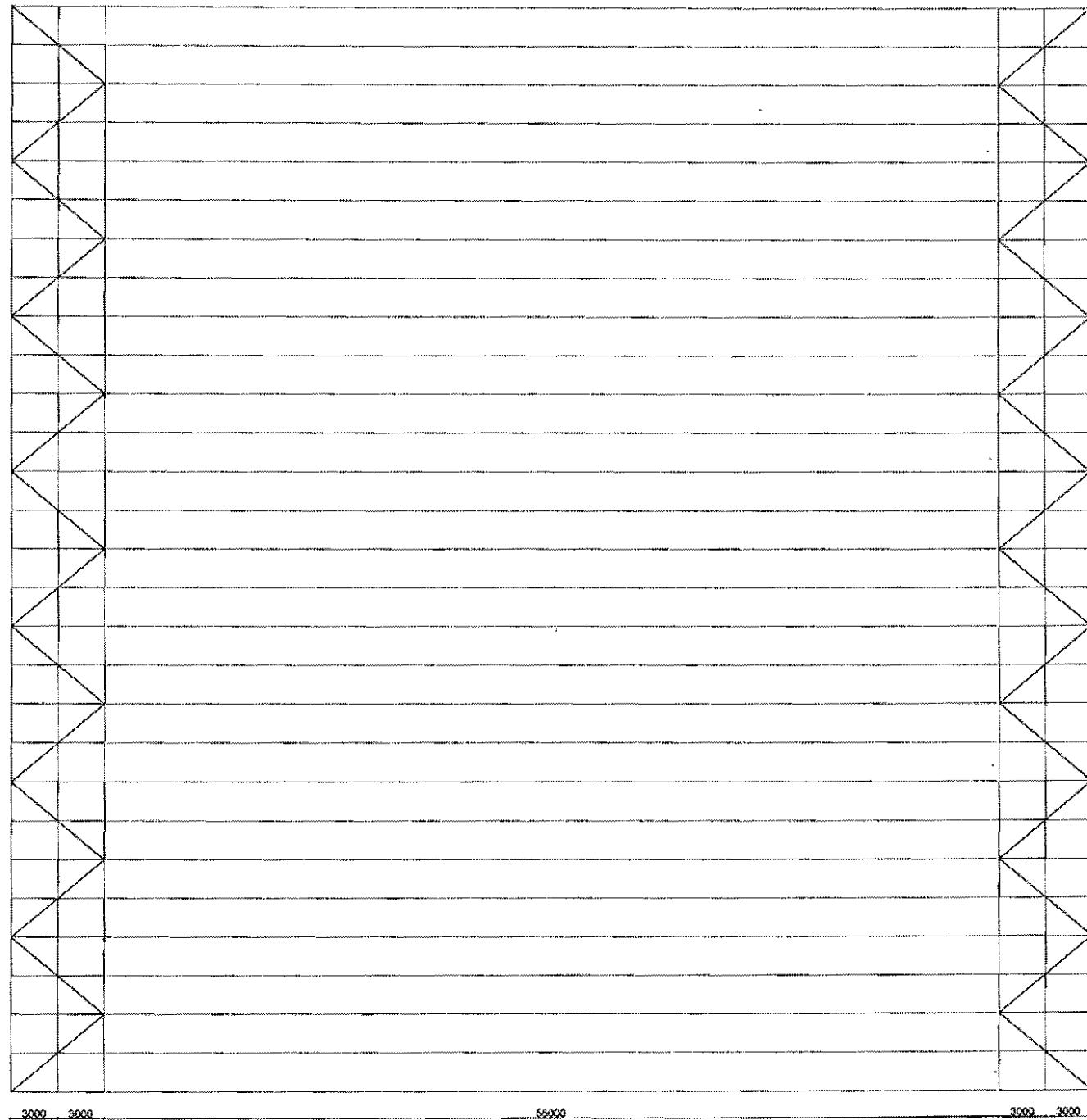




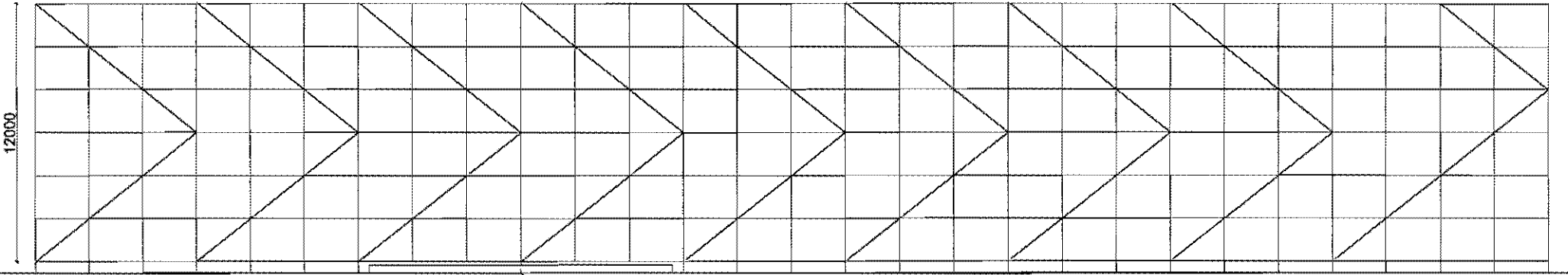


2500 2550 2600 2650 2700 2750 2800 2850 2900 2950 3000 3050 3100 3150 3200 3250 3300 3350 3400 3450 3500 3550 3600 3650 3700 3750 3800 3850 3900 3950 4000 4050 4100 4150 4200 4250 4300 4350 4400 4450 4500 4550 4600 4650 4700 4750 4800 4850 4900 4950 5000 5050 5100 5150 5200 5250 5300 5350 5400 5450 5500 5550 5600 5650 5700 5750 5800 5850 5900 5950 6000 6050 6100 6150 6200 6250 6300 6350 6400 6450 6500 6550 6600 6650 6700 6750 6800 6850 6900 6950 7000 7050 7100 7150 7200 7250 7300 7350 7400 7450 7500 7550 7600 7650 7700 7750 7800 7850 7900 7950 8000 8050 8100 8150 8200 8250 8300 8350 8400 8450 8500 8550 8600 8650 8700 8750 8800 8850 8900 8950 9000 9050 9100 9150 9200 9250 9300 9350 9400 9450 9500 9550 9600 9650 9700 9750 9800 9850 9900 9950 10000

Draufsicht



2500 2500



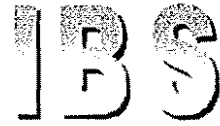
Ansicht linke Seite

Lastverteilung mit
HEB 400 im
Bereich des
Dükers

- 22 -

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. + (49) 02355-400867
Fax. + (49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de



Nachweisführung:

Angaben zur Freileitung:

maximaler Abstand der Maste: $\leq$ 350,00 m

Belegung: Leiterself einfach

AL/St 265/35

ungünstigst 998,00 kg/km = 0,00998 kN/m gerundet = 0,01 kN/m

belastende Seillänge:

$L_s = 350,00 \times 2 / 3 = 233,33 \text{ m}$

(ungünstigster Fall)

Reibbeiwert: Holz/Stahl $v = 0,50$

Stoßfaktor, wegen freiem Fall = 1,50

horizontale Last durch das Schleifen der Seile:

$H_s = 1,75 \text{ kN}$

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalke
Tel. + (49) 02355-400867
Fax. + (49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de



Windlasten und Staudrücke infolge von Zugverkehr (120 km/h)

Ermittlung der Windangriffsfläche je Gerüstfeldlänge aus 1,00 Rux-Variant-Gerüstscheibe

Feldlänge: $FL = 2,50 \text{ m}$ je Etage mit 2,00m Höhe

Rohre mit $D = 48,30 \text{ mm}$

aus: $A_{wi} =$

6,00 m Ständer: $0,29 \text{ m}^2$

7,50 m Längsriegel $0,36 \text{ m}^2$

4,00 m Querdiagonale $0,19 \text{ m}^2$

3,60 m Längsdiagonale (anteilig) $0,17 \text{ m}^2$

Summe $A_{wi} = 1,02 \text{ m}^2$ je Gerüstfeld x 2,00m Höhe

Aerodynam. Faktor: $cf = 1,30$

$cf \times A_{wi} = 1,32 \text{ m}^2$ je Gerüstfeld x 2,00m Höhe

je m^2 Gerüstfläche ergibt sich somit eine Windangriffsfläche von

$cf \times a_w = 0,26 \text{ m}^2/\text{m}^2$

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. + (49) 02355-400867
Fax. + (49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.gerueslbau-statik.de

IBS

Staudrucke gem. Europäischer Windlastkarte:

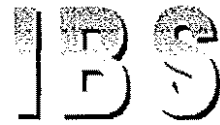


Fig. 7 Europäische Windkarte

Aufbauhöhe h [m]	Winddrücke für geographische Regionen [N/m²]			
	A/B	C	D	E
$0 < h \leq 10$	544	741	968	1225
$10 < h \leq 20$	627	853	1114	1410
$20 < h \leq 50$	757	1031	1347	1704
$50 < h \leq 100$	879	1196	1562	1977
$100 < h \leq 150$	960	1306	1706	2159

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. + (49) 02355-400867
Fax. + (49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de



z= 12,00 m

Bereich C: max. qz= 0,85 kN/m²

Wegen einer Standzeit von < 1Jahr darf ein statistischer Faktor k= 0,60 berücksichtigt werden.

somit ergibt sich je m² Gerüstfläche eine Windlast von

max. hw= 0,14 kN/m²

sh= 0,34 kN/m Gerüsthöhe und Ständerjoch

Die Rüstung befindet sich neben einem Eisenbahngleis. Die maximale Geschwindigkeit der Züge beträgt 120 km/h.

Die Entfernung zum Gleis ist >= 5,00m.

Auf der sicheren Seiteliegend, wird ein Staudruck infolge des Zugverkehrs von qzug= 0,10 kN/m²

in Rechnung gestellt.

Somit ergibt sich eine H-Last infolge des Verkehrs von hzug= 0,03 kN/m²

entspricht je m Gerüsthöhe x Joch shzug= 0,07 kN/m

Summe der H-Lasten aus Wind und Zugverkehr: ssh= 0,40 kN/m Gerüsthöhe und Ständerjoch

Ermittlung der Schnittgrößen je Gerüstfeld mit H= 12,00 m x L= 2,50 m infolge von Wind

Summe Hw= 4,85 kN/Feld maximaler Wert

Summe Mkw= 9,70 kNm/Feld maximaler Wert

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht

Unterm Ried 5

D-58579 Schalksmühle

Tel. + (49) 02355-400867

Fax. + (49) 02355-400869

Mail: IBSPECHT1@AOL.COM

Homepage: www.geruestbau-stalik.de



Ermittlung der Eigengewichte der Rüstung:

Ermittlung des Eigengewichtes je Gerüstfeld $L=$ 2,50 x $B=$ 6,00 m x $H=$ 2,00

aus: $Gf=$

6,00 m Ständer á 0,05kN/m 0,30 kN

7,50 m Längsriegel á 0,05kN/m 0,38 kN

6,00 m Querriegel á 0,05 kN/m 0,30 kN

6,40 m Querdiagonale á 0,04kN/m 0,26 kN

3,60 m Längsdiagonale (antellig) á 0,04kN/m 0,14 kN

Summe $Gf=$ 1,38 kN / Gerüstfeld

Somit ergibt sich ein Eigengewicht der Konstruktion je m^3 Gerüstvolumen von

$gf=$ 0,05 kN/ m^3

Ermittlung der Horizontallasten aus dem Netz und den Tragseilen:

Eigengewichte:

Netz: $gn=$ 0,004 kN/ m^2

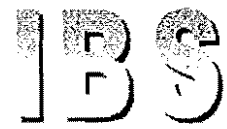
= 0,01 kN/m

Seil: $gs=$ 0,01 kN/m

Netz + Seil: $gns=$ 0,02 kN/m

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. + (49) 02355-400867
Fax. + (49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de



Die Seile werden so montiert, dass sich in Feldmitte ein Durchhang bei einer

Länge von 58,00 von ca. 1,50 m ergibt.

H-Last infolge gns: $H_{gns} = q \times l^2 / (8 \times f)$ vgl. Petersen "Stahlbau"

= 5,61 kN

Windlast parallel zum Netz:

Es wird ein aerodynamischer Beiwert von

$c_w = 0,05$

bezogen auf die Netzfläche in Ansatz gebracht.

Netzfläche je Feld: $A_n = F_l \times L = 145,00 \text{ m}^2$

$c_w \times A_n = 7,25 \text{ m}^2$

W-Last aus Netz je Feld: $q_w \times k \times c_f = 0,66 \text{ kN/m}^2$

$H_{wn} = 4,81 \text{ kN / Feld}$

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht

Unterm Ried 5

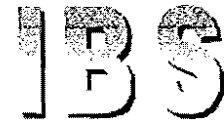
D-58579 Schalksmühle

Tel. + (49) 02355-400867

Fax. + (49) 02355-400869

Mail: IBSPECHT1@AOL.COM

Homepage: www.geruestbau-statik.de



Nachweiseführung:

a. Vertikale Verstreibungen:

Im ungünstigsten Fall werden Gerüstrohrdiagonalen mit Normalkupplungen montiert.

Die zulässige Belastung eines Normalkupplung beträgt

zul. $+N=$ 9,09 kN

Die Länge der Diagonalen ist 3,20 m in einem

2,50 m langen Feld.

Es ergibt sich somit eine zulässige H-Last je Strebe von:

zul. $+H=$ 7,10 kN

Es werden 4,00 Strebe in den maßgebenden Bereichen montiert.

Somit ergibt sich zul.s $H=$ 28,41 kN

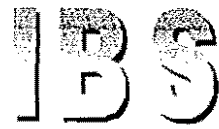
Summe der H-Lasten aus Wind : aus Wind auf Gerüst und Netz, aus Staudruck aus Zugverkehr, aus Schleifen

der Seile, aus Durchhang

Summe $Hw=$ 17,01 kN < zul. $H=$ 28,41 kN

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de



Knicknachweis der Querstreben:

je Strebe: Neigung: 2/3

maßgebende Schnittgrößen: vorh. N= 5,10 kN

Stahlgüte= St 37,00

Abmessungen:

Da= 48,30 mm

t= 2,40 mm

di= 43,50 mm

A= 3,46 cm²

W= 3,78 cm³

I= 9,14 cm⁴

i= 1,63 cm

f_{y,k}= 24,00 kN/cm²

Plastische Grenzschnittgrößen:

N_{pl}= 83,06 kN

y_m= 1,10

N_{pl,d}= 75,51 kN

y_f= 1,50

zul.+N= 50,34 kN

freie Rohrlänge:

l= 3,60 m

β= 1,00

s_k= 360,00 cm

i= 1,63 cm

λ= 221,53

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht

Unterm Ried 5

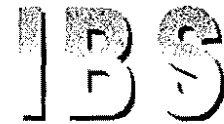
D-58579 Schalksmühle

Tel. +(49) 02355-400867

Fax. +(49) 02355-400869

Mail: IBSPECHT1@AOL.COM

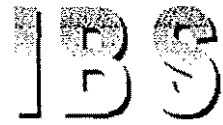
Homepage: www.geruestbau-statik.de



bezogene $\lambda=$	2,38	BSG=	92,90
gem.Knicklinie b	$\kappa=$		0,15
	k=		3,71
	zul.-N=		-7,67 kN
	vorh.-N=		5,10 kN

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de



Gerüstständer:

Ermittlung des Eigengewichtes je Ständer (Innenständer ist maßgebend) :

anteilige Feldlänge: 2,50 m

anteilige Gerüstbreite: 1,50 m

anteilige Gerüsthöhe: 12,00 m ergibt $dV=$ 45,00 m³

aus $g=$ 0,05 kN/m³ ergibt sich somit $G=$ 2,06 kN

aus dem Eigengewicht der Netze und Seile: $G_n=$ 1,45 kN

aus dem Kippmoment / Basisbreite

aus Netzen, Seilen und Wind: $ssH=$ 12,16 kN

mit 12,00 m Gerüsthöhe ergibt ein Moment von 145,96 kNm

aus Wind und H-Last aus Zugverkehr auf Gerüst $ssh=$ 0,40 kN/m bei 12,00 m Gerüsthöhe

ergibt ein zusätzliches Moment von $M_w=$ 29,09 kNm

Summe $M=$ 175,06 kNm

Basisbreite der Rüstung, 6,00 m

Somit ergibt sich eine anteilige Normalkraft im Ständer von $\pm N_m=$ 29,18 kN

zzgl. $-N$ infolge von $g=$ $-N_g=$ 3,51 kN

Summe $-N=$ 32,69 kN

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht

Unterm Ried 5

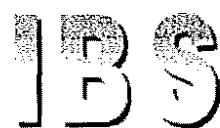
D-58579 Schalksmühle

Tel. + (49) 02355-400867

Fax. + (49) 02355-400869

Mail: IBSPECHT1@AOL.COM

Homepage: www.geruestbau-statik.de



Knicknachweis der Ständer:

Die Gerüstständer innen und außen werden mittels zusätzlicher paralleler Gerüstrohre mit Kupplungsverbindungen im

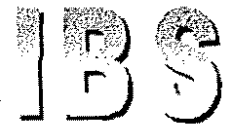
Höhenabstand von 1,00m als Doppelständer ausgeführt. Dadurch reduziert sich die Knicklänge der Systemständer auf

sk= 1,00m.

Summe	N=	-32,69 kN
Stahlgüte=	St	37,00 mit erhöhter fs,gem. Zulassung
Ständer	Da=	48,30 mm
	t=	3,25 mm
	di=	41,80 mm
	A=	4,60 cm²
	W=	4,86 cm³
	I=	11,73 cm⁴
	i=	1,60 cm
Druckstab:	-N=	32,69 kN
Fließgrenze:	fy,k=	32,00 kN/cm²
Plastische Grenzschnittgrößen	Npl=	147,19 kN
	ym=	1,10
	Npl,d=	133,81 kN
	yf=	1,50
	zul.+N=	89,20 kN
Die freie Knicklänge des Stabes ist	a=	1,00 m

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. + (49) 02355-400867
Fax. + (49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de



	$\beta=$		1,00
	$sk=$		100,00 cm
	$i=$		1,60 cm
	$\lambda=$		62,62
bezogene $\lambda=$	0,78	BSG=	80,50
gem.Knicklinie b	$k=$		0,74
	$\kappa=$		0,90
	zul.-N=		65,83 kN
	vorh. -N=		32,69 kN

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht

Unterm Ried 5

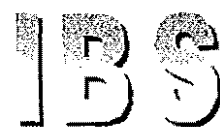
D-58579 Schalksmühle

Tel. + (49) 02355-400867

Fax. + (49) 02355-400869

Mail: BSPECHT1@AOL.COM

Homepage: www.geruestbau-statik.de



Zugverbindung der Ständerstöße:

Vorlast aus Moment: 29,18 kN

Vorlast aus Eigengewicht: - 3,51 kN

Summe: 25,66 kN

Je Ständer somit: +Ns= 25,66 kN

Für den Nachweis der Ständer wird die zugfeste Verbindung der Ständerstöße mittels

Verschraubung mit M12 er Schrauben maßgebend.

Eine Schraube je Stoß (vgl. Aufbauanleitung des Herstellers)

Beanspruchungen und Beanspruchbarkeiten der

Verbindung, gemäß DIN 18800 Teil 1

vorh. N= 25,66 kN

Schrauben je Stoß und Seite 1,00 Stück

vorh V je Schraube = 25,66 kN

Kennwerte der einzelnen Bauteile:

Querschnittswerte des Ständers:

Stahlgüte St 37

d aussen 4,83 cm

d innen = 4,19 cm

t gurtrohr = 0,32 cm

f_{y,k} = 32,00 kN/cm²

erhöhte Streckgrenze gem. Zulassung

f_{u,k} = 36,00 kN/cm²

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht

Unterm Ried 5

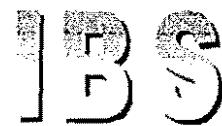
D-58579 Schalksmühle

Tel. + (49) 02355-400867

Fax. + (49) 02355-400869

Mail: IBSPECHT1@AOL.COM

Homepage: www.geruestbau-statik.de

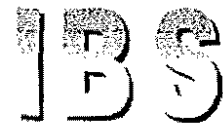


Querschnittswerte des Rohrverbinders:

Stahlgüte	St 37
d RV aussen =	3,80 cm
d RV innen =	3,16 cm
t RV =	0,32 cm
f _{y,k} =	32,00 kN/cm ²
f _{u,k} =	36,00 kN/cm ²

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. + (49) 02355-400867
Fax. + (49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de



Einzelnachweise:

1.) Zug des geschwächten Ständers:

vorh. N = 25,66 kN

N d = vorh N * 1,5 = 38,50 kN

N R,d = Anetto Gurtrohr * f u,k / (1,25 * gamma M)

Anetto Gurtrohr = $(3,1415 * (d_a * d_a - d_i^2) / 4) - 2 * d_L * t_{\text{Gurtrohr}}$

Anetto Gurtrohr = 3,64 cm²

N R,d = Anetto Gurtrohr * f u,k / (1,25 * gamma M) = 95,24 kN

Nachweis auf Zug

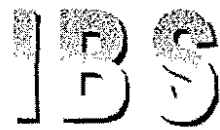
N d / N R,d < 1,00

0,40 < 1,00

Nachweis erfüllt!

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de



2.) Zug des Rohrverbinders:

vorh. N= 25,66 kN

N_d = vorh N * 1,5 = 38,50 kN

N_{R,d} = Anetto RV*f_{u,k}/(1,25*gamma_M)

Anetto RV= (3,1415*(d_a*d_a-d_i*d_i)/4)-2*d_L*t_{RV}

Anetto RV= 2,60 cm²

N_{R,d} = Anetto RV*f_{u,k}/(1,25*gamma_M) =

60,56 kN

Nachweis auf Zug

N_d / N_{R,d} < 1,00

0,64 < 1,00

Nachweis erfüllt

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht

Unterm Ried 5

D-58579 Schalksmühle

Tel. +(49) 02355-400867

Fax. +(49) 02355-400869

Mail: IBSPECHT1@AOL.COM

Homepage: www.geruestbau-statik.de



3.) Abscheren und Lochleibung

Grenzabscherkraft für 2-schnittige Verbindung

$$V_{a,R,d} = (A \cdot a \cdot f_{u,b,k}) / \gamma_{aM}$$

mit $a = 0,60$

$$A = A_{sch} = 1,13 \text{ cm}^2$$

$$A = A_{sp} = 0,84 \text{ cm}^2$$

entweder A_{sch} = Schaftquerschnitt

oder A_{sp} = Gewindequerschnitt

$$\gamma_{aM} = 1,10$$

$$\text{bzw. } 1,25$$

wenn es sich um eine

einschnittige ungestützte

Verbindung handelt.

$f_{u,b,k}$ = Zugfestigkeit der Schraube

Festigkeit 10.9 100,00 kN/cm²

$$\text{vorh } V = 25,66 \text{ kN}$$

$$V_{a,d} = 38,50 \text{ kN}$$

$$V_{a,R,d} \text{ für Klasse 10.9} = 123,27 \text{ kN}$$

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht

Unterm Ried 5

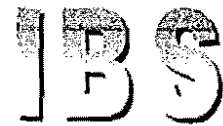
D-58579 Schalksmühle

Tel. + (49) 02355-400867

Fax. + (49) 02355-400869

Mail: IBSPECHT1@AOL.COM

Homepage: www.geruestbau-statik.de



Nachweis auf Abscheren:

$V_{a,d} / V_{a,R,d} < 1,00$

$= 0,31 < 1,00$

erfüllt

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. + (49) 02355-400867
Fax. + (49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de



4.) Lochleibung

Grenzlochleibungskraft

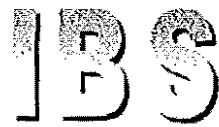
$V_{l,R,d}$	=	$(t \cdot d_{sch} \cdot \alpha_1 \cdot f_{y,k}) / \gamma_{M}$
mit	$d_{sch} =$	1,20 cm
	$d_L =$	1,40 cm
	$e_1 =$	4,20 cm
	$e =$	4,00 cm
	$3,5 \cdot d_L =$	4,90 cm
	$e_3 =$	5,02 cm
	$> 3,0 \cdot 1,4 =$	4,20 cm
α_1	=	$(1,1 \cdot e_1 / d_L) - 0,3 =$ 3,00
α_1	=	$(1,08 \cdot e / d_L) - 0,77 =$ 2,32
	$\min t = 2 \cdot 0,4 \text{ cm} =$	0,80 cm
St 37	$f_{y,k} =$	32,00 kN/cm ²
St 37	$V_{l,R,d} =$	64,67 kN

Nachweis braucht hier nicht mehr geführt zu werden,

da die Grenzlochleibungskraft $V_{l,R,d} > V_{a,R,d}$ ist

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de



5.) Grenzbiegemoment im Bolzen

Diese Ermittlung gilt für Bolzen

mit einem Lochspiel von 0,1 bis max 3,0 mm

$$M_{R,d} = W_{sch} \cdot (f_{y,b,k}) / (1,25 \cdot \gamma_M)$$

mit

$$W_{sch} = r^2 \cdot r^3 \cdot 1415/4 = 0,17 \text{ cm}^3$$

$$r = 0,60 \text{ cm}$$

$$\gamma_M = 1,10$$

$$10,9 \quad f_{y,b,k} = 90,00 \text{ kN/cm}^2$$

$$M_{R,d} = 11,10 \text{ kNm}$$

$$\text{vorh } M = (V/2) \cdot ((t_1/2) + s + t_2) - (t_2/2)$$

$$M_d = 1,5 \cdot (V/2) \cdot ((t_1/2) + s + t_2) - (t_2/2)$$

mit

$$q_2 = V_d / (2 \cdot t_2) = 60,15 \text{ kNm}$$

$$q_1 = V_d / (2 \cdot t_1) = 60,15 \text{ kN/cm}$$

$$t_1 = t\text{-Rohrverbinder} = 0,32 \text{ cm}$$

$$t_2 = t_{gurt} = 0,32 \text{ cm}$$

$$d_{RV} = d\text{-Rohrverbinder} = 3,80 \text{ cm}$$

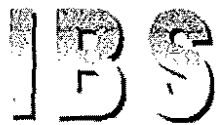
$$s = 48,3 - 2 \cdot t - d_{RV} = 0,20 \text{ cm}$$

$$t_{innen} = d_{RV} \text{ innen} = 3,16 \text{ cm}$$

$$M_d = 9,91 \text{ kNm}$$

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. +(49) 02355-400867
Fax. +(49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de



Nachweis Biegung:

	$M_d / M_{R,d}$	<	1,00
10.9	0,89	<	1,00
		erfüllt	

Auf Interaktion darf verzichtet werden, wenn

$V_{a,d} / V_{a,R,d}$	<	0,25
oder		
$M_d / M_{R,d}$	<	0,25

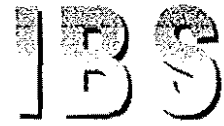
Nachweis der Interaktion:

$(M_d / M_{R,d})^2 + (V_{a,d} / V_{a,R,d})^2$	<	1,00
---	---	------

Schraube 10.9 : 0,89 < 1,00 alle Nachweise erfüllt.

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. + (49) 02355-400867
Fax. + (49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de



Ermittlung der Ballastierung zur Aufnahme der abhebenden Lasten in den jeweiligen Gerüstständern:

Ermittlung der Ballastierung im Bereich der Außenstände:

aus Summe der Kippmomente: $M_{kw} = 175,06 \text{ kNm/Feld}$

Bei einer Basisbreite der Rüstung von $6,00 \text{ m}$ ergibt sich eine abhebende Lastkomponente von

maßgebende abhebende Last: $-V = 29,18 \text{ kN}$

abzgl. Eigengewicht nur Außenstände $G_a = 1,13 \text{ kN}$

$-V + G_a = 28,05 \text{ kN}$

Unter Berücksichtigung einer Sicherheit von $\gamma = 1,5$ gegen Kippen ergibt sich eine erforderliche Ballastierung der

Außenstände von $\text{erf. Ballast, außen} = 42,08 \text{ kN Ballast je } 2,50 \text{ m Feld}$

Zur Ermittlung der erforderlichen Ballastierung an den Innenständen wird der Lastfall Montage maßgebend!

Die H-Lasten aus Zugverkehr und Wind auf die Standgerüste wird maßgebend!

Moment infolge von Wind und Zugverkehr: $M_w = 9,70 \text{ kNm}$

Bei einer Basisbreite von $6,00 \text{ m}$ ergeben sich abhebende Lasten von

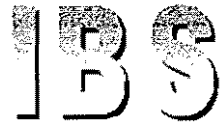
$-V = 1,62 \text{ kN}$

Eigengewicht Innenstände: $G_i = 2,25 \text{ kN}$

$\text{erf. Ballast} = 1,5 \times V_i - G_i = 0,17 \text{ kN/ Gerüstfeld}$

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schaalksmühle
Tel. + (49) 02355-400867
Fax. + (49) 02355-400869
Mail: IBSP ECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de



Nachweis der Bodenpressung unter den Gerüstfußplatten:

Unter jedem Gerüstständer werden 1,00m lange und $2 \times 0,29 \text{ cm} = 0,58\text{m}$ breite, dreifache Gerüstbohlen

zur Lastverteilung unterlegt.

Die maximale Vorlast in den Rahmenständern beträgt, gem. vorheriger Berechnung:

max. V= 32,69 kN

aus Ballast zusätzlich 43,00 kN

Summe der Lasten in den Fußpunkten: sV= 75,69 kN

Die Fußplatten der Gerüstfüße haben die Abmessung: 15cm x 15 cm.

Unter ungünstigster Annahme einer Lastverteilung in der Holzpallung mit 13,5cm Dicke

von 45 Grad ergibt sich somit eine Verteilungsfläche von

dB= $15,00 + 2 \times 13,50 = 42,00 \text{ cm}$

dL= $15,00 + 2 \times 13,50 = 42,00 \text{ cm}$

somit AI= $1764,00 \text{ cm}^2 = 0,18 \text{ m}^2$

Somit ergibt sich unter der Lastverteilungsbohle eine Bodenpressung

von $75,69 / 0,18 = 429,07 \text{ kN/m}^2$

Dies entspricht $42,91 \text{ MN/m}^2$

Die Tragfähigkeit des Aufstellgrundes muss bauseitig untersucht werden, sofern dessen Tragfähigkeit

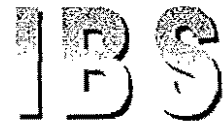
von der Gerüstbaufirma nicht allein nach fachlicher Erfahrung beurteilt werden kann.

Ggf. sind Bodenverbesserungsmaßnahmen erforderlich, oder die Lastverteilung unter den Fußpunkten muss vergrößert

werden.

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. + (49) 02355-400867
Fax. + (49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de



Nachweis der HEB 400-Träger im Bereich des Dükers als Lastverteilung:

a. Innere Träger = 1 HEB 400:

Vorlasten aus dem Gerüst:	32,69 kN/ 2,50m =	13,08 kN/m
aus Eigengewicht der Träger:		1,55 kN/m
Summe v=		14,63 kN/m
angenommene frei Stützweite der Träger (Annahme deutlich auf der sicheren Seite): L=		12,50 m
Schnittgrößen im Träger: M=	285,65 kNm	
Q=	91,41 kN	
vorh. W=	2880,00 cm³	
vorh. sy x ts=	48,20 cm²	
Biegespannung im Träger: SIGMA=	9,92 kN/cm² << 16,00	
Schubspannung im Träger: TAU=	1,90 kN/cm² << 9,50 kN/cm²	

b. äußere Träger = 2 HEB 400:

Vorlasten aus dem Gerüst: Ständerlast + Bal	75,69 kN/ 2,50m =	30,28 kN/m
Eigengewicht von 2 HEB 400:		3,10 kN/m
Summe v=		33,38 kN/m
je Träger somit	dSv=	16,69 kN/m
angenommene frei Stützweite der Träger (Annahme deutlich auf der sicheren Seite): L=		12,50 m
Schnittgrößen im Träger: M=	325,93 kNm	
Q=	104,30 kN	
vorh. W=	2880,00 cm³	

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht

Unterm Ried 5

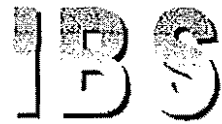
D-58579 Schalksmühle

Tel. +(49) 02355-400867

Fax. +(49) 02355-400869

Mail: IBSPECHT1@AOL.COM

Homepage: www.geruestbau-statik.de



vorh. sy x ts=

48,20 cm²

Biegespannung im Träger: SIGMA=

11,32 kN/cm² << 16,00

Schubspannung im Träger: TAU=

2,16 kN/cm² << 9,50 kN/cm²

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau

Dipl.-Ing. Joachim Specht
Unterm Ried 5
D-58579 Schalksmühle
Tel. + (49) 02355-400867
Fax. + (49) 02355-400869
Mail: IBSPECHT1@AOL.COM
Homepage: www.geruestbau-statik.de

IBS

Hinweis:

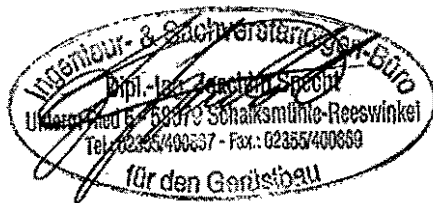
Weitere Nachweise dürfen entfallen.

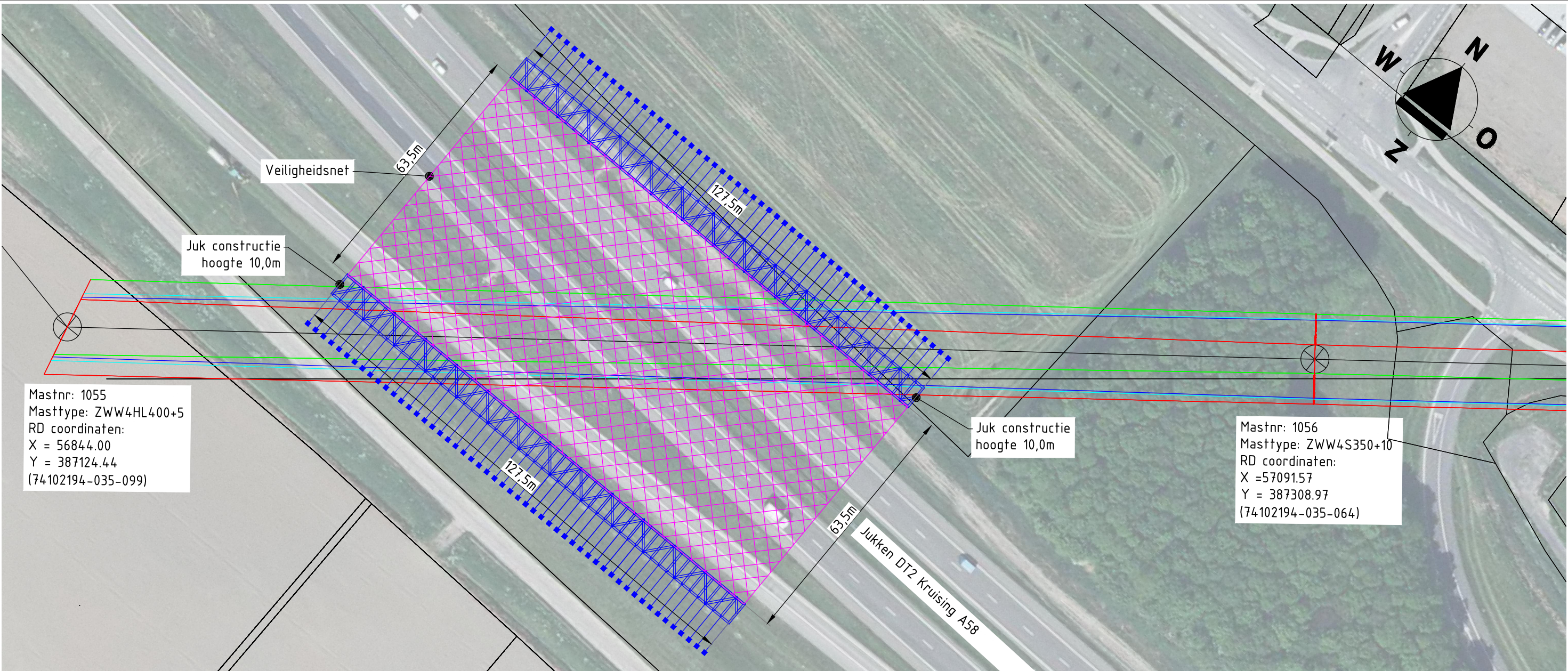
Alle nicht explizit nachgewiesene Bauteile und Bauteilkombinationen werden von der Gerüstbau-Fachfirma Witte in handwerksgerechter Ausführung unter Beachtung der geltenden Normen und Vorschriften ausgeführt.

Da die Firma Witte Gerüstbau seit über 30 Jahren derartige Freileitungsgerüste errichtet, darf davon ausgegangen werden, dass diese Firma über ausreichende Erfahrung in der Erstellung derartiger Gerüst-Sonderkonstruktionen verfügt.

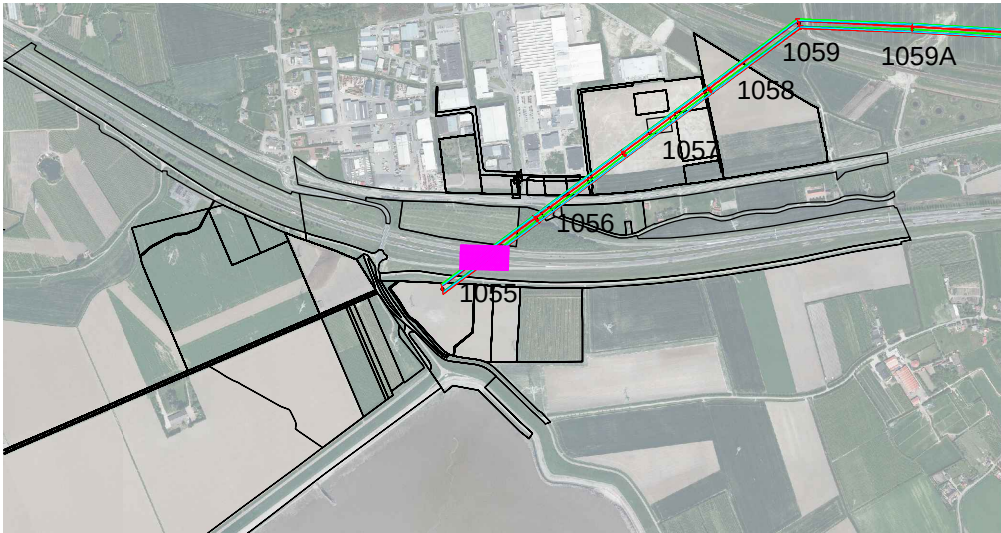
aufgestellt, Schalksmühle, den 14.06.2010

Dipl.-Ing. Joachim Specht





Bovenaanzicht



Situatie overzicht

(Schaal 1:20000)

* Maatvoering indicatief

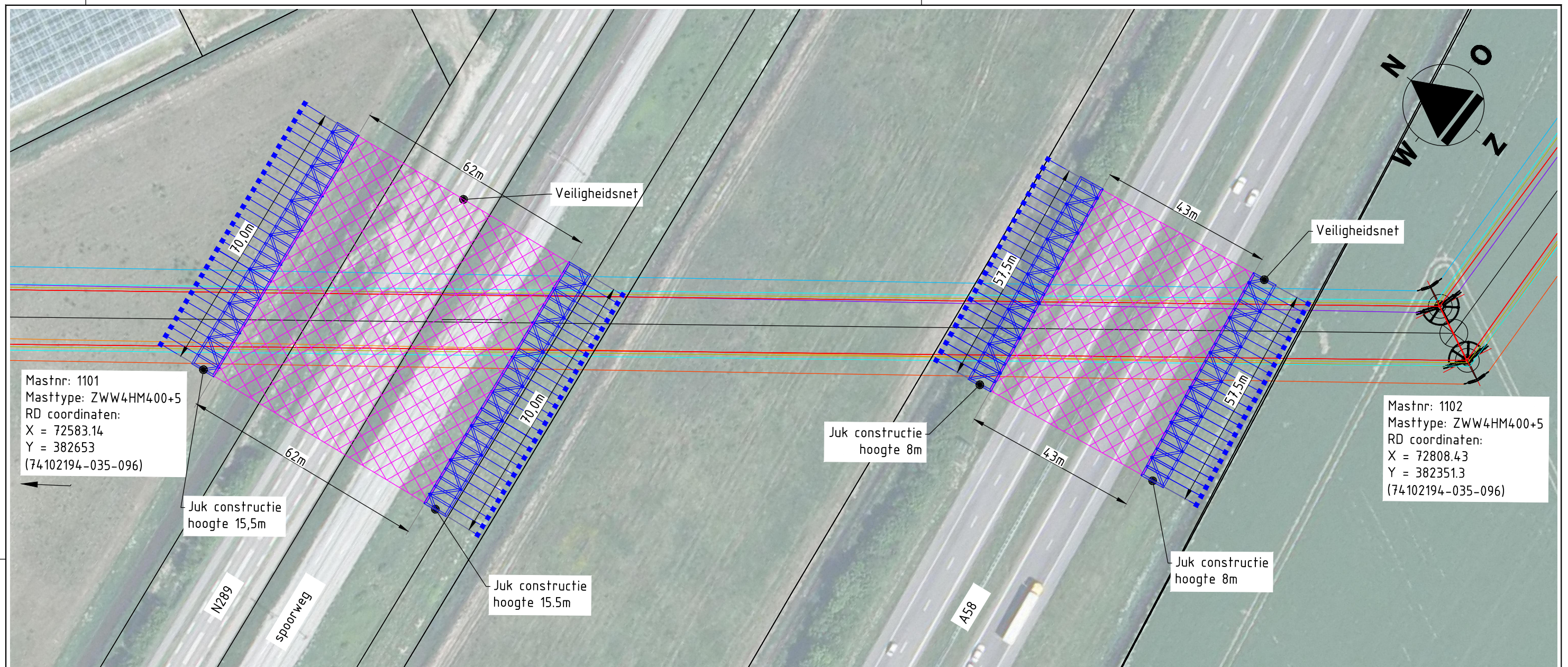
T.B.V. Aanvraag

NOTE

VOOR JUKHOOGTE EN NET OPPERVLAKTE ZIE 74102194-031-214

4.0	03-09-2014	Masttype naam aangepast
3.0	27-06-2014	Masttypes aangepast
2.0	10-02-2014	Aanpassing conform voorstel aan TenneT 26-11-2013
1.0	14-01-2013	Eerste versie

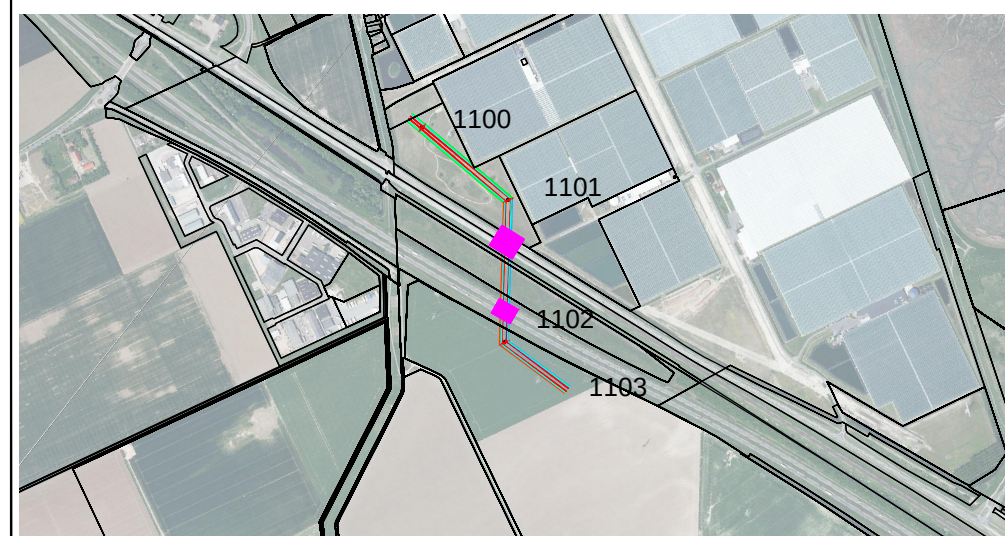
		Projectname: Engineering verbinding ZW380		
		Third angle projection: 	Drawing no.: 74102194-031-200	
Design state: Definitief		Scale: 1:1000	Description: Kruising S07 Juk over A58 Deeltracé 2 Tussen masten 1055 - 1056	
Drawn by: RBE 03-09-2014		Units: m		Revision: 4.0
Checked by: AJP 03-09-2014		Project no: 000.145		Format: A3
Approved by: AW 03-09-2014		Company: TenneT		



Bovenaanzicht

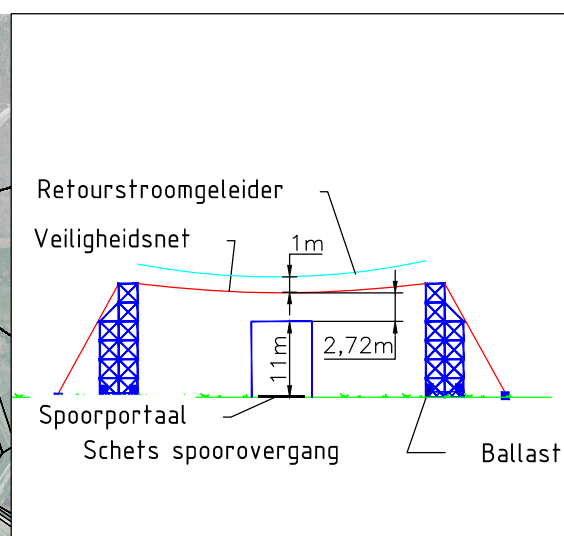
* Maatvoering indicatief

T.B.V. Aanvraag



Situatie overzicht

(Schaal 1:20000)



NOTE

VOOR JUKHOOGTE EN NET OPPERVLAKTE ZIE 74102194-031-214

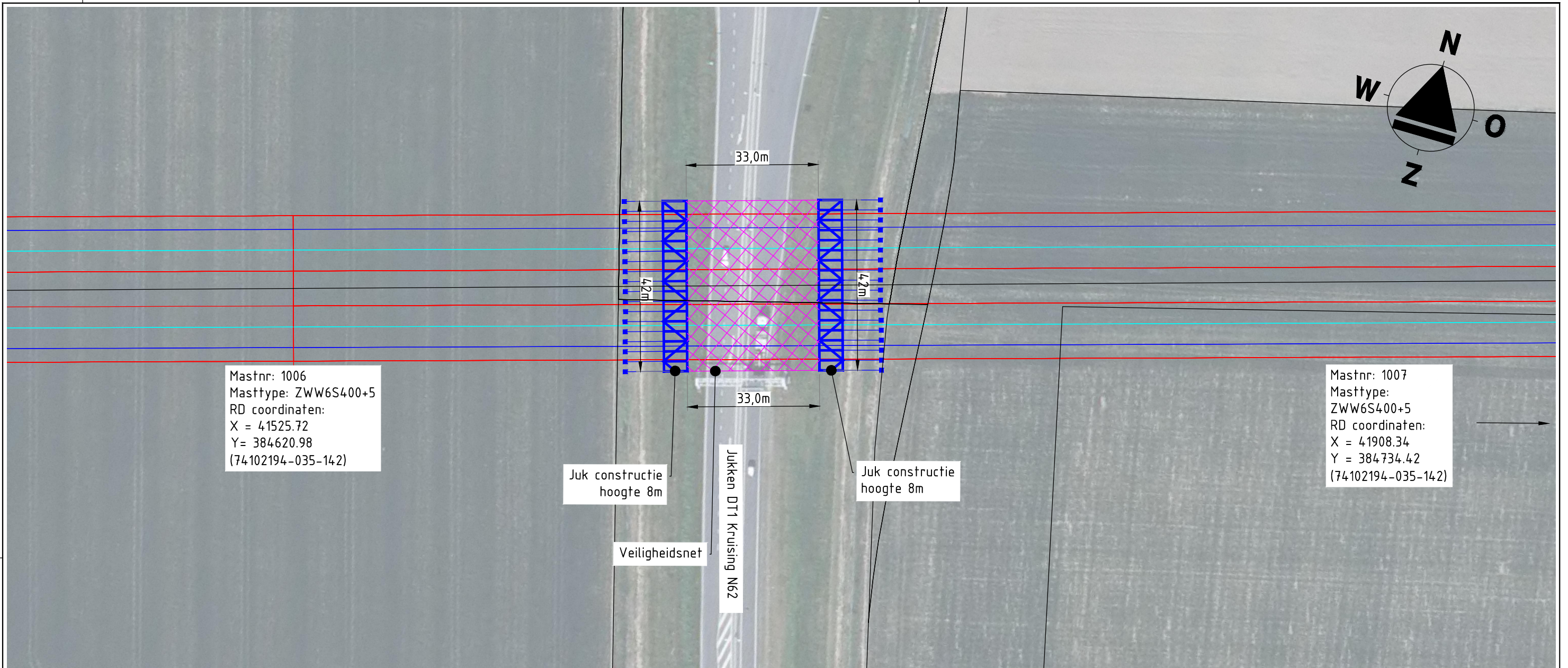
3.0	11-09-2014	Masttype aangepast
2.0	10-02-2014	Aanpassing conform voorstel aan TenneT 26-11-2013
1.0	14-01-2013	Eerste versie



Projectname:
Engineering verbindingen ZW380

Third angle projection:
Drawing no.:
74102194-031-206

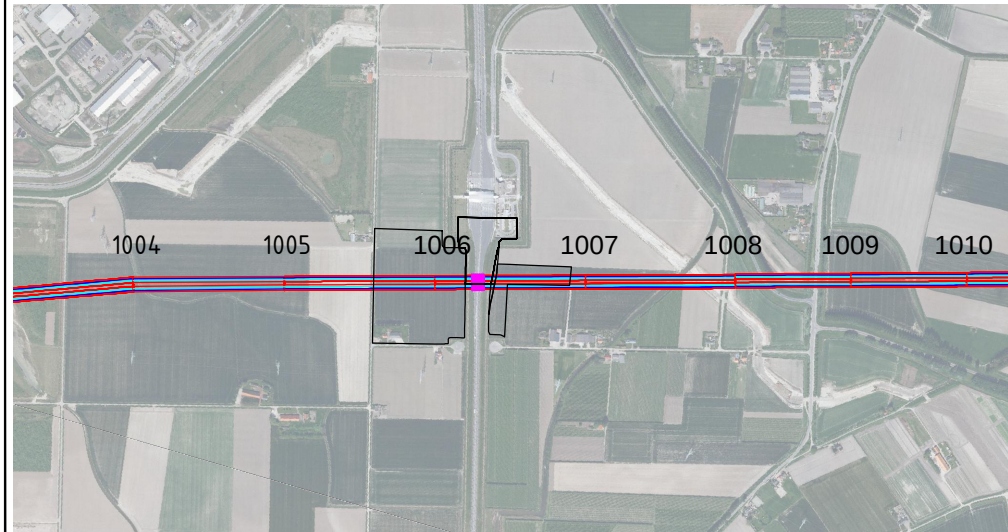
Design state: Definitief	Scale: 1:1000	Description:	Revision:
Drawn by: RBE 11-09-2014	Units: m	Kruising S13	3.0
Checked by: AJP 11-09-2014	Project no: 000.145	Jukken over A58+N289+Spoorweg	Format:
Approved by: AW 11-09-2014	Company: TenneT	Deeltracé 2	A3
		Tussen masten 1101-1102	



Bovenaanzicht

* Maatvoering indicatief

T.B.V. Aanvraag

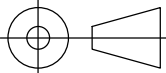


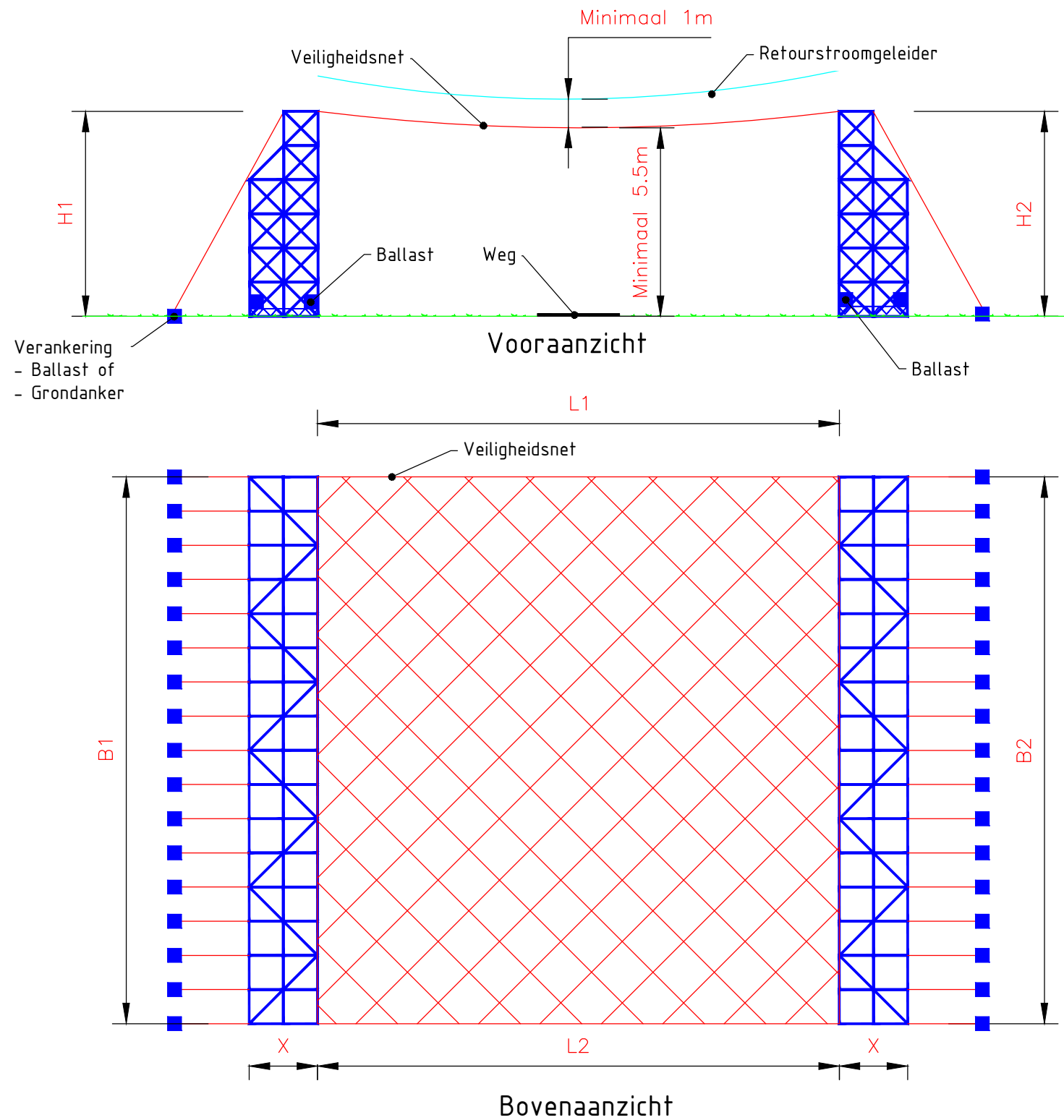
Situatie overzicht
(Schaal 1:20000)

NOTE

VOOR JUKHOOGTE EN NET OPPERVLAKTE ZIE 74102194-031-016

6.0	03-07-2014	Naam weg aangepast
5.0	27-01-2014	Aanpassing conform voorstel aan TenneT 26-11-2013
4.0	28-07-2013	Kleine aanpassing
3.0	06-06-2013	Aanpassen juk hoogte

		Projectname: Engineering verbindingen ZW380	
		Third angle projection: 	Drawing no.: 74102194-031-001
Design state: Definitief	Scale: 1:1000	Description: Kruising S01 Juk over N62 Deeltracé 1 Tussen masten 1006 - 1007	Revision: 6.0
Drawn by: RBE 03-07-2014	Units: m		Format: A3
Checked by: AJP 03-07-2014	Project no: 000.145		
Approved by: AW 03-07-2014	Company: TenneT		
DNV KEMA Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvkema.com			



NOTE

VOOR KRUISINGSOVERZICHT ZIE TEK. 74102194-031-001 t/m 006

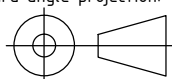
Opp. Juk : $(H1 * B1) + (H2 * B2)$

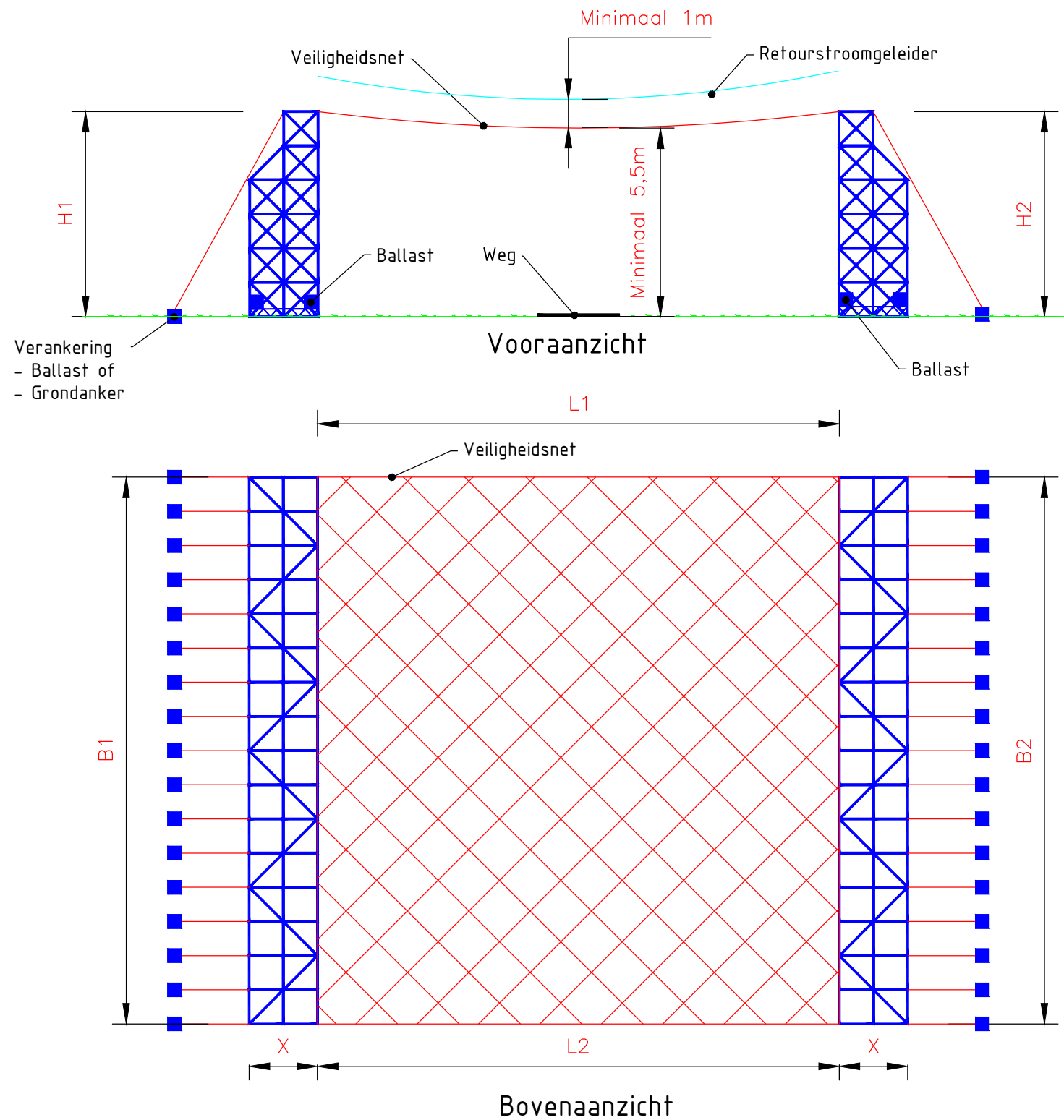
X = afmetingen door aannemer te bepalen

* Maatvoering indicatief

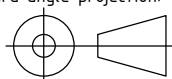
T.B.V. Aanvraag

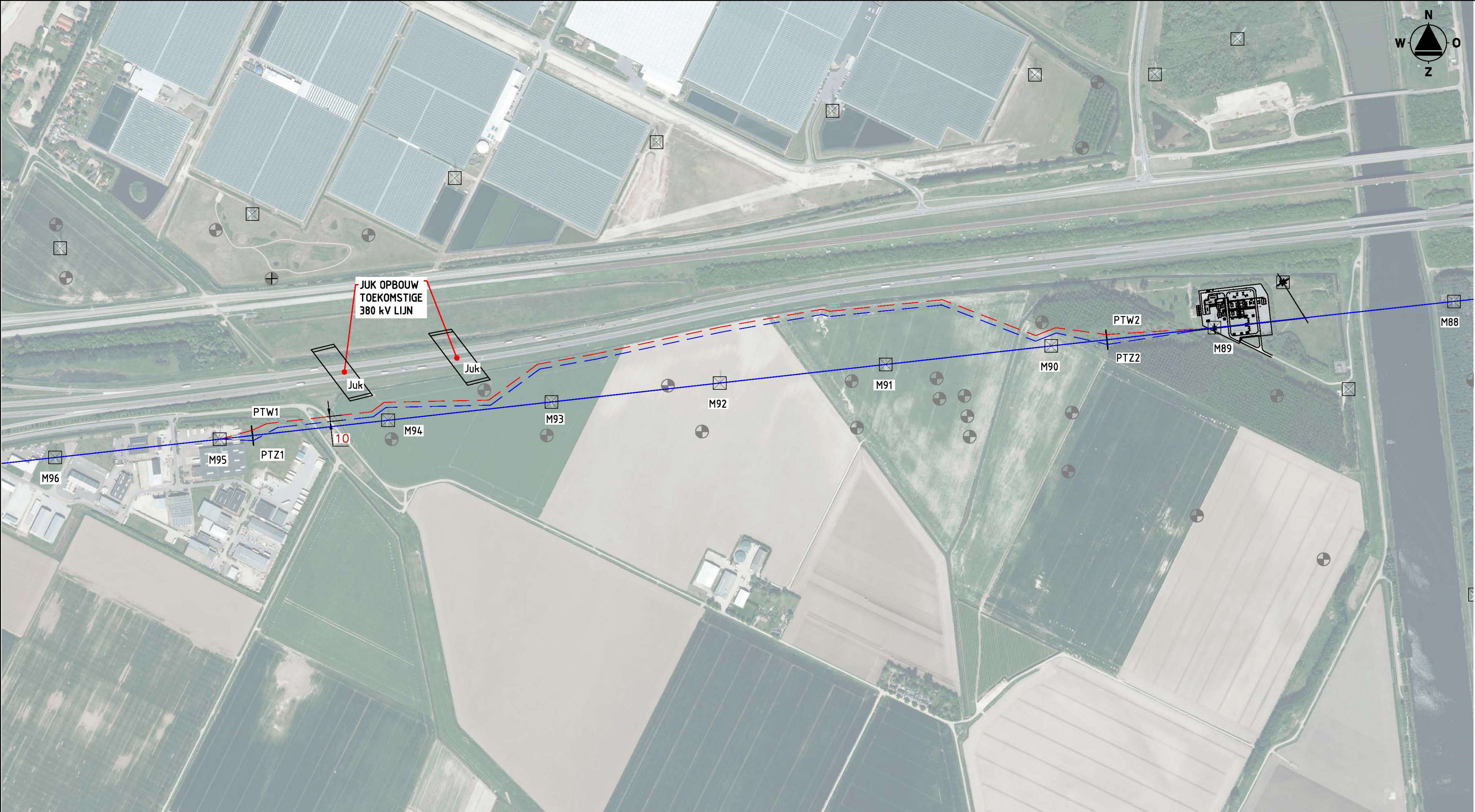
Juk afmetingen per lokatie per meter DT1									
Tekeningnummer	Kruising	L1 (m)	L2 (m)	B1 (m)	B2 (m)	H1 (m)	H2 (m)	Opp. Net (m ²)	Opp. Juk (m ²)
74102194-031-001	S01 Kruising over N62	33	33	42	42	8	8	1386	672
74102194-031-002	S02 Kruising over N666	32.6	32.6	67.5	67.5	10	10	2200.5	1350
	& N667	20	20	42.5	42.5	10	12.5	850	956.25
74102194-031-003	S03 Kruising over N665	38.8	38.8	65	65	7.5	7.5	2522	975
74102194-031-004	S04 Kruising over spoor	13.7	13.7	42.5	42.5	13	13	582.25	1105
74102194-031-005	S05 Kruising over N669	14	14	42.5	42.5	7	7	595	595
74102194-031-006	S06 kruising N666	43	43	132.5	132.5	8	8	5697.5	2120

5.0	25-09-2014	Minimale jukhoogte aangepast			
4.0	04-07-2014	Weg namen en jukhoogtes aangepast			
		Projectname: Engineering verbindingen ZW380			
		Third angle projection:			Drawing no.: 74102194-031-016
Design state: Definitief		Scale: N.v.t.		Description: Principe tekening jukken Deeltraject 1	Revision: 5.0
Drawn by: RBE 25-09-2014		Units: mm			Format: A3
Checked by: AJP 25-09-2014		Project no: 000.145			
Approved by: AW 25-09-2014		Company: TenneT			
DNV KEMA Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvkema.com					



Juk afmetingen per lokatie per meter DT2									
Tekeningnummer	Kruising	L1 (m)	L2 (m)	B1 (m)	B2 (m)	H1 (m)	H2 (m)	Opp. Net (m²)	Opp. Juk (m²)
74102194-031-200	S07 kruising A58	63,5	63,5	127,5	127,5	10	10	8096,25	2550
74102194-031-201	S08 kruising N289	16	16	67,5	67,5	10	10	1080	1350
74102194-031-202	S09 kruising	18,8	18,8	50	50	15	15	940	1500
74102194-031-204	S11 kruising N673	25,9	25,9	52,5	52,5	13	13	1359,75	1365
74102194-031-206	S13 kruising A58+N289+Spoorweg	62	62	70	70	15,5	15,5	4340	2170
74102194-031-206	S13 kruising A58+N289+Spoorweg	43	43	57,5	57,5	8	8	2472,5	920

5.0	18-09-2014	Minimale nethoogte aangepast		
4.0	16-09-2014	Tabelaanpassing		
3.0	04-04-2014	Jukken kruising 417 toegevoegd		
2.0	10-02-2014	Aanpassing conform voorstel aan TenneT 26-11-2013		
		Projectname: Engineering verbindingen ZW380		
		Drawing no.: 74102194-031-214		
Design state: Definitief		Scale: 1:1000		Description: Principe tekening jukken Deeltracé 2
Drawn by: RBE 18-09-2014		Units: m		
Checked by: AJP 18-09-2014		Project no: 000.145		
Approved by: AW 18-09-2014		Company: TenneT		
Revision: 5.0				
Format: A3				
DNV KEMA Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvkema.com				



Schaal 1:5000

- Afmetingen indicatief
T.B.V. Vergunnings aanvraag

- LEGENDA:**
- GSP-WTD 150 kV verbinding
 - - - Witte circuit noodkabel
 - - - Zwarte circuit noodkabel
 - ⊗ Bestaande mast
 - ⊕ Toekomstige mast
 - Benodigde kabelbed breedte: 10 m

2.0	19-12-2013	Schaal aangepast	Projectname: Engineering verbinding ZW380 Third angle projection: 	
1.0	18-09-2013	Eerste versie		
			Drawing no.: 74.102194-031-217V	
Design state: CONCEPT			Description: Kabel tracé GSP-WDT 150 kV tussen mast 89 & 95	
Drawn by: RBE 19-12-2013			Scale: 1:5000	Revision: 2.0
Checked by: AJP 19-12-2013			Units: m	Format: A2
Approved by: AW 19-12-2013			Project no: 000.145	
			Company: TenneT	
DNV KEMA Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvkema.com				

Bijlage 8
Aanvulling
Ontwerpgegevens masten

74102194-ETD/POL 13-2623 V4.0 Definitief

Engineering ZW380

**Constructieberekening hybride masten ten
behoefte van vergunningaanvraag**

Arnhem, 6 maart 2014

Auteur(s) E.J. Platenkamp

In opdracht van Tennet TSO B.V. Projectnummer 000.145.11

auteur : EJ Platenkamp
34 blz. 10 bijl. EJP/JEH

beoordeeld : AJP van der Wekken
goedgekeurd : A. van der Wal

Copyright © 2013, KEMA Nederland B.V., Arnhem, Nederland. Alle rechten voorbehouden.

Het is verboden om dit document op enige manier te wijzigen, het opsplitsen in delen daarbij inbegrepen. In geval van afwijkingen tussen een elektronische versie (bijv. een PDF bestand) en de originele door KEMA verstrekte papieren versie, prevaleert laatstgenoemde.

KEMA Nederland B.V. en/of de met haar gelieerde maatschappijen zijn niet aansprakelijk voor enige directe, indirecte, bijkomstige of gevolgschade ontstaan door of bij het gebruik van de informatie of gegevens uit dit document, of door de onmogelijkheid die informatie of gegevens te gebruiken.

De inhoud van dit rapport mag slechts als één geheel aan derden kenbaar worden gemaakt, voorzien van bovengenoemde aanduidingen met betrekking tot auteursrechten, aansprakelijkheid, aanpassingen en rechtsgeldigheid.

INHOUD

	Pagina
1 Inleiding.....	4
2 Uitgangspunten	5
2.1 Gebruikte normen	5
2.2 Materiaal typeringen mast	5
2.3 Constructie typering.....	6
2.4 Uitgangspunten uit de beschouwde normen	6
2.5 Veldlengte.....	10
3 Mastafmetingen	10
4 Beschrijving constructie	18
4.1 Materiaalklassen	19
5 Conclusie Hybride masten	24
Bijlage A Berekening W2S400	25
Bijlage B Berekening W2HL400.....	26
Bijlage C Berekening W4S350	27
Bijlage D Berekening W4HL350.....	28
Bijlage E Berekening W4S400	29
Bijlage F Berekening W4HL400.....	30
Bijlage G Berekening W4S450	31
Bijlage H Berekening W4HK450	32
Bijlage I Berekening W6S400	33
Bijlage J Berekening W6HL400.....	34

1 INLEIDING

Dit document geeft een samenvatting van de ontwerpbelastingen en berekeningen van de volgende hybride masttypen, geschikt voor de bouwaanvraag:

- Steunmast geschikt voor twee-circuits, 2x 380 kV, 400 meter veldlengte; type W2S400;
- Hoekmast geschikt voor twee-circuits, 2x 380kV, 400 meter veldlengte, lijnhoek van 130 graden, type W2HL400;
- Steunmast geschikt voor vier-circuits, 2x 380 kV en 2x 150 kV, 350 meter veldlengte; type W4S350;
- Hoekmast geschikt voor vier-circuits, 2x 380 kV en 2x 150 kV, 350 meter veldlengte, lijnhoek van 130 graden, type W4HL350;
- Steunmast geschikt voor vier-circuits, 2x 380 kV en 2x 150 kV, 400 meter veldlengte; type W4S400;
- Hoekmast geschikt voor vier-circuits, 2x 380 kV en 2x 150 kV, 400 meter veldlengte, lijnhoek van 130 graden, type W4HL400;
- Steunmast geschikt voor vier-circuits, 2x 380 kV en 2x 150 kV, 450 meter veldlengte; type W4S450;
- Hoekmast geschikt voor vier-circuits, 2x 380 kV en 2x 150 kV, 450 meter veldlengte, lijnhoek van 150 graden, type W4HK450;
- Steunmast geschikt voor vier-circuits, 4x 380 kV, 400 meter veldlengte; type W6S400;
- Hoekmast geschikt voor vier-circuits, 4x 380kV, 400 meter veldlengte, lijnhoek van 130 graden, type W6HL400.

De ontwerpbelastingen voor de betonnen Wintrack masten zijn gebaseerd op de DNV KEMA vergunningsdocumenten voor de stalen varianten.

Voor alle masttypes zijn de ontwerpbelastingen bepaald. De belastingen zijn zo opgesteld dat deze niet locatie specifiek worden bepaald maar generiek met maximale veldlengte en maximale lijnhoek, tussen opeenvolgende masten. Het effect op de belastingen door verschil in hoogte van opeenvolgende masten wordt niet meegenomen.

De aanpak is gebaseerd op Bijlage IV B95-STA-KA-1300143 Berekening Wintrack hybride masten van 20 februari 2013 versie 0.3.

2 UITGANGSPUNTEN

De in dit document gepresenteerde belastingen zijn niet bepaald op basis van analyse van alle door NEN-EN 50341 voorgeschreven belastinggevallen maar door DNV KEMA zijn die belastinggevallen of combinaties daarvan geselecteerd die de maatgevende belastingen veroorzaken.

Voor steunmasten met een verhoging tot maximaal 10 meter geldt dat deze berekend worden voor een maximale lijnhoek van 2 x 2.5. Voor hoekmasten wordt er een onderscheid gemaakt in de maximaal toelaatbare hoek op de mast, kenbaar gemaakt met een codering in het masttype met K (150°), L (130°) en M (120°).

Overige uitgangspunten en aannames zijn:

- trekparameter bij 10 °C: 1800 m
- geleider 380 kV: 4 bundel AMS620
- geleider 150 kV: 2 bundel AMS620
- bliksemgeleider/OPGW: 1 bundel BRUGG OPGW 226-AL3/38-A20SA
- retour stroomgeleider: 2 bundel WDI AACSR 242-39 Hawk
- hoogte mast en ophangpunten conform de documenten: 12-00570 rapport “mastafmetingen 4x380 kv + 220-380 kV rev 3.0” en 12-00572 rapport “mastafmetingen 2x380+150-380 rev 3.0”
- belastingen zijn inclusief belastingfactoren volgens de NEN-EN 50341-3-15
- Maximum mastsegment gewicht van 35 ton

2.1 Gebruikte normen

- NEN - EN50341-1, “Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 1: Algemene eisen - Gemeenschappelijke specificaties
- NEN - EN50341-3-15, “Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning - Deel 3: Verzameling van nationale normatieve aspecten”
- NEN-EN 1990:2002- "Eurocode - Grondslagen van het constructief ontwerp”
- NEN-EN 1991-1-1: Belastingen op constructies
- NEN-EN 1992-1-1: Ontwerp en berekening Betonconstructies
- NEN-EN 1994-1-1: Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies

2.2 Materiaal typering mast

Staal:

- S355J2G3 bij wanddikten kleiner dan 15 mm ($t < 15\text{mm}$)
- S355K2G3 bij wanddikten groter dan 15 mm ($t > 15\text{mm}$).

Beton:

- Betonkwaliteit: C55/67 t/m C90/105
- Wapening B550B
- Nagerekt voorspanstaal kwaliteit FeP1860 uitgaande van 150 mm² per streng
- Dekking 50 mm,
- Levensduur 50 jaar conform NEN-EN 50341
- Milieuklasse: XC4, XD3, eventueel XF2 afhankelijk van de locaties
- Materiaalfactor van 1,5 voor beton
- Materiaalfactor van 1,5 voor voorgerekt en nagerekt staal
- Materiaalfactor van 1,15 voor betonwapening

2.3 Constructie typering

Veiligheidsklasse	3	1) $\gamma_{fg} = 1.20$	$\gamma_{fq} = 1.50$
		2) $\gamma_{fg} = 1.35$	
Referentie periode	50 jaar		
Windtracé	II	onbebouwd	
Ijsgebied	B		
Ijsgebied A voor bliksemdraad en OPGW		$5\sqrt{d}$	
Ijsgebied A voor retourstroom geleider		$5\sqrt{d}$	
Ijsgebied B voor fase geleider		$1,8\sqrt{d}$	

2.4 Uitgangspunten uit de beschouwde normen

Berekening capaciteit stalen secties

Of de capaciteit van de stalen mast voldoende is voor de optredende belasting wordt als volgt geverifieerd (NEN-EN 50341-3-15, paragraaf 7.4.5.4):

Tabel 1 - Capaciteit conform NEN-EN 50341-3

Normaalkracht (N)			Buigend Moment (M)		
Voorwaarde:	$d/t < 90 \cdot \epsilon^2$	$90 \cdot \epsilon^2 < d/t < 315 \cdot \epsilon^2$	Voorwaarde:	$d/t < 157.5 \cdot \epsilon^2$	$157.5 \cdot \epsilon^2 < d/t < 315 \cdot \epsilon^2$
Reductiefactor ρ_A	1,0	$0,3 + 63 \cdot \epsilon^2 \cdot t/d$	Reductiefactor ρ_W	1,0	$0,6 + 63 \cdot \epsilon^2 \cdot t/d$

Met:

$$A_{eff} = \rho_A \times A$$

$$W_{eff} = \rho_W \times W$$

Aan het volgende criterium moet voldaan worden:

$$\frac{N}{A_{eff}} + \frac{M}{W_{eff}} = \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

Met: $\gamma_{M1} = 1,0$

De factor ε voor staal S355 wordt als volgt bepaald:

$$\varepsilon = \left(\frac{235}{f_y} \right)^{0.5} \rightarrow 0.814$$

Berekening wanddikte masten:

$$W_{ben} = \frac{M_{tot}}{f_{y;d}}$$

Weerstandsmoment voor een cirkelvormige doorsnede is:

$$W = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times t$$

Bepaling binnendiameter d:

$$d = \sqrt[4]{D^4 - \left(\frac{32 \times W_{ben} \times D}{\pi} \right)}$$

Voor de wanddikte geldt dan:

$$t = \left(\frac{D - d}{2} \right)$$

Berekening capaciteit betonnen secties

Berekening van benodigde weerstandsmoment en wanddikte tegen maximaal optredend moment:

$$W_{ben} = \frac{M_{tot}}{f_{cd}}$$

Waarin:

M_{tot} = Maximaal voetmoment uit de belastingen

f_{cd} = Rekenwaarde van tegenstaande betondruk spanning

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1.5}$$

f_{ck} = drukcapaciteit van beton

Weerstandsmoment voor een cirkelvormige doorsnede:

$$W = \frac{1}{32} \cdot D \times \pi \times (D^4 - d^4)$$

Bepaling binnendiameter d:

$$d = \sqrt[4]{D^4 - \left(\frac{32 \times W_{ben} \times D}{\pi} \right)}$$

Bepaling voorspankracht ankers

$P_{benodigd}$ = Benodigde voorspankracht

Aantal strengen is afhankelijk van de dwarsdoorsnede per streng en de maximaal toelaatbare spanning per streng (ook nog de materiaalfactor toevoegen in de formule).

$$P_{benodigd} = A_{streng} \cdot \sigma_{streng} \cdot n_{strengen}$$

Aantal ankers hangt van het aantal strengen per kabel af

$$n_{ankers} = \frac{n_{strengen}}{\text{streng / kabel}}$$

Bepaling benodigde dwarswapening

De weerstand V_{RD} tegen afschuiving wordt met onderstaande formule bepaald.

$$V_{RD,max} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$$

Waarin:

A_{sw} = oppervlakte van de dwarsdoorsnede van de dwarskrachtwapening

s = hart op hartafstand van de beugels

f_{ywd} = rekenwaarde van de vloeigrens van de dwarskrachtwapening

z = Bij dwarskracht diameter van de ringwapening en bij afschuiving door torsie is de omtrek van de ringwapening.

θ = Hoek tussen de drukdiagonaal van beton en de as van de ligger loodrecht op de dwarskrachtwapening

De torsieweerstand T_{RD} wordt met onderstaande formule bepaald.

Waarin:

v = 0.6 (sterkte reductiefactor)

α_{cw} = 2.5 ($1 - \sigma_{cp}/f_{cd}$) factor waarmee met de spanning in de op druk belaste rand rekening is gehouden

f_{cd} = rekenwaarde van de drukspanning van beton

σ_{cp} = gemiddelde waarde betondrukspanning

A_k = Omsloten oppervlak inclusief de holle delen

t_{ef} = meewerkende wanddikte

Θ = (21.8 – 45 graden) hoek tussen de drukdiagonaal van beton en de as van de ligger loodrecht op de dwarskrachtwapening. De berekeningen zijn uitgevoerd bij een hoek van 30 graden.

De capaciteit van een op wringing en afschuiving belast element wordt met de onderstaande voorwaarde getoetst.

$$\frac{T_{ed}}{T_{RD,max}} + \frac{V_{ed}}{V_{RD,max}} \leq 1.0$$

T_{ed} = rekenwaarde van het aangrijpend wringend moment

V_{ed} = rekenwaarde van de aangrijpende dwarskracht

2.5 Bepaling maximale belasting op mastsegmenten

De belastingen op de mastsegmenten zijn gebaseerd op het buigmoment uit de geleiders, de wind en het eigengewicht van de mast. Dit is per segment bepaald. De krachten zijn gebaseerd op de NEN-EN-50341-3. Zie hiervoor de tabellen in hoofdstuk 3.

2.6 Veldlengte

De beschouwde masttypen zijn opgenomen in onderstaande tabel:

Tabel 2 – Masttypen

Mast type	Max. ahead span (m)	Max. back span (m)	Max. Lijn hoek (deg)	Mast type aangrenzende mast
W2S400	400	400	2 x 2.5	W2S400
W2HL400	400	400	2 x 25	W2S400
W4S350	350	350	2 x 2.5	W4S350
W4HL350	350	350	2 x 25	W4S350
W4S400	400	400	2 x 2.5	W4S400
W4HL400	400	400	2 x 25	W4S400
W4S450	450	450	2 x 2.5	W4S450
W4HK450	450	450	2 x 15	W4S450
W6S400	400	400	2 x 2.5	W6S400
W6HL400	400	400	2 x 25	W6S400

3 MASTAFMETINGEN

In de volgende tabellen zijn de afmetingen en de belangrijke parameters per hybride mast weergegeven. De resultaten van de berekening dienen als input voor het ontwerp van de fundering. De overgang van het betonnen deel naar het stalen deel zit net onder de retourstroomafspanning.

- Overgang bij W2S400 is op 23 meter vanaf mastvoet;
- Overgang bij W2HL400 is op 22 meter vanaf mastvoet;
- Overgang bij W4S350 is op 19 meter vanaf mastvoet.
- Overgang bij W4HL350 is op 19 meter vanaf mastvoet;
- Overgang bij W4S400 is op 22 meter vanaf mastvoet;
- Overgang bij W4HL400 is op 22 meter vanaf mastvoet.
- Overgang bij W4S450 is op 25 meter vanaf mastvoet;
- Overgang bij W4HK450 is op 25 meter vanaf mastvoet;
- Overgang bij W6S400 is op 23 meter vanaf mastvoet.
- Overgang bij W6HL400 is op 23 meter vanaf mastvoet.

Tabel 3 - Afmetingen en belangrijke parameters van betonnen deel mast W2S400

	Segment	
	1	2
Betonklasse	C55/67	C55/67
Lengte (mm)	12000	11000
Voetdiameter (mm)	2200	1893
Topdiameter (mm)	1893	1612
Wanddikte (mm)	400	350
Massa (kN)	598	406
Segment voet moment (kNm)	14361	9661
Dwarskracht (kN)	366	344
Torsiemoment (kNm)	0	0

Tabel 4 - Afmetingen en belangrijke parameters van stalen deel mast W2S400

	Segment
Staalklasse	S355
Lengte (mm)	31800
Voetdiameter (mm)	1612
Topdiameter (mm)	800
Wanddikte (mm)	12
Massa (kN)	189
Segment voet moment (kNm)	6314

Tabel 5 - Afmetingen en belangrijke parameters van mast W2HL400

	Segment	
	1	2
Betonklasse	C70/85	C70/85
Lengte (mm)	12000	10000
Voetdiameter (mm)	2800	2420
Topdiameter (mm)	2420	2104
Wanddikte (mm)	500	450
Massa (kN)	955	622
Segment voet moment (kNm)	39217	26497
Dwarskracht (kN)	968	959
Torsiemoment (kNm)	15	15

Tabel 6 - Afmetingen en belangrijke parameters van stalen deel mast W2HL400

	Segment
Staalklasse	S355
Lengte (mm)	41200
Voetdiameter (mm)	2100
Topdiameter (mm)	800
Wanddikte (mm)	18
Massa (kN)	352
Segment voet moment (kNm)	16083

Tabel 7 - Afmetingen en belangrijke parameters van betonnen deel mast W4S350

	Segment	
	1	2
Betonklasse	C55/67	C55/67
Lengte (mm)	12000	7000
Voetdiameter (mm)	2200	1898
Topdiameter (mm)	1898	1722
Wanddikte (mm)	450	400
Massa (kN)	662	306
Segment voet moment (kNm)	17392	11481
Dwarskracht (kN)	452	429
Torsiemoment (kNm)	0	0

Tabel 8 - Afmetingen en belangrijke parameters van stalen deel mast W4S350

	Segment
Staalklasse	S355
Lengte (mm)	36600
Voetdiameter (mm)	1710
Topdiameter (mm)	800
Wanddikte (mm)	14
Massa (kN)	250
Segment voet moment (kNm)	9019

Tabel 9 - Afmetingen en belangrijke parameters van betonnen deel mast W4HL350

	Segment	
	1	2
Betonklasse	C70/85	C70/85
Lengte (mm)	12000	7000
Voetdiameter (mm)	3000	2524
Topdiameter (mm)	2524	2247
Wanddikte (mm)	500	450
Massa (kN)	1039	472
Segment voet moment (kNm)	50452	33517
Dwarskracht (kN)	1266	1257
Torsiemoment (kNm)	1740	1740

Tabel 10 - Afmetingen en belangrijke parameters van stalen deel mast W4HL350

	Segment
Staalklasse	S355
Lengte (mm)	36500
Voetdiameter (mm)	2230
Topdiameter (mm)	800
Wanddikte (mm)	22
Massa (kN)	324
Segment voet moment (kNm)	24085

Tabel 11 - Afmetingen en belangrijke parameters van betonnen deel mast W4S400

	Segment	
	1	2
Betonklasse	C55/67	C55/67
Lengte (mm)	12000	10000
Voetdiameter (mm)	2400	2097
Topdiameter (mm)	2097	1844
Wanddikte (mm)	500	450
Massa (kN)	793	523
Segment voet moment (kNm)	22868	16128
Dwarskracht (kN)	523	498
Torsiemoment (kNm)	0	0

Tabel 12 - Afmetingen en belangrijke parameters van stalen deel mast W4S400

	Segment
Staalklasse	S355
Lengte (mm)	41300
Voetdiameter (mm)	1840
Topdiameter (mm)	800
Wanddikte (mm)	16
Massa (kN)	362
Segment voet moment (kNm)	11768

Tabel 13 - Afmetingen en belangrijke parameters van betonnen deel mast W4HL400

	Segment	
	1	2
Betonklasse	C70/85	C70/85
Lengte (mm)	12000	10000
Voetdiameter (mm)	3200	2744
Topdiameter (mm)	2744	2365
Wanddikte (mm)	500	450
Massa (kN)	1118	842
Segment voet moment (kNm)	60347	42920
Dwarskracht (kN)	1325	1315
Torsiemoment (kNm)	1837	1837

Tabel 14 - Afmetingen en belangrijke parameters van stalen deel mast W4HL400

	Segment
Staalklasse	S355
Lengte (mm)	41200
Voetdiameter (mm)	2360
Topdiameter (mm)	800
Wanddikte (mm)	24
Massa (kN)	385
Segment voet moment (kNm)	28431

Tabel 15 - Afmetingen en belangrijke parameters van betonnen deel mast W4S450

	Segment		
	1	2	3
Betonklasse	C55/67	C55/67	C55/67
Lengte (mm)	12000	7000	6000
Voetdiameter (mm)	2800	2463	2266
Topdiameter (mm)	2463	2266	2098
Wanddikte (mm)	500	450	400
Massa (kN)	971	460	342
Segment voet moment (kNm)	29677	21824	17384
Dwarskracht (kN)	606	576	559
Torsiemoment (kNm)	0	0	0

Tabel 16 - Afmetingen en belangrijke parameters van stalen deel mast W4S450

	Segment
Staalklasse	S355
Lengte (mm)	46200
Voetdiameter (mm)	2100
Topdiameter (mm)	800
Wanddikte (mm)	16
Massa (kN)	332
Segment voet moment (kNm)	15232

Tabel 17 - Afmetingen en belangrijke parameters van betonnen deel mast W4HK450

	Segment		
	1	2	3
Betonklasse	C70/85	C70/85	C70/85
Lengte (mm)	12000	7000	6000
Voetdiameter (mm)	3300	2878	2632
Topdiameter (mm)	2878	2632	2421
Wanddikte (mm)	500	450	400
Massa (kN)	1178	553	408
Segment voet moment (kNm)	57412	42426	33820
Dwarskracht (kN)	1146	1111	1091
Torsiemoment (kNm)	1737	1737	1737

Tabel 18 - Afmetingen en belangrijke parameters van stalen deel mast W4HK450

	Segment
Staalklasse	S355
Lengte (mm)	46100
Voetdiameter (mm)	2425
Topdiameter (mm)	800
Wanddikte (mm)	22
Massa (kN)	369
Segment voet moment (kNm)	28255

Tabel 19 - Afmetingen en belangrijke parameters van betonnen deel mast W6S400

	Segment	
	1	2
Betonklasse	C55/67	C55/67
Lengte (mm)	12000	11000
Voetdiameter (mm)	2400	2079
Topdiameter (mm)	2079	1786
Wanddikte (mm)	500	450
Massa (kN)	821	591
Segment voet moment (kNm)	22718	15287
Dwarskracht (kN)	541	533
Torsiemoment (kNm)	0	0

Tabel 20 - Afmetingen en belangrijke parameters van stalen deel mast W6S400

	Segment
Staalklasse	S355
Lengte (mm)	36900
Voetdiameter (mm)	1776
Topdiameter (mm)	800
Wanddikte (mm)	15
Massa (kN)	277
Segment voet moment (kNm)	9251

Tabel 21 - Afmetingen en belangrijke parameters van betonnen mast W6HL400

	Segment	
	1	2
Betonklasse	C70/85	C70/85
Lengte (mm)	12000	11000
Voetdiameter (mm)	3500	2954
Topdiameter (mm)	2954	2453
Wanddikte (mm)	500	450
Massa (kN)	1275	812
Segment voet moment (kNm)	71341	48470
Dwarskracht (kN)	1676	1665
Torsiemoment (kNm)	3994	3994

Tabel 22 - Afmetingen en belangrijke parameters van stalen mast W6HL400

	Segment
Staalklasse	S355
Lengte (mm)	36300
Voetdiameter (mm)	2447
Topdiameter (mm)	800
Wanddikte (mm)	24
Massa (kN)	348
Segment voet moment (kNm)	29173

Een aantal afmetingen zijn t.o.v. de stalen mast uitvoeringen gewijzigd. Deze wijzigingen zijn doorgevoerd vanwege de anders te hoge betondruk in de wand. De masttop diameter zijn voor alle masten vergroot naar 0.8 meter omdat uit studies van architect Z&J blijkt dat bij een vergrote mastvoet diameter een grotere masttop diameter esthetisch passender is.

Het is mogelijk is om de voetdiameter nog meer te vergroten om de betondruk in de wand te verlagen. Dit is niet toegepast vanwege dan de afmetingen teveel afwijken van de stalen varianten.

4 BESCHRIJVING CONSTRUCTIE

De masten bestaan per mastlocatie uit twee afzonderlijke taps toelopende buismasten, het zogenaamde bipole mastprincipe. De beschrijving van de constructie komt overeen met paragraaf 4.2 masten uit Bijlage IV B95-STA-KA-1300143_Wintrack – hybride masten.

De hybride Wintrack masten worden opgebouwd uit beton en staal. Het onderstuk, tot net onder het onderste ophangpunt ten behoeve van de retourstroomgeleider, zal uit betonnen voorgespannen elementen bestaan. Vanaf bovenzijde beton, zal de rest van de mast opgebouwd worden uit staal. De staal doorsnede wordt aangepast op de minimale betondoorsnede, zodat een zuivere conische vorm ontstaat.

De belangrijkste randvoorwaarden uit dit document zijn:

- Trekspanning in de wand komende uit het moment moet volledig door voorspanning opgenomen worden
- De segmenten hebben een maximale lengte van 12 meter. Indien een verticaal element meer dan 35 ton weegt, heeft het de voorkeur de verticale betonnen elementen in losse cirkelsegmenten te vervaardigen. Voor de W4S450 en de W4HK450 masten zijn de segmenten opgedeeld in 12, 7 en 6 meter lengte. Dit om een lengte van 1 meter voor het derde segment te voorkomen.
- Alle betonnen segmenten worden uitgevoerd met een doorgaande ronde sparing. In de doorgaande ronde sparing worden verticale voorspankabels aangebracht met verankeringen in de fundatiepoer
- De uitwendige voorspanning wordt op drie niveaus voor de W4S450 en de W4HK450 in fasen aangebracht. Voor de resterende masttypen wordt dit op twee niveaus uitgevoerd. Vanwege beperkte ruimte in de doorgaande sparing is het niet mogelijk alle voorspankabels langs de omtrek van de sparing te positioneren. De voorspankabels worden binnen de omtrek gelijkmatig verdeeld. Om de voorspankracht naar het beton te kunnen overdragen is het noodzakelijk een in het beton geïntegreerde stalen plaat aan te brengen onder de ankerplaten van de voorspanelementen
- Per segment worden de optredende spanningen, inclusief de voorspanspanning getoetst op de capaciteit. De bepaling van de capaciteit per segment is weergegeven in hoofdstuk 2.4.

Opmerking die hierbij gemaakt moet worden is het dwarskrachtmiddelpunt van de voorspanstrengen niet samenvalt met de betonnen wand. Voor de herverdeling van belasting is een extra stalen eindplaat in het beton nodig. In een vervolgstudie, of mastdetailering, zal de herverdeling tussen voorspanning en beton verder uitgezocht moeten worden.

Afwijkingen ten opzichte van document Bijlage IV B95-STA-KA-1300143_Wintrack – hybride masten zijn de volgende:

- De ankerbouten in de mastsegmenten worden zodanig voorgespannen dat bij een belasting uit mast en geleiders tot de Ultimate Limit State (ULS) de voorspanning niet opgeheven wordt. De ULS belasting is in de ontwerpnorm NEN-EN 50341 gedefinieerd als de maximale belasting uit mast en geleiders met toepassing van belastingsfactoren. De ankerbouten worden gedimensioneerd op de uiterste grenstoestand (ULS) trekbelasting als gedefinieerd in de ontwerpnorm. De maximale betondruk in de wand is de optelsom van de druk door voorspanning, uitwendige belasting op de mast en een reductie door de afname van voorspanning bij een uitwendige druk.

$$\frac{\Delta P_{\text{beton}} \cdot l_{\text{beton}}}{E_{\text{beton}} \cdot A_{\text{beton}}} = \Delta L = \frac{\Delta P_{\text{anker}} \cdot l_{\text{anker}}}{E_{\text{anker}} \cdot A_{\text{anker}}}$$

$$P_{\text{uitw}} = \Delta P_{\text{beton}} + \Delta P_{\text{anker}}$$

De belastingsverdeling is afhankelijk van de stijfheidsverhouding tussen de betonnen wand en de voorspanankers. De indrukking van het beton (ΔL) en de ankers geeft toename van de kracht op het beton P_{beton} en afname van de voorspanning in de ankers (P_{anker}). Verhouding van deze krachten is afhankelijk van de verhouding tussen EA_{beton} en EA_{anker} aangezien de lengtes L_{beton} en L_{anker} gelijk zijn.

- De schuifspanning komende uit torsiemoment en dwarskracht zijn in de berekeningen ook meegenomen. Voor steunmasten wordt het torsiemoment verwaarloosd. Voor hoek- of afspanmasten treedt de maximale schuifspanning door torsie en dwarskracht op bij eenzijdige afspanning en het afvallen van één circuit. Dit is conform NEN-EN-50341-3-15 belastingsituatie NL3 (Tabel 4.2.11/NL.3). Voor steunmasten treedt de maximale schuifspanning op komende uit de maximale dwarskracht (Belastingsituatie NL1, tabel 4.2.11/NL1). Om de genoemde schuifspanning te weerstaan worden de betonnen elementen met rond 12 mm ringwapening uitgevoerd. De ringwapening dient voldoende capaciteit te hebben om de schuifspanning te weerstaan. Per betonnen element wordt per meter hoogte het aantal het aantal ringen bepaald. Aangenomen wordt een minimale hart op hart afstand van 100 mm tussen de ringen.

4.1 Materiaalklassen

In de bijlagen zijn de afmetingen, materiaalklassen en unity checks opgenomen. De belangrijkste gegevens per mast zijn hieronder gesommeerd. De resterende gegevens zijn in de bijlagen opgenomen.

Tabel 23 - Hoofdparameters wapening mast W2S400

	Segment	
	1	2
Betonklasse	C55/67	C55/67
Type voorspananker	FeP1860	FeP1860
Aantal anker buitenring	15	15
Aantal anker binnenring	0	0
Diameter dwarswapening (mm)	12	12
Materiaal	Fb550	Fb550
Aantal ringbeugels / meter hoogte	5	5

Tabel 24 - Hoofdparameters wapening mast W2HL400

	Segment	
	1	2
Betonklasse	C70/85	C70/85
Type voorspananker	FeP1860	FeP1860
Aantal anker buitenring	18	12
Aantal anker binnenring	8	8
Diameter dwarswapening (mm)	12	12
Materiaal	Fb550	Fb550
Aantal ringbeugels / meter hoogte	5	5

Tabel 25 - Hoofdparameters wapening mast W4S350

	Segment	
	1	2
Betonklasse	C55/67	C55/67
Type voorspananker	FeP1860	FeP1860
Aantal anker buitenring	12	8
Aantal anker binnenring	4	4
Diameter dwarswapening (mm)	12	12
Materiaal	Fb550	Fb550
Aantal ringbeugels / meter hoogte	5	5

Tabel 26 - Hoofdparameters wapening mast W4HL350

	Segment	
	1	2
Betonklasse	C70/85	C70/85
Type voorspananker	FeP1860	FeP1860
Aantal anker buitenring	20	16
Aantal anker binnenring	8	8
Diameter dwarswapening (mm)	12	12
Materiaal	Fb550	Fb550
Aantal ringbeugels / meter hoogte	5	5

Tabel 27 - Hoofdparameters wapening mast W4S400

	Segment	
	1	2
Betonklasse	C55/67	C55/67
Type voorspananker	FeP1860	FeP1860
Aantal anker buitenring	12	10
Aantal anker binnenring	8	6
Diameter dwarswapening (mm)	12	12
Materiaal	Fb550	Fb550
Aantal ringbeugels / meter hoogte	5	5

Tabel 28 - Hoofdparameters wapening mast W4HL400

	Segment	
	1	2
Betonklasse	C70/85	C70/85
Type voorspananker	FeP1860	FeP1860
Aantal anker buitenring	20	16
Aantal anker binnenring	8	8
Diameter dwarswapening (mm)	12	12
Materiaal	Fb550	Fb550
Aantal ringbeugels / meter hoogte	5	5

Tabel 29 - Hoofdparameters wapening mast W4S450

	Segment		
	1	2	3
Betonklasse	C55/67	C55/67	C55/67
Type voorspananker	FeP1860	FeP1860	FeP1860
Aantal anker buitenring	12	10	10
Aantal anker binnenring	8	6	4
Diameter dwarswapening (mm)	12	12	12
Materiaal	Fb550	Fb550	Fb550
Aantal ringbeugels / meter hoogte	5	5	5

Tabel 30 - Hoofdparameters wapening mast W4HK450

	Segment		
	1	2	3
Betonklasse	C70/85	C70/85	C70/85
Type voorspananker	FeP1860	FeP1860	FeP1860
Aantal anker buitenring	20	16	14
Aantal anker binnenring	8	8	6
Diameter dwarswapening (mm)	12	12	12
Materiaal	Fb550	Fb550	Fb550
Aantal ringbeugels / meter hoogte	5	5	5

Tabel 31 - Hoofdparameters wapening mast W6S400

	Segment	
	1	2
Betonklasse	C55/67	C55/67
Type voorspananker	FeP1860	FeP1860
Aantal anker buitenring	12	12
Aantal anker binnenring	4	4
Diameter dwarswapening (mm)	12	12
Materiaal	Fb550	Fb550
Aantal ringbeugels / meter hoogte	5	5

Tabel 32 - Hoofdparameters wapening mast W6HL400

	Segment	
	1	2
Betonklasse	C70/85	C70/85
Type voorspananker	FeP1860	FeP1860
Aantal anker buitenring	25	18
Aantal anker binnenring	8	8
Diameter dwarswapening (mm)	12	12
Materiaal	Fb550	Fb550
Aantal ringbeugels / meter hoogte	5	5

Overzicht van de gegevens van de genoemde masten zijn opgenomen in de bijlagen.

4.2 Elektrische aarding

Het hybride mastlichaam en fundament dient aan de onderstaande aardingseisen te voldoen:

- De aarding van het mastlichaam en de aarding in het fundament moet één geheel vormen;
- De geleiding van bliksem- en kortsluitstromen, zal door separate geleiders aan de binnenzijde van de mast geschieden. Deze geleiding zal afgeschermd moeten worden van de betonwapening en de voorspanstrengen;
- Blikseminslag en kortsluitstromen moeten voldoende afgevoerd worden naar de grond zonder schade aan de mast of fundament te bewerkstelligen;
- Het aardingssysteem moet aan de eisen van isolatie coördinatie voldoen;
- Aan de rand van de ZRO grens, dient bij kortsluiting of blikseminslag de potentiaal aan de gestelde eisen te voldoen;
- De stap- en aanraakspanning van het mastlichaam en fundament moet aan de gestelde eisen voldoen;
- Alle stalen elementen in het mastlichaam moet elektrisch gekoppeld zijn aan het interne aardingssysteem.

5 CONCLUSIE HYBRIDE MASTEN

Controle van de masten is opgenomen in de bijlagen. Het betonnen onderstuk wordt evenals de rapportage van de masten geheel uit beton uitgevoerd, getoetst op betonspanning en afschuiving. Het stalen bovendeeel wordt getoetst op sterkte, inclusief plooi. De achterliggende formules uit deze controle zijn tevens in de bijlagen opgenomen.

Type mast	Maximale betonspanning (UC)	Maximale betonafschuiving (UC)	Maximale plooi belasting (UC)
W2S400	0.83	0.08	0.92
W2HL400	0.87	0.18	0.95
W4S350	0.96	0.10	0.98
W4HL350	0.98	0.24	0.98
W4S400	0.98	0.10	0.96
W4HL400	0.98	0.24	0.98
W4S450	0.90	0.11	1.00
W4HK450	0.94	0.20	0.98
W6S400	0.97	0.12	0.92
W6HL400	0.97	0.37	0.92

Voor het betondeel gelden de volgende twee aanvullende conclusies.

- 1) Een aantal mastelementen voldoet niet aan het criterium van maximaal 35 ton, het zwaarste element is meer dan driemaal dit gewicht. Een oplossing is de hoogte van de elementen te reduceren. In de praktijk betekent dit dat een aantal elementen gelimiteerd wordt tot 3 a 4 meter hoogte. Een andere oplossing is om de elementen op locatie uit een aantal twee tot vier, segmenten samen te stellen. Deze opties zijn momenteel niet verder uitgewerkt.
- 2) De optredende spanning in het beton zit tegen de toelaatbare grens aan, dit is zichtbaar gemaakt in de Unity Check. In de ontwerpfase kan voor een ruimere marge gekozen worden.

BIJLAGE A BEREKENING W2S400

BIJLAGE B BEREKENING W2HL400

BIJLAGE C BEREKENING W4S350

BIJLAGE D BEREKENING W4HL350

BIJLAGE E BEREKENING W4S400

BIJLAGE F BEREKENING W4HL400

BIJLAGE G BEREKENING W4S450

BIJLAGE H BEREKENING W4HK450

BIJLAGE I BEREKENING W6S400

BIJLAGE J BEREKENING W6HL400

W2HL400

Bijlage

B

Segment	1	
Lengte	12 m	
Gewicht	97.3 ton	
Betonklasse	B	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; 'toegepast Buiten	18	Voldoet
Nkabel; 'toegepast Binnen	8	
Dwarswapening	12	rond
Materiaal	550	Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck		55	70	80
γck		1.5	1.5	1.5
fcd		-36.7	-46.7	-53.3
Trekspanning		0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	1		
Ingevulde wanddikte	500		
	Voet	Top	
Buitendiameter	2800	2420	mm
Buitenomtrek	8796	7603	mm
Wanddikte	500	500	mm
Binnendiameter	1800	1420	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	17.59	15.21	Verhouding
Oppervlak	3612832	3016327	mm2
Weerstandsmoment	1787061321	1226772553	mm3
Maximale moment	35651		kNm
Maximale moment + 2de orde	39217		kNm
Maximaal dwarskracht	968		kN
Maximaal torsiemoment	14750		kNm
Maximaal normaalkracht	3491		kN
Spanning tgv normaalkracht	1.0		N/mm2
Spanning tgv moment	22.0		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-23.0		Mpa
Toelaatbare spanning	-46.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	21.3		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	968	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	959	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	959	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2430	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	6176	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.16	

Toetsing betonspanning	0.85	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.16	Voldoet

voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	21.3 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	18 Mpa
Benodigde voorspankracht	76664 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-44 Mpa
Na relaxatie	-40 MPa
Keuze voorspankabels	
Toelaatbare spanning	FeP1860 1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	76664 kN
Nkabel; benodigd	
Nkabel; `toegepast Buiten	23
Nkabel; `toegepast Binnen	18
	8
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker circl buiten	1960 mm
Anker circl binnen	1360 mm
Omtrek ankercircl buiten	6158 mm
Omtrek ankercircl binnen	4273 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	20
Aantal plaatsbare ankers binnenring	14

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie	14750	kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	15	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	435	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	435	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (dwarskracht)	2430	mm
z (torsie)	6063	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	6176	kN
VRD,max (torsie)	15409	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.07	
Toetsing afschuiving door torsie	0.00	
Totaal	0.07	

W2HL400

Bijlage

B

Segment2

Lengte10 m

Gewicht63.4 ton

BetonklasseB

VoorspanankerFeP1860

Nkabel; `toegepast Buiten12

Nkabel; `toegepast Binnen8

Dwarswapening12 rond

Materiaal550 Fb550

Aantal ringbeugels/meter hoogte5

Voldoet

Voldoet

Voldoet

Voldoet

Voldoet

Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen				
Segment	2			
Ingevulde wanddikte	450			
	Voet	Top		
Buitendiameter	2420	2104	mm	
Buitentrek	7603	6609	mm	
Wanddikte	450	450	mm	
Binnendiameter	1520	1204	mm	
Doorsnede	Hol	Hol		
Omtrek/dikte	16.90	14.69	Verhouding	
Oppervlak	2785380	2338001	mm2	
Weerstandsmoment	1175145488	816141526	mm3	
Maximale moment	24088		kNm	
Maximale moment + 2de orde	26497		kNm	
Maximaal dwarskracht	959		kN	
Maximaal torsiemoment	14750		kNm	
Maximaal normaalkracht	2345		kN	
Spanning tgv normaalkracht	0.8		N/mm2	
Spanning tgv moment	22.6		N/mm2	
2de orde effect verrekening	10%			
Factor e.g	1.2			
Maximale drukspanning	-23.4		Mpa	
Toelaatbare spanning	-46.7		Komende uit betonklasse	
Maximale trekspanning	21.9		MPa	
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa	

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	959	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	952	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	952	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2090	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	5312	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.18	

Toetsing betonspanning	0.87	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.18	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	21.9 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	18 Mpa
Benodigde voorspankracht	61053 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-45 Mpa
Na relaxatie	-40 Mpa
Keuze voorspankabels	
Toelaatbare spanning	FeP1860 1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	61053 kN
Nkabel; benodigd	18
Nkabel; `toegepast Buiten	12
Nkabel; `toegepast Binnen	8
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	1644 mm
Anker cirkel binnen	1044 mm
Omtrek ankercirkel buiten	5164 mm
Omtrek ankercirkel binnen	3279 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	17
Aantal plaatsbare ankers binnenring	10

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	14750 kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	18 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	432 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	432 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30 21,8°≤45°
cot θ	2 hoek
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm²
s	200 mm
z (dwarskracht)	2090 mm
z (torsie)	5215 mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	5312 kN
VRD,max (torsie)	13254 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.08
Toetsing afschuiving door torsie	0.00
Totaal	0.08

W2S400

Bijlage

A

Segment1

Lengte12 m

Gewicht61.0 ton

Betonklasse	A	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; `toegepast Buiten	12	Voldoet
Nkabel; `toegepast Binnen	8	
Dwarswapening	12	rond
Materiaal	550	Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	1		
Ingevulde wanddikte	400		
	Voet	Top	
Buitendiameter	2200	1893	mm
Buitenomtrek	6912	5948	mm
Wanddikte	400	400	mm
Binnendiameter	1400	1093	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	17.28	14.87	Verhouding
Oppervlak	2261947	1876700	mm2
Weerstandsmoment	873933956	592303534	mm3
Maximale moment	13055		kNm
Maximale moment + 2de orde	14361		kNm
Maximaal dwarskracht	366		kN
Maximaal torsiemoment	0		kNm
Maximaal normaalkracht	2078		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.9		N/mm2
Spanning tgv moment	16.5		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-17.4		Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	15.8		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	366	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	345	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	345	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	1899	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	4826	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.07	

Toetsing betonspanning	0.80	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.07	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	15.8 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	11 Mpa
Benodigde voorspankracht	35610 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-33 Mpa
Na relaxatie	-29 Mpa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	35610 kN
Nkabel; benodigd	11
Nkabel; `toegepast Buiten	12
Nkabel; `toegepast Binnen	8
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	1433 mm
Anker cirkel binnen	833 mm
Omtrek ankercirkel buiten	4503 mm
Omtrek ankercirkel binnen	2618 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	15
Aantal plaatsbare ankers binnenring	8

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie	0	kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,85°≤45°
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0,18	
Asw	113	mm²
s	200	mm
z (dwarskracht)	1899	mm
z (torsie)	1257	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	4826	kN
VRD,max (torsie)	3194	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00	
Toetsing afschuiving door torsie	0.00	
Totaal	0.00	

W2S400

Bijlage

A

Segment	2
Lengte	11 m
Gewicht	41.4 ton
Betonklasse	A
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; `toegepast Buiten	10
Nkabel; `toegepast Binnen	4
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5
	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	2		
Ingevulde wanddikte	350		
	Voet	Top	
Buitendiameter	1893	1612	mm
Buitenomtrek	5948	5066	mm
Wanddikte	350	350	mm
Binnendiameter	1193	912	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	17.00	14.47	Verhouding
Oppervlak	1697091	1388091	mm2
Weerstandsmoment	561238659	369355499	mm3
Maximale moment	8783		kNm
Maximale moment + 2de orde	9661		kNm
Maximaal dwarskracht	344		kN
Maximaal torsiemoment	0		kNm
Maximaal normaalkracht	1360		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.8		N/mm2
Spanning tgv moment	17.2		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-18.0		Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	16.6		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	344	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	322	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	322	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	1591	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	4043	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.08	

Toetsing betonspanning	0.83	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.08	Voldoet

voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	16.6 MPa
Benodigde voorspanning SLS	11 MPa
Benodigde voorspankracht	28224 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 MPa
Drukzijde	-35 MPa
Na relaxatie	-30 MPa
Keuze voorspankabels	
Toelaatbare spanning	FeP1860 1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	28224 kN
Nkabel; benodigd	9
Nkabel; `toegepast Buiten	10
Nkabel; `toegepast Binnen	4
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	1152 mm
Anker cirkel binnen	552 mm
Omtrek ankercirkel buiten	3620 mm
Omtrek ankercirkel binnen	1735 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	12
Aantal plaatsbare ankers binnenring	5

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie	0	kNmm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21.8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (dwarskracht)	1591	mm
z (torsie)	1414	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	4043	kN
VRD,max (torsie)	3593	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00	
Toetsing afschuiving door torsie	0.00	
Totaal	0.00	



W2S400

Bijlage

A

Hoogte overgang Beton/Staal 23000 mm

Eigenschappen mast

Type mast	W2S400
Staalkwaliteit	S355
Toelaatbare spanning	284
Epsilon staal	0.81

Uitgangspunten

Windgebied	II
Bebouwd of onbebouwd	Onbebouwd
2e orde	10%

Afmetingen

Topdiameter	0.80	m
Voetdiameter	1.612	m
Hoogte overgang beton/staal	23.00	m
Hoogte mast	54.80	m
Wanddikte	12	mm
Gewicht	19286	kg

Hoogte

GW / opgw	31.10	m
RTG	0.10	m
380C1F1	25.80	m
380C1F2	15.60	m
380C1F3	5.40	m
380C2F1	25.80	m
380C2F2	15.60	m
380C2F3	5.40	m

Krachten	hoogte m	Fver kN	Floodrecht kN	F// kN	FSamengesteld kN	Moment per geleider kN
GW / opgw	31.1	4.6	14.6	0.0	14.6	454.4
RTG	0.1	9.2	21.0	0.0	21.0	2.1
380C1F1	25.8	34.1	85.5	0.0	85.5	2206.5
380C1F2	15.6	34.1	78.8	0.0	78.8	1229.3
380C1F3	5.4	34.1	70.0	0.0	70.0	378.0
380C2F1	25.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
380C2F2	15.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
380C2F3	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Stuwdruk 1469.2 N

Moment overgang Beton/Staal (Inclusief 2e orde) 6314 kNm

Controle spanning ten gevolge van normaalkracht

Plooi gevoeligheid normaalkracht		
Reductiefactor normaalkracht	pa	0.61
Effectieve oppervlakte	Aeff	36822
Optredende spanning t.g.v. normaalkracht		mm2

Controle spanning ten gevolge van buigend moment

Buigend moment plooi gevoeligheid		
Reductiefactor buigend moment	pa	0.91
Effectieve weerstandmoment	Weff	21804601
Optredende spanning t.g.v. buigend moment		mm3

Controle spanning ten gevolge van normaalkracht en buigend moment

Totaal optredende spanning	261	N/mm2
Unity check	0.92	Voldoet

W4HK450

Bijlage

H

Segment	1
Lengte	12 m
Gewicht	120.1 ton
Betonklasse	B
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; 'toegepast Buiten	20
Nkabel; 'toegepast Binnen	8
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5
	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen

Segment	1		
Ingevulde wanddikte	500		
	Voet	Top	
Buitendiameter	3300	2878	mm
Buitenomtrek	10367	9042	mm
Wanddikte	500	500	mm
Binnendiameter	2300	1878	mm
Doorsnede			
Omtrek/dikte	Hol	Hol	Verhouding
Oppervlak	20.73	18.08	
Weerstandsmoment	4398230	3735446	mm2
	2695581697	1916085365	mm3
Maximale moment	52192	kNm	
Maximale moment + 2de orde	57412	kNm	
Maximaal dwarskracht	1146	kN	
Maximaal torsiemoment	1736695	kNmm	
Maximaal normaalkracht	4447	kN	
Spanning tgv normaalkracht	1.0	N/mm2	
Spanning tgv moment	22.2	N/mm2	
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-23.2	Mpa	
Toelaatbare spanning	-46.7	Komende uit betonklasse	
Maximale trekspanning	21.4	MPa	
Toelaatbare trekspanning	0.0	MPa	

Afschuiving in wapening door dwarskracht

(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)

Max. dwarskracht in segment	1146	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	1113	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	1113	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2887	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	7338	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.15	

Toetsing betonspanning	0.87	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.15	Voldoet

Voorspanning

Benodigde voorspanning ULS	21.4	Mpa
Benodigde voorspanning SLS	16	Mpa
Benodigde voorspankracht	90340	kN
Resulterende betonspanningen		
Trekzijde	0	Mpa
Drukzijde	-45	Mpa
Na relaxatie	-41	MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860	
Toelaatbare spanning	1200	MPa
Astreng	150	mm2
streng/kabel	19	
Akabel	2850	mm2
Benodigde voorspankracht	90340	kN
Nkabel; benodigd	27	
Nkabel; 'toegepast Buiten	20	
Nkabel; 'toegepast Binnen	8	
Ankerverdeling top		
Gegeven E6-19		
Randafstand ankers	230	mm
Minimale hoh-afstand ankers	300	mm
Anker cirkel buiten	2418	mm
Anker cirkel binnen	1818	mm
Omtrek ankercirkel buiten	7597	mm
Omtrek ankercirkel binnen	5712	mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	25	
Aantal plaatsbare ankers binnenring	19	

Afschuiving in wapening door torsie

Maximaal torsie	1736695	kNmm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	1455	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	516	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	516	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (dwarskracht)	2887	mm
z (torsie)	7501	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	7338	kN
VRD,max (torsie)	19062	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.07	
Toetsing afschuiving door torsie	0.08	
Totaal	0.15	

W4HK450

Bijlage

H

Segment	2	
Lengte	7 m	
Gewicht	56.4 ton	
Betonklasse	B	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; toegepast Buiten	16	Voldoet
Nkabel; toegepast Binnen	8	
Dwarswapening	12 rond	
Materiaal	550 Fb550	
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	2		
Ingevulde wanddikte	450		
	Voet	Top	
Buitendiameter	2878	2632	mm
Buitentrek	9042	8268	mm
Wanddikte	450	450	mm
Binnendiameter	1978	1732	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	20.09	18.37	Verhouding
Oppervlak	3432588	3084626	mm2
Weerstandsmoment	1818223575	1454252159	mm3
Maximale moment	38569		kNm
Maximale moment + 2de orde	42426		kNm
Maximaal dwarskracht	1111		kN
Maximaal torsiemoment	1736695		kNm
Maximaal normaalkracht	3033		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.9		N/mm2
Spanning tgv moment	23.5		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-24.4		Mpa
Toelaatbare spanning	-46.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	22.8		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	1111	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	1093	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	1093	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2637	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	6703	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.16	

Toetsing betonspanning	0.91	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.17	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	22.8 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	17 Mpa
Benodigde voorspankracht	77930 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-47 Mpa
Na relaxatie	-42 MPa
Keuze voorspankabels	
Toelaatbare spanning	FeP1860 1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	77930 kN
Nkabel; benodigd	23
Nkabel; 'toegepast Buiten	16
Nkabel; 'toegepast Binnen	8
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	2172 mm
Anker cirkel binnen	1572 mm
Omtrek ankercirkel buiten	6823 mm
Omtrek ankercirkel binnen	4938 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	22
Aantal plaatsbare ankers binnering	16

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie	1736695	kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	1588	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	500	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	500	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm²
s	200	mm
z (dwarskracht)	2637	mm
z (torsie)	6872	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	6703	kN
VRD,max (torsie)	17465	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.07	
Toetsing afschuiving door torsie	0.09	
Totaal	0.17	

W4HK450

Bijlage

H

Segment	3	
Lengte	6 m	
Gewicht	41.6 ton	
Betonklasse	B	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; "toegepast Buiten	14	Voldoet
Nkabel; "toegepast Binnen	6	
Dwarswapening	12 rond	
Materiaal	550 Fb550	
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck		55	70	80
yck		1.5	1.5	1.5
fcd		-36.7	-46.7	-53.3
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	3		
Ingevulde wanddikte	400		
	Voet	Top	
Buitendiameter	2632	2421	mm
Buitenomtrek	8268	7606	mm
Wanddikte	400	400	mm
Binnendiameter	1832	1621	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	20.67	19.01	Verhouding
Oppervlak	2804722	2539609	mm2
Weerstandsmoment	1369763679	1113069589	mm3
Maximale moment	30745		kNm
Maximale moment + 2de orde	33820		kNm
Maximaal dwarskracht	1091		kN
Maximaal torsiemoment	1736695		kNmm
Maximaal normaalkracht	2369		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.8		N/mm2
Spanning tgv moment	24.9		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-25.7		Mpa
Toelaatbare spanning	-46.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	24.2		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	1091	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	977	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	977	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21.8sΘs45
cot Θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2038	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	5178	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.19	

Toetsing betonspanning	0.96	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.20	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	24.2 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	18 Mpa
Benodigde voorspankracht	67707 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-50 Mpa
Na relaxatie	-45 MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	67707 kN
Nkabel; benodigd	20
Nkabel; "toegepast Buiten	14
Nkabel; "toegepast Binnen	6
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	1961 mm
Anker cirkel binnen	1361 mm
Omtrek ankercirkel buiten	6161 mm
Omtrek ankercirkel binnen	4276 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	20
Aantal plaatsbare ankers binnenring	14

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	1736695 kNmm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	1726 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	491 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	491 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30
cot Θ	2
hoek	
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (dwarskracht)	2038 mm
z (torsie)	6322 mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	5178 kN
VRD,max (torsie)	16068 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.09
Toetsing afschuiving door torsie	0.11
Totaal	0.20



H

Hoogte overgang Beton/Staal	25000	mm
-----------------------------	-------	----

Eigenschaften mast

Type mast	W4HK450
Staalkwaliteit	S355
Toelaatbare spanning	284
Epsilon staal	0.81

Uitgangspunten

Windgebied	II
Bebouwd of onbebouwd	Onbebouwd
2e orde	10%

Afmetingen

Topdiameter	0.80	m
Voetdiameter	2.425	m
Hoogte overgang beton/staal	25.00	m
Hoogte mast	71.10	m
Wanddikte	22	mm
Gewicht	37694	kg

Hoogte

GW / opgw	45.50	m
150C1F1	34.30	m
150C1F2	22.90	m
150C1F3	11.50	m
RTG	0.20	m
380C1F1	34.30	m
380C1F2	22.90	m
380C1F3	11.50	m

Krachten	hoogte m	F _{ver} kN	Floodrecht kN	F/I kN	F _{Samengesteld} kN	Moment per geleider kN
GW / opgw	45.5	5.2	34.7	0.0	34.7	1577.8
150C1F1	34.3	19.2	102.7	0.0	102.7	3532.2
150C1F2	22.9	19.2	96.7	0.0	96.7	2215.4
150C1F3	11.5	19.2	89.2	0.0	89.2	1025.7
RTG	0.2	5.2	24.8	-62.1	66.8	13.4
380C1F1	34.3	38.4	205.4	0.0	205.4	7046.5
380C1F2	22.9	38.4	193.5	0.0	193.5	4430.9
380C1F3	11.5	38.4	178.4	0.0	178.4	2051.4

Stuwdruk

3802.4 N

Moment overgang Beton/Staal (Inclusief 2e orde)

28255 kNm

Controle spanning ten gevolge van normaalkracht

Plooi gevoeligheid normaalkracht			
Reductiefactor normaalkracht	pa	0.68	
Effectieve oppervlakte	Aeff	112662	mm2
Opredende spanning t.g.v. normaalkracht			

Controle spanning ten gevolge van buigend moment

Buigend moment plooi gevoeligheid			
Reductiefactor buigend moment	pa	0.98	
Effectieve weerstandmoment	Weff	96736801	mm3
Opredende spanning t.g.v. buigend moment			

Controle spanning ten gevolge van normaalkracht en buigend moment

Totaal optredende spanning	277	N/mm2
Unity check	0.98	Voldoet

W4HL350

Bijlage D

Segment	1	
Lengte	12 m	
Gewicht	105.9 ton	
Betonklasse	B	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; 'toegepast Buiten	20	Voldoet
Nkabel; 'toegepast Binnen	8	
Dwarswapening	12	rond
Materiaal	550	Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D	
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105	
fck		55	70	80	90
γck		1.5	1.5	1.5	1.5
fcd		-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning		0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	1		
Ingevulde wanddikte	500		
	Voet	Top	
Buitendiameter	3000	2524	mm
Buitenomtrek	9425	7930	mm
Wanddikte	500	500	mm
Binnendiameter	2000	1524	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	18.85	15.86	Verhouding
Oppervlak	3926991	3179801	mm2
Weerstandsmoment	2127120026	1369220120	mm3
Maximale moment	45865		kNm
Maximale moment + 2de orde	50452		kNm
Maximaal dwarskracht	1266		kN
Maximaal torsiemoment	1740354		kNmm
Maximaal normaalkracht	3468		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.9		N/mm2
Spanning tgv moment	24.7		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-25.6		Mpa
Toelaatbare spanning	-46.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	24.0		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	1266	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	1257	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	1257	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2527	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	6422	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.20	

Toetsing betonspanning	0.96	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.20	Voldoet

voorspanning		
Benodigde voorspanning ULS	24.0	Mpa
Benodigde voorspanning SLS	20	Mpa
Benodigde voorspankracht	90541	kN
Resulterende betonspanningen		
Trekzijde	0	Mpa
Drukzijde	-50	Mpa
Na relaxatie	-45	MPa
Keuze voorspankabels		
Toelaatbare spanning	FeP1860	1200 MPa
Astreng		150 mm2
streng/kabel		19
Akabel		2850 mm2
Benodigde voorspankracht		90541 kN
Nkabel; benodigd		
Nkabel; `toegepast Buiten		20
Nkabel; `toegepast Binnen		8
Ankerverdeling top		
Gegeven E6-19		
Randafstand ankers		230 mm
Minimale hoh-afstand ankers		300 mm
Anker cirkel buiten		2064 mm
Anker cirkel binnen		1464 mm
Omtrek ankercirkel buiten		6485 mm
Omtrek ankercirkel binnen		4600 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring		21
Aantal plaatsbare ankers binnenring		15

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie	1740354	kNmm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	1717	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	570	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	570	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	
z (dwarskracht)	2527	mm
z (torsie)	6368	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	6422	kN
VRD,max (torsie)	16184	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.09	
Toetsing afschuiving door torsie	0.11	
Totaal	0.19	

W4HL350

Bijlage

D

Segment2

Lengte7 m

Gewicht48.1 ton

BetonklasseB

VoorspanankerFeP1860

Nkabel; `toegepast Buiten16

Nkabel; `toegepast Binnen8

Dwarswapening12 rond

Materiaal550 Fb550

Aantal ringbeugels/meter hoogte5

Voldoet

Voldoet

Voldoet

Voldoet

Voldoet

Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen				
Segment	2			
Ingevulde wanddikte	450			
	Voet	Top		
Buitendiameter	2524	2247	mm	
Buitenomtrek	7930	7059	mm	
Wanddikte	450	450	mm	
Binnendiameter	1624	1347	mm	
Doorsnede	Hol	Hol		
Omtrek/dikte	17.62	15.69	Verhouding	
Oppervlak	2932507	2540232	mm2	
Weerstandsmoment	1308457682	969796871	mm3	
Maximale moment	30470		kNm	
Maximale moment + 2de orde	33517		kNm	
Maximaal dwarskracht	1257		kN	
Maximaal torsiemoment	1740354		kNm	
Maximaal normaalkracht	2221		kN	
Spanning tgv normaalkracht	0.8		N/mm2	
Spanning tgv moment	25.8		N/mm2	
2de orde effect verrekening	10%			
Factor e.g	1.2			
Maximale drukspanning	-26.6		Mpa	
Toelaatbare spanning	-46.7		Komende uit betonklasse	
Maximale trekspanning	25.3		MPa	
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa	

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	1257	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	1251	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	1251	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2219	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	5639	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.22	

Toetsing betonspanning	0.98	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.24	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	25.3 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	21 Mpa
Benodigde voorspankracht	73782 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-52 Mpa
Na relaxatie	-46 Mpa
Keuze voorspankabels	
Toelaatbare spanning	FeP1860 1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	73782 kN
Nkabel; benodigd	22
Nkabel; `toegepast Buiten	16
Nkabel; `toegepast Binnen	8
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	1787 mm
Anker cirkel binnen	1187 mm
Omtrek ankercirkel buiten	5614 mm
Omtrek ankercirkel binnen	3729 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	18
Aantal plaatsbare ankers binnenring	12

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	1740354 kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	1943 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	565 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	565 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30 21,8°≤45°
cot θ	2 hoek
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm²
s	200 mm
z (dwarskracht)	2219 mm
z (torsie)	5627 mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	5639 kN
VRD,max (torsie)	14299 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.10
Toetsing afschuiving door torsie	0.14
Totaal	0.24

Bijlage D

Hoogte overgang Beton/Staal	19000	mm
-----------------------------	-------	----

Eigenschaften mast

Type mast	W4HL350
Staalkwaliteit	S355
Toelaatbare spanning	284
Epsilon staal	0.81

Uitgangspunten

Windgebied	II
Bebouwd of onbebouwd	Onbebouwd
2e orde	10%

Afmetingen

Topdiameter	0.80	m
Voetdiameter	2.23	m
Hoogte overgang beton/staal	19.00	m
Hoogte mast	55.50	m
Wanddikte	22	mm
Gewicht	33029	kg

Hoogte

GW / opgw	35.90	m
150C1F1	27.10	m
150C1F2	18.10	m
150C1F3	9.10	m
RTG	0.20	m
380C1F1	27.10	m
380C1F2	18.10	m
380C1F3	9.10	m

Krachten	hoogte m	Fver kN	Floodrecht kN	F// kN	FSamengesteld kN	Moment per geleider kN
GW / opgw	35.9	16.3	61.3	0.0	61.3	2201.6
150C1F1	27.1	25.7	118.4	0.0	118.4	3208.2
150C1F2	18.1	25.7	116.4	0.0	116.4	2106.6
150C1F3	9.1	25.7	113.9	0.0	113.9	1036.6
RTG	0.2	16.3	56.3	-108.0	121.8	24.4
380C1F1	27.1	51.4	236.8	0.0	236.8	6416.4
380C1F2	18.1	51.4	232.8	0.0	232.8	4213.1
380C1F3	9.1	51.4	227.8	0.0	227.8	2073.3

614.8 N

Moment overgang Beton/Staal (Inclusief 2e orde)

24085 kNm

Controle spanning ten gevolge van normaalkracht

Plooi gevoeligheid normaalkracht

Reductiefactor normaalkracht	pa
Effectieve oppervlakte	Aeff

0.71
108569 mm2

Optredende spanning t.g.v. normaalkracht

Controle spanning ten gevolge van buigend moment

Buigend moment plooi gevoeligheid

Reductiefactor buigend moment	pa
Effectieve weerstandmoment	Weff

1.00
83415742 mm3

Optredende spanning t.q.v. buigend moment

Controle spanning ten gevolge van normaalkracht en buigend moment

Totaal optredende spanning

279 N/mm2

Unity check

0.98 **Voldoet**

W4HL400

Bijlage

F

Segment	1
Lengte	12 m
Gewicht	114.0 ton
Betonklasse	B
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; 'toegepast Buiten	20
Nkabel; 'toegepast Binnen	12
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5
	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
yck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen

Segment	1		
Ingevulde wanddikte	500		
	Voet	Top	
Buitendiameter	3200	2744	mm
Buitenomtrek	10053	8621	mm
Wanddikte	500	500	mm
Binnendiameter	2200	1744	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	20.11	17.24	Verhouding
Oppervlak	4241150	3525344	mm2
Weerstandsmoment	2498302470	1697893326	mm3
Maximale moment	54861	kNm	
Maximale moment + 2de orde	60347	kNm	
Maximaal dwarskracht	1325	kN	
Maximaal torsiemoment	1836522	kNmm	
Maximaal normaalkracht	4076	kN	
Spanning tgv normaalkracht	1.0	N/mm2	
Spanning tgv moment	25.3	N/mm2	
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-26.2	Mpa	
Toelaatbare spanning	-46.7	Komende uit betonklasse	
Maximale trekspanning	24.5	MPa	
Toelaatbare trekspanning	0.0	MPa	

Afschuiving in wapening door dwarskracht

(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)

Max. dwarskracht in segment	1325	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	1315	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	1315	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2756	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	7004	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.19	

Toetsing betonspanning	0.97	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.19	Voldoet

Voorspanning

Benodigde voorspanning ULS	24.5	Mpa
Benodigde voorspanning SLS	20	Mpa
Benodigde voorspankracht	99389	kN
Resulterende betonspanningen		
Trekzijde	0	Mpa
Drukzijde	-51	Mpa
Na relaxatie	-45	MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860	
Toelaatbare spanning	1200	MPa
Astreng	150	mm2
streng/kabel	19	
Akabel	2850	mm2
Benodigde voorspankracht	99389	kN
Nkabel; benodigd	30	
Nkabel; 'toegepast Buiten	20	
Nkabel; 'toegepast Binnen	12	
Ankerverdeling top		
Gegeven E6-19		
Randafstand ankers	230	mm
Minimale hoh-afstand ankers	300	mm
Anker cirkel buiten	2284	mm
Anker cirkel binnen	1684	mm
Omtrek ankercirkel buiten	7176	mm
Omtrek ankercirkel binnen	5291	mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	23	
Aantal plaatsbare ankers binnenring	17	

Afschuiving in wapening door torsie

Maximaal torsie	1836522	kNmm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	1628	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	596	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	596	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (dwarskracht)	2756	mm
z (torsie)	7087	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	7004	kN
VRD,max (torsie)	18012	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.09	
Toetsing afschuiving door torsie	0.09	
Totaal	0.18	

W4HL400

Bijlage

F

Segment	2	
Lengte	10 m	
Gewicht	85.8 ton	
Betonklasse	B	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; toegepast Buiten	18	Voldoet
Nkabel; toegepast Binnen	8	
Dwarswapening	12 rond	
Materiaal	550 Fb550	
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	2		
Ingevulde wanddikte	450		
	Voet	Top	
Buitendiameter	2744	2365	mm
Buitentrek	8621	7428	mm
Wanddikte	450	450	mm
Binnendiameter	1844	1465	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	19.16	16.51	Verhouding
Oppervlak	3243496	2706641	mm2
Weerstandsmoment	1615165287	1106905528	mm3
Maximale moment	39018		kNm
Maximale moment + 2de orde	42920		kNm
Maximaal dwarskracht	1315		kN
Maximaal torsiemoment	1836522		kNm
Maximaal normaalkracht	2734		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.8		N/mm2
Spanning tgv moment	26.6		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-27.4		Mpa
Toelaatbare spanning	-46.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	26.0		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	1315	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	1307	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	1307	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2348	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	5967	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.22	

Toetsing betonspanning	0.97	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.22	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	26.0 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	21 Mpa
Benodigde voorspankracht	84152 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-53 Mpa
Na relaxatie	-45 MPa
Keuze voorspankabels	
Toelaatbare spanning	FeP1860 1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	84152 kN
Nkabel; benodigd	
Nkabel; 'toegepast Buiten	25
Nkabel; 'toegepast Binnen	18
	8
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	1905 mm
Anker cirkel binnen	1305 mm
Omtrek ankercirkel buiten	5983 mm
Omtrek ankercirkel binnen	4098 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	19
Aantal plaatsbare ankers binnering	13

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie	1836522	kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	1911	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	592	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	592	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0,18	
Asw	113	mm²
s	200	mm
z (dwarskracht)	2348	mm
z (torsie)	6038	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	5967	kN
VRD,max (torsie)	15345	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0,10	
Toetsing afschuiving door torsie	0,12	
Totaal	0,22	



W4HL400

Hoogte overgang Beton/Staal 22000 mm

Eigenschappen mast

Type mast	W4HL400
Staalkwaliteit	S355
Toelaatbare spanning	284
Epsilon staal	0.81

Uitgangspunten

Windgebied	II
Bebouwd of onbebouwd	Onbebouwd
2e orde	10%

Afmetingen

Topdiameter	0.80	m
Voetdiameter	2.36	m
Hoogte overgang beton/staal	22.00	m
Hoogte mast	63.20	m
Wanddikte	24	mm
Gewicht	39257	kg

Hoogte

GW / opgw	40.60	m
150C1F1	30.60	m
150C1F2	20.40	m
150C1F3	10.20	m
RTG	0.10	m
380C1F1	30.60	m
380C1F2	20.40	m
380C1F3	10.20	m

Krachten	hoogte m	Fver kN	Floodrecht kN	F// kN	FSamengesteld kN	Moment per geleider kN
GW / opgw	40.6	18.7	65.3	0.0	65.3	2652.1
150C1F1	30.6	29.4	123.2	0.0	123.2	3770.6
150C1F2	20.4	29.4	120.9	0.0	120.9	2466.6
150C1F3	10.2	29.4	118.1	0.0	118.1	1204.4
RTG	0.1	18.7	59.5	-112.8	127.5	12.8
380C1F1	30.6	58.8	246.4	0.0	246.4	7541.2
380C1F2	20.4	58.8	241.8	0.0	241.8	4933.2
380C1F3	10.2	58.8	236.2	0.0	236.2	2408.8

Stuwdruk

856.4 N

Moment overgang Beton/Staal (Inclusief 2e orde)

28431 kNm

Controle spanning ten gevolge van normaalkracht

Plooi gevoeligheid normaalkracht

Reductiefactor normaalkracht pa

0.72

Effectieve oppervlakte

Aeff

127538

mm²

Optredende spanning t.g.v. normaalkracht

Controle spanning ten gevolge van buigend moment

Buigend moment plooi gevoeligheid

Reductiefactor buigend moment pa

1.00

Effectieve weerstandmoment

Weff

101824779

mm³

Optredende spanning t.g.v. buigend moment

Controle spanning ten gevolge van normaalkracht en buigend moment

Totaal optredende spanning

275

N/mm²

Unity check

0.97

Voldoet

W4S350

Bijlage

C

Segment	1	
Lengte	12 m	
Gewicht	67.5 ton	
Betonklasse	A	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; 'toegepast Buiten	12	Voldoet
Nkabel; 'toegepast Binnen	4	
Dwarswapening	12	rond
Materiaal	550	Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	1		
Ingevulde wanddikte	450		
	Voet	Top	
Buitendiameter	2200	1898	mm
Buitenomtrek	6912	5962	mm
Wanddikte	450	450	mm
Binnendiameter	1300	998	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	15.36	13.25	Verhouding
Oppervlak	2474004	2046838	mm2
Weerstandsmoment	917911791	619804059	mm3
Maximale moment	15811		kNm
Maximale moment + 2de orde	17392		kNm
Maximaal dwarskracht	452		kN
Maximaal torsiemoment	0		kNm
Maximaal normaalkracht	2253		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.9		N/mm2
Spanning tgv moment	19.0		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-19.9		Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	18.3		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	452	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	430	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	430	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	1899	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	4826	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.09	

Toetsing betonspanning	0.95	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.09	Voldoet

voorspanning		
Benodigde voorspanning ULS	18.3	Mpa
Benodigde voorspanning SLS	13	Mpa
Benodigde voorspankracht	45185	kN
Resulterende betonspanningen		
Trekzijde	0	Mpa
Drukzijde	-38	Mpa
Na relaxatie	-35	MPa
Keuze voorspankabels		
Toelaatbare spanning	FeP1860	1200 MPa
Astreng		150 mm2
streng/kabel		19
Akabel		2850 mm2
Benodigde voorspankracht		45185 kN
Nkabel; benodigd		
Nkabel; `toegepast Buiten		14
Nkabel; `toegepast Binnen		12
		4
Ankerverdeling top		
Gegeven E6-19		
Randafstand ankers		230 mm
Minimale hoh-afstand ankers		300 mm
Anker circl buiten		1438 mm
Anker circl binnen		838 mm
Omtrek ankercircl buiten		4517 mm
Omtrek ankercircl binnen		2632 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring		15
Aantal plaatsbare ankers binnenring		8

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie	0	kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (dwarskracht)	1899	mm
z (torsie)	1100	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	4826	kN
VRD,max (torsie)	2794	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00	
Toetsing afschuiving door torsie	0.00	
Totaal	0.00	

W4S350

Bijlage

C

Segment	2
Lengte	7 m
Gewicht	31.2 ton
Betonklasse	A
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; `toegepast Buiten	8 Voldoet
Nkabel; `toegepast Binnen	4
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5 Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	2		
Ingevulde wanddikte	400		
	Voet	Top	
Buitendiameter	1898	1722	mm
Buitentrek	5962	5409	mm
Wanddikte	400	400	mm
Binnendiameter	1098	922	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	14.91	13.52	Verhouding
Oppervlak	1882243	1660750	mm2
Weerstandsmoment	595943826	459802760	mm3
Maximale moment	10437		kNm
Maximale moment + 2de orde	11481		kNm
Maximaal dwarskracht	429		kN
Maximaal torsiemoment	0		kNm
Maximaal normaalkracht	1459		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.8		N/mm2
Spanning tgv moment	19.4		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-20.2		Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	18.8		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	429	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	388	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	388	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	1591	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	4043	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.10	

Toetsing betonspanning	0.96	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.10	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	18.8 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	13 Mpa
Benodigde voorspankracht	35319 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-39 Mpa
Na relaxatie	-35 Mpa
Keuze voorspankabels	
Toelaatbare spanning	FeP1860 1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	35319 kN
Nkabel; benodigd	11
Nkabel; `toegepast Buiten	8
Nkabel; `toegepast Binnen	4
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	1262 mm
Anker cirkel binnen	662 mm
Omtrek ankercirkel buiten	3963 mm
Omtrek ankercirkel binnen	2078 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	13
Aantal plaatsbare ankers binnenring	6

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie	0	kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (dwarskracht)	1591	mm
z (torsie)	1257	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	4043	kN
VRD,max (torsie)	3194	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00	
Toetsing afschuiving door torsie	0.00	
Totaal	0.00	

Bijlage C

Hoogte overgang Beton/Staal	19000	mm
-----------------------------	-------	----

Eigenschaften mast

Type mast	W4S350
Staalkwaliteit	S355
Toelaatbare spanning	284
Epsilon staal	0.81

Uitgangspunten

Windgebied	II
Bebouwd of onbebouwd	Onbebouwd
2e orde	10%

Afmetingen

Topdiameter	0.80	m
Voetdiameter	1.71	m
Hoogte overgang beton/staal	19.00	m
Hoogte mast	55.60	m
Wanddikte	14	mm
Gewicht	25517	kg

Hoogte

GW / opgw	35.90	m
150C1F1	27.10	m
150C1F2	18.10	m
150C1F3	9.10	m
RTG	0.20	m
380C1F1	27.10	m
380C1F2	18.10	m
380C1F3	9.10	m

Krachten	hoogte m	Fver kN	Floodrecht kN	F// kN	FSamengesteld kN	Moment per geleider kN
<i>GW / opgww</i>	35.9	4.0	13.5	0.0	13.5	483.9
<i>150C1F1</i>	27.1	14.9	38.6	0.0	38.6	1046.6
<i>150C1F2</i>	18.1	14.9	38.6	0.0	38.6	651.3
<i>150C1F3</i>	9.1	14.9	32.6	0.0	32.6	296.6
<i>RTG</i>	0.2	8.1	18.2	0.0	18.2	3.6
<i>380C1F1</i>	27.1	29.8	77.2	0.0	77.2	2093.2
<i>380C1F2</i>	18.1	29.8	72.0	0.0	72.0	1302.6
<i>380C1F3</i>	9.1	29.8	65.2	0.0	65.2	593.3

Stuwdruk

1728.3 N

Moment overgang Beton/Staal (Inclusief 2e orde)

9019 kNm

Controle spanning ten gevolge van normaalkracht

Reductiefactor normaalkracht	pa	0,64	
Effectieve oppervlakte	Aeff	47847	mm ²
Op tredende spanning t.g.v. normaalkracht			

Controle spanning ten gevolge van buigend moment

Buigend moment plooi gevoeligheid			
Reductiefactor buigend moment	pa	0.94	
Effectieve weerstandmoment	Weff	29533894	mm ³
Opredende spanning t.g.v. buigend moment			

Controle spanning ten gevolge van normaalkracht en buigend moment

Totaal optredende spanning	278	N/mm ²
Unity check	0.98	Voldoet

W4S400

Bijlage E

Segment	1	
Lengte	12 m	
Gewicht	80.8 ton	
Betonklasse	A	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; 'toegepast Buiten	12	Voldoet
Nkabel; 'toegepast Binnen	8	
Dwarswapening	12	rond
Materiaal	550	Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D	
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105	
fck		55	70	80	90
γck		1.5	1.5	1.5	1.5
fcd		-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning		0	0	0	0

Optredende spanningen				
Segment	1			
Ingevulde wanddikte	500			
	Voet	Top		
Buitendiameter	2400	2097	mm	
Buitenomtrek	7540	6587	mm	
Wanddikte	500	500	mm	
Binnendiameter	1400	1097	mm	
Doorsnede	Hol	Hol		
Omtrek/dikte	15.08	13.17	Verhouding	
Oppervlak	2984513	2508063	mm2	
Weerstandsmoment	1200022944	837162843	mm3	
Maximale moment	20789		kNm	
Maximale moment + 2de orde	22868		kNm	
Maximaal dwarskracht	523		kN	
Maximaal torsiemoment	0		kNm	
Maximaal normaalkracht	2974		kN	
Spanning tgv normaalkracht	1.0		N/mm2	
Spanning tgv moment	19.3		N/mm2	
2de orde effect verrekening	10%			
Factor e.g	1.2			
Maximale drukspanning	-20.3		Mpa	
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse	
Maximale trekspanning	18.6		MPa	
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa	

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	523	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	499	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	499	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2104	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	5347	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.09	

Toetsing betonspanning	0.96	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.09	Voldoet

voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	18.6 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	13 Mpa
Benodigde voorspankracht	54643 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-39 Mpa
Na relaxatie	-35 MPa
Keuze voorspankabels	
Toelaatbare spanning	FeP1860 1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	54643 kN
Nkabel; benodigd	
Nkabel; `toegepast Buiten	16
Nkabel; `toegepast Binnen	12
	8
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	1637 mm
Anker cirkel binnen	1037 mm
Omtrek ankercirkel buiten	5142 mm
Omtrek ankercirkel binnen	3257 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	17
Aantal plaatsbare ankers binnenring	10

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie	0	kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8°≤45°
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm²
s	200	
z (dwarskracht)	2104	mm
z (torsie)	942	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	5347	kN
VRD,max (torsie)	2395	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00	
Toetsing afschuiving door torsie	0.00	
Totaal	0.00	

W4S400

Bijlage E

Segment2

Lengte10 m

Gewicht53.3 ton

BetonklasseA

VoorspankerFeP1860

Nkabel; `toegepast Buiten10

Nkabel; `toegepast Binnen6

Dwarswapening12 rond

Materiaal550 Fb550

Aantal ringbeugels/meter hoogte5

Voldoet

Voldoet

Voldoet

Voldoet

Voldoet

Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen				
Segment	2			
Ingevulde wanddikte	450			
	Voet	Top		
Buitendiameter	2097	1844	mm	
Buitentrek	6587	5793	mm	
Wanddikte	450	450	mm	
Binnendiameter	1197	944	mm	
Doorsnede	Hol	Hol		
Omtrek/dikte	14.64	12.87	Verhouding	
Oppervlak	2327942	1970605	mm2	
Weerstandsmoment	808869668	573228715	mm3	
Maximale moment	14662		kNm	
Maximale moment + 2de orde	16128		kNm	
Maximaal dwarskracht	498		kN	
Maximaal torsiemoment	0		kNm	
Maximaal normaalkracht	2023		kN	
Spanning tgv normaalkracht	0.9		N/mm2	
Spanning tgv moment	20.0		N/mm2	
2de orde effect verrekening	10%			
Factor e.g	1.2			
Maximale drukspanning	-20.8		Mpa	
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse	
Maximale trekspanning	19.3		MPa	
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa	

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	498	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	477	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	477	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	1832	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	4656	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.10	

Toetsing betonspanning	0.98	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.10	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	19.3 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	13 Mpa
Benodigde voorspankracht	44921 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-40 Mpa
Na relaxatie	-36 MPa
Keuze voorspankabels	
Toelaatbare spanning	FeP1860 1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	44921 kN
Nkabel; benodigd	14
Nkabel; `toegepast Buiten	10
Nkabel; `toegepast Binnen	6
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	1384 mm
Anker cirkel binnen	784 mm
Omtrek ankercirkel buiten	4348 mm
Omtrek ankercirkel binnen	2463 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	14
Aantal plaatsbare ankers binnenring	8

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie	0	kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8°≤45°
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm²
s	200	mm
z (dwarskracht)	1832	mm
z (torsie)	1100	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	4656	kN
VRD,max (torsie)	2794	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00	
Toetsing afschuiving door torsie	0.00	
Totaal	0.00	



W4S400

Hoogte overgang Beton/Staal	22000	mm
-----------------------------	-------	----

Eigenschaften mast

Type mast	W4S400
Staalkwaliteit	S355
Toelaatbare spanning	284
Epsilon staal	0.81

Uitgangspunten

Windgebied	II
Bebouwd of onbebouwd	Onbebouwd
2e orde	10%

Afmetingen

Topdiameter	0.80	m
Voetdiameter	1.84	m
Hoogte overgang beton/staal	22.00	m
Hoogte mast	63.30	m
Wanddikte	16	mm
Gewicht	36972	kg

Hoogte

GW / opgw	40.60	m
150C1F1	30.60	m
150C1F2	20.40	m
150C1F3	10.20	m
RTG	0.10	m
380C1F1	30.60	m
380C1F2	20.40	m
380C1F3	10.20	m

Krachten	hoogte m	Fver kN	Floodrecht kN	F/I kN	FSamengesteld kN	Moment per geleider kN
GW / opgw	40.6	4.6	15.3	0.0	15.3	622.4
150C1F1	30.6	17.1	43.9	0.0	43.9	1341.9
150C1F2	20.4	17.1	40.8	0.0	40.8	831.8
150C1F3	10.2	17.1	36.8	0.0	36.8	375.8
RTG	0.1	9.2	20.5	0.0	20.5	2.1
380C1F1	30.6	34.1	87.7	0.0	87.7	2683.7
380C1F2	20.4	34.1	81.5	0.0	81.5	1663.6
380C1F3	10.2	34.1	73.7	0.0	73.7	751.7

Stuwdruk 2425.1 N

Moment overgang Beton/Staal (Inclusief 2e orde)	11768	kNm
---	-------	-----

Controle spanning ten gevolge van normaalkracht

Plooi gevoeligheid normaalkracht			
Reductiefactor normaalkracht	pa	0.66	
Effectieve oppervlakte	Aeff	60754	mm2
Opredende spanning t.g.v. normaalkracht			

Controle spanning ten gevolge van buigend moment

Buigend moment plooi gevoeligheid			
Reductiefactor buigend moment	pa	0.96	
Effectieve weerstandmoment	Weff	39899396	mm3
Opredende spanning t.g.v. buigend moment			

Controle spanning ten gevolge van normaalkracht en buigend moment

Totaal optredende spanning	272	N/mm2
Unity check	0.96	Voldoet

W4S450

Bijlage

G

Segment 1
Lengte 12 m
Gewicht 99.0 ton

Betonklasse A Voldoet
Voorspananker FeP1860
Nkabel: 'toegepast Buiten 12 Voldoet
Nkabel: 'toegepast Binnen 8
Dwarswapening 12 rond
Materiaal 550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte 5 Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
yck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen

Segment	1
Ingevulde wanddikte	500
	Voet Top
Buitendiameter	2800 2463 mm
Buitenontrek	8796 7737 mm
Wanddikte	500 500 mm
Binnendiameter	1800 1463 mm
Doorsnede	Hol Hol
Omtrek/dikte	17.59 15.47 Verhouding
Oppervlak	3612832 3083350 mm2
Weerstandsmoment	1787061321 1284162939 mm3
Maximale moment	26979 kNm
Maximale moment + 2de orde	29677 kNm
Maximaal dwarskracht	606 kN
Maximaal torsiemoment	0 kNm
Maximaal normaalkracht	3738 kN
Spanning tgv normaalkracht	1.0 N/mm2
Spanning tgv moment	17.0 N/mm2
2de orde effect verrekening	10%
Factor e.g	1.2
Maximale drukspanning	-18.1 Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7 Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	16.3 MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0 MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht

(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)

Max. dwarskracht in segment	606 kN
Max. dwarskracht / doorsnede	578 kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	578 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30 21,8≤θ≤45
cot θ	2 hoek
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (horende max. dwarskracht)	2470 mm
fywd	478 Mpa
VRD,S	6277 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.09

Toetsing betonspanning	0.86 Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.09 Voldoet

Voorspanning

Benodigde voorspanning ULS	16.3 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	11 Mpa
Benodigde voorspankracht	57194 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-34 Mpa
Na relaxatie	-32 MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	57194 kN
Nkabel; benodigd	17
Nkabel; 'toegepast Buiten	12
Nkabel; 'toegepast Binnen	8
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	2003 mm
Anker cirkel binnen	1403 mm
Omtrek ankercirkel buiten	6292 mm
Omtrek ankercirkel binnen	4407 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	20
Aantal plaatsbare ankers binnenring	14

Afschuiving in wapening door torsie

Maximaal torsie	0 kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30 21,8≤θ≤45
cot θ	2 hoek
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (dwarskracht)	2470 mm
z (torsie)	942 mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	6277 kN
VRD,max (torsie)	2395 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00
Toetsing afschuiving door torsie	0.00
Totaal	0.00

W4S450

Bijlage

G

Segment2

Lengte7 m

Gewicht46.9 ton

BetonklasseA

VoorspanankerFeP1860

Nkabel; "toegepast Buiten10

Nkabel; "toegepast Binnen6

Dwarswapening12 rond

Materiaal550 Fb550

Aantal ringbeugels/meter hoogte5

Voldoet

Voldoet

Voldoet

Voldoet

Voldoet

Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen				
Segment	2			
Ingevulde wanddikte	450			
	Voet	Top		
Buitendiameter	2463	2266	mm	
Buitentrek	7737	7120	mm	
Wanddikte	450	450	mm	
Binnendiameter	1563	1366	mm	
Doorsnede	Hol	Hol		
Omtrek/dikte	17.19	15.82	Verhouding	
Oppervlak	2845701	2567723	mm2	
Weerstandsmoment	1228887464	991781622	mm3	
Maximale moment	19840		kNm	
Maximale moment + 2de orde	21824		kNm	
Maximaal dwarskracht	576		kN	
Maximaal torsiemoment	0		kNm	
Maximaal normaalkracht	2573		kN	
Spanning tgv normaalkracht	0.9		N/mm2	
Spanning tgv moment	17.8		N/mm2	
2de orde effect verrekening	10%			
Factor e.g	1.2			
Maximale drukspanning	-18.7		Mpa	
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse	
Maximale trekspanning	17.1		MPa	
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa	

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	576	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	561	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	561	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2270	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	5769	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.10	

Toetsing betonspanning	0.90	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.10	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	17.1 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	12 Mpa
Benodigde voorspankracht	48687 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-36 Mpa
Na relaxatie	-33 MPa
Keuze voorspankabels	
Toelaatbare spanning	FeP1860 1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	48687 kN
Nkabel; benodigd	15
Nkabel; "toegepast Buiten	10
Nkabel; "toegepast Binnen	6
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	1806 mm
Anker cirkel binnen	1206 mm
Omtrek ankercirkel buiten	5675 mm
Omtrek ankercirkel binnen	3790 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	18
Aantal plaatsbare ankers binnenring	12

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie		0 kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede		0 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie		0 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht		0 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (dwarskracht)	2270	mm
z (torsie)	1100	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	5769	kN
VRD,max (torsie)	2794	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00	
Toetsing afschuiving door torsie	0.00	
Totaal	0.00	

W4S450

Bijlage

G

Segment	3	
Lengte	6 m	
Gewicht	34.9 ton	
Betonklasse	A FeP1860	Voldoet
Voorspananker		
Nkabel; "toegepast Buiten		10 Voldoet
Nkabel; "toegepast Binnen		4
Dwarswapening		12 rond
Materiaal		550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte		5 Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck		55	70	80
yck		1.5	1.5	1.5
fcd		-36.7	-46.7	-53.3
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	3		
Ingevulde wanddikte	400		
	Voet	Top	
Buitendiameter	2266	2098	mm
Buitenomtrek	7120	6590	mm
Wanddikte	400	400	mm
Binnendiameter	1466	1298	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	17.80	16.48	Verhouding
Oppervlak	2345252	2133459	mm2
Weerstandsmoment	942493365	773537332	mm3
Maximale moment	15803		kNm
Maximale moment + 2de orde	17384		kNm
Maximaal dwarskracht	559		kN
Maximaal torsiemoment	0		kNm
Maximaal normaalkracht	2020		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.9		N/mm2
Spanning tgv moment	18.6		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-19.4		Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	17.9		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	559	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	495	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	495	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21.8sθs45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	1790	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	4549	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.11	

Toetsing betonspanning	0.93	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.11	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	17.9 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	12 Mpa
Benodigde voorspankracht	41901 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-37 Mpa
Na relaxatie	-34 MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	41901 kN
Nkabel; benodigd	13
Nkabel; "toegepast Buiten	10
Nkabel; "toegepast Binnen	4
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker circel buiten	1638 mm
Anker cirkel binnen	1038 mm
Omtrek ankercirkel buiten	5145 mm
Omtrek ankercirkel binnen	3260 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	17
Aantal plaatsbare ankers binnenring	10

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	0 kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30
cot θ	2
hoek	
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (dwarskracht)	1790 mm
z (torsie)	1257 mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	4549 kN
VRD,max (torsie)	3194 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00
Toetsing afschuiving door torsie	0.00
Totaal	0.00



W4S450

Bijlage

G

Hoogte overgang Beton/Staal 25000 mm

Eigenschappen mast

Type mast	W4S450
Staalkwaliteit	S355
Toelaatbare spanning	284
Epsilon staal	0.81

Uitgangspunten

Windgebied	II
Bebouwd of onbebouwd	Onbebouwd
2e orde	10%

Afmetingen

Topdiameter	0.80	m
Voetdiameter	2.1	m
Hoogte overgang beton/staal	25.00	m
Hoogte mast	71.20	m
Wanddikte	16	mm
Gewicht	33883	kg

Hoogte

GW / opgw	45.50	m
150C1F1	34.30	m
150C1F2	22.90	m
150C1F3	11.50	m
RTG	0.20	m
380C1F1	34.30	m
380C1F2	22.90	m
380C1F3	11.50	m

Krachten	hoogte m	Fver kN	Floodrecht kN	F// kN	FSamengesteld kN	Moment per geleider kN
GW / opgw	45.5	5.2	17.2	0.0	17.2	783.6
150C1F1	34.3	19.2	49.1	0.0	49.1	1684.9
150C1F2	22.9	19.2	45.6	0.0	45.6	1044.0
150C1F3	11.5	19.2	41.1	0.0	41.1	472.7
RTG	0.2	10.4	22.9	0.0	22.9	4.6
380C1F1	34.3	38.4	98.2	0.0	98.2	3369.9
380C1F2	22.9	38.4	91.2	0.0	91.2	2087.9
380C1F3	11.5	38.4	82.2	0.0	82.2	945.4

Stuwdruk

3454.7 N

Moment overgang Beton/Staal (Inclusief 2e orde)

15232 kNm

Controle spanning ten gevolge van normaalkracht

Plooi gevoeligheid normaalkracht	
Reductiefactor normaalkracht	pa
Effectieve oppervlakte	Aeff
Optredende spanning t.g.v. normaalkracht	0.62
	64711 mm2

Controle spanning ten gevolge van buigend moment

Buigend moment plooi gevoeligheid	
Reductiefactor buigend moment	pa
Effectieve weerstandmoment	Weff
Optredende spanning t.g.v. buigend moment	0.92
	49708658 mm3

Controle spanning ten gevolge van normaalkracht en buigend moment

Totaal optredende spanning	283	N/mm2
Unity check	1.00	Voldoet

W6HL400

Bijlage J

Segment	1	
Lengte	12 m	
Gewicht	130.0 ton	
Betonklasse	B	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; 'toegepast Buiten	25	Voldoet
Nkabel; 'toegepast Binnen	8	
Dwarswapening	12	rond
Materiaal	550	Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D	
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105	
fck		55	70	80	90
γck		1.5	1.5	1.5	1.5
fcd		-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning		0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	1		
Ingevulde wanddikte	500		
	Voet	Top	
Buitendiameter	3500	2954	mm
Buitenomtrek	10996	9279	mm
Wanddikte	500	500	mm
Binnendiameter	2500	1954	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	21.99	18.56	Verhouding
Oppervlak	4712389	3854146	mm2
Weerstandsmoment	3113542719	2045500477	mm3
Maximale moment	64856		kNm
Maximale moment + 2de orde	71341		kNm
Maximaal dwarskracht	1676		kN
Maximaal torsiemoment	3993683		kNmm
Maximaal normaalkracht	4325		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.9		N/mm2
Spanning tgv moment	24.1		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-25.0		Mpa
Toelaatbare spanning	-46.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	23.4		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	1676	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	1665	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	1665	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2947	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	7488	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.22	

Toetsing betonspanning	0.94	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.27	Voldoet

voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	23.4 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	24 Mpa
Benodigde voorspankracht	104732 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-48 Mpa
Na relaxatie	-44 MPa
Keuze voorspankabels	
Toelaatbare spanning	FeP1860 1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	104732 kN
Nkabel; benodigd	
Nkabel; `toegepast Buiten	31
Nkabel; `toegepast Binnen	25
	8
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker circl buiten	2494 mm
Anker circl binnen	1894 mm
Omtrek ankercircl buiten	7834 mm
Omtrek ankercircl binnen	5949 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	26
Aantal plaatsbare ankers binnenring	19

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie	3993683	kNmm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	3265	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	754	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	754	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (dwarskracht)	2947	mm
z (torsie)	7686	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	7488	kN
VRD,max (torsie)	19533	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.10	
Toetsing afschuiving door torsie	0.17	
Totaal	0.27	

W6HL400

Bijlage

J

Segment	2
Lengte	11 m
Gewicht	82.8 ton
Betonklasse	B
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; `toegepast Buiten	18
Nkabel; `toegepast Binnen	8
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5
	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen				
Segment	2			
Ingevulde wanddikte	450			
	Voet	Top		
Buitendiameter	2954	2453	mm	
Buitentrek	9279	7706	mm	
Wanddikte	450	450	mm	
Binnendiameter	2054	1553	mm	
Doorsnede	Hol	Hol		
Omtrek/dikte	20.62	17.12	Verhouding	
Oppervlak	3539417	2831367	mm2	
Weerstandsmoment	1938490433	1216002093	mm3	
Maximale moment	44063		kNm	
Maximale moment + 2de orde	48470		kNm	
Maximaal dwarskracht	1665		kN	
Maximaal torsiemoment	3993683		kNm	
Maximaal normaalkracht	2795		kN	
Spanning tgv normaalkracht	0.8		N/mm2	
Spanning tgv moment	25.4		N/mm2	
2de orde effect verrekening	10%			
Factor e.g	1.2			
Maximale drukspanning	-26.2		Mpa	
Toelaatbare spanning	-46.7		Komende uit betonklasse	
Maximale trekspanning	24.8		MPa	
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa	

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	1665	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	1655	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	1655	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2407	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	6116	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.27	

Toetsing betonspanning	0.97	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.37	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	24.8 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	25 Mpa
Benodigde voorspankracht	87204 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-51 Mpa
Na relaxatie	-45 MPa
Keuze voorspankabels	
Toelaatbare spanning	FeP1860
Astreng	1200 MPa
streng/kabel	150 mm2
Akabel	19
Benodigde voorspankracht	2850 mm2
	87204 kN
Nkabel; benodigd	26
Nkabel; `toegepast Buiten	18
Nkabel; `toegepast Binnen	8
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	1993 mm
Anker cirkel binnen	1393 mm
Omtrek ankercirkel buiten	6261 mm
Omtrek ankercirkel binnen	4376 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	20
Aantal plaatsbare ankers binnenring	14

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	3993683 kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	3973 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	749 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	749 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30
cot θ	2
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113
s	200
z (dwarskracht)	2407
z (torsie)	6316
fywd	478
VRD,max (dwarskracht)	6116
VRD,max (torsie)	16052
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.12
Toetsing afschuiving door torsie	0.25
Totaal	0.37



W6HL400

Hoogte overgang Beton/Staal	23000	mm
-----------------------------	-------	----

Eigenschaften mast

Type mast	W6HL400
Staalkwaliteit	S355
Toelaatbare spanning	284
Epsilon staal	0.81

Uitgangspunten

Windgebied	II
Bebouwd of onbebouwd	Onbebouwd
2e orde	10%

Afmetingen

Topdiameter	0.80	m
Voetdiameter	2.447	m
Hoogte overgang beton/staal	23.00	m
Hoogte mast	59.30	m
Wanddikte	24	mm
Gewicht	35538	kg

Hoogte

GW / opgw	36.30	m
380C1F1	26.30	m
380C1F2	16.10	m
380C1F3	5.90	m
RTG	0.30	m
380C2F1	26.30	m
380C2F2	16.10	m
380C2F3	5.90	m

Krachten	hoogte m	Fver kN	Floodrecht kN	F// kN	FSamengesteld kN	Moment per geleider kN
GW / opgww	36.3	18.7	65.0	0.0	65.0	2359.0
380C1F1	26.3	58.8	245.0	0.0	245.0	6443.6
380C1F2	16.1	58.8	240.1	0.0	240.1	3865.4
380C1F3	5.9	58.8	234.0	0.0	234.0	1380.5
RTG	0.3	18.7	59.7	-113.0	127.8	38.3
380C2F1	26.3	58.8	245.0	0.0	245.0	6443.6
380C2F2	16.1	58.8	240.1	0.0	240.1	3865.4
380C2F3	5.9	58.8	234.0	0.0	234.0	1380.5

Stuwdruk 744.6 N

Moment overgang Beton/Staal (Inclusief 2e orde)	29173	kNm
---	-------	-----

Controle spanning ten gevolge van normaalkracht

Plooi gevoeligheid normaalkracht			
Reductiefactor normaalkracht	pa	0.71	
Effectieve oppervlakte	Aeff	129533	mm2
Opredende spanning t.g.v. normaalkracht			

Controle spanning ten gevolge van buigend moment

Buigend moment plooi gevoeligheid			
Reductiefactor buigend moment	pa	1.00	
Effectieve weerstandmoment	Weff	109589767	mm3
Opredende spanning t.g.v. buigend moment			

Controle spanning ten gevolge van normaalkracht en buigend moment

Totaal optredende spanning	260	N/mm ²
Unity check	0.92	Voldoet

W6S400

Bijlage I

Segment	1	
Lengte	12 m	
Gewicht	83.7 ton	
Betonklasse	A	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; 'toegepast Buiten	12	Voldoet
Nkabel; 'toegepast Binnen	4	
Dwarswapening	12	rond
Materiaal	550	Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	1		
Ingevulde wanddikte	500		
	Voet	Top	
Buitendiameter	2400	2079	mm
Buitenomtrek	7540	6533	mm
Wanddikte	500	500	mm
Binnendiameter	1400	1079	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	15.08	13.07	Verhouding
Oppervlak	2984513	2481019	mm2
Weerstandsmoment	1200022944	818681792	mm3
Maximale moment	20652		kNm
Maximale moment + 2de orde	22718		kNm
Maximaal dwarskracht	541		kN
Maximaal torsiemoment	0		kNm
Maximaal normaalkracht	2904		kN
Spanning tgv normaalkracht	1.0		N/mm2
Spanning tgv moment	19.2		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-20.2		Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	18.5		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	541	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	534	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	534	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2072	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	5266	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.10	

Toetsing betonspanning	0.97	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.10	Voldoet

voorspanning		
Benodigde voorspanning ULS	18.5	Mpa
Benodigde voorspanning SLS	15	Mpa
Benodigde voorspankracht	54322	kN
Resulterende betonspanningen		
Trekzijde	0	Mpa
Drukzijde	-39	Mpa
Na relaxatie	-36	MPa
Keuze voorspankabels		
Toelaatbare spanning	FeP1860	1200 MPa
Astreng	150	mm2
streng/kabel	19	
Akabel	2850	mm2
Benodigde voorspankracht	54322	kN
Nkabel; benodigd	16	
Nkabel; `toegepast Buiten	12	
Nkabel; `toegepast Binnen	4	
Ankerverdeling top		
Gegeven E6-19		
Randafstand ankers	230	mm
Minimale hoh-afstand ankers	300	mm
Anker circl buiten	1619	mm
Anker circl binnen	1019	mm
Omtrek ankercircl buiten	5088	mm
Omtrek ankercircl binnen	3203	mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	16	
Aantal plaatsbare ankers binnenring	10	

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie	0	kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (dwarskracht)	2072	mm
z (torsie)	942	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	5266	kN
VRD,max (torsie)	2395	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00	
Toetsing afschuiving door torsie	0.00	
Totaal	0.00	

W6S400

Bijlage I

Segment2

Lengte11 m

Gewicht60.2 ton

BetonklasseA

VoorspankerFeP1860

Nkabel; `toegepast Buiten12

Nkabel; `toegepast Binnen4

Dwarswapening12 rond

Materiaal550 Fb550

Aantal ringbeugels/meter hoogte5

Voldoet

Voldoet

Voldoet

Voldoet

Voldoet

Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	2		
Ingevulde wanddikte	450		
	Voet	Top	
Buitendiameter	2079	1786	mm
Buitentrek	6533	5610	mm
Wanddikte	450	450	mm
Binnendiameter	1179	886	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	14.52	12.47	Verhouding
Oppervlak	2303603	1888220	mm2
Weerstandsmoment	791418544	525138568	mm3
Maximale moment	13897		kNm
Maximale moment + 2de orde	15287		kNm
Maximaal dwarskracht	533		kN
Maximaal torsiemoment	0		kNm
Maximaal normaalkracht	1918		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.8		N/mm2
Spanning tgv moment	19.7		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-20.5		Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	19.1		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	533	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	527	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	527	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	1768	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	4493	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.12	

Toetsing betonspanning	0.97	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.12	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	19.1 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	15 Mpa
Benodigde voorspankracht	43517 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-40 Mpa
Na relaxatie	-35 MPa
Keuze voorspankabels	
Toelaatbare spanning	FeP1860 1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	43517 kN
Nkabel; benodigd	13
Nkabel; `toegepast Buiten	12
Nkabel; `toegepast Binnen	4
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	1326 mm
Anker cirkel binnen	726 mm
Omtrek ankercirkel buiten	4165 mm
Omtrek ankercirkel binnen	2280 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	13
Aantal plaatsbare ankers binnenring	7

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	0 kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30
cot θ	2
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113
s	200
z (dwarskracht)	1768
z (torsie)	1100
fywd	478
VRD,max (dwarskracht)	4493
VRD,max (torsie)	2794
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00
Toetsing afschuiving door torsie	0.00
Totaal	0.00

W6S400

Hoogte overgang Beton/Staal	23000	mm
-----------------------------	-------	----

Eigenschaften mast

Type mast	W6S400
Staalkwaliteit	S355
Toelaatbare spanning	284
Epsilon staal	0.81

Uitgangspunten

Windgebied	II
Bebouwd of onbebouwd	Onbebouwd
2e orde	10%

Afmetingen

Topdiameter	0.80	m
Voetdiameter	1.776	m
Hoogte overgang beton/staal	23.00	m
Hoogte mast	59.90	m
Wanddikte	15	mm
Gewicht	28340	kg

Hoogte

GW / opgw	36.20	m
380C1F1	26.20	m
380C1F2	16.00	m
380C1F3	5.80	m
RTG	0.20	m
380C2F1	26.20	m
380C2F2	16.00	m
380C2F3	5.80	m

Krachten	hoogte m	Fver kN	Floodrecht kN	F/ kN	FSamengesteld kN	Moment per geleider kN
GW / opgw	36,2	4,6	15,1	0,0	15,1	545,1
380C1F1	26,2	34,1	85,8	0,0	85,8	2248,2
380C1F2	16,0	34,1	79,1	0,0	79,1	1265,4
380C1F3	5,8	34,1	70,5	0,0	70,5	408,8
RTG	0,2	34,1	85,8	0,0	85,8	17,2
380C2F1	26,2	34,1	79,1	0,0	79,1	2072,1
380C2F2	16,0	34,1	70,5	0,0	70,5	1127,7
380C2F3	5,8	9,2	21,0	0,0	21,0	121,8

Stuwdruk

603.5 N

Moment overgang Beton/Staal (Inclusief 2e orde)

9251 kNm

Controle spanning ten gevolge van normaalkracht

Plooigevoeligheid normaalkracht

Reductiefactor normaalkracht	pa
Effectieve oppervlakte	Aeff

0.65
54126 mm2

Optredende spanning t.g.v. normaalkracht

Controle spanning ten gevolge van buigend moment

Buigend moment plooi gevoeligheid

Reductiefactor buigend moment	pa
Effectieve weerstandmoment	Weff

0.95
34497717 mm3

Optredende spanning t.g.v. buigend moment

Controle spanning ten gevolge van normaalkracht en buigend moment

Totaal optredende spanning

261 N/mm2

Unity check

0.92	Voldoet
------	---------

74102194-ETD/POL 13-2622 V4.0 Definitief

Engineering ZW380

**Constructieberekening betonnen masten ten
behoefte van vergunningaanvraag**

Arnhem, 6 maart 2014

Auteur(s) E.J. Platenkamp

In opdracht van Tennet TSO B.V. Projectnummer 000.145.11

auteur : EJ Platenkamp
30 blz. 10 bijl. EJP/JEH

beoordeeld : AJP van der Wekken
goedgekeurd : A. van der Wal

Copyright © 2013, KEMA Nederland B.V., Arnhem, Nederland. Alle rechten voorbehouden.

Het is verboden om dit document op enige manier te wijzigen, het opsplitsen in delen daarbij inbegrepen. In geval van afwijkingen tussen een elektronische versie (bijv. een PDF bestand) en de originele door KEMA verstrekte papieren versie, prevaleert laatstgenoemde.

KEMA Nederland B.V. en/of de met haar gelieerde maatschappijen zijn niet aansprakelijk voor enige directe, indirecte, bijkomstige of gevolgschade ontstaan door of bij het gebruik van de informatie of gegevens uit dit document, of door de onmogelijkheid die informatie of gegevens te gebruiken.

De inhoud van dit rapport mag slechts als één geheel aan derden kenbaar worden gemaakt, voorzien van bovengenoemde aanduidingen met betrekking tot auteursrechten, aansprakelijkheid, aanpassingen en rechtsgeldigheid.

INHOUD

	Pagina
1 Inleiding.....	4
2 Uitgangspunten	5
2.1 Gebruikte normen	5
2.2 Materiaal typeringen mast	5
2.3 Constructie typering.....	6
2.4 Uitgangspunten uit de beschouwde normen	6
2.5 Veldlengte.....	8
3 Mastafmetingen	9
4 Beschrijving constructie	14
4.1 Materiaalklassen	15
4.2 Elektrische aarding	19
5 Conclusie betonnen masten	20
Bijlage A Berekening W2S400.....	21
Bijlage B Berekening W2HL400.....	22
Bijlage C Berekening W4S350.....	23
Bijlage D Berekening W4HL350.....	24
Bijlage E Berekening W4S400.....	25
Bijlage F Berekening W4HL400.....	26
Bijlage G Berekening W4S450.....	27
Bijlage H Berekening W4HK450	28
Bijlage I Berekening W6S400.....	29
Bijlage J Berekening W6HL400.....	30

1 INLEIDING

Dit document geeft een samenvatting van de ontwerpbelastingen en berekeningen van de volgende betonnen masttypen, geschikt voor de bouwaanvraag:

- Steunmast geschikt voor twee-circuits, 2x 380 kV, 400 meter veldlengte; type W2S400;
- Hoekmast geschikt voor twee-circuits, 2x 380kV, 400 meter veldlengte, lijnhoek van 130 graden, type W2HL400;
- Steunmast geschikt voor vier-circuits, 2x 380 kV en 2x 150 kV, 350 meter veldlengte; type W4S350;
- Hoekmast geschikt voor vier-circuits, 2x 380 kV en 2x 150 kV, 350 meter veldlengte, lijnhoek van 130 graden, type W4HL350;
- Steunmast geschikt voor vier-circuits, 2x 380 kV en 2x 150 kV, 400 meter veldlengte; type W4S400;
- Hoekmast geschikt voor vier-circuits, 2x 380 kV en 2x 150 kV, 400 meter veldlengte, lijnhoek van 130 graden, type W4HL400;
- Steunmast geschikt voor vier-circuits, 2x 380 kV en 2x 150 kV, 450 meter veldlengte; type W4S450;
- Hoekmast geschikt voor vier-circuits, 2x 380 kV en 2x 150 kV, 450 meter veldlengte, lijnhoek van 150 graden, type W4HK450;
- Steunmast geschikt voor vier-circuits, 4x 380 kV, 400 meter veldlengte; type W6S400;
- Hoekmast geschikt voor vier-circuits, 4x 380 kV, 400 meter veldlengte, lijnhoek van 130 graden, type W6HL400.

De ontwerpbelastingen voor de betonnen Wintrack masten zijn gebaseerd op de DNV KEMA vergunningsdocumenten voor de stalen varianten.

Voor alle masttypes zijn de ontwerpbelastingen bepaald. De belastingen zijn zo opgesteld dat deze niet locatie specifiek worden bepaald maar generiek met maximale veldlengte en maximale lijnhoek, tussen opeenvolgende masten. Het effect op de belastingen door verschil in hoogte van opeenvolgende masten wordt niet meegenomen.

De aanpak is gebaseerd op Bijlage IV B95-STA-KA-1300165 Berekening Wintrack betonnen masten van 20 februari 2013 versie 0.3.

2 UITGANGSPUNTEN

De in dit document gepresenteerde belastingen zijn niet bepaald op basis van analyse van alle door NEN-EN 50341 voorgeschreven belastinggevallen maar door DNV KEMA zijn die belastinggevallen of combinaties daarvan geselecteerd die de maatgevende belastingen veroorzaken.

Voor steunmasten met een verhoging tot maximaal 10 meter geldt dat deze berekend worden voor een maximale lijnhoek van 2 x 2.5. Voor hoekmasten wordt er een onderscheid gemaakt in de maximaal toelaatbare hoek op de mast, kenbaar gemaakt met een codering in het masttype met K (150°), L (130°) en M (120°).

Overige uitgangspunten en aannames zijn:

- trekparameter bij 10 °C: 1800 m
- geleider 380 kV: 4 bundel AMS620
- geleider 150 kV: 2 bundel AMS620
- bliksemgeleider/OPGW: 1 bundel BRUGG OPGW 226-AL3/38-A20SA
- retour stroomgeleider: 2 bundel WDI AACSR 242-39 Hawk
- hoogte mast en ophangpunten conform de documenten: 12-00570 rapport “mastafmetingen 4x380 kv + 220-380 kV rev 3.0” en 12-00572 rapport “mastafmetingen 2x380+150-380 rev 3.0”
- belastingen zijn inclusief belastingfactoren volgens de NEN-EN 50341-3-15
- Maximum mastsegment gewicht van 35 ton.

2.1 Gebruikte normen

- NEN - EN50341-1, “Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 1: Algemene eisen - Gemeenschappelijke specificaties
- NEN - EN50341-3-15, “Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning - Deel 3: Verzameling van nationale normatieve aspecten”
- NEN-EN 1990:2002, "Eurocode - Grondslagen van het constructief ontwerp"
- NEN-EN 1992-1-1: Ontwerp en berekening Betonconstructies.

2.2 Materiaal typering mast

- Betonkwaliteit: C55/67, C70/85, C80/95 en C90/105
- Wapening Fe550B
- Nagerekt voorspanstaal kwaliteit FeP1860 uitgaande van 150 mm² per streng

- Dekking 50 mm
- Levensduur 50 jaar conform NEN-EN 50341
- Milieuklasse: XC4, XD3, eventueel XF2 afhankelijk van de locaties
- Materiaalfactor van 1,5 voor beton
- Materiaalfactor van 1,5 voor voorgerekt en nagerekt staal
- Materiaalfactor van 1,15 voor wapeningstaal

2.3 Constructie typering

Veiligheidsklasse	3	1) $\gamma_{f,g} = 1.20$	$\gamma_{f,q} = 1.50$
		2) $\gamma_{f,g} = 1.35$	
Referentie periode	50 jaar		
Windtracé	II	onbebouwd	
IJsgebied A voor bliksemdraad en OPGW			$5\sqrt{d}$
IJsgebied A voor retourstroom geleider			$5\sqrt{d}$
IJsgebied B voor fase geleider			$1,8\sqrt{d}$

2.4 Uitgangspunten uit de beschouwde normen

Berekening capaciteit betonnen secties

Berekening van benodigde weerstandsmoment en wanddikte tegen maximaal optredend moment:

$$W_{ben} = \frac{M_{tot}}{f_{cd}}$$

Waarin:

M_{tot} = Maximaal voermoment uit de belastingen

f_{cd} = Rekenwaarde van tegenstaande betondruk spanning

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1.5}$$

f_{ck} = drukcapaciteit van beton

Weerstandsmoment voor een cirkelvormige doorsnede:

$$W = \frac{1}{32} \cdot D \times \pi \times (D^4 - d^4)$$

Bepaling voorspankracht ankers

$P_{benodigd}$ = Benodigde voorspankracht

Aantal strengen is afhankelijk van de dwarsdoorsnede per streng en de maximaal toelaatbare spanning per streng

$$P_{benodigd} = A_{streng} \cdot \sigma_{streng} \cdot n_{strengen}$$

Aantal ankers hangt van het aantal strengen per kabel af

$$n_{ankers} = \frac{n_{strengen}}{\text{streng / kabel}}$$

Bepaling benodigde dwarswapening

De weerstand V_{RD} tegen afschuiving wordt met onderstaande formule bepaald.

$$V_{RD,max} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$$

Waarin:

A_{sw} = oppervlakte van de dwarsdoorsnede van de dwarskrachtwapening

s = hart op hartafstand van de beugels

f_{ywd} = rekenwaarde van de vloeigrens van de dwarskrachtwapening

z = Bij dwarskracht diameter van de ringwapening en bij afschuiving door torsie is de omtrek van de ringwapening.

θ = Hoek tussen de drukdiagonaal van beton en de as van de ligger loodrecht op de dwarskrachtwapening

De torsieweerstand T_{RD} wordt met onderstaande formule bepaald.

$$T_{RD,max} = 2 \cdot v \cdot \alpha_{cw} \cdot f_{cd} \cdot A_k \cdot t_{ef} \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta$$

Waarin:

v = 0.6 (sterkte reductiefactor)

α_{cw} = 2.5 ($1 - \sigma_{cp}/f_{cd}$) factor waarmee met de spanning in de op druk belaste rand rekening is gehouden

f_{cd} = rekenwaarde van de drukspanning van beton

σ_{cp} = gemiddelde waarde betondrukspanning

A_k = Omsloten oppervlak inclusief de holle delen

t_{ef} = meewerkende wanddikte

θ = (21,8 – 45 graden) hoek tussen de drukdiagonaal van beton en de as van de ligger loodrecht op de dwarskrachtwapening. De berekeningen zijn uitgevoerd bij een hoek van 30 graden.

De capaciteit van een op wringing en afschuiving belast element wordt met de onderstaande voorwaarde getoetst.

$$\frac{T_{ed}}{T_{RD,max}} + \frac{V_{ed}}{V_{RD,max}} \leq 1.0$$

T_{ed} = rekenwaarde van het aangrijpend wringend moment

V_{ed} = rekenwaarde van de aangrijpende dwarskracht

2.5 Bepaling maximale belasting op mastsegmenten

De belastingen op de mastsegmenten zijn gebaseerd op het buigmoment uit de geleiders, de wind en het eigengewicht van de mast. Dit is per segment bepaald. De krachten zijn gebaseerd op de NEN-EN-50341-3. Zie hiervoor de tabellen in hoofdstuk 3.

2.6 Veldlengte

De beschouwde masttypen zijn opgenomen in onderstaande tabel:

Tabel 1 – Masttypen

Mast type	Max. ahead span (m)	Max. back span (m)	Max. Lijn hoek (deg)	Mast type aangrenzende mast
W2S400	400	400	2 x 2.5	W2S400
W2HL400	400	400	2 x 25	W2S400
W4S350	350	350	2 x 2.5	W4S350
W4HL350	350	350	2 x 25	W4S350
W4S400	400	400	2 x 2.5	W4S400
W4HL400	400	400	2 x 25	W4S400
W4S450	450	450	2 x 2.5	W4S450
W4HK450	450	450	2 x 15	W4S450
W6S400	400	400	2 x 2.5	W6S400
W6HL400	400	400	2 x 25	W6S400

3 MASTAFMETINGEN

In de volgende tabel zijn de afmetingen en de belangrijke parameters per betonnen mast weergegeven. De resultaten van de berekening dienen als input voor het ontwerp van de fundering.

Tabel 2 - Afmetingen en belangrijke parameters van mast W2S400

	Segment				
	1	2	3	4	5
Betonklasse	C55/67	C55/67	C55/67	C55/67	C55/67
Lengte (mm)	12000	12000	12000	12000	6800
Voetdiameter (mm)	2200	1893	1587	1280	974
Topdiameter (mm)	1893	1587	1280	974	800
Wanddikte (mm)	400	350	300	250	200
Massa (kN)	598	441	308	198	89
Segment voet moment (kNm)	14361	9661	5273	2042	233
Dwarskracht (kN)	366	344	300	208	110
Torsiemoment (kNm)	0	0	0	0	0

Tabel 3 - Afmetingen en belangrijke parameters van mast W2HL400

	Segment					
	1	2	3	4	5	6
Betonklasse	C70/85	C70/85	C55/67	C55/67	C55/67	C55/67
Lengte (mm)	12000	12000	12000	12000	12000	3200
Voetdiameter (mm)	2800	2420	2041	1661	1281	901
Topdiameter (mm)	2420	2041	1661	1281	901	800
Wanddikte (mm)	500	450	400	300	200	150
Massa (kN)	955	725	524	317	178	43
Segment voet moment (kNm)	39217	26497	14419	6286	1815	230
Dwarskracht (kN)	968	959	697	446	192	67
Torsiemoment (kNm)	15	15	15	15	15	15

Tabel 4 - Afmetingen en belangrijke parameters van mast W4S350

	Segment				
	1	2	3	4	5
Betonklasse	C55/67	C55/67	C55/67	C55/67	C55/67
Lengte (mm)	12000	12000	12000	12000	7600
Voetdiameter (mm)	2200	1898	1596	1294	991
Topdiameter (mm)	1898	1596	1294	991	800
Wanddikte (mm)	450	400	300	250	200
Massa (kN)	662	492	300	204	97
Segment voet moment (kNm)	17392	11481	5977	1992	139
Dwarskracht (kN)	452	429	387	268	24
Torsiemoment (kNm)	0	0	0	0	0

Tabel 5 - Afmetingen en belangrijke parameters van mast W4HL350

	Segment				
	1	2	3	4	5
Betonklasse	C70/85	C70/85	C70/85	C70/85	C55/67
Lengte (mm)	12000	12000	12000	12000	7500
Voetdiameter (mm)	3000	2524	2049	1573	1097
Topdiameter (mm)	2524	2049	1573	1097	800
Wanddikte (mm)	500	450	400	300	150
Massa (kN)	1039	755	491	283	101
Segment voet moment (kNm)	50452	33517	17373	5918	462
Dwarskracht (kN)	1266	1257	1126	776	65
Torsiemoment (kNm)	1740	1740	1740	1210	125

Tabel 6 - Afmetingen en belangrijke parameters van mast W4S400

	Segment					
	1	2	3	4	5	6
Betonklasse	C55/67	C55/67	C55/67	C55/67	C55/67	C55/67
Lengte (mm)	12000	12000	12000	12000	12000	3300
Voetdiameter (mm)	2400	2097	1793	1490	1187	883
Topdiameter (mm)	2097	1793	1490	1187	883	800
Wanddikte (mm)	500	450	400	300	200	150
Massa (kN)	793	609	448	281	166	42
Segment voet moment (kNm)	22868	16128	9759	4420	1168	51
Dwarskracht (kN)	523	498	452	316	171	20
Torsiemoment (kNm)	0	0	0	0	0	0

Tabel 7 - Afmetingen en belangrijke parameters van mast W4HL400

	Segment					
	1	2	3	4	5	6
Betonklasse	C70/85	C70/85	C70/85	C70/85	C55/67	C55/67
Lengte (mm)	12000	12000	12000	12000	12000	3200
Voetdiameter (mm)	3200	2744	2289	1833	1377	922
Topdiameter (mm)	2744	2289	1833	1377	922	800
Wanddikte (mm)	500	450	400	300	200	150
Massa (kN)	1118	842	599	352	189	44
Segment voet moment (kNm)	60347	42920	25887	11879	3206	230
Dwarskracht (kN)	1325	1315	1177	814	443	67
Torsiemoment (kNm)	1836	18365	1836	1277	707	0

Tabel 8 - Afmetingen en belangrijke parameters van mast W4S450

	Segment					
	1	2	3	4	5	6
Betonklasse	C55/67	C55/67	C55/67	C55/67	C55/67	C55/67
Lengte (mm)	12000	12000	12000	12000	12000	11200
Voetdiameter (mm)	2800	2463	2126	1789	1452	1115
Topdiameter (mm)	2463	2126	1789	1452	1115	800
Wanddikte (mm)	500	450	400	300	200	150
Massa (kN)	970	755	564	357	194	142
Segment voet moment (kNm)	29677	21824	14359	7570	2748	299
Dwarskracht (kN)	606	576	546	493	342	35
Torsiemoment (kNm)	0	0	0	0	0	0

Tabel 9 - Afmetingen en belangrijke parameters van mast W4HK450

	Segment					
	1	2	3	4	5	6
Betonklasse	C70/85	C70/85	C70/85	C70/85	C55/67	C55/67
Lengte (mm)	12000	12000	12000	12000	12000	11100
Voetdiameter (mm)	3300	2878	2456	2034	1612	1190
Topdiameter (mm)	2878	2456	2034	1612	1190	800
Wanddikte (mm)	500	450	400	300	250	200
Massa (kN)	1178	906	667	413	259	162
Segment voet moment (kNm)	57412	42426	27892	14608	5214	557
Dwarskracht (kN)	1146	1111	1077	975	677	53
Torsiemoment (kNm)	1737	1737	1737	1737	1219	148

Tabel 10 - Afmetingen en belangrijke parameters van mast W6S400

	Segment				
	1	2	3	4	5
Betonklasse	C55/67	C55/67	C55/67	C55/67	C55/67
Lengte (mm)	12000	12000	12000	12000	11900
Voetdiameter (mm)	2400	2079	1759	1438	1118
Topdiameter (mm)	2079	1759	1438	1118	800
Wanddikte (mm)	500	450	400	300	150
Massa (kN)	821	591	427	259	139
Segment voet moment (kNm)	22718	15287	8423	3399	427
Dwarskracht (kN)	541	533	440	341	185
Torsiemoment (kNm)	0	0	0	0	0

Tabel 11 - Afmetingen en belangrijke parameters van mast W6HL400

	Segment				
	1	2	3	4	5
Betonklasse	C70/85	C70/85	C70/85	C70/85	C55/67
Lengte (mm)	12000	12000	12000	12000	11300
Voetdiameter (mm)	3500	2954	2407	1861	1315
Topdiameter (mm)	2954	2407	1861	1315	800
Wanddikte (mm)	500	450	400	300	150
Massa (kN)	1274	888	614	341	158
Segment voet moment (kNm)	71341	48470	26908	10724	1797
Dwarskracht (kN)	1676	1665	1526	1049	561
Torsiemoment (kNm)	3994	3994	3994	2729	1439

Een aantal afmetingen zijn t.o.v. de stalen mast uitvoeringen gewijzigd. Deze wijzigingen zijn doorgevoerd vanwege de anders te hoge betondruk in de wand. Gemiddeld genomen zijn voor alle masten de voetdiameters met 10 % vergroot. Daarnaast zijn de masttop diameters vergroot naar 0.8 meter omdat uit studies van architect Z&J blijkt dat bij een vergrote mastvoet diameter een grotere masttop diameter esthetisch passender is.

Het is mogelijk is om de voetdiameter nog meer te vergroten om de betondruk in de wand te verlagen. Dit is niet toegepast vanwege dan de afmetingen teveel afwijken van de stalen varianten.

4 BESCHRIJVING CONSTRUCTIE

De masten bestaan per mastlocatie uit twee afzonderlijke taps toelopende buismasten, het zogenaamde bipole mastprincipe. De beschrijving van de constructie komt overeen met paragraaf 4.2 masten uit Bijlage IV B95-STA-KA-1300165_Wintrack – betonnen masten.

De belangrijkste randvoorwaarden uit dit document zijn:

- Trekspanning in de wand komende uit het moment moet volledig door voorspanning opgenomen worden
- De segmenten hebben een maximale lengte van 12 meter. Indien een verticaal element meer dan 35 ton weegt, heeft het de voorkeur de verticale betonnen elementen in losse cirkelsegmenten te vervaardigen.
- Alle segmenten worden in gewapend beton uitgevoerd met een doorgaande ronde sparing. In de doorgaande ronde sparing worden verticale voorspankabels aangebracht met verankeringen in de fundatiepoer
- De uitwendige voorspanning wordt op vijf niveaus voor 350 meter en 400 meter velden masten in fasen aangebracht. Voor de 450 meter velden masten wordt dit op zes niveaus aangebracht. Vanwege beperkte ruimte in de doorgaande sparing is het niet mogelijk alle voorspankabels langs de omtrek van de sparing te positioneren. De voorspankabels worden binnen de omtrek gelijkmatig verdeeld. Om de voorspankracht naar het beton te kunnen overdragen is het noodzakelijk een in het beton geïntegreerde stalen plaat aan te brengen onder de ankerplaten van de voorspanelementen.
Per segment worden de optredende spanningen, inclusief de voorspanspanning getoetst op de capaciteit. De bepaling van de capaciteit per segment is weergegeven in hoofdstuk 2.4.

De opmerking die hierbij gemaakt moet worden is dat het dwarskrachtmiddelpunt van de voorspanstrengen niet samenvalt met dat van de betonnen wand. Voor de herverdeling van belasting is een extra stalen eindplaat in het beton nodig. In een vervolgstudie, of mastdetailering, zal de herverdeling tussen voorspanning en beton verder uitgezocht moeten worden.

Afwijkingen ten opzichte van document Bijlage III B95-STA-KA-1300165_Wintrack – betonnen masten zijn de volgende:

- De ankerbouten in de mastsegmenten worden zodanig voorgespannen dat bij een belasting uit mast en geleiders tot de Ultimate Limit State (ULS) de voorspanning niet opgeheven wordt. De ULS belasting is in de ontwerpnorm NEN-EN 50341 gedefinieerd als de maximale belasting uit mast en geleiders met toepassing van belastingsfactoren. De ankerbouten worden gedimensioneerd op de uiterste grenstoestand (ULS) trekbelasting als gedefinieerd in de ontwerpnorm. De maximale betondruk in de wand is de optelsom van de druk door voorspanning, uitwendige belasting op de mast en een reductie door de afname van voorspanning bij een uitwendige druk.

$$\frac{\Delta P_{\text{beton}} \cdot l_{\text{beton}}}{E_{\text{beton}} \cdot A_{\text{beton}}} = \Delta L = \frac{\Delta P_{\text{anker}} \cdot l_{\text{anker}}}{E_{\text{anker}} \cdot A_{\text{anker}}}$$

$$P_{\text{uitw}} = \Delta P_{\text{beton}} + \Delta P_{\text{anker}}$$

De belastingsverdeling is afhankelijk van de stijfheidsverhouding tussen de betonnen wand en de voorspanankers. De indrukking van het beton (ΔL) en de ankers geeft toename van de kracht op het beton P_{beton} en afname van de voorspanning in de ankers (P_{anker}). De verhouding van deze krachten is afhankelijk van de verhouding tussen EA_{beton} en EA_{anker} aangezien de lengtes L_{beton} en L_{anker} gelijk zijn.

- De schuifspanning komende uit torsiemoment en dwarskracht zijn in de berekeningen ook meegenomen. Voor steunmasten wordt het torsiemoment verwaarloosd. Voor hoek- of afspanmasten treedt de maximale schuifspanning door torsie en dwarskracht op bij eenzijdige afspanning en het afvallen van één circuit. Dit is conform NEN-EN-50341-3-15 belastingsituatie NL3 (Tabel 4.2.11/NL.3). Voor steunmasten treedt de maximale schuifspanning op komende uit de maximale dwarskracht (Belastingsituatie NL1, tabel 4.2.11/NL1). Om de genoemde schuifspanning te weerstaan worden de betonnen elementen met rond 12 mm ringwapening uitgevoerd. De ringwapening dient voldoende capaciteit te hebben om de schuifspanning te weerstaan. Per betonnen element wordt per meter hoogte het aantal ringen bepaald. Aangenomen wordt een minimaal hart op hart afstand van 100 mm tussen de ringen.

4.1 Materiaalklassen

In de bijlagen zijn de afmetingen, materiaalklassen en unity checks opgenomen. De belangrijkste gegevens per mast zijn hieronder gesommeerd:

Tabel 12 - Hoofdparameters wapening mast W2S400

	Segment				
	1	2	3	4	5
Betonklasse	C55/67	C55/67	C55/67	C55/67	C55/67
Type voorspananker	FeP1860	FeP1860	FeP1860	FeP1860	FeP1860
Aantal ankers buitenring	12	10	6	4	2
Aantal ankers binnenring	8	4	2	0	0
Diameter dwarswapening (mm)	12	12	12	12	12
Materiaal	Fb550	Fb550	Fb550	Fb550	Fb550
Aantal ringbeugels / meter hoogte	5	5	5	5	5

Tabel 13 - Hoofdparameters wapening mast W2HL400

	Segment					
	1	2	3	4	5	6
Betonklasse	C70/85	C70/85	C55/67	C55/67	C55/67	C55/67
Type voorspananker	FeP1860	FeP1860	FeP1860	FeP1860	FeP1860	FeP1860
Aantal anker buitenring	18	12	10	6	4	2
Aantal anker binnenring	8	8	4	2	0	0
Diameter dwarswapening (mm)	12	12	12	12	12	12
Materiaal	Fb550	Fb550	Fb550	Fb550	Fb550	Fb550
Aantal ringbeugels / meter hoogte	5	5	5	5	5	5

Tabel 14 - Hoofdparameters wapening mast W4S350

	Segment				
	1	2	3	4	5
Betonklasse	C55/67	C55/67	C55/67	C55/67	C55/67
Type voorspananker	FeP1860	FeP1860	FeP1860	FeP1860	FeP1860
Aantal anker buitenring	12	8	6	4	2
Aantal anker binnenring	4	4	2	0	0
Diameter dwarswapening (mm)	12	12	12	12	12
Materiaal	Fb550	Fb550	Fb550	Fb550	Fb550
Aantal ringbeugels / meter hoogte	5	5	5	5	5

Tabel 15 - Hoofdparameters wapening mast W4HL350

	Segment				
	1	2	3	4	5
Betonklasse	C70/85	C70/85	C70/85	C70/85	C55/67
Type voorspananker	FeP1860	FeP1860	FeP1860	FeP1860	FeP1860
Aantal anker buitenring	20	16	10	6	2
Aantal anker binnenring	8	8	5	1	0
Diameter dwarswapening (mm)	12	12	12	12	12
Materiaal	Fb550	Fb550	Fb550	Fb550	Fb550
Aantal ringbeugels / meter hoogte	5	5	5	5	5

Tabel 16 - Hoofdparameters wapening mast W4S400

	Segment				
	1	2	3	4	5
Betonklasse	C55/67	C55/67	C55/67	C55/67	C55/67
Type voorspananker	FeP1860	FeP1860	FeP1860	FeP1860	FeP1860
Aantal anker buitenring	12	10	9	6	4
Aantal anker binnenring	8	6	2	1	1
Diameter dwarswapening (mm)	12	12	12	12	12
Materiaal	Fb550	Fb550	Fb550	Fb550	Fb550
Aantal ringbeugels / meter hoogte	5	5	5	5	5

Tabel 17 - Hoofdparameters wapening mast W4HL400

	Segment				
	1	2	3	4	5
Betonklasse	C70/85	C70/85	C70/85	C70/85	C55/67
Type voorspananker	FeP1860	FeP1860	FeP1860	FeP1860	FeP1860
Aantal anker buitenring	20	16	10	6	2
Aantal anker binnenring	8	8	5	1	0
Diameter dwarswapening (mm)	12	12	12	12	12
Materiaal	Fb550	Fb550	Fb550	Fb550	Fb550
Aantal ringbeugels / meter hoogte	5	5	5	5	5

Tabel 18 - Hoofdparameters wapening mast W4S450

	Segment					
	1	2	3	4	5	6
Betonklasse	C55/67	C55/67	C55/67	C55/67	C55/67	C55/67
Type voorspananker	FeP1860	FeP1860	FeP1860	FeP1860	FeP1860	FeP1860
Aantal anker buitenring	12	10	10	8	4	3
Aantal anker binnenring	8	6	4	2	1	0
Diameter dwarswapening (mm)	12	12	12	12	12	12
Materiaal	Fb550	Fb550	Fb550	Fb550	Fb550	Fb550
Aantal ringbeugels / meter hoogte	5	5	5	5	5	5

Tabel 19 - Hoofdparameters wapening mast W4HK450

	Segment					
	1	2	3	4	5	6
Betonklasse	C70/85	C70/85	C70/85	C70/85	C55/67	C55/67
Type voorspananker	FeP1860	FeP1860	FeP1860	FeP1860	FeP1860	FeP1860
Aantal anker buitenring	20	16	12	10	6	2
Aantal anker binnenring	8	8	6	4	1	0
Diameter dwarswapening (mm)	12	12	12	12	12	12
Materiaal	Fb550	Fb550	Fb550	Fb550	Fb550	Fb550
Aantal ringbeugels / meter hoogte	5	5	5	5	5	5

Tabel 20 - Hoofdparameters wapening mast W6S400

	Segment				
	1	2	3	4	5
Betonklasse	C55/67	C55/67	C55/67	C55/67	C55/67
Type voorspananker	FeP1860	FeP1860	FeP1860	FeP1860	FeP1860
Aantal anker buitenring	12	12	8	6	2
Aantal anker binnenring	4	4	2	0	0
Diameter dwarswapening (mm)	12	12	12	12	12
Materiaal	Fb550	Fb550	Fb550	Fb550	Fb550
Aantal ringbeugels / meter hoogte	5	5	5	5	5

Tabel 21 - Hoofdparameters wapening mast W6HL400

	Segment				
	1	2	3	4	5
Betonklasse	C70/85	C70/85	C70/85	C70/85	C55/67
Type voorspananker	FeP1860	FeP1860	FeP1860	FeP1860	FeP1860
Aantal anker buitenring	25	18	12	8	2
Aantal anker binnenring	8	8	6	2	0
Diameter dwarswapening (mm)	12	12	12	12	12
Materiaal	Fb550	Fb550	Fb550	Fb550	Fb550
Aantal ringbeugels / meter hoogte	5	5	5	5	5

Overzicht van de gegevens van de genoemde masten zijn opgenomen in de bijlagen.

4.2 Elektrische aarding

Het betonnen mastlichaam en fundament dient aan de onderstaande aardingseisen te voldoen:

- De aarding van het mastlichaam en de aarding in het fundament moet één geheel vormen;
- De geleiding van bliksem- en kortsluitstromen, zal door separate geleiders aan de binnenzijde van de mast geschieden. Deze geleiding zal afgeschermd moeten worden van het constructiestaal;
- Blikseminslag en kortsluitstromen moeten voldoende afgevoerd worden naar de grond zonder schade aan de mast of fundament te bewerkstelligen;
- Het aardingssysteem moet aan de eisen van isolatie coördinatie voldoen;
- Aan de rand van de ZRO grens, dient bij kortsluiting of blikseminslag de potentiaal aan de gestelde eisen te voldoen;
- De stap- en aanraakspanning van het mastlichaam en fundament moet aan de gestelde eisen voldoen;
- Alle stalen elementen in het mastlichaam moet elektrisch gekoppeld zijn aan het interne aardingssysteem.

5 CONCLUSIE BETONNEN MASTEN

De controle van de sterkte van de voorgespannen betonnen masten is opgenomen in Bijlage A t/m C. De volgende masten zijn gecontroleerd en leiden tot onderstaande unity checks (UC):

Tabel 22 - Overzicht "unity checks" masten

Type mast	Maximale betonspanning (UC)	Maximale betonafschuiving (UC)
W2S400	0.83	0.08
W2H400	0.96	0.18
W4S350	0.96	0.10
W4H350	0.97	0.33
W4S400	0.98	0.11
W4H400	0.97	0.33
W4S450	0.89	0.11
W4H450	0.93	0.27
W6S400	0.97	0.12
W6HL400	0.97	0.46

Voor de masten gelden de volgende twee aanvullende conclusies.

- 1) Een aantal mastelementen voldoet niet aan het criterium van maximaal 35 ton, het zwaarste element is meer dan driemaal dit gewicht. Een oplossing is de hoogte van de elementen te reduceren. In de praktijk betekent dit dat een aantal elementen gelimiteerd wordt tot 3 a 4 meter hoogte. Een andere oplossing is om de elementen op locatie uit een aantal twee tot vier, segmenten samen te stellen. Deze opties zijn momenteel niet verder uitgewerkt.
- 2) De optredende spanning in het beton zit tegen de toelaatbare grens aan, dit is zichtbaar gemaakt in de Unity Check. In de ontwerpfase kan voor een ruimere marge gekozen worden.

BIJLAGE A BEREKENING W2S400

BIJLAGE B BEREKENING W2HL400

BIJLAGE C BEREKENING W4S350

BIJLAGE D BEREKENING W4HL350

BIJLAGE E BEREKENING W4S400

BIJLAGE F BEREKENING W4HL400

BIJLAGE G BEREKENING W4S450

BIJLAGE H BEREKENING W4HK450

BIJLAGE I BEREKENING W6S400

BIJLAGE J BEREKENING W6HL400

W2HL400

Bijlage

B

Segment	1
Lengte	12 m
Gewicht	97.3 ton
Betonklasse	B
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; `toegepast Buiten	18
Nkabel; `toegepast Binnen	8
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5
	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck		55	70	80
γck		1.5	1.5	1.5
fcd		-36.7	-46.7	-53.3
Trekspanning		0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	1		
Ingevulde wanddikte	500		
	Voet	Top	
Buitendiameter	2800	2420	mm
Buitenomtrek	8796	7603	mm
Wanddikte	500	500	mm
Binnendiameter	1800	1420	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	17.59	15.21	Verhouding
Oppervlak	3612832	3016327	mm2
Weerstandsmoment	1787061321	1226772553	mm3
Maximale moment	35651		kNm
Maximale moment + 2de orde	39217		kNm
Maximaal dwarskracht	968		kN
Maximaal torsiemoment	14750		kNm
Maximaal normaalkracht	3491		kN
Spanning tgv normaalkracht	1.0		N/mm2
Spanning tgv moment	22.0		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-23.0		Mpa
Toelaatbare spanning	-46.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	21.3		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	968	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	959	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	959	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2430	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	6176	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.16	

Toetsing betonspanning	0.85	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.16	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	21.3
Benodigde voorspanning SLS	18
Benodigde voorspankracht	76664
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0
Drukzijde	-44
Na relaxatie	-40
Keuze voorspankabels	
Toelaatbare spanning	FeP1860
Astreng	1200
streng/kabel	150
Akabel	19
Benodigde voorspankracht	2850
	76664
Nkabel; benodigd	23
Nkabel; `toegepast Buiten	18
Nkabel; `toegepast Binnen	8
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230
Minimale hoh-afstand ankers	300
Anker cirkel buiten	1960
Anker cirkel binnen	1360
Omtrek ankercirkel buiten	6158
Omtrek ankercirkel binnen	4273
Aantal plaatsbare ankers buitenring	20
Aantal plaatsbare ankers binnenring	14

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	14750
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	15
Maximaal dwarskracht bij torsie	435
Max. afschuiving wand door dwarskracht	435
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30
cot θ	2
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113
s	200
z (dwarskracht)	2430
z (torsie)	6063
fywd	478
VRD,max (dwarskracht)	6176
VRD,max (torsie)	15409
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.07
Toetsing afschuiving door torsie	0.00
Totaal	0.07

Bijlage B

Betonklasse	B	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; `toegepast Buiten	12	Voldoet
Nkabel; `toegepast Binnen	8	
Dwarswapening	12	rond
Materiaal	550	Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A C55/67	B C70/85	C C80/95	D C90/105
f _{ck}	55	70	80	90
γ _{ck}	1.5	1.5	1.5	1.5
f _{cd}	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Segment	2	
Ingevulde wanddikte	450	
	Voet	Top
Buitendiameter	2420	2041 mm
Buitenomtrek	7603	6410 mm
Wanddikte	450	450 mm
Binnendiameter	1520	1141 mm
Doorsnede		
Omtrek/dikte	Hol 16.90	Hol 14.25 Verhouding
Oppervlak	2785380	2248525 mm ²
Weerstandsmoment	1175145488	752686260 mm ³
Maximale moment	24088	kNm
Maximale moment + 2de orde	26497	kNm
Maximaal dwarskracht	959	kN
Maximaal torsiemoment	14750	kNm
Maximaal normaalkracht	2345	kN
Spanning tgv normaalkracht	0.8	N/mm ²
Spanning tgv moment	22.6	N/mm ²
2de orde effect verrekening	10%	
Factor e.g	1.2	
Maximale drukspanning	-23.4	Mpa
Toelaatbare spanning	-46.7	Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	21.9	MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0	MPa

Max. dwarskracht in segment	959	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	952	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	952	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,85° ≤ α ≤ 45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm ²
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2090	mm
fywd	478	Mpa
VRD.S	5312	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.18	

Toetsing betonspanning	0.86	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.18	Voldoet

Benodigde voorspanning ULS	21,9	Mpa
Benodigde voorspanning SLS	18	Mpa
Benodigde voorspankracht	61053	kN
Resulterende betonspanningen		
Trekzijde	0	Mpa
Drukzijde	-45	Mpa
Na relaxatie	-40	MPa
Keuze voorspankabels		
FeP1860		
Toelaatbare spanning	1200	MPa
Astreng	150	mm2
streng/kabel	19	
Akabel	2850	mm2
Benodigde voorspankracht	61053	kN
Nkabel; benodigd	18	
Nkabel; *toegepast Buiten	12	
Nkabel; *toegepast Binnen	8	
Ankerverdeling top		
Gegeven E6-19		
Randafstand ankers	230	mm
Minimale hoh-afstand ankers	300	mm
Anker cirkel buiten	1581	mm
Anker cirkel binnen	981	mm
Omtrek ankercirkel buiten	4965	mm
Omtrek ankercirkel binnen	3080	mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	16	
Aantal plaatsbare ankers binnenring	10	

Maximaal torsie	14750	kNmm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	18	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	432	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	432	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8s≤45
cot Θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm ²
s	200	mm
z (dwarskracht)	2090	mm
z (torsie)	5027	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	5312	kN
VRD,max (torsie)	12774	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.08	
Toetsing afschuiving door torsie	0.00	
Totaal	0.08	

W2HL400

Bijlage

B

Segment	3	
Lengte	12 m	
Gewicht	53.4 ton	
Betonklasse	A FeP1860	Voldoet
Voorspanker		
Nkabel; `toegepast Buiten		10 Voldoet
Nkabel; `toegepast Binnen		4
Dwarswapening		12 rond
Materiaal	550	Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck		55	70	80
γck		1.5	1.5	1.5
fcd		-36.7	-46.7	-53.3
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen				
Segment	3			
Ingevulde wanddikte	400			
	Voet	Top		
Buitendiameter	2041	1661	mm	
Buitenomtrek	6410	5217	mm	
Wanddikte	400	400	mm	
Binnendiameter	1241	861	mm	
Doorsnede	Hol	Hol		
Omtrek/dikte	16.03	13.04	Verhouding	
Oppervlak	2061521	1584317	mm2	
Weerstandsmoment	720156381	417246712	mm3	
Maximale moment	13108		kNm	
Maximale moment + 2de orde	14419		kNm	
Maximaal dwarskracht	697		kN	
Maximaal torsiemoment	14750		kNmm	
Maximaal normaalkracht	1446		kN	
Spanning tgv normaalkracht	0.7		N/mm2	
Spanning tgv moment	20.0		N/mm2	
2de orde effect verrekening	10%			
Factor e.g	1.2			
Maximale drukspanning	-20.7		Mpa	
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse	
Maximale trekspanning	19.5		MPa	
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa	

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	697	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	691	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	691	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21.8sΘs45
cot Θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	1770	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	4498	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.15	

Toetsing betonspanning	0.98	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.15	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	19.5 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	16 Mpa
Benodigde voorspankracht	40204 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-40 Mpa
Na relaxatie	-36 MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	40204 kN
Nkabel; benodigd	12
Nkabel; `toegepast Buiten	10
Nkabel; `toegepast Binnen	4
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	1201 mm
Anker cirkel binnen	601 mm
Omtrek ankercirkel buiten	3772 mm
Omtrek ankercirkel binnen	1887 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	12
Aantal plaatsbare ankers binnenring	6

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	14750 kNmm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	23 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	313 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	313 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30
cot Θ	2
hoek	
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (dwarskracht)	1770 mm
z (torsie)	3990 mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	4498 kN
VRD,max (torsie)	10140 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.07
Toetsing afschuiving door torsie	0.00
Totaal	0.07

W2HL400

Bijlage

B

Segment	4
Lengte	12 m
Gewicht	32.3 ton
Betonklasse	A
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; `toegepast Buiten	6
Nkabel; `toegepast Binnen	2
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5
	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen	0		
Segment	4		
Ingevulde wanddikte	300		
	Voet	Top	
Buitendiameter	1661	1281	mm
Buitenomtrek	5217	4024	mm
Wanddikte	300	300	mm
Binnendiameter	1061	681	mm
Doorsnede			
Omtrek/dikte	Hol	Hol	
	17.39	13.41	Verhouding
Oppervlak	1282486	924583	mm2
Weerstandsmoment	374852473	189892285	mm3
Maximale moment	5714	kNm	
Maximale moment + 2de orde	6286	kNm	
Maximaal dwarskracht	446	kN	
Maximaal torsiemoment	14750	kNmm	
Maximaal normaalkracht	759	kN	
Spanning tgv normaalkracht	0.6	N/mm2	
Spanning tgv moment	16.8	N/mm2	
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-17.4	Mpa	
Toelaatbare spanning	-36.7	Komende uit betonklasse	
Maximale trekspanning	16.3	MPa	
Toelaatbare trekspanning	0.0	MPa	

Afschuiving in wapening door dwarskracht	(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	446
Max. dwarskracht / doorsnede	442
Maximale optredende afschuiving in de wand	442
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30
cot Θ	2
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113
s	200
z (horende max. dwarskracht)	1430
fywd	478
VRD,S	3634
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.12

Toetsing betonspanning	0.83
Toetsing afschuiving in wand	0.12

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	16.3
Benodigde voorspanning SLS	14
Benodigde voorspankracht	20949
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0
Drukzijde	-34
Na relaxatie	-30
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200
Astreng	150
streng/kabel	19
Akabel	2850
Benodigde voorspankracht	20949
Nkabel; benodigd	7
Nkabel; `toegepast Buiten	6
Nkabel; `toegepast Binnen	2
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230
Minimale hoh-afstand ankers	300
Anker cirkel buiten	821
Anker cirkel binnen	221
Omtrek ankercirkel buiten	2579
Omtrek ankercirkel binnen	694
Aantal plaatsbare ankers buitenring	8
Aantal plaatsbare ankers binnenring	2

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	14750
Maximaal afschuiving torsie / doorsned	30
Maximaal dwarskracht bij torsie	201
Max. afschuiving wand door dwarskrac	201
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiago	30
cot Θ	2
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113
s	200
z (dwarskracht)	1430
z (torsie)	3110
fywd	478
VRD,max (dwarskracht)	3634
VRD,max (torsie)	7904
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.06
Toetsing afschuiving door torsie	0.00
Totaal	0.06

W2HL400

Bijlage

B

Segment	5
Lengte	12 m
Gewicht	18.1 ton
Betonklasse	A Voldoet
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; `toegepast Buiten	4 Voldoet
Nkabel; `toegepast Binnen	0
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5 Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	5		
Ingevulde wanddikte	200		
	Voet	Top	
Buitendiameter	1281	901	mm
Buitenotrek	4024	2831	mm
Wanddikte	200	200	mm
Binnendiameter	881	501	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	20.12	14.16	Verhouding
Oppervlak	679220	440618	mm2
Weerstandsmoment	160204845	64994491	mm3
Maximale moment	1650		kNm
Maximale moment + 2de orde	1815		kNm
Maximaal dwarskracht	192		kN
Maximaal torsiemoment	14750		kNmm
Maximaal normaalkracht	321		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.5		N/mm2
Spanning tgv moment	11.4		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-11.8		Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	10.9		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	192	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	190	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	190	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	1110	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	2821	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.07	0
	0	0

Toetsing betonspanning	0.56	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.07	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	10.9 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	9 Mpa
Benodigde voorspankracht	7462 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-23 Mpa
Na relaxatie	-20 MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	7462 kN
Nkabel; benodigd	3
Nkabel; `toegepast Buiten	4
Nkabel; `toegepast Binnen	0
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	441 mm
Anker cirkel binnen	-159 mm
Omtrek ankercirkel buiten	1386 mm
Omtrek ankercirkel binnen	-499 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	4
Aantal plaatsbare ankers binnenring	-1

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie	14750	kNmm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	42	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	87	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	87	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21.8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm ²
s	200	mm
z (dwarskracht)	1110	mm
z (torsie)	2231	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	2821	kN
VRD,max (torsie)	5669	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.03	
Toetsing afschuiving door torsie	0.01	
Totaal	0.04	

W2HL400

Bijlage B

Segment	6	
Lengte	3.2 m	
Gewicht	4.4 ton	
Betonklasse	A	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; `toegepast Buiten	2	Voldoet
Nkabel; `toegepast Binnen	0	
Dwarswapening	12 rond	
Materiaal	550 Fb550	
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck		55	70	80
γck		1.5	1.5	1.5
fcd		-36.7	-46.7	-53.3
Trekspanning		0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	6		
Ingevulde wanddikte	150		
	Voet	Top	
Buitendiameter	901	800	mm
Buitenontrek	2831	2513	mm
Wanddikte	150	150	mm
Binnendiameter	601	500	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	18.88	16.76	Verhouding
Oppervlak	354026	306305	mm2
Weerstandsmoment	57634991	42595579	mm3
Maximale moment	209		kNm
Maximale moment + 2de orde	230		kNm
Maximaal dwarskracht	67		kN
Maximaal torsiemoment	14750		kNm
Maximaal normaalkracht	70		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.1		N/mm2
Spanning tgv moment	16.8		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-16.9		Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	16.7		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	67	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	66	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	66	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8sθ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	800	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	2033	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.03	

Toetsing betonspanning	0.84	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.03	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	16.7 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	14 Mpa
Benodigde voorspankracht	1995 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-34 Mpa
Na relaxatie	-31 MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	1995 kN
Nkabel; benodigd	1
Nkabel; `toegepast Buiten	2
Nkabel; `toegepast Binnen	0
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	340 mm
Anker cirkel binnen	-260 mm
Omtrek ankercirkel buiten	1068 mm
Omtrek ankercirkel binnen	-817 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	3
Aantal plaatsbare ankers binnenring	-2

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	14750 kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	45 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	30 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	30 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30
cot θ	2
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (dwarskracht)	800 mm
z (torsie)	2042 mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	2033 kN
VRD,max (torsie)	5190 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.01
Toetsing afschuiving door torsie	0.01
Totaal	0.02

W2S400

Bijlage

A

Segment1

Lengte12 m

Gewicht61.0 ton

Betonklasse	A	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; `toegepast Buiten	12	Voldoet
Nkabel; `toegepast Binnen	8	
Dwarswapening	12	rond
Materiaal	550	Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	1		
Ingevulde wanddikte	400		
	Voet	Top	
Buitendiameter	2200	1893	mm
Buitenomtrek	6912	5948	mm
Wanddikte	400	400	mm
Binnendiameter	1400	1093	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	17.28	14.87	Verhouding
Oppervlak	2261947	1876700	mm2
Weerstandsmoment	873933956	592303534	mm3
Maximale moment	13055		kNm
Maximale moment + 2de orde	14361		kNm
Maximaal dwarskracht	366		kN
Maximaal torsiemoment	0		kNm
Maximaal normaalkracht	2078		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.9		N/mm2
Spanning tgv moment	16.5		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-17.4		Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	15.8		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	366	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	345	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	345	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	1899	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	4826	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.07	

Toetsing betonspanning	0.80	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.07	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	15.8 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	11 Mpa
Benodigde voorspankracht	35610 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-33 Mpa
Na relaxatie	-29 Mpa
Keuze voorspankabels	
Toelaatbare spanning	FeP1860 1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	35610 kN
Nkabel; benodigd	
Nkabel; `toegepast Buiten	11
Nkabel; `toegepast Binnen	12
	8
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	1433 mm
Anker cirkel binnen	833 mm
Omtrek ankercirkel buiten	4503 mm
Omtrek ankercirkel binnen	2618 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	15
Aantal plaatsbare ankers binnenring	8

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie	0	kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm²
s	200	mm
z (dwarskracht)	1899	mm
z (torsie)	1257	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	4826	kN
VRD,max (torsie)	3194	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00	
Toetsing afschuiving door torsie	0.00	
Totaal	0.00	

Bijlage A

Keuze Betonklasse	A C55/67	B C70/85	C C80/95	D C90/105
f _{ck}	55	70	80	90
γ _{ck}	1.5	1.5	1.5	1.5
f _{cd}	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Segment	2		
Ingevulde wanddikte	350		
	Voet	Top	
Buitendiameter	1893	1587	mm
Buitenotrek	5948	4985	mm
Wanddikte	350	350	mm
Binnendiameter	1193	887	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	17.00	14.24	Verhouding
Oppervlak	1697091	1360000	mm ²
Weerstandsmoment	561238659	354026419	mm ³
Maximale moment	8783	kNm	
Maximale moment + 2de orde	9661	kNm	
Maximaal dwarskracht	344	kN	
Maximaal torsiemoment	0	kNm	
Maximaal normaalkracht	1360	kN	
Spanning tgv normaalkracht	0.8	N/mm ²	
Spanning tgv moment	17.2	N/mm ²	
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-18.0	Mpa	
Toelaatbare spanning	-36.7	Komende uit betonklasse	
Maximale trekspanning	16.6	MPa	
Toelaatbare trekspanning	0.0	MPa	

Max. dwarskracht in segment	344	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	322	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	322	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,85°±45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm ²
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	1591	mm
fywd	478	Mpa
VRD.S	4043	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.08	

Toetsing betonspanning	0.83	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.08	Voldoet

Benodigde voorspanning ULS	16.6	Mpa
Benodigde voorspanning SLS	11	Mpa
Benodigde voorspankracht	28224	kN
<i>Resulterende betonspanningen</i>		
Trekzijde	0	Mpa
Drukzijde	-35	Mpa
Na relaxatie	-30	MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860	
Toelaatbare spanning	1200	MPa
Astreng	150	mm2
streng/kabel	19	
Akabel	2850	mm2
Benodigde voorspankracht	28224	kN
Nkabel; benodigd	9	
Nkabel; 'toegepast Buiten	10	
Nkabel; 'toegepast Binnen	4	
Ankerverdeling top		
Gegeven E6-19		
Randafstand ankers	230	mm
Minimale hoh-afstand ankers	300	mm
Anker circl buiten	1127	mm
Anker circl binnen	527	mm
Omtrek ankercirkel buiten	3540	mm
Omtrek ankercirkel binnen	1655	mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	11	
Aantal plaatsbare ankers binnenring	5	

Maximale wapening door torsie	
Maximaal torsie	0 kNmm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30 21,8°≤45°
cot Θ	2 hoek
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm ²
s	200 mm
z (dwarskracht)	1591 mm
z (torsie)	1414 mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	4043 kN
VRD,max (torsie)	3593 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00
Toetsing afschuiving door torsie	0.00
Totaal	0.00

W2S400

Bijlage A

Segment	3
Lengte	12 m
Gewicht	31.4 ton
Betonklasse	A
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; `toegepast Buiten	6 Voldoet
Nkabel; `toegepast Binnen	2
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5 Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck		55	70	80
γck		1.5	1.5	1.5
fcd		-36.7	-46.7	-53.3
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	3		
Ingevulde wanddikte	300		
	Voet	Top	
Buitendiameter	1587	1280	mm
Buitentrek	4985	4022	mm
Wanddikte	300	300	mm
Binnendiameter	987	680	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	16.62	13.41	Verhouding
Oppervlak	1212838	923903	mm2
Weerstandsmoment	333619282	189604591	mm3
Maximale moment	4793		kNm
Maximale moment + 2de orde	5273		kNm
Maximaal dwarskracht	300		kN
Maximaal torsiemoment	0		kNm
Maximaal normaalkracht	821		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.7		N/mm2
Spanning tgv moment	15.9		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-16.6		Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	15.4		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	300	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	292	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	292	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21.8sΘs45
cot Θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	1465	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	3723	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.08	

Toetsing betonspanning	0.78	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.08	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	15.4 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	11 Mpa
Benodigde voorspankracht	18598 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-32 Mpa
Na relaxatie	-29 Mpa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	18598 kN
Nkabel; benodigd	6
Nkabel; `toegepast Buiten	6
Nkabel; `toegepast Binnen	2
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	820 mm
Anker cirkel binnen	220 mm
Omtrek ankercirkel buiten	2577 mm
Omtrek ankercirkel binnen	692 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	8
Aantal plaatsbare ankers binnenring	2

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie		0 kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede		0 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie		0 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht		0 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,85°=45
cot Ø	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0,18	
Asw	113	mm²
s	200	mm
z (dwarskracht)	1465	mm
z (torsie)	1571	mm
fywd	478	Mpa
VRD_max (dwarskracht)	3723	kN
VRD_max (torsie)	3992	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0,00	
Toetsing afschuiving door torsie	0,00	
Totaal	0,00	

W2S400

Bijlage

A

Segment	4
Lengte	12 m
Gewicht	20.2 ton
Betonklasse	A
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; `toegepast Buiten	4
Nkabel; `toegepast Binnen	0
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5
	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen	0		
Segment	4		
Ingevulde wanddikte	250		
	Voet	Top	
Buitendiameter	1280	974 mm	
Buitenomtrek	4022	3059 mm	
Wanddikte	250	250 mm	
Binnendiameter	780	474 mm	
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	16.09	12.24	Verhouding
Oppervlak	809189	568410	mm2
Weerstandsmoment	177602098	85559402	mm3
Maximale moment	1857	kNm	
Maximale moment + 2de orde	2042	kNm	
Maximaal dwarskracht	208	kN	
Maximaal torsiemoment	0	kNm	
Maximaal normaalkracht	418	kN	
Spanning tgv normaalkracht	0.5	N/mm2	
Spanning tgv moment	11.6	N/mm2	
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-12.1	Mpa	
Toelaatbare spanning	-36.7	Komende uit betonklasse	
Maximale trekspanning	11.2	MPa	
Toelaatbare trekspanning	0.0	MPa	

Afschuiving in wapening door dwarskracht	(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	208
Max. dwarskracht / doorsnede	203
Maximale optredende afschuiving in de wand	203
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30
cot Θ	2
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113
s	200
z (horende max. dwarskracht)	1199
fywd	478
VRD,S	3047
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.07

Toetsing betonspanning	0.58
Toetsing afschuiving in wand	0.07

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	11.2
Benodigde voorspanning SLS	8
Benodigde voorspankracht	9035
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0
Drukzijde	-23
Na relaxatie	-21
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200
Astreng	150
streng/kabel	19
Akabel	2850
Benodigde voorspankracht	9035
Nkabel; benodigd	3
Nkabel; `toegepast Buiten	4
Nkabel; `toegepast Binnen	0
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230
Minimale hoh-afstand ankers	300
Anker cirkel buiten	514
Anker cirkel binnen	-86
Omtrek ankercirkel buiten	1614
Omtrek ankercirkel binnen	-271
Aantal plaatsbare ankers buitenring	5
Aantal plaatsbare ankers binnenring	0

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	0
Maximaal afschuiving torsie / doorsned	0
Maximaal dwarskracht bij torsie	0
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30
cot Θ	2
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113
s	200
z (dwarskracht)	1199
z (torsie)	1728
fywd	478
VRD,max (dwarskracht)	3047
VRD,max (torsie)	4391
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00
Toetsing afschuiving door torsie	0.00
Totaal	0.00

Bijlage A

A	Voldoet
FeP1860	
2	Voldoet
0	
12	rond
550	Fb550
5	Voldoet

Oптredende spanningen			
Segment		5	
Ingevulde wanddikte		200	
	Voet	Top	
Buitendiameter		974	800 mm
Buitenomtrek		3059	2513 mm
Wanddikte		200	200 mm
Binnendiameter		574	400 mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte		15.30	12.57 Verhouding
Oppervlak		486144	376991 mm ²
Weerstandsmoment		79713263	47123890 mm ³
Maximale moment		212	kNm
Maximale moment + 2de orde		233	kNm
Maximaal dwarskracht		110	kN
Maximaal torsiemoment		0	kNm
Maximaal normaalkracht		146	kN
Spanning tgv normaalkracht		0.3	N/mm ²
Spanning tgv moment		3.0	N/mm ²
2de orde effect verrekening		10%	
Factor e.g		1.2	
Maximale drukspanning		-3.3	Mpa
Toelaatbare spanning		-36.7	Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning		2.7	MPa
Toelaatbare trekspanning		0.0	MPa

Voorspanning	
Benodigde voorspanning SLS	2.7 Mpa
Benodigde voorspanning ULS	2 Mpa
Benodigde voorspankracht	1325 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-6 Mpa
Na relaxatie	-6 MPa
Keuze voorspankabels	
Toelaatbare spanning	FeP1860 1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	1325 kN
Nkabel; benodigd	1
Nkabel; toegepast Buiten	2
Nkabel; toegepast Binnen	0
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	340 mm
Anker cirkel binnen	-260 mm
Omtrek ankercirkel buiten	1068 mm
Omtrek ankercirkel binnen	-817 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	3
Aantal plaatsbare ankers binnenring	-2

Toetsing betonspanning	0.15	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.05	Voldoet

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	0 kNmm
Maximaal afschuiving torsie / doorsned	0 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30, 21,8°
cot Ø	2 hoek
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm ²
s	200 mm
z (dwarskracht)	933 mm
z (torsie)	1885 mm
fywd	478 MPa
VRD_max (dwarskracht)	2371 kN
VRD_max (torsie)	4790 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00
Toetsing afschuiving door torsie	0.00
Totaal	0.00

W4HK450

Bijlage

H

Segment	1	
Leugte	12 m	
Gewicht	120.1 ton	
Betonklasse	B	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; `toegepast Buiten	20	Voldoet
Nkabel; `toegepast Binnen	8	
Dwarswapening	12	rond
Materiaal	550	Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D	
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105	
fck		55	70	80	90
yck		1.5	1.5	1.5	1.5
fcd		-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning		0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	1		
Ingevulde wanddikte	500		
	Voet	Top	
Buitendiameter	3300	2878	mm
Buitenotrek	10367	9042	mm
Wanddikte	500	500	mm
Binnendiameter	2300	1878	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	20.73	18.08	Verhouding
Oppervlak	4398230	3735446	mm2
Weerstandsmoment	2695581697	1916085365	mm3
Maximale moment	52192		kNm
Maximale moment + 2de orde	57412		kNm
Maximaal dwarskracht	1146		kN
Maximaal torsiemoment	1736695		kNm
Maximaal normaalkracht	4485		kN
Spanning tgv normaalkracht	1.0		N/mm2
Spanning tgv moment	22.2		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-23.2		Mpa
Toelaatbare spanning	-46.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	21.4		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	1146	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	1113	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	1113	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2887	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	7338	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.15	

Toetsing betonspanning	0.87	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.15	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	21.4 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	16 Mpa
Benodigde voorspankracht	90312 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-45 Mpa
Na relaxatie	-41 MPa
Keuze voorspankabels	
Toelaatbare spanning	FeP1860 1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	90312 kN
Nkabel; benodigd	
Nkabel; `toegepast Buiten	27
Nkabel; `toegepast Binnen	20
	8
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randaafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker circl buiten	2418 mm
Anker circl binnen	1818 mm
Omtrek ankercircl buiten	7597 mm
Omtrek ankercircl binnen	5712 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	25
Aantal plaatsbare ankers binnenring	19

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie	1736695	kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	1455	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	516	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	516	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,85°≤45
cot Ø	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (dwarskracht)	2887	mm
z (torsie)	7501	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	7338	kN
VRD,max (torsie)	19062	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.07	
Toetsing afschuiving door torsie	0.08	
Totaal	0.15	

W4HK450

Bijlage

H

Segment	2
Lengte	12 m
Gewicht	92.4 ton
Betonklasse	B
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; `toegepast Buiten	16
Nkabel; `toegepast Binnen	8
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5
	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	2		
Ingevulde wanddikte	450		
	Voet	Top	
Buitendiameter	2878	2456	mm
Buitenomtrek	9042	7716	mm
Wanddikte	450	450	mm
Binnendiameter	1978	1556	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	20.09	17.15	Verhouding
Oppervlak	3432588	2836083	mm2
Weerstandsmoment	1818223575	1220233443	mm3
Maximale moment	38569		kNm
Maximale moment + 2de orde	42426		kNm
Maximaal dwarskracht	1111		kN
Maximaal torsiemoment	1736695		kNm
Maximaal normaalkracht	3071		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.9		N/mm2
Spanning tgv moment	23.5		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-24.4		Mpa
Toelaatbare spanning	-46.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	22.8		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	1111	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	1079	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	1079	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2462	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	6258	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.17	

Toetsing betonspanning	0.90	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.19	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	22.8 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	17 Mpa
Benodigde voorspankracht	77901 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukszijde	-47 Mpa
Na relaxatie	-42 MPa
Keuze voorspankabels	
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	77901 kN
Nkabel; benodigd	23
Nkabel; `toegepast Buiten	16
Nkabel; `toegepast Binnen	8
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	1996 mm
Anker cirkel binnen	1396 mm
Omtrek ankercirkel buiten	6271 mm
Omtrek ankercirkel binnen	4386 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	20
Aantal plaatsbare ankers binnenring	14

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	1736695 kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	1726 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	500 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	500 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30
cot θ	2
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (dwarskracht)	2462 mm
z (torsie)	6322 mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	6258 kN
VRD,max (torsie)	16068 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.08
Toetsing afschuiving door torsie	0.11
Totaal	0.19

W4HK450

Bijlage

H

Segment	3	
Lengte	12 m	
Gewicht	68.0 ton	
Betonklasse	B FeP1860	Voldoet
Voorspananker		
Nkabel; 'toegepast Buiten		12 Voldoet
Nkabel; 'toegepast Binnen		6
Dwarswapening		12 rond
Materiaal		550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte		5 Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck		55	70	80
γck		1.5	1.5	1.5
fcd		-36.7	-46.7	-53.3
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	3		
Ingevulde wanddikte	400		
	Voet	Top	
Buitendiameter	2456	2034	mm
Buitenomtrek	7716	6391	mm
Wanddikte	400	400	mm
Binnendiameter	1656	1234	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	19.29	15.98	Verhouding
Oppervlak	2583794	2053568	mm2
Weerstandsmoment	1153925770	714379188	mm3
Maximale moment	25356		kNm
Maximale moment + 2de orde	27892		kNm
Maximaal dwarskracht	1077		kN
Maximaal torsiemoment	1736695		kNmm
Maximaal normaalkracht	1983		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.8		N/mm2
Spanning tgv moment	24.3		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-25.1		Mpa
Toelaatbare spanning	-46.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	23.7		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	1077	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	977	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	977	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21.8sΘs45
cot Θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2038	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	5178	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.19	

Toetsing betonspanning	0.93	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.26	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	23.7 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	17 Mpa
Benodigde voorspankracht	61168 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-49 Mpa
Na relaxatie	-44 Mpa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	61168 kN
Nkabel; benodigd	18
Nkabel; `toegepast Buiten	12
Nkabel; `toegepast Binnen	6
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	1574 mm
Anker cirkel binnen	974 mm
Omtrek ankercirkel buiten	4945 mm
Omtrek ankercirkel binnen	3060 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	16
Aantal plaatsbare ankers binnenring	10

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	1736695 kNmm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	2121 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	484 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	484 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30
cot Θ	2
hoek	
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (dwarskracht)	2038 mm
z (torsie)	5144 mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	5178 kN
VRD,max (torsie)	13074 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.09
Toetsing afschuiving door torsie	0.16
Totaal	0.26

W4HK450

Bijlage

H

Segment	4
Lengte	12 m
Gewicht	42.1 ton
Betonklasse	B
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; `toegepast Buiten	10
Nkabel; `toegepast Binnen	4
Dwarswapening	12
Materiaal	550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5
	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen	0		
Segment	4		
Ingevulde wanddikte	300		
	Voet	Top	
Buitendiameter	2034	1612 mm	
Buitenomtrek	6391	5065 mm	
Wanddikte	300	300 mm	
Binnendiameter	1434	1012 mm	
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	21.30	16.88	Verhouding
Oppervlak	16344424	1236754	mm2
Weerstandsmoment	622169905	347491407	mm3
Maximale moment	13280	kNm	
Maximale moment + 2de orde	14608	kNm	
Maximaal dwarskracht	975	kN	
Maximaal torsiemoment	1736695	kNmm	
Maximaal normaalkracht	1178	kN	
Spanning tgv normaalkracht	0.7	N/mm2	
Spanning tgv moment	23.7	N/mm2	
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-24.5	Mpa	
Toelaatbare spanning	-46.7	Komende uit betonklasse	
Maximale trekspanning	23.2	MPa	
Toelaatbare trekspanning	0.0	MPa	

Afschuiving in wapening door dwarskracht	(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	975
Max. dwarskracht / doorsnede	973
Maximale optredende afschuiving in de wand	973
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30
cot θ	2
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113
s	200
z (horende max. dwarskracht)	1988
fywd	478
VRD,S	5051
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.19

Toetsing betonspanning	0.89
Toetsing afschuiving in wand	0.26

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	23.2
Benodigde voorspanning SLS	17
Benodigde voorspankracht	37714
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0
Drukzijde	-48
Na relaxatie	-41
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200
Astreng	150
streng/kabel	19
Akabel	2850
Benodigde voorspankracht	37714
Nkabel; benodigd	12
Nkabel; `toegepast Buiten	10
Nkabel; `toegepast Binnen	4
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230
Minimale hoh-afstand ankers	300
Anker cirkel buiten	1152
Anker cirkel binnen	552
Omtrek ankercirkel buiten	3620
Omtrek ankercirkel binnen	1735
Aantal plaatsbare ankers buitenring	12
Aantal plaatsbare ankers binnenring	5

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	1736695
Maximaal afschuiving torsie / doorsned	1857
Maximaal dwarskracht bij torsie	439
Max. afschuiving wand door dwarskracht	439
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30
cot θ	2
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113
s	200
z (dwarskracht)	1988
z (torsie)	4123
fywd	478
VRD,max (dwarskracht)	5051
VRD,max (torsie)	10479
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.09
Toetsing afschuiving door torsie	0.18
Totaal	0.26

W4HK450BijlageH

Segment	5	
Lengte	12 m	
Gewicht	26.4 ton	
Betonklasse	A	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; `toegepast Buiten	6	Voldoet
Nkabel; `toegepast Binnen	1	
Dwarswapening	12	rond
Materiaal	550	Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	5		
Ingevulde wanddikte	250		
	Voet	Top	
Buitendiameter	1612	1190	mm
Buitentrek	5065	3739	mm
Wanddikte	250	250	mm
Binnendiameter	1112	690	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	20.26	14.96	Verhouding
Oppervlak	1069898	738506	mm2
Weerstandsmoment	318232657	146835593	mm3
Maximale moment	4740		kNm
Maximale moment + 2de orde	5214		kNm
Maximaal dwarskracht	677		kN
Maximaal torsiemoment	1218516		kNmm
Maximaal normaalkracht	625		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.6		N/mm2
Spanning tgv moment	16.7		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-17.3		Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	16.1		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	677	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	677	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	677	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21.8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	1588	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	4034	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.17	0
	0	0

Toetsing betonspanning	0.81	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.27	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	16.1 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	12 Mpa
Benodigde voorspankracht	17236 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-33 Mpa
Na relaxatie	-30 MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	17236 kN
Nkabel; benodigd	6
Nkabel; `toegepast Buiten	6
Nkabel; `toegepast Binnen	1
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	730 mm
Anker cirkel binnen	130 mm
Omtrek ankercirkel buiten	2294 mm
Omtrek ankercirkel binnen	409 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	7
Aantal plaatsbare ankers binnenring	1

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie	1218516	kNmm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	1469	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	304	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	304	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21.8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm ²
s	200	mm
z (dwarskracht)	1588	mm
z (torsie)	2945	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	4034	kN
VRD,max (torsie)	7485	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.08	
Toetsing afschuiving door torsie	0.20	
Total	0.27	

W4HK450

Bijlage H

Segment	6	
Lengte	11.1 m	
Gewicht	16.5 ton	
Betonklasse	A	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; 'toegepast Buiten	2	Voldoet
Nkabel; 'toegepast Binnen	0	
Dwarswapening	12	rond
Materiaal	550	Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	6		
Ingevulde wanddikte	200		
	Voet	Top	
Buitendiameter	1190	800	mm
Buitenomtrek	3739	2513	mm
Wanddikte	200	200	mm
Binnendiameter	790	400	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	18.70	12.57	Verhouding
Oppervlak	622221	376991	mm2
Weerstandsmoment	133389477	47123890	mm3
Maximale moment	506		kNm
Maximale moment + 2de orde	557		kNm
Maximaal dwarskracht	53		kN
Maximaal torsiemoment	148136		kNmm
Maximaal normaalkracht	199		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.3		N/mm2
Spanning tgv moment	3.9		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-4.2		Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	3.7		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	53	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	37	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	37	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8sθ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	813	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	2065	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.02	

Toetsing betonspanning	0.20	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.11	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	3.7 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	3 Mpa
Benodigde voorspankracht	2249 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-8 Mpa
Na relaxatie	-7 Mpa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	2249 kN
Nkabel; benodigd	1
Nkabel; `toegepast Buiten	2
Nkabel; `toegepast Binnen	0
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	340 mm
Anker cirkel binnen	-260 mm
Omtrek ankercirkel buiten	1068 mm
Omtrek ankercirkel binnen	-817 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	3
Aantal plaatsbare ankers binnenring	-2

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	148136 kNmm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	494 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	24 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	24 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30 21,8sθ≤45
cot θ	2 hoek
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (dwarskracht)	813 mm
z (torsie)	1885 mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	2065 kN
VRD,max (torsie)	4790 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.01
Toetsing afschuiving door torsie	0.10
Totaal	0.11

W4HL350BijlageD

Segment	1
Lengte	12 m
Gewicht	105.9 ton
Betonklasse	B
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; `toegepast Buiten	20
Nkabel; `toegepast Binnen	8
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5
	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	1		
Ingevulde wanddikte	500		
	Voet	Top	
Buitendiameter	3000	2524	mm
Buitenomtrek	9425	7930	mm
Wanddikte	500	500	mm
Binnendiameter	2000	1524	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	18.85	15.86	Verhouding
Oppervlak	3926991	3179801	mm2
Weerstandsmoment	2127120026	1369220120	mm3
Maximale moment	45865		kNm
Maximale moment + 2de orde	50452		kNm
Maximaal dwarskracht	1266		kN
Maximaal torsiemoment	1740354		kNm
Maximaal normaalkracht	3468		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.9		N/mm2
Spanning tgv moment	24.7		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-25.6		Mpa
Toelaatbare spanning	-46.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	24.0		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	1266	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	1257	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	1257	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2527	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	6422	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.20	

Toetsing betonspanning	0.96	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.20	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	24.0 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	20 Mpa
Benodigde voorspankracht	90541 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-50 Mpa
Na relaxatie	-45 Mpa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	90541 kN
Nkabel; benodigd	27
Nkabel; `toegepast Buiten	20
Nkabel; `toegepast Binnen	8
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	2064 mm
Anker cirkel binnen	1464 mm
Omtrek ankercirkel buiten	6485 mm
Omtrek ankercirkel binnen	4600 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	21
Aantal plaatsbare ankers binnenring	15

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	1740354 kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	1717 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	570 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	570 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30
cot θ	2
hoek	
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (dwarskracht)	2527 mm
z (torsie)	6368 mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	6422 kN
VRD,max (torsie)	16184 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.09
Toetsing afschuiving door torsie	0.11
Totaal	0.19

W4HL350

Bijlage D

Segment2

Lengte12 m

Gewicht77.0 ton

BetonklasseB

Volddoet

VoorspanankerFeP1860

Nkabel; `toegepast Buiten16

Volddoet

Nkabel; `toegepast Binnen8

Dwarswapening12 rond

Materiaal550 Fb550

Aantal ringbeugels/meter hoogte5

Volddoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	2		
Ingevulde wanddikte	450		
	Voet	Top	
Buitendiameter	2524	2049	mm
Buitentrek	7930	6436	mm
Wanddikte	450	450	mm
Binnendiameter	1624	1149	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	17.62	14.30	Verhouding
Oppervlak	2932507	2260036	mm2
Weerstandsmoment	1308457682	760694279	mm3
Maximale moment	30470		kNm
Maximale moment + 2de orde	33517		kNm
Maximaal dwarskracht	1257		kN
Maximaal torsiemoment	1740354		kNm
Maximaal normaalkracht	2221		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.8		N/mm2
Spanning tgv moment	25.8		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-26.6		Mpa
Toelaatbare spanning	-46.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	25.3		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	1257	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	1251	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	1251	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2219	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	5639	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.22	

Toetsing betonspanning	0.97	Volddoet
Toetsing afschuiving in wand	0.27	Volddoet

voorspanning		
Benodigde voorspanning ULS	25.3 Mpa	
Benodigde voorspanning SLS	21 Mpa	
Benodigde voorspankracht	73782 kN	
Resulterende betonspanningen		
Trekzijde	0 Mpa	
Drukzijde	-52 Mpa	
Na relaxatie	-45 MPa	
Keuze voorspankabels		
Toelaatbare spanning	FeP1860 1200 MPa	
Astreng	150 mm2	
streng/kabel	19	
Akabel	2850 mm2	
Benodigde voorspankracht	73782 kN	
Nkabel; benodigd		22
Nkabel; `toegepast Buiten		16
Nkabel; `toegepast Binnen		8
Ankerverdeling top		
Gegeven E6-19		
Randafstand ankers		230 mm
Minimale hoh-afstand ankers		300 mm
Anker cirkel buiten		1589 mm
Anker cirkel binnen		989 mm
Omtrek ankercirkel buiten		4991 mm
Omtrek ankercirkel binnen		3106 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring		16
Aantal plaatsbare ankers binnenring		10

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie	1740354	kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	2185	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	565	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	565	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8°≤45°
cot Ø	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm²
s	200	mm
z (dwarskracht)	2219	mm
z (torsie)	5005	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	5639	kN
VRD,max (torsie)	12719	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.10	
Toetsing afschuiving door torsie	0.17	
Totaal	0.27	

W4HL350

Bijlage

D

Segment	3	
Lengte	12 m	
Gewicht	50.1 ton	
Betonklasse	B	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; 'toegepast Buiten	10	Voldoet
Nkabel; 'toegepast Binnen	5	
Dwarswapening	12 rond	
Materiaal	550 Fb550	
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck		55	70	80
yck		1.5	1.5	1.5
fcd		-36.7	-46.7	-53.3
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	3		
Ingevulde wanddikte	400		
	Voet	Top	
Buitendiameter	2049	1573	mm
Buitenomtrek	6436	4942	mm
Wanddikte	400	400	mm
Binnendiameter	1249	773	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	16.09	12.35	Verhouding
Oppervlak	2071753	1474001	mm2
Weerstandsmoment	727625122	359807183	mm3
Maximale moment	15794		kNm
Maximale moment + 2de orde	17373		kNm
Maximaal dwarskracht	1126		kN
Maximaal torsiemoment	1740354		kNmm
Maximaal normaalkracht	1298		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.6		N/mm2
Spanning tgv moment	24.4		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-25.0		Mpa
Toelaatbare spanning	-46.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	23.9		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	1126	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	1123	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	1123	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21.8sθs45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	1867	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	4745	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.24	

Toetsing betonspanning	0.93	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.32	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	23.9 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	20 Mpa
Benodigde voorspankracht	49040 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-49 Mpa
Na relaxatie	-43 Mpa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	49040 kN
Nkabel; benodigd	15
Nkabel; `toegepast Buiten	10
Nkabel; `toegepast Binnen	5
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	1113 mm
Anker cirkel binnen	513 mm
Omtrek ankercirkel buiten	3497 mm
Omtrek ankercirkel binnen	1612 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	11
Aantal plaatsbare ankers binnenring	5

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	1740354 kNmm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	2050 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	507 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	507 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30
cot θ	2
hoek	
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (dwarskracht)	1867 mm
z (torsie)	3710 mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	4745 kN
VRD,max (torsie)	9429 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.11
Toetsing afschuiving door torsie	0.22
Totaal	0.32

W4HL350

Bijlage D

Segment	4
Lengte	12 m
Gewicht	28.8 ton
Betonklasse	B
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; `toegepast Buiten	6
Nkabel; `toegepast Binnen	1
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5
	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen	0		
Segment	4		
Ingevulde wanddikte	300		
	Voet	Top	
Buitendiameter	1573	1097	mm
Buitenomtrek	4942	3447	mm
Wanddikte	300	300	mm
Binnendiameter	973	497	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	16.47	11.49	Verhouding
Oppervlak	1199749	751435	mm2
Weerstandsmoment	326153489	124237887	mm3
Maximale moment	5380	kNm	
Maximale moment + 2de orde	5918	kNm	
Maximaal dwarskracht	776	kN	
Maximaal torsiemoment	1210262	kNmm	
Maximaal normaalkracht	631	kN	
Spanning tgv normaalkracht	0.5	N/mm2	
Spanning tgv moment	18.2	N/mm2	
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-18.8	Mpa	
Toelaatbare spanning	-46.7	Komende uit betonklasse	
Maximale trekspanning	17.8	MPa	
Toelaatbare trekspanning	0.0	MPa	

Afschuiving in wapening door dwarskracht	(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	776 kN
Max. dwarskracht / doorsnede	775 kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	775 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30 21,8≤θ≤45
cot θ	2 hoek
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (horende max. dwarskracht)	1515 mm
fywd	478 Mpa
VRD,S	3850 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.20

Toetsing betonspanning	0.71 Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.33 Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	17.8 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	15 Mpa
Benodigde voorspankracht	21350 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-37 Mpa
Na relaxatie	-33 MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	21350 kN
Nkabel; benodigd	7
Nkabel; `toegepast Buiten	6
Nkabel; `toegepast Binnen	1
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	637 mm
Anker cirkel binnen	37 mm
Omtrek ankercirkel buiten	2002 mm
Omtrek ankercirkel binnen	117 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	6
Aantal plaatsbare ankers binnenring	0

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	1210262 kNmm
Maximaal afschuiving torsie / doorsned	1596 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	349 kN
Max. afschuiving wand door dwarskrac	349 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiago	30 21,8≤θ≤45
cot θ	2 hoek
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (dwarskracht)	1515 mm
z (torsie)	2642 mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	3850 kN
VRD,max (torsie)	6715 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.09
Toetsing afschuiving door torsie	0.24
Totaal	0.33

Bijlage D

Keuze Betonklasse	A C55/67	B C70/85	C C80/95	D C90/105
fck	55	70	80	90
γ _{ck}	1.5	1.5	1.5	1.5
f _{cd}	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Segment	5		
Ingevulde wanddikte	150		
	Voet	Top	
Buitendiameter	1097	800	mm
Buitenomtrek	3447	2513	mm
Wanddikte	150	150	mm
Binnendiameter	797	500	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	22.98	16.76	Verhouding
Oppervlak	446403	306305	mm ²
Weerstandsmoment	93555777	42595579	mm ³
Maximale moment	420	kNm	
Maximale moment + 2de orde	462	kNm	
Maximaal dwarskracht	65	kN	
Maximaal torsiemoment	124919	kNmm	
Maximaal normaalkracht	138	kN	
Spanning tgv normaalkracht	0.3	N/mm ²	
Spanning tgv moment	5.1	N/mm ²	
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-5.4	Mpa	
Toelaatbare spanning	-36.7	Komende uit betonklasse	
Maximale trekspanning	4.7	MPa	
Toelaatbare trekspanning	0.0	MPa	

Benodigde voorspanning ULS	4.7	Mpa
Benodigde voorspanning SLS	4	Mpa
Benodigde voorspankracht	2368	kN
Resulterende betonspanningen		
Trekzijde	0	Mpa
Drukzijde	-10	Mpa
Na relaxatie	-9	MPa
Keuze voorspankabels		
Toelaatbare spanning	1200	MPa
Astreng	150	mm2
streng/kabel	19	
Akabel	2850	mm2
Benodigde voorspankracht	2368	kN
Nkabel; benodigd	1	
Nkabel; 'toegepast Buiten	2	
Nkabel; 'toegepast Binnen	0	
Angeverdeling top		
Gegeven E6-19		
Randafstand ankers	230	mm
Minimale hoh-afstand ankers	300	mm
Anker cirkel buiten	340	mm
Anker cirkel binnen	-260	mm
Omtrek ankercirkel buiten	1068	mm
Omtrek ankercirkel binnen	-817	mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	3	
Aantal plaatsbare ankers binnenring	-2	

Max. dwarskracht in segment	65	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	62	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	62	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	811	mm
fytwd	478	Mpa
VRD,S	2061	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.03	
	0	0

Toetsing betonspanning	0.25	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.09	Voldoet

Maximaal torsie	124919	kNmm
Maximaal afschuiving torsie / doorsned	378	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	29	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	29	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21.85°/54.5°
cot Θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm ²
s	200	mm
z (dwarskracht)	811	mm
z (torsie)	2077	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	2061	kN
VRD,max (torsie)	5277	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.01	
Toetsing afschuiving door torsie	0.07	
Totaal	0.09	

W4HL400

Bijlage

F

Segment	1
Lengte	12 m
Gewicht	114.0 ton
Betonklasse	B
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; 'toegepast Buiten	20
Nkabel; 'toegepast Binnen	12
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5
	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
yck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen

Segment	1		
Ingevulde wanddikte	500		
	Voet	Top	
Buitendiameter	3200	2744	mm
Buitenomtrek	10053	8621	mm
Wanddikte	500	500	mm
Binnendiameter	2200	1744	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	20.11	17.24	Verhouding
Oppervlak	4241150	3525344	mm2
Weerstandsmoment	2498302470	1697893326	mm3
Maximale moment	54861	kNm	
Maximale moment + 2de orde	60347	kNm	
Maximaal dwarskracht	1325	kN	
Maximaal torsiemoment	1836522	kNmm	
Maximaal normaalkracht	4076	kN	
Spanning tgv normaalkracht	1.0	N/mm2	
Spanning tgv moment	25.3	N/mm2	
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-26.2	Mpa	
Toelaatbare spanning	-46.7	Komende uit betonklasse	
Maximale trekspanning	24.5	MPa	
Toelaatbare trekspanning	0.0	MPa	

Afschuiving in wapening door dwarskracht

(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)

Max. dwarskracht in segment	1325	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	1315	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	1315	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2756	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	7004	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.19	

Toetsing betonspanning	0.97	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.19	Voldoet

Voorspanning

Benodigde voorspanning ULS	24.5	Mpa
Benodigde voorspanning SLS	20	Mpa
Benodigde voorspankracht	99389	kN
Resulterende betonspanningen		
Trekzijde	0	Mpa
Drukzijde	-51	Mpa
Na relaxatie	-45	MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860	
Toelaatbare spanning	1200	MPa
Astreng	150	mm2
streng/kabel	19	
Akabel	2850	mm2
Benodigde voorspankracht	99389	kN
Nkabel; benodigd	30	
Nkabel; 'toegepast Buiten	20	
Nkabel; 'toegepast Binnen	12	
Ankerverdeling top		
Gegeven E6-19		
Randafstand ankers	230	mm
Minimale hoh-afstand ankers	300	mm
Anker cirkel buiten	2284	mm
Anker cirkel binnen	1684	mm
Omtrek ankercirkel buiten	7176	mm
Omtrek ankercirkel binnen	5291	mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	23	
Aantal plaatsbare ankers binnenring	17	

Afschuiving in wapening door torsie

Maximaal torsie	1836522	kNmm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	1628	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	596	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	596	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (dwarskracht)	2756	mm
z (torsie)	7087	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	7004	kN
VRD,max (torsie)	18012	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.09	
Toetsing afschuiving door torsie	0.09	
Totaal	0.18	

W4HL400

Bijlage

F

Segment	2
Lengte	12 m
Gewicht	85.8 ton
Betonklasse	B
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; 'toegepast Buiten	18
Nkabel; 'toegepast Binnen	8
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5
	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	2		
Ingevulde wanddikte	450		
	Voet	Top	
Buitendiameter	2744	2289	mm
Buitentrek	8621	7190	mm
Wanddikte	450	450	mm
Binnendiameter	1844	1389	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	19.16	15.98	Verhouding
Oppervlak	3243496	2599270	mm2
Weerstandsmoment	1615165287	1017335590	mm3
Maximale moment	39018		kNm
Maximale moment + 2de orde	42920		kNm
Maximaal dwarskracht	1315		kN
Maximaal torsiemoment	1836522		kNmm
Maximaal normaalkracht	2734		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.8		N/mm2
Spanning tgv moment	26.6		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-27.4		Mpa
Toelaatbare spanning	-46.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	26.0		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	1315	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	1307	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	1307	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2348	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	5967	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.22	

Toetsing betonspanning	0.97	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.23	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	26.0
Benodigde voorspanning SLS	21
Benodigde voorspankracht	84152
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0
Drukzijde	-53
Na relaxatie	-45
	MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200
Astreng	150
streng/kabel	19
Akabel	2850
Benodigde voorspankracht	84152
	kN
Nkabel; benodigd	25
Nkabel; 'toegepast Buiten	18
Nkabel; 'toegepast Binnen	8
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230
Minimale hoh-afstand ankers	300
Anker cirkel buiten	1829
Anker cirkel binnen	1229
Omtrek ankercirkel buiten	5745
Omtrek ankercirkel binnen	3860
Aantal plaatsbare ankers buitenring	19
Aantal plaatsbare ankers binnenring	12

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	1836522
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	1985
Maximaal dwarskracht bij torsie	592
Max. afschuiving wand door dwarskracht	592
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30
cot θ	2
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113
s	200
z (dwarskracht)	2348
z (torsie)	5812
fywd	478
VRD,max (dwarskracht)	5967
VRD,max (torsie)	14770
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.10
Toetsing afschuiving door torsie	0.13
Totaal	0.23

W4HL400

Bijlage F

Segment	3	
Lengte	12 m	
Gewicht	61.1 ton	
Betonklasse	B	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; 'toegepast Buiten	14	Voldoet
Nkabel; 'toegepast Binnen	5	
Dwarswapening	12 rond	
Materiaal	550 Fb550	
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck		55	70	80
yck		1.5	1.5	1.5
fcd		-36.7	-46.7	-53.3
Trekspanning		0	0	0

Optredende spanningen				
Segment	3			
Ingevulde wanddikte	400			
	Voet	Top		
Buitendiameter	2289	1833	mm	
Buitenomtrek	7190	5758	mm	
Wanddikte	400	400	mm	
Binnendiameter	1489	1033	mm	
Doorsnede	Hol	Hol		
Omtrek/dikte	17.97	14.40	Verhouding	
Oppervlak	2373294	1800650	mm2	
Weerstandsmoment	966186267	543569748	mm3	
Maximale moment	23534		kNm	
Maximale moment + 2de orde	25887		kNm	
Maximaal dwarskracht	1177		kN	
Maximaal torsiemoment	1836522		kNmm	
Maximaal normaalkracht	1706		kN	
Spanning tgv normaalkracht	0.7		N/mm2	
Spanning tgv moment	26.8		N/mm2	
2de orde effect verrekening	10%			
Factor e.g	1.2			
Maximale drukspanning	-27.5		Mpa	
Toelaatbare spanning	-46.7		Komende uit betonklasse	
Maximale trekspanning	26.3		MPa	
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa	

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	1177	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	1171	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	1171	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21.8sΘs45
cot Θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	1964	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	4991	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.23	

Toetsing betonspanning	0.98	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.29	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	26.3 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	22 Mpa
Benodigde voorspankracht	62330 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-54 Mpa
Na relaxatie	-46 MPa
Keuze voorspankabels	
Toelaatbare spanning	FeP1860 1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	62330 kN
Nkabel; benodigd	19
Nkabel; "toegepast Buiten	14
Nkabel; "toegepast Binnen	5
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	1373 mm
Anker cirkel binnen	773 mm
Omtrek ankercirkel buiten	4313 mm
Omtrek ankercirkel binnen	2428 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	14
Aantal plaatsbare ankers binnenring	8

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	1836522 kNmm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	2348 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	530 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	530 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30
cot Θ	2
hoek	
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (dwarskracht)	1964 mm
z (torsie)	4913 mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	4991 kN
VRD,max (torsie)	12487 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.11
Toetsing afschuiving door torsie	0.19
Totaal	0.29

W4HL400

Bijlage

F

Segment	4
Lengte	12 m
Gewicht	35.9 ton
Betonklasse	B
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; 'toegepast Buiten	8
Nkabel; 'toegepast Binnen	3
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5
	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
yck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen	0	
Segment	4	
Ingevulde wanddikte	300	
	Voet	Top
Buitendiameter	1833	1377 mm
Buitenontrek	5758	4327 mm
Wanddikte	300	300 mm
Binnendiameter	1233	777 mm
Doorsnede	Hol	Hol
Omtrek/dikte	19.19	14.42 Verhouding
Oppervlak	1444735	1015251 mm2
Weerstandsmoment	480777384	230440168 mm3
Maximale moment	10799	kNm
Maximale moment + 2de orde	11879	kNm
Maximaal dwarskracht	814	kN
Maximaal torsiemoment	1277140	kNm
Maximaal normaalkracht	899	kN
Spanning tgv normaalkracht	0.6	N/mm2
Spanning tgv moment	24.7	N/mm2
2de orde effect verrekening	10%	
Factor e.g	1.2	
Maximale drukspanning	-25.4	Mpa
Toelaatbare spanning	-46.7	Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	24.3	MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0	MPa

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	24.3 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	20 Mpa
Benodigde voorspankracht	35044 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-50 Mpa
Na relaxatie	-44 MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	35044 kN
Nkabel; benodigd	11
Nkabel; 'toegepast Buiten	8
Nkabel; 'toegepast Binnen	3
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	917 mm
Anker cirkel binnen	317 mm
Omtrek ankercirkel buiten	2882 mm
Omtrek ankercirkel binnen	997 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	9
Aantal plaatsbare ankers binnenring	3

Afschuiving in wapening door dwarskracht	(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	814 kN
Max. dwarskracht / doorsnede	809 kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	809 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30 21,8≤θ≤45
cot θ	2 hoek
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (horende max. dwarskracht)	1556 mm
fywd	478 Mpa
VRD,S	3954 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.20

Toetsing betonspanning	0.93 Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.30 Voldoet

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	1277140 kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	2034 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	366 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	366 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30 21,8≤θ≤45
cot θ	2 hoek
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (dwarskracht)	1556 mm
z (torsie)	3946 mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	3954 kN
VRD,max (torsie)	10028 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.09
Toetsing afschuiving door torsie	0.20
Totaal	0.30

W4HL400

Bijlage

F

Segment	5
Lengte	12 m
Gewicht	19.3 ton

Betonklasse	A	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; "toegepast Buiten	4	Voldoet
Nkabel; "toegepast Binnen	0	
Dwarswapening	12	rond
Materiaal	550	Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
yck	1.5	1.5	1.5	1.5
fd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen

Segment	5		
Ingevulde wanddikte	200		
	Voet	Top	
Buitendiameter	1377	922	mm
Buitentrek	4327	2895	mm
Wanddikte	200	200	mm
Binnendiameter	977	522	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	21.63	14.48	Verhouding
Oppervlak	739666	453344	mm2
Weerstandsmoment	191444716	68945897	mm3
Maximale moment	2915	kNm	
Maximale moment + 2de orde	3206	kNm	
Maximaal dwarskracht	443	kN	
Maximaal torsiemoment	707445	kNm	
Maximaal normaalkracht	387	kN	
Spanning tgv normaalkracht	0.5	N/mm2	
Spanning tgv moment	16.8	N/mm2	
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-17.3	Mpa	
Toelaatbare spanning	-36.7	Komende uit betonklasse	
Maximale trekspanning	16.3	MPa	
Toelaatbare trekspanning	0.0	MPa	

Voorspanning

Benodigde voorspanning ULS	16.3	Mpa
Benodigde voorspanning SLS	13	Mpa
Benodigde voorspankracht	12110	kN
Resulterende betonspanningen		
Trekzijde	0	Mpa
Drukzijde	-34	Mpa
Na relaxatie	-30	MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860	
Toelaatbare spanning	1200	MPa
Astreng	150	mm2
streng/kabel	19	
Akabel	2850	mm2
Benodigde voorspankracht	12110	kN
Nkabel; benodigd	4	
Nkabel; "toegepast Buiten	4	
Nkabel; "toegepast Binnen	0	
Ankerverdeling top		
Gegeven E6-19		
Randafstand ankers	230	mm
Minimale hoh-afstand ankers	300	mm
Anker cirkel buiten	462	mm
Anker cirkel binnen	-138	mm
Omtrek ankercirkel buiten	1450	mm
Omtrek ankercirkel binnen	-435	mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	4	
Aantal plaatsbare ankers binnenring	-1	

Afschuiving in wapening door dwarskracht (NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)

Max. dwarskracht in segment	443	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	440	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	440	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21.8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	1172	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	2979	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.15	0
	0	0

Toetsing betonspanning	0.83	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.25	Voldoet

Afschuiving in wapening door torsie

Maximaal torsie	707445	kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	1456	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	199	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	199	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21.8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (dwarskracht)	1172	mm
z (torsie)	3054	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	2979	kN
VRD,max (torsie)	7760	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.07	
Toetsing afschuiving door torsie	0.19	
Totaal	0.25	

W4HL400

Bijlage F

Segment	6	
Lengte	3.2 m	
Gewicht	4.5 ton	
Betonklasse	A	Voldoet niet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; 'toegepast Buiten	2	Voldoet
Nkabel; 'toegepast Binnen	0	
Dwarswapening	12 rond	
Materiaal	550 Fb550	
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D	
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105	
fck		55	70	80	90
yck		1.5	1.5	1.5	1.5
fcd		-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning		0	0	0	0

Optredende spanningen

Segment	6		
Ingevulde wanddikte	150		
	Voet	Top	
Buitendiameter	922	800	mm
Buitenomtrek	2895	2513	mm
Wanddikte	150	150	mm
Binnendiameter	622	500	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	19.30	16.76	Verhouding
Oppervlak	363570	306305	mm2
Weerstandsmoment	60929874	42595579	mm3
Maximale moment	209	kNm	
Maximale moment + 2de orde	230	kNm	
Maximaal dwarskracht	67	kN	
Maximaal torsiemoment	0	kNm	
Maximaal normaalkracht	72	kN	
Spanning tgv normaalkracht	0.1	N/mm2	
Spanning tgv moment	24.7	N/mm2	
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-24.8	Mpa	
Toelaatbare spanning	-36.7	Komende uit betonklasse	
Maximale trekspanning	24.7	MPa	
Toelaatbare trekspanning	0.0		

Afschuiving in wapening door dwarskracht

(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)

Max. dwarskracht in segment	67	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	66	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	66	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8sθ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	800	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	2033	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.03	

Toetsing betonspanning	1.24	Voldoet niet
Toetsing afschuiving in wand	0.08	Voldoet

Voorspanning

Benodigde voorspanning ULS	24.7	Mpa
Benodigde voorspanning SLS	20	Mpa
Benodigde voorspankracht	1943	kN
Resulterende betonspanningen		
Trekzijde	0	Mpa
Drukszijde	-50	Mpa
Na relaxatie	-45	MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860	
Toelaatbare spanning	1200	MPa
Astreng	150	mm2
streng/kabel	19	
Akabel	2850	mm2
Benodigde voorspankracht	1943	kN
Nkabel; benodigd	1	
Nkabel; 'toegepast Buiten	2	
Nkabel; 'toegepast Binnen	0	
Ankerverdeling top		
Gegeven E6-19		
Randafstand ankers	230	mm
Minimale hoh-afstand ankers	300	mm
Anker cirkel buiten	340	mm
Anker cirkel binnen	-260	mm
Omtrek ankercirkel buiten	1068	mm
Omtrek ankercirkel binnen	-817	mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	3	
Aantal plaatsbare ankers binnenring	-2	

Afschuiving in wapening door torsie

Maximaal torsie	0	kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	397	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8sθ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (dwarskracht)	800	mm
z (torsie)	2042	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	2033	kN
VRD,max (torsie)	5190	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00	
Toetsing afschuiving door torsie	0.08	
Totaal	0.08	

W4S350BijlageC

Segment 1
Lengte 12 m
Gewicht 67.5 ton

Betonklasse	A	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; `toegepast Buiten	12	Voldoet
Nkabel; `toegepast Binnen	4	
Dwarswapening	12	rond
Materiaal	550	Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen

Segment	1
Ingevulde wanddikte	450
	Voet Top
Buitendiameter	2200 1898 mm
Buitenomtrek	6912 5962 mm
Wanddikte	450 450 mm
Binnendiameter	1300 998 mm
Doorsnede	Hol Hol
Omtrek/dikte	15.36 13.25 Verhouding
Oppervlak	2474004 2046838 mm2
Weerstandsmoment	917911791 619804059 mm3
Maximale moment	15811 kNm
Maximale moment + 2de orde	17392 kNm
Maximaal dwarskracht	452 kN
Maximaal torsiemoment	0 kNm
Maximaal normaalkracht	2253 kN
Spanning tgv normaalkracht	0.9 N/mm2
Spanning tgv moment	19.0 N/mm2
2de orde effect verrekening	10%
Factor e.g	1.2
Maximale drukspanning	-19.9 Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7 Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	18.3 MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0 MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht

(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)

Max. dwarskracht in segment	452 kN
Max. dwarskracht / doorsnede	430 kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	430 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30 21,8≤θ≤45
cot θ	2 hoek
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (horende max. dwarskracht)	1899 mm
fywd	478 Mpa
VRD,S	4826 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.09

Toetsing betonspanning	0.95 Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.09 Voldoet

Voorspanning

Benodigde voorspanning ULS	18.3 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	13 Mpa
Benodigde voorspankracht	45185 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-38 Mpa
Na relaxatie	-35 MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	45185 kN
Nkabel; benodigd	14
Nkabel; `toegepast Buiten	12
Nkabel; `toegepast Binnen	4
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker circl buiten	1438 mm
Anker circl binnen	838 mm
Omtrek ankercircl buiten	4517 mm
Omtrek ankercircl binnen	2632 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	15
Aantal plaatsbare ankers binnenring	8

Afschuiving in wapening door torsie

Maximaal torsie	0 kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30 21,8≤θ≤45
cot θ	2 hoek
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (dwarskracht)	1899 mm
z (torsie)	1100 mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	4826 kN
VRD,max (torsie)	2794 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00
Toetsing afschuiving door torsie	0.00
Totaal	0.00

W4S350

Bijlage

C

Segment	2
Lengte	12 m
Gewicht	50.2 ton
Betonklasse	A
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; `toegepast Buiten	8 Voldoet
Nkabel; `toegepast Binnen	4
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5 Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	2		
Ingevulde wanddikte	400		
	Voet	Top	
Buitendiameter	1898	1596	mm
Buitenomtrek	5962	5013	mm
Wanddikte	400	400	mm
Binnendiameter	1098	796	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	14.91	12.53	Verhouding
Oppervlak	1882243	1502540	mm2
Weerstandsmoment	595943826	374216818	mm3
Maximale moment	10437		kNm
Maximale moment + 2de orde	11481		kNm
Maximaal dwarskracht	429		kN
Maximaal torsiemoment	0		kNm
Maximaal normaalkracht	1459		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.8		N/mm2
Spanning tgv moment	19.4		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-20.2		Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	18.8		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	429	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	388	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	388	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	1591	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	4043	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.10	

Toetsing betonspanning	0.96	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.10	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	18.8 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	13 Mpa
Benodigde voorspankracht	35319 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-39 Mpa
Na relaxatie	-35 MPa
Keuze voorspankabels	
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	35319 kN
Nkabel; benodigd	11
Nkabel; `toegepast Buiten	8
Nkabel; `toegepast Binnen	4
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	1136 mm
Anker cirkel binnen	536 mm
Omtrek ankercirkel buiten	3568 mm
Omtrek ankercirkel binnen	1683 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	11
Aantal plaatsbare ankers binnenring	5

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie	0	kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (dwarskracht)	1591	mm
z (torsie)	1257	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	4043	kN
VRD,max (torsie)	3194	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00	
Toetsing afschuiving door torsie	0.00	
Totaal	0.00	

W4S350

Bijlage

C

Segment	3	
Lengte	12 m	
Gewicht	30.6 ton	
Betonklasse	A FeP1860	Voldoet
Voorspananker		
Nkabel; 'toegepast Buiten		6 Voldoet
Nkabel; 'toegepast Binnen		2
Dwarswapening		12 rond
Materiaal	550 Fb550	
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck		55	70	80
γck		1.5	1.5	1.5
fcd		-36.7	-46.7	-53.3
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	3		
Ingevulde wanddikte	300		
	Voet	Top	
Buitendiameter	1596	1294	mm
Buitenomtrek	5013	4064	mm
Wanddikte	300	300	mm
Binnendiameter	996	694	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	16.71	13.55	Verhouding
Oppervlak	1221153	936375	mm2
Weerstandsmoment	338408263	194925224	mm3
Maximale moment	5434		kNm
Maximale moment + 2de orde	5977		kNm
Maximaal dwarskracht	387		kN
Maximaal torsiemoment	0		kNm
Maximaal normaalkracht	860		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.7		N/mm2
Spanning tgv moment	18.0		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-18.7		Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	17.5		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	387	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	380	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	380	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21.8sΘs45
cot Θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	1479	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	3759	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.10	

Toetsing betonspanning	0.88	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.10	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	17.5 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	12 Mpa
Benodigde voorspankracht	21138 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-36 Mpa
Na relaxatie	-32 MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	21138 kN
Nkabel; benodigd	7
Nkabel; `toegepast Buiten	6
Nkabel; `toegepast Binnen	2
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	834 mm
Anker cirkel binnen	234 mm
Omtrek ankercirkel buiten	2619 mm
Omtrek ankercirkel binnen	734 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	8
Aantal plaatsbare ankers binnenring	2

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	0 kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30
cot Θ	2
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (dwarskracht)	1479 mm
z (torsie)	1571 mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	3759 kN
VRD,max (torsie)	3992 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00
Toetsing afschuiving door torsie	0.00
Totaal	0.00

W4S350

Bijlage

C

Segment	4
Lengte	12 m
Gewicht	20.8 ton
Betonklasse	A
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; `toegepast Buiten	4
Nkabel; `toegepast Binnen	0
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5
	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen	0		
Segment	4		
Ingevulde wanddikte	250		
	Voet	Top	
Buitendiameter	1294	991 mm	
Buitenomtrek	4064	3114 mm	
Wanddikte	250	250 mm	
Binnendiameter	794	491 mm	
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	16.25	12.46	Verhouding
Oppervlak	819583	582268	mm2
Weerstandsmoment	182390015	89881168	mm3
Maximale moment	1811	kNm	
Maximale moment + 2de orde	1992	kNm	
Maximaal dwarskracht	268	kN	
Maximaal torsiemoment	0	kNm	
Maximaal normaalkracht	455	kN	
Spanning tgv normaalkracht	0.6	N/mm2	
Spanning tgv moment	11.0	N/mm2	
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-11.6	Mpa	
Toelaatbare spanning	-36.7	Komende uit betonklasse	
Maximale trekspanning	10.6	MPa	
Toelaatbare trekspanning	0.0	MPa	

Afschuiving in wapening door dwarskracht	(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	268 kN
Max. dwarskracht / doorsnede	266 kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	266 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30 21,8≤θ≤45
cot θ	2 hoek
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (horende max. dwarskracht)	1255 mm
fywd	478 Mpa
VRD,S	3189 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.08

Toetsing betonspanning	0.55 Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.08 Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	10.6 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	7 Mpa
Benodigde voorspankracht	8643 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-22 Mpa
Na relaxatie	-20 MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	8643 kN
Nkabel; benodigd	3
Nkabel; `toegepast Buiten	4
Nkabel; `toegepast Binnen	0
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	531 mm
Anker cirkel binnen	-69 mm
Omtrek ankercirkel buiten	1669 mm
Omtrek ankercirkel binnen	-216 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	5
Aantal plaatsbare ankers binnenring	0

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	0 kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsned	0 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30 21,8≤θ≤45
cot θ	2 hoek
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (dwarskracht)	1255 mm
z (torsie)	1728 mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	3189 kN
VRD,max (torsie)	4391 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00
Toetsing afschuiving door torsie	0.00
Totaal	0.00

W4S350

Bijlage

C

Segment	5
Lengte	7.6 m
Gewicht	9.9 ton
Betonklasse	A Voldoet
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; `toegepast Buiten	2 Voldoet
Nkabel; `toegepast Binnen	0
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5 Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	5		
Ingevulde wanddikte	200		
	Voet	Top	
Buitendiameter	991	800	mm
Buitentrek	3114	2513	mm
Wanddikte	200	200	mm
Binnendiameter	591	400	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	15.57	12.57	Verhouding
Oppervlak	497230	376991	mm2
Weerstandsmoment	83542625	47123890	mm3
Maximale moment	127		kNm
Maximale moment + 2de orde	139		kNm
Maximaal dwarskracht	24		kN
Maximaal torsiemoment	0		kNm
Maximaal normaalkracht	121		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.2		N/mm2
Spanning tgv moment	1.7		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-2.0		Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	1.5		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	24	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	24	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	24	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	975	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	2478	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.01	0
	0	0
	0	0

Toetsing betonspanning	0.09	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.01	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	1.5 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	1 Mpa
Benodigde voorspankracht	749 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-3 Mpa
Na relaxatie	-3 MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	749 kN
Nkabel; benodigd	1
Nkabel; `toegepast Buiten	2
Nkabel; `toegepast Binnen	0
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	340 mm
Anker cirkel binnen	-260 mm
Omtrek ankercirkel buiten	1068 mm
Omtrek ankercirkel binnen	-817 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	3
Aantal plaatsbare ankers binnenring	-2

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie	0	kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21.8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm ²
s	200	mm
z (dwarskracht)	975	mm
z (torsie)	1885	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	2478	kN
VRD,max (torsie)	4790	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00	
Toetsing afschuiving door torsie	0.00	
Totaal	0.00	

W4S400

Bijlage E

Segment	1	
Lengte	12 m	
Gewicht	80.8 ton	
Betonklasse	A	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; 'toegepast Buiten	12	Voldoet
Nkabel; 'toegepast Binnen	8	
Dwarswapening	12	rond
Materiaal	550	Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	1		
Ingevulde wanddikte	500		
	Voet	Top	
Buitendiameter	2400	2097	mm
Buitenomtrek	7540	6587	mm
Wanddikte	500	500	mm
Binnendiameter	1400	1097	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	15.08	13.17	Verhouding
Oppervlak	2984513	2508063	mm2
Weerstandsmoment	1200022944	837162843	mm3
Maximale moment	20789		kNm
Maximale moment + 2de orde	22868		kNm
Maximaal dwarskracht	523		kN
Maximaal torsiemoment	0		kNm
Maximaal normaalkracht	2974		kN
Spanning tgv normaalkracht	1.0		N/mm2
Spanning tgv moment	19.3		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-20.3		Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	18.6		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	523	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	499	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	499	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2104	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	5347	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.09	

Toetsing betonspanning	0.96	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.09	Voldoet

voorspanning		
Benodigde voorspanning ULS		18.6 Mpa
Benodigde voorspanning SLS		13 Mpa
Benodigde voorspankracht		54643 kN
Resulterende betonspanningen		
Trekzijde		0 Mpa
Drukzijde		-39 Mpa
Na relaxatie		-35 MPa
Keuze voorspankabels		
Toelaatbare spanning	FeP1860	1200 MPa
Astreng		150 mm2
streng/kabel		19
Akabel		2850 mm2
Benodigde voorspankracht		54643 kN
Nkabel; benodigd		
Nkabel; `toegepast Buiten		12
Nkabel; `toegepast Binnen		8
Ankerverdeling top		
Gegeven E6-19		
Randafstand ankers		230 mm
Minimale hoh-afstand ankers		300 mm
Anker cirkel buiten		1637 mm
Anker cirkel binnen		1037 mm
Omtrek ankercirkel buiten		5142 mm
Omtrek ankercirkel binnen		3257 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring		17
Aantal plaatsbare ankers binnenring		10

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie	0	kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (dwarskracht)	2104	mm
z (torsie)	942	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	5347	kN
VRD,max (torsie)	2395	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00	
Toetsing afschuiving door torsie	0.00	
Totaal	0.00	

W4S400

Bijlage E

Segment2

Lengte12 m

Gewicht62.1 ton

BetonklasseA

Volddoet

VoorspankerFeP1860

Nkabel; `toegepast Buiten10

Volddoet

Nkabel; `toegepast Binnen6

Dwarswapening12 rond

Materiaal550 Fb550

Aantal ringbeugels/meter hoogte5

Volddoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Otpredende spanningen			
Segment	2		
Ingevulde wanddikte	450		
	Voet	Top	
Buitendiameter	2097	1793	mm
Buitentotrek	6587	5634	mm
Wanddikte	450	450	mm
Binnendiameter	1197	893	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	14.64	12.52	Verhouding
Oppervlak	2327942	1899137	mm2
Weerstandsmoment	808869668	531377409	mm3
Maximale moment	14662		kNm
Maximale moment + 2de orde	16128		kNm
Maximaal dwarskracht	498		kN
Maximaal torsiemoment	0		kNm
Maximaal normaalkracht	2023		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.9		N/mm2
Spanning tgv moment	20.0		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-20.8		Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	19.3		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	498	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	477	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	477	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21.8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	1832	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	4656	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.10	

Toetsing betonspanning	0.98	Volddoet
Toetsing afschuiving in wand	0.10	Volddoet

Voorspanning		
Benodigde voorspanning ULS	19.3	Mpa
Benodigde voorspanning SLS	13	Mpa
Benodigde voorspankracht	44921	kN
Resulterende betonspanningen		
Trekzijde	0	Mpa
Drukzijde	-40	Mpa
Na relaxatie	-36	MPa
Keuze voorspankabels		
Toelaatbare spanning	FeP1860	1200 MPa
Astreng	150	mm2
streng/kabel	19	
Akabel	2850	mm2
Benodigde voorspankracht	44921	kN
Nkabel; benodigd	14	
Nkabel; `toegepast Buiten	10	
Nkabel; `toegepast Binnen	6	
Ankerverdeling top		
Gegeven E6-19		
Randafstand ankers	230	mm
Minimale hoh-afstand ankers	300	mm
Anker circl buiten	1333	mm
Anker circl binnen	733	mm
Omtrek ankercircl buiten	4189	mm
Omtrek ankercircl binnen	2304	mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	13	
Aantal plaatsbare ankers binnenring	7	

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie	0	kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8°≤45°
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm²
s	200	mm
z (dwarskracht)	1832	mm
z (torsie)	1100	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	4656	kN
VRD,max (torsie)	2794	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00	
Toetsing afschuiving door torsie	0.00	
Totaal	0.00	

E

Betonklasse	A	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; 'toegepast Buiten	9	Voldoet
Nkabel; 'toegepast Binnen	2	
Dwarswapening	12	rond
Materiaal	550	Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A C55/67	B C70/85	C C80/95	D C90/105
fck	55	70	80	90
yck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Segment	3		
Ingevoelde wanddikte	400		
	Voet	Top	
Buitendiameter	1793	1490	mm
Buitenomtrek	5634	4681	mm
Wanddikte	400	400	mm
Binnendiameter	993	690	mm
Doorsnede			
Omtrek/dikte	14.09	11.70	Verhouding
Oppervlak	1750954	1369794	mm ²
Weerstandsmoment	512942173	309849332	mm ³
Maximale moment	8872	kNm	
Maximale moment + 2de orde	9759	kNm	
Maximaal dwarskracht	452	kN	
Maximaal torsiemoment	0	kNm	
Maximaal normaalkracht	1282	kN	
Spanning tgv normaalkracht	0.7	N/mm ²	
Spanning tgv moment	19.1	N/mm ²	
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-19.8	Mpa	
Toelaatbare spanning	-36.7	Komende uit betonklasse	
Maximale trekspanning	18.5	MPa	
Toelaatbare trekspanning	0.0	MPa	

Max. dwarskracht in segment	452	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	434	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	434	mm
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8sθs45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	1576	mm
fywd	478	Mpa
VRD.S	4005	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.11	

Toetsing betonspanning	0.94	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.11	Voldoet

Benodigde voorspanning ULS	18.5	Mpa
Benodigde voorspanning SLS	13	Mpa
Benodigde voorspankracht	32387	kN
Resulterende betonspanningen		
Trekzijde	0	Mpa
Drukzijde	-38	Mpa
Na relaxatie	-35	Mpa
Keuze voorspankabels		
FeP1860		
Toelaatbare spanning	1200	Mpa
Astreng	150	mm2
streng/kabel	19	
Akabel	2850	mm2
Benodigde voorspankracht	32387	kN
Nkabel; benodigd		
Nkabel; toegepast Buiten	10	
Nkabel; toegepast Binnen	9	
Nkabel; toegepast Binnen	2	
Ankerverdeling top		
Gegeven E6-19		
Randaafstand ankers	230	mm
Minimale hoh-afstand ankers	300	mm
Anker circel buiten	1030	mm
Anker circel binnen	430	mm
Omtrek ankercircel buiten	3236	mm
Omtrek ankercircel binnen	1351	mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	10	
Aantal plaatsbare ankers binnenring	4	

Maximaal torsie	0	kNmm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8°≤45°
cot Ø	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (dwarskracht)	1576	mm
z (torsie)	1257	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	4005	kN
VRD,max (torsie)	3194	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00	
Toetsing afschuiving door torsie	0.00	
Totaal	0.00	

W4S400

Bijlage E

Segment	4
Lengte	12 m
Gewicht	28.6 ton
Betonklasse	A
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; `toegepast Buiten	6
Nkabel; `toegepast Binnen	1
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5
	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen	0		
Segment	4		
Ingevulde wanddikte	300		
	Voet	Top	
Buitendiameter	1490	1187	mm
Buitenomtrek	4681	3728	mm
Wanddikte	300	300	mm
Binnendiameter	890	587	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	15.60	12.43	Verhouding
Oppervlak	1121593	835723	mm2
Weerstandsmoment	283440330	154276002	mm3
Maximale moment	4018	kNm	
Maximale moment + 2de orde	4420	kNm	
Maximaal dwarskracht	316	kN	
Maximaal torsiemoment	0	kNm	
Maximaal normaalkracht	693	kN	
Spanning tgv normaalkracht	0.6	N/mm2	
Spanning tgv moment	15.7	N/mm2	
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-16.3	Mpa	
Toelaatbare spanning	-36.7	Komende uit betonklasse	
Maximale trekspanning	15.2	MPa	
Toelaatbare trekspanning	0.0	MPa	

Afschuiving in wapening door dwarskracht	(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	316
Max. dwarskracht / doorsnede	304
Maximale optredende afschuiving in de wand	304
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30 21,8≤θ≤45
cot θ	2
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113
s	200
z (horende max. dwarskracht)	1320
fywd	478
VRD,S	3355
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.09

Toetsing betonspanning	0.77
Toetsing afschuiving in wand	0.09

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	15.2
Benodigde voorspanning SLS	10
Benodigde voorspankracht	17004
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0
Drukzijde	-31
Na relaxatie	-28
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200
Astreng	150
streng/kabel	19
Akabel	2850
Benodigde voorspankracht	17004
Nkabel; benodigd	5
Nkabel; `toegepast Buiten	6
Nkabel; `toegepast Binnen	1
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230
Minimale hoh-afstand ankers	300
Anker cirkel buiten	727
Anker cirkel binnen	127
Omtrek ankercirkel buiten	2283
Omtrek ankercirkel binnen	398
Aantal plaatsbare ankers buitenring	7
Aantal plaatsbare ankers binnenring	1

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	0
Maximaal afschuiving torsie / doorsned	0
Maximaal dwarskracht bij torsie	0
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30 21,8≤θ≤45
cot θ	2
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113
s	200
z (dwarskracht)	1320
z (torsie)	1571
fywd	478
VRD,max (dwarskracht)	3355
VRD,max (torsie)	3992
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00
Toetsing afschuiving door torsie	0.00
Totaal	0.00

Bijlage E

Keuze Betonklasse	A C55/67	B C70/85	C C80/95	D C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Segment	5		
Ingevulde wanddikte	200		
	Voet	Top	
Buitendiameter	1187	883	mm
Buitenomtrek	3728	2775	mm
Wanddikte	200	200	mm
Binnendiameter	787	483	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	18.64	13.88	Verhouding
Oppervlak	619981	429401	mm ²
Weerstandsmoment	132387879	61615798	mm ³
Maximale moment	1062	kNm	
Maximale moment + 2de orde	1168	kNm	
Maximaal dwarskracht	171	kN	
Maximaal torsiemoment	0	kNm	
Maximaal normaalkracht	305	kN	
Spanning tgv normaalkracht	0.5	N/mm ²	
Spanning tgv moment	8.9	N/mm ²	
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-9.4	Mpa	
Toelaatbare spanning	-36.7	Komende uit betonklasse	
Maximale trekspanning	8.4	MPa	
Toelaatbare trekspanning	0.0	MPa	

Benodigde voorspanning ULS	8.4	Mpa
Benodigde voorspanning SLS	6	Mpa
Benodigde voorspankracht	5257	kN
Resulterende betonspanningen		
Trekzijde	0	Mpa
Drukzijde	-18	Mpa
Na relaxatie	-15	MPa
Keuze voorspankabels		
FeP1860		
Toelaatbare spanning	1200	MPa
Astreng	150	mm2
streng/kabel	19	
Akabel	2850	mm2
Benodigde voorspankracht	5257	kN
Nkabel; benodigd	2	
Nkabel; 'toegepast Buiten	4	
Nkabel; 'toegepast Binnen	1	
Angeverdeling top		
Gegeven E6-19		
Randafstand ankers	230	mm
Minimale hoh-afstand ankers	300	mm
Anker circel buiten	423	mm
Anker circel binnen	-177	mm
Omtrek ankercirkel buiten	1330	mm
Omtrek ankercirkel binnen	-555	mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	4	
Aantal plaatsbare ankers binnenring	-1	

Max. dwarskracht in segment	171	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	162	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	162	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	1048	mm
fywd	478	MPa
VRD,S	2663	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.06	
	0	0

Toetsing betonspanning	0.42 Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.06 Voldoet

Maximaal torsi	0	kNm
Maximaal afschuiving torsi / doorsned	0	kN
Maximaal dwarskracht bij torsi	0	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonal	30	21,85°/45°
cot Θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm ²
s	200	mm
z (dwarskracht)	1048	mm
z (torsi)	1885	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	2663	kN
VRD,max (torsi)	4790	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00	
Toetsing afschuiving door torsi	0.00	
Totaal	0.00	

W4S400

Bijlage E

Segment	6	
Lengte	3.3 m	
Gewicht	4.3 ton	
Betonklasse	A FeP1860	Voldoet
Voorspananker		
Nkabel; `toegepast Buiten		3 Voldoet
Nkabel; `toegepast Binnen		0
Dwarswapening		12 rond
Materiaal		550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte		5 Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck		55	70	80
γck		1.5	1.5	1.5
fcd		-36.7	-46.7	-53.3
Trekspanning		0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	6		
Ingevulde wanddikte	150		
	Voet	Top	
Buitendiameter	883	800	mm
Buitenomtrek	2775	2513	mm
Wanddikte	150	150	mm
Binnendiameter	583	500	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	18.50	16.76	Verhouding
Oppervlak	345612	306305	mm2
Weerstandsmoment	54809909	42595579	mm3
Maximale moment	47		kNm
Maximale moment + 2de orde	51		kNm
Maximaal dwarskracht	20		kN
Maximaal torsiemoment	0		kNm
Maximaal normaalkracht	55		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.1		N/mm2
Spanning tgv moment	15.7		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-15.7		Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	15.6		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	20	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	20	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	20	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8sθ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	872	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	2216	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.01	

Toetsing betonspanning	0.75	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.01	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	15.6
Benodigde voorspanning SLS	11
Benodigde voorspankracht	425
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0
Drukzijde	-31
Na relaxatie	-27
Keuze voorspankabels	
Toelaatbare spanning	1200
Astreng	150
streng/kabel	19
Akabel	2850
Benodigde voorspankracht	425
Nkabel; benodigd	
Nkabel; `toegepast Buiten	3
Nkabel; `toegepast Binnen	0
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230
Minimale hoh-afstand ankers	300
Anker cirkel buiten	340
Anker cirkel binnen	-260
Omtrek ankercirkel buiten	1068
Omtrek ankercirkel binnen	-817
Aantal plaatsbare ankers buitenring	3
Aantal plaatsbare ankers binnenring	-2

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	0
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0
Maximaal dwarskracht bij torsie	0
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30
cot θ	2
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113
s	200
z (dwarskracht)	872
z (torsie)	2042
fywd	478
VRD,max (dwarskracht)	2216
VRD,max (torsie)	5190
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00
Toetsing afschuiving door torsie	0.00
Totaal	0.00

W4S450

Bijlage

G

Segment	1
Lengte	12 m
Gewicht	99.0 ton
Betonklasse	A
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; `toegepast Buiten	12
Nkabel; `toegepast Binnen	8
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5
	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	1		
Ingevulde wanddikte	500		
	Voet	Top	
Buitendiameter	2800	2463	mm
Buitenomtrek	8796	7737	mm
Wanddikte	500	500	mm
Binnendiameter	1800	1463	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	17.59	15.47	Verhouding
Oppervlak	3612832	3083350	mm2
Weerstandsmoment	1787061321	1284162939	mm3
Maximale moment	26979		kNm
Maximale moment + 2de orde	29677		kNm
Maximaal dwarskracht	606		kN
Maximaal torsiemoment	0		kNm
Maximaal normaalkracht	3769		kN
Spanning tgv normaalkracht	1.0		N/mm2
Spanning tgv moment	17.0		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-18.1		Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	16.3		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	606	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	578	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	578	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2470	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	6277	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.09	

Toetsing betonspanning	0.86	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.09	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	16.3
Benodigde voorspanning SLS	11
Benodigde voorspankracht	57171
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0
Drukzijde	-34
Na relaxatie	-32
Keuze voorspankabels	
Toelaatbare spanning	1200
Astreng	150
streng/kabel	19
Akabel	2850
Benodigde voorspankracht	57171
Nkabel; benodigd	
Nkabel; `toegepast Buiten	17
Nkabel; `toegepast Binnen	12
	8
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230
Minimale hoh-afstand ankers	300
Anker circl buiten	2003
Anker circl binnen	1403
Omtrek ankercircl buiten	6292
Omtrek ankercircl binnen	4407
Aantal plaatsbare ankers buitenring	20
Aantal plaatsbare ankers binnenring	14

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	0
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0
Maximaal dwarskracht bij torsie	0
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30
cot θ	2
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113
s	200
z (dwarskracht)	2470
z (torsie)	942
fywd	478
VRD,max (dwarskracht)	6277
VRD,max (torsie)	2395
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00
Toetsing afschuiving door torsie	0.00
Totaal	0.00

W4S450

Bijlage

G

Segment	2
Lengte	12 m
Gewicht	77.0 ton
Betonklasse	A
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; `toegepast Buiten	10
Nkabel; `toegepast Binnen	6
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5
	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen				
Segment	2			
Ingevulde wanddikte	450			
	Voet	Top		
Buitendiameter	2463	2126	mm	
Buitenomtrek	7737	6679	mm	
Wanddikte	450	450	mm	
Binnendiameter	1563	1226	mm	
Doorsnede	Hol	Hol		
Omtrek/dikte	17.19	14.84	Verhouding	
Oppervlak	2845701	2369167	mm2	
Weerstandsmoment	1228887464	838895536	mm3	
Maximale moment	19840		kNm	
Maximale moment + 2de orde	21824		kNm	
Maximaal dwarskracht	576		kN	
Maximaal torsiemoment	0		kNm	
Maximaal normaalkracht	2603		kN	
Spanning tgv normaalkracht	0.9		N/mm2	
Spanning tgv moment	17.8		N/mm2	
2de orde effect verrekening	10%			
Factor e.g	1.2			
Maximale drukspanning	-18.7		Mpa	
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse	
Maximale trekspanning	17.1		MPa	
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa	

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	576	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	548	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	548	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2130	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	5413	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.10	

Toetsing betonspanning	0.89	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.10	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	17.1 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	12 Mpa
Benodigde voorspankracht	48664 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukszijde	-36 Mpa
Na relaxatie	-33 MPa
Keuze voorspankabels	
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	48664 kN
Nkabel; benodigd	15
Nkabel; `toegepast Buiten	10
Nkabel; `toegepast Binnen	6
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	1666 mm
Anker cirkel binnen	1066 mm
Omtrek ankercirkel buiten	5233 mm
Omtrek ankercirkel binnen	3348 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	17
Aantal plaatsbare ankers binnenring	11

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	0 kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30
cot θ	2
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113
s	200
z (dwarskracht)	2130
z (torsie)	1100
fywd	478
VRD,max (dwarskracht)	5413
VRD,max (torsie)	2794
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00
Toetsing afschuiving door torsie	0.00
Totaal	0.00

W4S450

Bijlage

G

Segment	3	
Lengte	12 m	
Gewicht	57.5 ton	
Betonklasse	A FeP1860	Voldoet
Voorspanker		
Nkabel; `toegepast Buiten		10 Voldoet
Nkabel; `toegepast Binnen		4
Dwarswapening		12 rond
Materiaal	550	Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck		55	70	80
γck		1.5	1.5	1.5
fcd		-36.7	-46.7	-53.3
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	3		
Ingevulde wanddikte	400		
	Voet	Top	
Buitendiameter	2126	1789	mm
Buitenomtrek	6679	5620	mm
Wanddikte	400	400	mm
Binnendiameter	1326	989	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	16.70	14.05	Verhouding
Oppervlak	2168758	1745172	mm2
Weerstandsmoment	800472944	509441345	mm3
Maximale moment	13054		kNm
Maximale moment + 2de orde	14359		kNm
Maximaal dwarskracht	546		kN
Maximaal torsiemoment	0		kNm
Maximaal normaalkracht	1697		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.8		N/mm2
Spanning tgv moment	18.1		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-18.9		Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	17.5		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	546	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	495	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	495	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21.8sθs45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	1790	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	4549	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.11	

Toetsing betonspanning	0.89	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.11	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	17.5 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	12 Mpa
Benodigde voorspankracht	37775 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-36 Mpa
Na relaxatie	-33 Mpa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	37775 kN
Nkabel; benodigd	12
Nkabel; `toegepast Buiten	10
Nkabel; `toegepast Binnen	4
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	1329 mm
Anker cirkel binnen	729 mm
Omtrek ankercirkel buiten	4174 mm
Omtrek ankercirkel binnen	2289 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	13
Aantal plaatsbare ankers binnenring	7

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	0 kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30
cot θ	2
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (dwarskracht)	1790 mm
z (torsie)	1257 mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	4549 kN
VRD,max (torsie)	3194 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00
Toetsing afschuiving door torsie	0.00
Totaal	0.00

W4S450

Bijlage

G

Segment	4
Lengte	12 m
Gewicht	36.4 ton
Betonklasse	A
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; `toegepast Buiten	8
Nkabel; `toegepast Binnen	2
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5
	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen	0		
Segment	4		
Ingevulde wanddikte	300		
	Voet	Top	
Buitendiameter	1789	1452	mm
Buitenomtrek	5620	4561	mm
Wanddikte	300	300	mm
Binnendiameter	1189	852	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	18.73	15.20	Verhouding
Oppervlak	1403127	1085438	mm2
Weerstandsmoment	452295265	264759799	mm3
Maximale moment	6882	kNm	
Maximale moment + 2de orde	7570	kNm	
Maximaal dwarskracht	493	kN	
Maximaal torsiemoment	0	kNm	
Maximaal normaalkracht	1010	kN	
Spanning tgv normaalkracht	0.7	N/mm2	
Spanning tgv moment	16.9	N/mm2	
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-17.7	Mpa	
Toelaatbare spanning	-36.7	Komende uit betonklasse	
Maximale trekspanning	16.4	MPa	
Toelaatbare trekspanning	0.0	MPa	

Afschuiving in wapening door dwarskracht	(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	493 kN
Max. dwarskracht / doorsnede	491 kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	491 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30 21,8≤θ≤45
cot θ	2 hoek
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (horende max. dwarskracht)	1750 mm
fywd	478 Mpa
VRD,S	4447 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.11

Toetsing betonspanning	0.83 Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.11 Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	16.4 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	11 Mpa
Benodigde voorspankracht	22877 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-34 Mpa
Na relaxatie	-30 MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	22877 kN
Nkabel; benodigd	7
Nkabel; `toegepast Buiten	8
Nkabel; `toegepast Binnen	2
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	992 mm
Anker cirkel binnen	392 mm
Omtrek ankercirkel buiten	3115 mm
Omtrek ankercirkel binnen	1231 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	10
Aantal plaatsbare ankers binnenring	4

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	0 kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsned	0 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30 21,8≤θ≤45
cot θ	2 hoek
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (dwarskracht)	1750 mm
z (torsie)	1571 mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	4447 kN
VRD,max (torsie)	3992 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00
Toetsing afschuiving door torsie	0.00
Totaal	0.00

W4S450

Bijlage

G

Segment	5
Lengte	12 m
Gewicht	19.8 ton
Betonklasse	A Voldoet
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; `toegepast Buiten	4 Voldoet
Nkabel; `toegepast Binnen	1
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5 Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	5		
Ingevulde wanddikte	200		
	Voet	Top	
Buitendiameter	1452	1115	mm
Buitentrek	4561	3502	mm
Wanddikte	200	200	mm
Binnendiameter	1052	715	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	22.80	17.51	Verhouding
Oppervlak	786457	574664	mm2
Weerstandsmoment	217611459	112976275	mm3
Maximale moment	2498		kNm
Maximale moment + 2de orde	2748		kNm
Maximaal dwarskracht	342		kN
Maximaal torsiemoment	0		kNm
Maximaal normaalkracht	525		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.7		N/mm2
Spanning tgv moment	12.9		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-13.6		Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	12.2		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	342	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	342	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	342	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	1430	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	3634	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.09	0
	0	0

Toetsing betonspanning	0.63	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.09	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	12.2 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	8 Mpa
Benodigde voorspankracht	9639 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-26 Mpa
Na relaxatie	-23 MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	9639 kN
Nkabel; benodigd	3
Nkabel; `toegepast Buiten	4
Nkabel; `toegepast Binnen	1
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	655 mm
Anker cirkel binnen	55 mm
Omtrek ankercirkel buiten	2057 mm
Omtrek ankercirkel binnen	172 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	6
Aantal plaatsbare ankers binnenring	0

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie	0	kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	$21.8 \leq \theta \leq 45$
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm ²
s	200	mm
z (dwarskracht)	1430	mm
z (torsie)	1885	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	3634	kN
VRD,max (torsie)	4790	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00	
Toetsing afschuiving door torsie	0.00	
Totaal	0.00	

W4S450

Bijlage

G

Segment	6	
Lengte	11.2 m	
Gewicht	14.5 ton	
Betonklasse	A	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; `toegepast Buiten	3	Voldoet
Nkabel; `toegepast Binnen	0	
Dwarswapening	12	rond
Materiaal	550	Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck		55	70	80
γck		1.5	1.5	1.5
fcd		-36.7	-46.7	-53.3
Trekspanning		0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	6		
Ingevulde wanddikte	150		
	Voet	Top	
Buitendiameter	1115	800	mm
Buitenontrek	3502	2513	mm
Wanddikte	150	150	mm
Binnendiameter	815	500	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	23.34	16.76	Verhouding
Oppervlak	454560	306305	mm2
Weerstandsmoment	97159943	42595579	mm3
Maximale moment	272		kNm
Maximale moment + 2de orde	299		kNm
Maximaal dwarskracht	35		kN
Maximaal torsiemoment	0		kNm
Maximaal normaalkracht	176		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.4		N/mm2
Spanning tgv moment	16.9		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-17.3		Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	16.6		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	35	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	35	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	35	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8sθ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	1090	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	2770	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.01	

Toetsing betonspanning	0.83	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.01	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	16.6
Benodigde voorspanning SLS	11
Benodigde voorspankracht	1290
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0
Drukzijde	-34
Na relaxatie	-30
Keuze voorspankabels	
Toelaatbare spanning	FeP1860
Astreng	1200
streng/kabel	150
Akabel	19
Benodigde voorspankracht	2850
	1290
Nkabel; benodigd	1
Nkabel; `toegepast Buiten	3
Nkabel; `toegepast Binnen	0
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230
Minimale hoh-afstand ankers	300
Anker cirkel buiten	340
Anker cirkel binnen	-260
Omtrek ankercirkel buiten	1068
Omtrek ankercirkel binnen	-817
Aantal plaatsbare ankers buitenring	3
Aantal plaatsbare ankers binnenring	-2

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	0
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0
Maximaal dwarskracht bij torsie	0
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30
cot θ	2
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113
s	200
z (dwarskracht)	1090
z (torsie)	2042
fywd	478
VRD,max (dwarskracht)	2770
VRD,max (torsie)	5190
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00
Toetsing afschuiving door torsie	0.00
Totaal	0.00

W6HL400

Bijlage J

Segment	1	
Lengte	12 m	
Gewicht	130.0 ton	
Betonklasse	B	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; 'toegepast Buiten	25	Voldoet
Nkabel; 'toegepast Binnen	8	
Dwarswapening	12	rond
Materiaal	550	Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D	
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105	
fck		55	70	80	90
yck		1.5	1.5	1.5	1.5
fcd		-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning		0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	1		
Ingevulde wanddikte	500		
	Voet	Top	
Buitendiameter	3500	2954	mm
Buitenomtrek	10996	9279	mm
Wanddikte	500	500	mm
Binnendiameter	2500	1954	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	21.99	18.56	Verhouding
Oppervlak	4712389	3854146	mm2
Weerstandsmoment	3113542719	2045500477	mm3
Maximale moment	64856		kNm
Maximale moment + 2de orde	71341		kNm
Maximaal dwarskracht	1676		kN
Maximaal torsiemoment	3993683		kNmm
Maximaal normaalkracht	4325		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.9		N/mm2
Spanning tgv moment	24.1		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-25.0		Mpa
Toelaatbare spanning	-46.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	23.4		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	1676	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	1665	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	1665	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2947	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	7488	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.22	

Toetsing betonspanning	0.94	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.27	Voldoet

voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	23.4 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	24 Mpa
Benodigde voorspankracht	104732 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-48 Mpa
Na relaxatie	-44 MPa
Keuze voorspankabels	
Toelaatbare spanning	FeP1860 1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	104732 kN
Nkabel; benodigd	
Nkabel; `toegepast Buiten	31
Nkabel; `toegepast Binnen	25
	8
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker circl buiten	2494 mm
Anker circl binnen	1894 mm
Omtrek ankercircl buiten	7834 mm
Omtrek ankercircl binnen	5949 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	26
Aantal plaatsbare ankers binnenring	19

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie	3993683	kNmm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	3265	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	754	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	754	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (dwarskracht)	2947	mm
z (torsie)	7686	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	7488	kN
VRD,max (torsie)	19533	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.10	
Toetsing afschuiving door torsie	0.17	
Totaal	0.27	

W6HL400

Bijlage

J

Segment	2
Lengte	12 m
Gewicht	90.7 ton
Betonklasse	B
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; `toegepast Buiten	18
Nkabel; `toegepast Binnen	8
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5
	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	2		
Ingevulde wanddikte	450		
	Voet	Top	
Buitendiameter	2954	2407	mm
Buitentrek	9279	7563	mm
Wanddikte	450	450	mm
Binnendiameter	2054	1507	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	20.62	16.81	Verhouding
Oppervlak	3539417	2766999	mm2
Weerstandsmoment	1938490433	1159021738	mm3
Maximale moment	44063		kNm
Maximale moment + 2de orde	48470		kNm
Maximaal dwarskracht	1665		kN
Maximaal torsiemoment	3993683		kNm
Maximaal normaalkracht	2795		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.8		N/mm2
Spanning tgv moment	25.4		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-26.2		Mpa
Toelaatbare spanning	-46.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	24.8		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	1665	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	1655	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	1655	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21.8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2407	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	6116	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.27	

Toetsing betonspanning	0.97	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.38	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	24.8 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	25 Mpa
Benodigde voorspankracht	87204 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-51 Mpa
Na relaxatie	-45 MPa
Keuze voorspankabels	
Toelaatbare spanning	FeP1860 1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	87204 kN
Nkabel; benodigd	26
Nkabel; `toegepast Buiten	18
Nkabel; `toegepast Binnen	8
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	1947 mm
Anker cirkel binnen	1347 mm
Omtrek ankercirkel buiten	6117 mm
Omtrek ankercirkel binnen	4233 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	20
Aantal plaatsbare ankers binnenring	14

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	3993683 kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	4082 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	749 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	749 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30
cot θ	2
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (dwarskracht)	2407 mm
z (torsie)	6147 mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	6116 kN
VRD,max (torsie)	15621 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.12
Toetsing afschuiving door torsie	0.26
Totaal	0.38

W6HL400

Bijlage J

Segment	3	
Lengte	12 m	
Gewicht	62.7 ton	
Betonklasse	B	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; 'toegepast Buiten	12	Voldoet
Nkabel; 'toegepast Binnen	6	
Dwarswapening	12 rond	
Materiaal	550 Fb550	
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck		55	70	80
γck		1.5	1.5	1.5
fcd		-36.7	-46.7	-53.3
Trekspanning		0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	3		
Ingevulde wanddikte	400		
	Voet	Top	
Buitendiameter	2407	1861	mm
Buitenomtrek	7563	5846	mm
Wanddikte	400	400	mm
Binnendiameter	1607	1061	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	18.91	14.62	Verhouding
Oppervlak	2522386	1835792	mm2
Weerstandsmoment	1097353430	565808934	mm3
Maximale moment	24462		kNm
Maximale moment + 2de orde	26908		kNm
Maximaal dwarskracht	1526		kN
Maximaal torsiemoment	3993683		kNmm
Maximaal normaalkracht	1709		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.7		N/mm2
Spanning tgv moment	24.9		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-25.6		Mpa
Toelaatbare spanning	-46.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	24.4		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht (NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)

Max. dwarskracht in segment	1526	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	1522	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	1522	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21.8sΘs45
cot Θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2164	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	5498	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.28	

Toetsing betonspanning	0.95	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.45	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	24.4 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	25 Mpa
Benodigde voorspankracht	61051 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-50 Mpa
Na relaxatie	-44 Mpa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	61051 kN
Nkabel; benodigd	18
Nkabel; `toegepast Buiten	12
Nkabel; `toegepast Binnen	6
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	1401 mm
Anker cirkel binnen	801 mm
Omtrek ankercirkel buiten	4401 mm
Omtrek ankercirkel binnen	2516 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	14
Aantal plaatsbare ankers binnenring	8

Afschuiving in wapening door torsie

Maximaal torsie	3993683	kNmm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	4529	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	687	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	687	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21.8sΘs45
cot Θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (dwarskracht)	2164	mm
z (torsie)	5540	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	5498	kN
VRD,max (torsie)	14080	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.12	
Toetsing afschuiving door torsie	0.32	
Totaal	0.45	

W6HL400

Bijlage J

Segment	4
Lengte	12 m
Gewicht	34.8 ton
Betonklasse	B
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; `toegepast Buiten	8
Nkabel; `toegepast Binnen	2
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5
	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen	0	
Segment	4	
Ingevulde wanddikte	300	
	Voet	Top
Buitendiameter	1861	1315 mm
Buitenomtrek	5846	4130 mm
Wanddikte	300	300 mm
Binnendiameter	1261	715 mm
Doorsnede	Hol	Hol
Omtrek/dikte	19.49	13.77 Verhouding
Oppervlak	1471092	956146 mm2
Weerstandsmoment	499290581	203524415 mm3
Maximale moment	9749	kNm
Maximale moment + 2de orde	10724	kNm
Maximaal dwarskracht	1049	kN
Maximaal torsiemoment	2728723	kNmm
Maximaal normaalkracht	854	kN
Spanning tgv normaalkracht	0.6	N/mm2
Spanning tgv moment	21.7	N/mm2
2de orde effect verrekening	10%	
Factor e.g	1.2	
Maximale drukspanning	-22.3	Mpa
Toelaatbare spanning	-46.7	Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	21.3	MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0	MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht	(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	1049 kN
Max. dwarskracht / doorsnede	1047 kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	1047 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30 21.8≤θ≤45
cot θ	2 hoek
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (horende max. dwarskracht)	1705 mm
fywd	478 Mpa
VRD,S	4332 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.24

Toetsing betonspanning	0.83 Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.46 Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	21.3 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	22 Mpa
Benodigde voorspankracht	31132 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-44 Mpa
Na relaxatie	-39 MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	31132 kN
Nkabel; benodigd	10
Nkabel; `toegepast Buiten	8
Nkabel; `toegepast Binnen	2
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	855 mm
Anker cirkel binnen	255 mm
Omtrek ankercirkel buiten	2684 mm
Omtrek ankercirkel binnen	800 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	8
Aantal plaatsbare ankers binnenring	2

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	2728723 kNmm
Maximaal afschuiving torsie / doorsned	3886 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	472 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	472 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30 21.8≤θ≤45
cot θ	2 hoek
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (dwarskracht)	1705 mm
z (torsie)	4412 mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	4332 kN
VRD,max (torsie)	11214 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.11
Toetsing afschuiving door torsie	0.35
Totaal	0.46

Bijlage J

Keuze Betonklasse	A C55/67	B C70/85	C C80/95	D C90/105
fck	55	70	80	90
yck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Segment	5	
Ingevulde wanddikte	150	
	Voet	Top
Buitendiameter	1315	800 mm
Buitenomtrek	4130	2513 mm
Wanddikte	150	150 mm
Binnendiameter	1015	500 mm
Doorsnede		
Omtrek/dikte	27.53	16.76 Verhouding
Oppervlak	548759	306305 mm ²
Weerstandsmoment	143875802	42595579 mm ³
Maximale moment	1633	kNm
Maximale moment + 2de orde	1797	kNm
Maximaal dwarskracht	561	kN
Maximaal torsiemoment	1438871	kNmm
Maximaal normaalkracht	326	kN
Spanning tgv normaalkracht	0.6	N/mm ²
Spanning tgv moment	12.5	N/mm ²
2de orde effect verrekening	10%	
Factor e.g	1.2	
Maximale drukspanning	-13.1	Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7	Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	11.9	MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0	MPa

Benodigde voorspanning ULS	11.9	Mpa
Benodigde voorspanning SLS	12	Mpa
Benodigde voorspankracht	6618	kN
Resulterende betonspanningen		
Trekzijde	0	Mpa
Drukzijde	-25	Mpa
Na relaxatie	-23	MPa
Keuze voorspankabels		
Toelaatbare spanning	1200	MPa
Astreng	150	mm2
streng/kabel	19	
Akabel	2850	mm2
Benodigde voorspankracht	6618	kN
Nkabel; benodigd	2	
Nkabel; 'toegepast Buiten	2	
Nkabel; 'toegepast Binnen	0	
Ankerverdeling top		
Gegeven E6-19		
Randafstand ankers	230	mm
Minimale hoh-afstand ankers	300	mm
Anker cirkel buiten	340	mm
Anker cirkel binnen	-260	mm
Omtrek ankercirkel buiten	1068	mm
Omtrek ankercirkel binnen	-817	mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	3	
Aantal plaatsbare ankers binnenring	-2	

Max. dwarskracht in segment	561	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	560	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	560	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8s0545
cot Ø	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	1219	mm
fywd	478	Mpa
VRD.S	3097	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.18	

Toetsing betonspanning	0.64	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.40	Voldoet

Maximaal torsie	1435871	kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsned	2693	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	252	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	252	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonal	30	21,8°±5
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm ²
s	200	mm
z (dwarskracht)	1219	mm
z (torsie)	3357	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	3097	kN
VRD,max (torsie)	8531	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.08	
Toetsing afschuiving door torsie	0.32	
Totaal	0.40	

W6HL400

Bijlage J

Segment	6
Lengte	0 m
Gewicht	0.0 ton
Betonklasse	A
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; `toegepast Buiten	2
Nkabel; `toegepast Binnen	0
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5
	Volddoet niet
	Volddoet
	Volddoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck		55	70	80
γck		1.5	1.5	1.5
fcd		-36.7	-46.7	-53.3
Trekspanning		0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	6		
Ingevulde wanddikte	0		
	Voet	Top	
Buitendiameter	800	800	mm
Buitenomtrek	2513	2513	mm
Wanddikte	0	0	mm
Binnendiameter	0	0	mm
Doorsnede	Solid	Solid	
Omtrek/dikte	0.00	0.00	Verhouding
Oppervlak	502655	502655	mm2
Weerstandsmoment	50265482	50265482	mm3
Maximale moment	0		kNm
Maximale moment + 2de orde	0		kNm
Maximaal dwarskracht	0		kN
Maximaal torsiemoment	0		kNm
Maximaal normaalkracht	0		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.0		N/mm2
Spanning tgv moment	21.7		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-21.7		Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	21.7		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	0	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	#N/A	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	#N/A	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8sθ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	#N/A	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	#N/A	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	#N/A	

Toetsing betonspanning	1.12	Volddoet niet
Toetsing afschuiving in wand	#N/A	#N/A

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	21.7 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	22 Mpa
Benodigde voorspankracht	0 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-43 Mpa
Na relaxatie	-41 MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	0 kN
Nkabel; benodigd	0
Nkabel; `toegepast Buiten	2
Nkabel; `toegepast Binnen	0
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	340 mm
Anker cirkel binnen	-260 mm
Omtrek ankercirkel buiten	1068 mm
Omtrek ankercirkel binnen	-817 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	3
Aantal plaatsbare ankers binnenring	-2

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	0 kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	#N/A kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30
cot θ	2
hoek	
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (dwarskracht)	#N/A mm
z (torsie)	#N/A mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	#N/A kN
VRD,max (torsie)	#N/A kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	#N/A
Toetsing afschuiving door torsie	#N/A
Totaal	#N/A

W6S400

Bijlage I

Segment	1	
Lengte	12 m	
Gewicht	83.7 ton	
Betonklasse	A	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; 'toegepast Buiten	12	Voldoet
Nkabel; 'toegepast Binnen	4	
Dwarswapening	12	rond
Materiaal	550	Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	1		
Ingevulde wanddikte	500		
	Voet	Top	
Buitendiameter	2400	2079	mm
Buitenomtrek	7540	6533	mm
Wanddikte	500	500	mm
Binnendiameter	1400	1079	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	15.08	13.07	Verhouding
Oppervlak	2984513	2481019	mm2
Weerstandsmoment	1200022944	818681792	mm3
Maximale moment	20652		kNm
Maximale moment + 2de orde	22718		kNm
Maximaal dwarskracht	541		kN
Maximaal torsiemoment	0		kNm
Maximaal normaalkracht	2904		kN
Spanning tgv normaalkracht	1.0		N/mm2
Spanning tgv moment	19.2		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-20.2		Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	18.5		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	541	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	534	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	534	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	2072	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	5266	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.10	

Toetsing betonspanning	0.97	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.10	Voldoet

voorspanning		
Benodigde voorspanning ULS	18.5	Mpa
Benodigde voorspanning SLS	15	Mpa
Benodigde voorspankracht	54322	kN
Resulterende betonspanningen		
Trekzijde	0	Mpa
Drukzijde	-39	Mpa
Na relaxatie	-36	MPa
Keuze voorspankabels		
Toelaatbare spanning	1200	MPa
Astreng	150	mm2
streng/kabel	19	
Akabel	2850	mm2
Benodigde voorspankracht	54322	kN
Nkabel; benodigd	16	
Nkabel; `toegepast Buiten	12	
Nkabel; `toegepast Binnen	4	
Ankerverdeling top		
Gegeven E6-19		
Randafstand ankers	230	mm
Minimale hoh-afstand ankers	300	mm
Anker circl buiten	1619	mm
Anker circl binnen	1019	mm
Omtrek ankercircl buiten	5088	mm
Omtrek ankercircl binnen	3203	mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	16	
Aantal plaatsbare ankers binnenring	10	

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie	0	kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (dwarskracht)	2072	mm
z (torsie)	942	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	5266	kN
VRD,max (torsie)	2395	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00	
Toetsing afschuiving door torsie	0.00	
Totaal	0.00	

W6S400

Bijlage I

Segment2

Lengte12 m

Gewicht60.2 ton

BetonklasseA

VoorspankerFeP1860

Nkabel; `toegepast Buiten12

Nkabel; `toegepast Binnen4

Dwarswapening12 rond

Materiaal550 Fb550

Aantal ringbeugels/meter hoogte5

Voldoet

Voldoet

Voldoet

Voldoet

Voldoet

Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen

Segment	2
Ingevulde wanddikte	450
	VoetTop
Buitendiameter	20791759 mm
Buitentrek	65335526 mm
Wanddikte	450450 mm
Binnendiameter	1179859 mm
Doorsnede	HolHol
Omtrek/dikte	14.5212.28 Verhouding
Oppervlak	23036031850458 mm2
Weerstandsmoment	791418544503872866 mm3
Maximale moment	13897 kNm
Maximale moment + 2de orde	15287 kNm
Maximaal dwarskracht	533 kN
Maximaal torsiemoment	0 kNm
Maximaal normaalkracht	1918 kN
Spanning tgv normaalkracht	0.8 N/mm2
Spanning tgv moment	19.7 N/mm2
2de orde effect verrekening	10%
Factor e.g	1.2
Maximale drukspanning	-20.5 Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7 Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	19.1 MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0 MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht (NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)

Max. dwarskracht in segment	533 kN
Max. dwarskracht / doorsnede	527 kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	527 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30 21,8≤θ≤45
cot θ	2 hoek
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (horende max. dwarskracht)	1768 mm
fywd	478 Mpa
VRD,S	4493 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.12

Toetsing betonspanning	0.96 Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.12 Voldoet

Voorspanning

Benodigde voorspanning ULS	19.1 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	15 Mpa
Benodigde voorspankracht	43517 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-40 Mpa
Na relaxatie	-35 MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	43517 kN
Nkabel; benodigd	13
Nkabel; `toegepast Buiten	12
Nkabel; `toegepast Binnen	4
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	1299 mm
Anker cirkel binnen	699 mm
Omtrek ankercirkel buiten	4081 mm
Omtrek ankercirkel binnen	2196 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	13
Aantal plaatsbare ankers binnenring	7

Afschuiving in wapening door torsie

Maximaal torsie	0 kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30 21,8≤θ≤45
cot θ	2 hoek
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (dwarskracht)	1768 mm
z (torsie)	1100 mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	4493 kN
VRD,max (torsie)	2794 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00
Toetsing afschuiving door torsie	0.00
Totaal	0.00

W6S400

Bijlage I

Segment	3
Lengte	12 m
Gewicht	43.5 ton

Betonklasse	A	Voldoet
Voorspananker	FeP1860	
Nkabel; `toegepast Buiten	8	Voldoet
Nkabel; `toegepast Binnen	2	
Dwarswapening	12 rond	
Materiaal	550 Fb550	
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck		55	70	80
γck		1.5	1.5	1.5
fcd		-36.7	-46.7	-53.3
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen

Segment	3	
Ingevulde wanddikte	400	
	Voet	Top
Buitendiameter	1759	1438 mm
Buitenomtrek	5526	4519 mm
Wanddikte	400	400 mm
Binnendiameter	959	638 mm
Doorsnede	Hol	Hol
Omtrek/dikte	13.81	11.30 Verhouding
Oppervlak	1707684	1304889 mm2
Weerstandsmoment	487057098	280833926 mm3
Maximale moment	7657	kNm
Maximale moment + 2de orde	8423	kNm
Maximaal dwarskracht	440	kN
Maximaal torsiemoment	0	kNm
Maximaal normaalkracht	1175	kN
Spanning tgv normaalkracht	0.7	N/mm2
Spanning tgv moment	17.7	N/mm2
2de orde effect verrekening	10%	
Factor e.g	1.2	
Maximale drukspanning	-18.4	Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7	Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	17.2	MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0	MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht

(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)

Max. dwarskracht in segment	440 kN
Max. dwarskracht / doorsnede	437 kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	437 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30 21.8sΘs45
cot Θ	2 hoek
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (horende max. dwarskracht)	1608 mm
fywd	478 Mpa
VRD,S	4087 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.11

Toetsing betonspanning	0.88 Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.11 Voldoet

Voorspanning

Benodigde voorspanning ULS	17.2 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	14 Mpa
Benodigde voorspankracht	29002 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-36 Mpa
Na relaxatie	-32 MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	29002 kN
Nkabel; benodigd	9
Nkabel; `toegepast Buiten	8
Nkabel; `toegepast Binnen	2
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	978 mm
Anker cirkel binnen	378 mm
Omtrek ankercirkel buiten	3074 mm
Omtrek ankercirkel binnen	1189 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	10
Aantal plaatsbare ankers binnenring	3

Afschuiving in wapening door torsie

Maximaal torsie	0 kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30 21.8sΘs45
cot Θ	2 hoek
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (dwarskracht)	1608 mm
z (torsie)	1257 mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	4087 kN
VRD,max (torsie)	3194 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00
Toetsing afschuiving door torsie	0.00
Totaal	0.00

W6S400

Bijlage I

Segment	4
Lengte	12 m
Gewicht	26.4 ton
Betonklasse	A
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; `toegepast Buiten	6
Nkabel; `toegepast Binnen	0
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5
	Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen	0		
Segment	4		
Ingevulde wanddikte	300		
	Voet	Top	
Buitendiameter	1438	1118	mm
Buitenontrek	4519	3512	mm
Wanddikte	300	300	mm
Binnendiameter	838	518	mm
Doorsnede			
Omtrek/dikte	Hol	Hol	
	15.06	11.71	Verhouding
Oppervlak	1072914	770818	mm2
Weerstandsmoment	258448028	130824088	mm3
Maximale moment	3090	kNm	
Maximale moment + 2de orde	3399	kNm	
Maximaal dwarskracht	341	kN	
Maximaal torsiemoment	0	kNm	
Maximaal normaalkracht	619	kN	
Spanning tgv normaalkracht	0.6	N/mm2	
Spanning tgv moment	13.5	N/mm2	
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-14.1	Mpa	
Toelaatbare spanning	-36.7	Komende uit betonklasse	
Maximale trekspanning	13.1	MPa	
Toelaatbare trekspanning	0.0	MPa	

Afschuiving in wapening door dwarskracht	(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	341 kN
Max. dwarskracht / doorsnede	339 kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	339 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30 21,8≤θ≤45
cot θ	2 hoek
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (horende max. dwarskracht)	1336 mm
fywd	478 Mpa
VRD,S	3395 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.10

Toetsing betonspanning	0.67 Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.10 Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	13.1 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	10 Mpa
Benodigde voorspankracht	13841 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-27 Mpa
Na relaxatie	-25 MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	13841 kN
Nkabel; benodigd	5
Nkabel; `toegepast Buiten	6
Nkabel; `toegepast Binnen	0
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	658 mm
Anker cirkel binnen	58 mm
Omtrek ankercirkel buiten	2067 mm
Omtrek ankercirkel binnen	182 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	6
Aantal plaatsbare ankers binnenring	0

Afschuiving in wapening door torsie	
Maximaal torsie	0 kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsned	0 kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0 kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0 kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30 21,8≤θ≤45
cot θ	2 hoek
alfa	80
cot alfa	0.18
Asw	113 mm2
s	200 mm
z (dwarskracht)	1336 mm
z (torsie)	1571 mm
fywd	478 Mpa
VRD,max (dwarskracht)	3395 kN
VRD,max (torsie)	3992 kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00
Toetsing afschuiving door torsie	0.00
Totaal	0.00

W6S400

Bijlage I

Segment	5
Lengte	11.9 m
Gewicht	14.2 ton
Betonklasse	A Voldoet
Voorspananker	FeP1860
Nkabel; `toegepast Buiten	2 Voldoet
Nkabel; `toegepast Binnen	0
Dwarswapening	12 rond
Materiaal	550 Fb550
Aantal ringbeugels/meter hoogte	5 Voldoet

Keuze Betonklasse	A	B	C	D
	C55/67	C70/85	C80/95	C90/105
fck	55	70	80	90
γck	1.5	1.5	1.5	1.5
fcd	-36.7	-46.7	-53.3	-60.0
Trekspanning	0	0	0	0

Optredende spanningen			
Segment	5		
Ingevulde wanddikte	150		
	Voet	Top	
Buitendiameter	1118	800	mm
Buitentrek	3512	2513	mm
Wanddikte	150	150	mm
Binnendiameter	818	500	mm
Doorsnede	Hol	Hol	
Omtrek/dikte	23.41	16.76	Verhouding
Oppervlak	456095	306305	mm2
Weerstandsmoment	97845832	42595579	mm3
Maximale moment	388		kNm
Maximale moment + 2de orde	427		kNm
Maximaal dwarskracht	185		kN
Maximaal torsiemoment	0		kNm
Maximaal normaalkracht	240		kN
Spanning tgv normaalkracht	0.5		N/mm2
Spanning tgv moment	4.5		N/mm2
2de orde effect verrekening	10%		
Factor e.g	1.2		
Maximale drukspanning	-5.0		Mpa
Toelaatbare spanning	-36.7		Komende uit betonklasse
Maximale trekspanning	4.0		MPa
Toelaatbare trekspanning	0.0		MPa

Afschuiving in wapening door dwarskracht		(NEN-EN 1992-1-1 Hfst. 6.2.3)
Max. dwarskracht in segment	185	kN
Max. dwarskracht / doorsnede	185	kN
Maximale optredende afschuiving in de wand	185	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	21,8≤θ≤45
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm2
s	200	mm
z (horende max. dwarskracht)	1064	mm
fywd	478	Mpa
VRD,S	2704	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.07	0
	0	0
	0	0

Toetsing betonspanning	0.23	Voldoet
Toetsing afschuiving in wand	0.07	Voldoet

Voorspanning	
Benodigde voorspanning ULS	4.0 Mpa
Benodigde voorspanning SLS	3 Mpa
Benodigde voorspankracht	1842 kN
Resulterende betonspanningen	
Trekzijde	0 Mpa
Drukzijde	-9 Mpa
Na relaxatie	-8 MPa
Keuze voorspankabels	FeP1860
Toelaatbare spanning	1200 MPa
Astreng	150 mm2
streng/kabel	19
Akabel	2850 mm2
Benodigde voorspankracht	1842 kN
Nkabel; benodigd	1
Nkabel; `toegepast Buiten	2
Nkabel; `toegepast Binnen	0
Ankerverdeling top	
Gegeven E6-19	
Randafstand ankers	230 mm
Minimale hoh-afstand ankers	300 mm
Anker cirkel buiten	340 mm
Anker cirkel binnen	-260 mm
Omtrek ankercirkel buiten	1068 mm
Omtrek ankercirkel binnen	-817 mm
Aantal plaatsbare ankers buitenring	3
Aantal plaatsbare ankers binnenring	-2

Afschuiving in wapening door torsie		
Maximaal torsie	0	kNm
Maximaal afschuiving torsie / doorsnede	0	kN
Maximaal dwarskracht bij torsie	0	kN
Max. afschuiving wand door dwarskracht	0	kN
Hoek loodrecht dwarskracht/drukdiagonaal	30	$21.8 \leq \theta \leq 45$
cot θ	2	hoek
alfa	80	
cot alfa	0.18	
Asw	113	mm ²
s	200	mm
z (dwarskracht)	1064	mm
z (torsie)	2042	mm
fywd	478	Mpa
VRD,max (dwarskracht)	2704	kN
VRD,max (torsie)	5190	kN
Toetsing afschuiving door dwarskracht	0.00	
Toetsing afschuiving door torsie	0.00	
Totaal	0.00	

Engineering verbinding ZW380 Mastenfamilie ZW380 Ontwerpdossier

TenneT TSO B.V.

Rapport nr.: 13-3149, revisie 12.0

Datum: 2015-03-17



Rapport titel: Engineering verbinding ZW380
Mastenfamilie ZW380
Ontwerpdossier
Klant: TenneT TSO B.V.
projectnummer 000.145.11
Datum: 2015-03-17
Project nr.: 74102194
Unit: PMT/POL
Rapport nr.: 13-3149, revisie 12.0

DNV GL - Energy
KEMA Nederland B.V.
Postbus 9035
6800 ET ARNHEM

Tel: +31 26 356 9111
KvK 09080262

Auteur:

Beoordeeld:

Goedgekeurd:

B.J.T. Jansen



A. Peroz



A. van der Wal



- ☒ Unrestricted distribution (internal and external)
☐ Unrestricted distribution within DNV GL
☐ Limited distribution within DNV GL after 3 years
☐ No distribution (confidential)
☐ Secret

Reference to part of this report which may lead to misinterpretation is not permissible.

Versie	Datum	Reden voor uitgave	Auteur	Beoordeeld	Goedgekeurd
12.0	2015-04-09	Wijziging bijlage	B.J.T. Jansen	A. Peroz	A. van der Wal

© 2015 KEMA Nederland B.V.



Inhoud

VERSIEBEHEER.....		1
1	INLEIDING	2
2	ONTWERP MASTENFAMILIE	2
2.1	Uitgangspunten	2
2.2	Gebruikte normen	3
2.3	Ontwerprapporten	3
2.4	Mastcodering	3
2.5	Indeling mastcodering	5
2.6	Mastafmetingen	5
3	ONTWERP FUNDERINGFAMILIE.....	5
4	SPECIALS	6
4.1	Mast 1054	6
4.2	Vakwerkmast ZWV4S400+33	6

Appendix A	Mastgegevens
Appendix B	Fundatiegegevens

VERSIEBEHEER

Versie	Datum	Auteur	Wijziging
1.0	16-10-2014	AJP	Eerste versie
2.0	31-01-2014	AJP/BJT	Aanpassingen indeling dossier, toevoegen masten
3.0	17-02-2014	AJP/BJT	Aanpassingen indeling dossier, toevoegen masten
4.0	28-03-2014	AJP/BJT	Aanpassen masten deeltracé 2
5.0	12-06-2014	AJP/BJT	Verwerken RFA, aanvulling DT3-DT5
6.0	16-06-2014	AJP/BJT	Aanpassingen masten
7.0	27-06-2014	AJP/BJT	Kleine aanpassingen verschillende masten
8.0	17-07-2014	AJP/BJT	Aanpassing mast 408
9.0	26-08-2014	AJP/BJT	Bijlage 158 toegevoegd mast type ZWW6HK400+10
10.0	08-12-2014	AJP/BJT	Mast- en fundatietekeningen opstijgmasten gewijzigd
11.0	17-03-2015	AJP/BJT	Mast ZWW4HL450 toegevoegd
12.0	09-04-2015	AJP/BJT	Wijziging bijlage

1 INLEIDING

Het project Zuid West 380 omvat de realisatie van de nieuwe verbinding tussen Borssele en Tilburg en de reconstructie van bestaande 150 en 380 kV verbindingen. Ook de nieuwbouw en aanpassing van 150 en 380 kV stations, aanleg van de nieuwe 150 kV kabel en het amoveren van de bestaande verbindingen nadat de nieuwbouw gereed is.

Dit document benoemt alle voorkomende Wintrack masten voor de verbinding ZW380 en daarin de volgende onderdelen:

- ontwerp mastenfamilie
- ontwerp funderingsfamilie.

Het dossier bevat in appendix A en appendix B tabellen met de belangrijkste afmetingen van de mast en fundering. In deze tabellen staan ook per mast en fundering de gebruikte krachtsberekeningen en tekeningnummers. Voor elk type mast wordt er een map digitaal geleverd met het bijbehorende tekeningnummer waarin alle bijlages opgedeeld zijn in mast- en funderings mappen.

2 ONTWERP MASTENFAMILIE

De ontwerpbelastingen voor de Wintrack II masten voor de nieuwe verbinding tussen Borssele en Tilburg (ZW380) zijn gebaseerd op het DNV KEMA document 74102018-ETD/POL 12-01908 Geleiderhoogte ZW380 versie 1.1.

Voor alle masten zijn de ontwerpbelastingen bepaald. De belastingen zijn zo opgesteld dat deze niet locatiespecifiek worden bepaald maar generiek per masttype.

2.1 Uitgangspunten

De in dit document gepresenteerde belastingen zijn niet bepaald op basis van analyse van alle door NEN-EN 50341 voorgeschreven belastingsgevallen maar door DNV GL zijn die belastingsgevallen, of combinaties daarvan, geselecteerd die de hoogste belastingen veroorzaken. In een latere fase, onder andere als de exacte lijnhoeken bekend zijn, worden de definitieve belastingen opgesteld aan de hand van NEN-EN 50341.

Voor het project ZW380 is een onderscheid gemaakt tussen een aantal veldlengten. Er wordt onderscheid gemaakt in de onderstaande veldlengtes:

- 240
- 350
- 400
- 450

Voor steunmasten met een verhoging tot maximaal 10 meter geldt verder dat deze berekend worden voor een maximale lijnhoek van $2 \times 2.5^\circ$. Voor verhoging hoger dan 10 meter worden in het mastontwerp belastingen beschouwd zonder lijnhoek. Als er masten zijn met een verhoging van meer dan 10 meter, maar waarbij toch sprake is van een lijnhoek dan worden deze als specials beschouwd. Voor hoekmasten wordt er een onderscheid gemaakt in de maximaal toelaatbare hoek op de mast.

De mastcodering wordt verder toegelicht in paragraaf 2.4 van dit rapport.

Overige uitgangspunten en aannames zijn:

- trekparameter bij 10 °C : 1800 m
- geleider 380 kV : 4 bundel AMS620
- geleider 150 kV : 2 bundel AMS620
- bliksemgeleider/OPGW : 1 bundel BRUGG OPGW 226-AL3/38-A20SA
- retour stroomgeleider : 2 bundel WDI AACSR 242-39 Hawk
- hoogte mast en ophangpunten conform tekening
- belastingen zijn inclusief belastingfactoren volgens de NEN-EN 50341
- er wordt plooi in rekening gebracht volgens NEN-EN 50341 par. 7.4.5.4.

2.2 Gebruikte normen

- NEN - EN50341-1, 'Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 1: Algemene eisen - Gemeenschappelijke specificaties'
- NEN - EN50341-1-3, 'Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning - Deel 3: Verzameling van nationale normatieve aspecten'
- NEN-EN 1990:2002, 'Eurocode - Grondslagen van het constructief ontwerp'
- NEN-EN 1993, 'Ontwerp en berekening van staalconstructies'
- NEN-EN 1994, 'Ontwerp en berekening van betonconstructies'
- NEN-EN 1997: 'Geotechnisch ontwerp - Deel 1: Algemene regels'
- CUR2001-4, 'Ontwerpregels voor trekpalen'
- Werkomschrijving engineering bovengrondse verbindingen ZW380 versie 1.0 d.d. juni 2012.
- Rapportage 'ZW380 matrices' met als kenmerk 12-01997
- Rapportage 'Uitgangspuntendocument ZW 380' met als kenmerk 12-01483.

2.3 Ontwerprapporten

Dit mast- en fundatie ontwerpdocument is van toepassing op de volgende documenten:

- DT1 12-01842 Engineering ZW380 MOR
- DT2 12-01845 Engineering ZW380 MOR
- DT3 12-01848 Engineering ZW380 MOR
- DT4 12-01986 Engineering ZW380 MOR
- DT5 12-01989 Engineering ZW380 MOR.

2.4 Mastcodering

De benaming van de Wintrack masten is als volgt opgebouwd:

Tracé	Aantal pylonen	Circuit	Type mast	Veldlengte	Special
(ZW)	(X)	(X)	(X)	(XXX)	(X)



Tracé benaming

ZW = Zuid-West 380 kV, deze aanduiding wordt op de tekeningen gebruikt.

Aantal pylonen

Het betreft de volgende aanduidingen:

W = Bipole (twee pylonen per locatie)

M = Monopole (één pylon per locatie)

V = Vakwerkmast.

Circuit

Het betreft de volgende aanduidingen:

2 = 2 x 380 kV

4 = 2 x 150 kV + 2x380 kV

6 = 4 x 380 kV.

Type mast

Het betreft de volgende aanduidingen:

HM = Hoekmast 120-130 graden

HL = Hoekmast 130-150 graden

HK = Hoekmast 150-180 graden

S = Steunmast 175-180 graden

E = Eindmast

AA = Opstijgpunt 150 kV ten behoeve van aftakking (380 kV hoekmast; 150 kV aftakking)

AE = Opstijgpunt 150 kV ten behoeve van inlussing (380 kV eindmast; 150 kV eindmast)

AI = Opstijgpunt 150 kV ten behoeve van inlussing (380 kV hoekmast; 150 kV eindmast).

Veldlengtes

De masten van ZW380 hebben verschillende veldlengtes:

- 240
- 350
- 400
- 450.

Special

Voor speciale masten zie hoofdstuk 4

Voorbeelden voor twee verschillende masten zijn opgenomen in onderstaande tabel:

Tabel 1 Masttypen

Mastcodering	Aantal pylonen	Circuit	Type mast	Veldlengte (m)	Max lijnhoek (deg)
ZWW6S400	Bipole	4 x 380 kV	Steunmast	400	2 x 2.5
ZWW4HL240	Bipole	2x150 kV + 2x380 kV	Hoekmast	240	2 x 25

2.5 Indeling mastcodering

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de bijlage per mast type en de bijbehorende masttekening. Om de maximale belasting te bepalen zijn er verschillende belastingsituaties berekend. NL1 is de maximale optredende belastingen inclusief belastingsfactoren. NL3 is de situatie waarin rekening wordt gehouden met het afvallen van circuits. NL4 wordt gebruikt om de vervorming van de mast te bepalen en hier worden geen belastingsfactoren toegepast.

Tabel 2 Bijlage referentie

Mastcodering	NL1. Uiterste grenstoestand	NL3. Speciale grenstoestand	NL4. Bruikbaarheids- grenstoestand	Tekening nummer:
ZWW6S400	AA	-	AA2	74102194-035-141

2.6 Mastafmetingen

De mastafmetingen van de ZW380 masten zijn bepaald voor de verschillende masttypen. In appendix A zijn de afmetingen, het mastgewicht en de bijlagecodering voor de krachten gegeven. De resultaten van de berekening dienen als input voor het ontwerp van de fundering.

3 ONTWERP FUNDERINGFAMILIE

Voor alle funderingen zijn de ontwerpbelastingen bepaald. De belastingen zijn zo opgesteld dat deze niet locatie specifiek worden bepaald maar generiek per masttype.

Voor alle ZW380 Wintrack masten zijn tekeningen gemaakt, terug te vinden in appendix B. De gegeven waarden zijn per pylon. Er zijn per mastlocatie 2 pylonen voorzien, dit betekent dat er per mastlocatie 2 funderingen gemaakt dienen te worden, met uitzondering van de 2 circuit eind- hoekmasten en monopoles.



4 SPECIALS

In het tracé ZW380 komt een aantal speciale masten voor. Deze masten wijken af van standaard Wintrackmasten. In dit hoofdstuk wordt een toelichting gegeven op deze masten.

4.1 Mast 1054

De nieuwe 380 kV lijn wordt vlak achter 150 kV station Willem Anna Polder (WAP150) gecombineerd met de bestaande 150 kV lijn RLL-GSP150. De aansluiting van de 150 kV lijn op de nieuwe combi-lijn wordt aangesloten door middel van de toepassing van jukken. Om de bliksembescherming tussen de jukken en de Wintrackmast 1054 te garanderen, worden er meerdere bliksemdraden getrokken tussen het portaal en mast 1054. Voor het verloop van de bliksemdraden wordt verwezen naar tekening nummer 74102194-031-305 "verloop bliksemdraden WAP". Het gaat in dit geval om een ZWW4HK400S +5. Voor verdere details wordt verwezen naar het ontwerpdokument 12-01845 Engineering ZW380.

4.2 Vakwerkmast ZWV4S400+33

Voor de kruising met het Zuid Beveland kanaal ter hoogte van masten 1061 en 1062 zijn hoge vakwerkmasten masten vereist. Voor verdere details wordt verwezen naar het document 74102194-ETD-POL 13-4380.

APPENDIX A

Mastgegevens

Type Mast	Diameter top (m)	Diameter voet (m)	Hoogte mast (m)	Wanddikte mast (mm)	Gewicht pole (kN)	NL1. Uiterste grenstoest.	NL3. Speciale grenstoest.	NL4. Bruikbaarheids-grenstoest.	Mastdim.	Mast (vergunnings) aanvraag tekening	Revisie
ZWW2S350	0.5	1.9	51.5	16	237	AN	-	AN2	BAN	74102194-035-001	5.0
ZWW2HK350	0.8	3	55.5	18	458.7	BR	BR1	BR2	BBR	74102194-035-011	3.0
ZWW2HM350	0.8	3	55.5	24	609.6	AV	AV1	AV2	BAV	74102194-035-013	2.0
ZWW2E350	0.8	3	55.5	24	609.6	AP	-	AP2	BAP	74102194-035-014	4.0
ZWW2S400	0.5	2.1	56.8	16	283	W	-	W2	BW	74102194-035-021	4.0
ZWW2S400+5	0.5	2.2	61.8	18	360	BS	-	BS2	BBS	74102194-035-022	5.0
ZWW2S400+10	0.5	2.4	66.8	18	419	X	-	X2	BX	74102194-035-023	5.0
ZWW2HK400	0.8	3.3	63.2	18	564.7	H	H1	H2	BH	74102194-035-031	6.0
ZWW2HM400	0.8	3.3	63.2	24	750.7	AO	AO1	AO2	BAO	74102194-035-033	6.0
ZWW2E400	0.8	3.3	63.2	24	750.7	Z	-	Z2	BZ	74102194-035-035	3.0
ZWW4S240	0.5	1.7	42.6	16	179.2	AJ	-	AJ2	BAJ	74102194-035-041	3.0
ZWW4S240+5	0.5	1.8	47.6	18	235.7	CD	-	CD2	BCD	74102194-035-042	2.0
ZWW4S240+10	0.5	2	52.6	18	283.8	CE	-	CE2	BCE	74102194-035-043	1.0
ZWW4HK240	0.8	2.4	40.7	24	374.1	AK	AK1	AK2	BAK	74102194-035-051	3.0
ZWW4HL240	0.8	2.4	40.7	26	404.7	AL	AL1	AL2	BAL	74102194-035-052	2.0
ZWW4HK240+5	0.8	2.6	45.7	26	484.1	CA	CA1	CA2	BCA	74102194-035-054	2.0
ZWW4HL240+5	0.8	2.6	45.7	28	521	CB	CB1	CB2	BCB	74102194-035-055	3.0
ZWW4S350	0.5	2.1	55.6	20	346.6	AB	-	AB2	BAB	74102194-035-061	3.0
ZWW4S350+5	0.5	2.2	60.6	20	392.9	AC	-	AC2	BAC	74102194-035-063	4.0
ZWW4S350+10	0.5	2.3	65.6	22	485.2	BW	-	BW2	BBW	74102194-035-064	2.0
ZWW4S350+15	0.5	2.5	70.6	18	464.5	CG	-	CG2	BCG	74102194-035-065	1.0
ZWW4HL350	0.8	3	55.5	28	709.7	AG	AG1	AG2	BAG	74102194-035-074	4.0
ZWW4HL350+10	0.8	3.4	65.5	28	928.6	BU	BU1	BU2	BBU	74102194-035-077	3.0
ZWW4S400	0.5	2.3	63.3	20	426.1	N	-	N2	BN	74102194-035-081	5.0
ZWW4S400+5	0.5	2.4	68.3	22	524	R	-	R2	BR	74102194-035-082	5.0
ZWW4S400+10	0.5	2.6	73.3	24	656.2	O	-	O2	BO	74102194-035-083	8.0
ZWW4S400+15	0.5	2.7	78.3	20	604.7	CH	-	CH2	BCH	74102194-035-084	1.0
ZWW4HK400	0.8	3.3	63.2	24	750.7	I	I1	I2	BI	74102194-035-091	5.0
ZWW4HK400+5	0.8	3.5	68.2	24	850.6	BE	BE1	BE2	BBE	74102194-035-092	3.0
ZWW4HL400	0.8	3.3	63.2	28	874	J	J1	J2	BJ	74102194-035-094	5.0
ZWW4HM400+5	0.8	3.5	68.2	32	1129.9	L	L1	L2	BL	74102194-035-096	5.0
ZWW4E400+5	0.8	3.5	68.2	30	1060.3	BY	-	BY2	BBY	74102194-035-098	1.0
ZWW4HL400+5	0.8	3.5	68.2	28	991	CC	CC1	CC2	BCC	74102194-035-099	1.0

Type Mast	Diameter top (m)	Diameter voet (m)	Hoogte mast (m)	Wanddikte mast (mm)	Gewicht pole (kN)	NL1. Uiterste grenstoest.	NL3. Speciale grenstoest.	NL4. Bruikbaarheids-grenstoest.	Mastdim.	Mast (vergunnings) aanvraag tekening	Revisie
ZWW4HK400S+5	0.8	3.5	68.2	26	920.6	BZ	BZ1	BZ2	BBZ	74102194-035-100	2.0
ZWW4S450	0.5	2.5	71.2	22	565.3	S	-	S2	BS	74102194-035-101	4.0
ZWW4S450+5	0.5	2.6	76.2	24	681.9	T	-	T2	BT	74102194-035-102	4.0
ZWW4HK450	0.8	3.6	71.1	24	908	M	M1	M2	BM	74102194-035-111	5.0
ZWW4HL450	0.8	3.6	71.1	28	1057	CN	CN1	CN2	BCN	74102194-035-112	2.0
ZWW4HK450+5	0.8	3.8	76.1	24	1017.1	BT	BT1	BT2	BBT	74102194-035-114	3.0
ZWW4HL450+5	0.8	3.8	76.1	30	1268	BV	BV1	BV2	BBV	74102194-035-115	3.0
ZWW6S350	0.8	2.3	53.3	20	396.9	BQ	-	BQ2	BBQ	74102194-035-121	5.0
ZWW6HK350	0.8	2.9	52.7	28	663	BP	BP1	BP2	BBP	74102194-035-131	5.0
ZWW6S400	0.8	2.5	59.9	22	523	A	-	A2	BA	74102194-035-141	4.0
ZWW6S400+5	0.8	2.6	64.9	22	584.5	B	-	B2	BB	74102194-035-142	5.0
ZWW6S400+10	0.8	2.8	69.9	22	667.5	CI	-	CI2	BCI	74102194-035-143	2.0
ZWW6HK400	0.8	3.2	59.3	28	807.5	C	C1	C2	BC	74102194-035-151	5.0
ZWW6HL400	0.8	3.5	59.3	30	930.1	D	D1	D2	BD	74102194-035-152	5.0
ZWW6HK400+5	0.8	3.4	64.3	28	920	BN	BN1	BN2	BBN	74102194-035-154	5.0
ZWW6HL400+5	0.8	3.7	64.3	30	1056.1	BM	BM1	BM2	BBM	74102194-035-157	5.0
ZWW6HK400+10	0.8	3.6	69.3	28	1039	CM	CM1	CM2	BCM	74102194-035-158	1.0
ZWM6S400	0.8	2.5	59.9	22	522.9	E	-	E2	BE	74102194-035-161	4.0
ZWM6HK400	0.8	3.2	59.3	30	864.3	AZ	AZ1	AZ2	BAZ	74102194-035-171	4.0
ZWM6HL400+15	0.8	4.2	74.3	32	1447.1	AW	AW1	AW2	BAW	74102194-035-174	3.0
ZWM6HK400+5	0.8	3.4	64.3	30	984.7	CF	CF1	CF2	BCF	74102194-035-175	3.0
ZWM6S350	0.8	2.3	53.3	20	396.9	BB	-	BB2	BBB	74102194-035-181	3.0
ZWM6E350	0.8	3.5	52.7	30	826.6	BO	BO1	BO2	BBO	74102194-035-191	5.0
ZWW6E400	0.8	3.8	59.3	30	995.9	F	-	F2	BF	74102194-035-192	5.0
ZWM6E400	0.8	3.8	59.3	30	995.9	G	G1	G2	BG	74102194-035-193	6.0
ZWW4AA400	0.8	3.3	63.2	24	750.7	AY	AY1	AY2	BAY	74102194-035-401	2.0
ZWW4AI400	0.8	3.3	63.2	24	750.7	AT	AT1	AT2	BAT	74102194-035-402	2.0
ZWW4AE400	0.8	3.3	63.2	28	874	AR	-	AR2	BAR	74102194-035-403	2.0
ZWM2HK400	0.8	3.3	63.2	18	564.7	Y	Y1	Y2	BY	74102194-035-407	4.0
ZWM2E400	0.8	3.3	63.2	26	812	AA	-	AA2	BAA	74102194-035-408	5.0
ZWW4AA400+5	0.8	3.5	68.2	24	850.6	CJ	CJ1	CJ2	BCJ	74102194-035-409	3.0
ZWW4AI240	0.8	2.4	40.7	24	374.1	AQ	AQ1	AQ2	BAQ	74102194-035-410	2.0
ZWW4AI400+15	0.8	3.9	78.2	28	1244	CK	CK1	CK2	BCK	74102194-035-411	3.0
ZWW4AE400+15	0.8	3.9	78.2	30	1332	BG	-	BG2	BBG	74102194-035-413	2.0
ZWV4S400+33	nvt	nvt	98,0	nvt	990,1	CL	-	CL2	nvt	74102194-035-670	2.0

APPENDIX B

Fundatiegegevens

Type Mast	Diameter opstort (m)	Diameter funderingplaat (m)	Dikte funderingplaat (m)	Aantal fundering palen (per mastlocatie)	Funderingdim.	Fundatie (vergunnings) aanvraag tekening	Revisie
ZWW2S350	3.4	8	1	16	CAN	74102194-032-001	7.0
ZWW2HK350	5	19 x 11	0.9	22	CBR	74102194-032-011	3.0
ZWW2HM350	5	19 x 11	0.9	26	CAV	74102194-032-013	4.0
ZWW2E350	5	19 x 11	0.9	30	CAP	74102194-032-014	4.0
ZWW2S400	3.6	8	1	16	CW	74102194-032-021	6.0
ZWW2S400+5	3.7	9	1	20	CBS	74102194-032-022	5.0
ZWW2S400+10	3.9	9	1	20	CX	74102194-032-023	7.0
ZWW2HK400	5.3	19 x 11	0.9	24	CH	74102194-032-031	8.0
ZWW2HM400	5.3	19 x 11	0.9	32	CAO	74102194-032-033	6.0
ZWW2E400	5.3	19 x 11	0.9	34	CZ	74102194-032-035	7.0
ZWW4S240	3.2	7	1	16	CAJ	74102194-032-041	4.0
ZWW4S240+5	3.3	8	1	16	CCD	74102194-032-042	1.0
ZWW4S240+10	3.5	9	1	16	CCE	74102194-032-043	1.0
ZWW4HK240	4.4	10	1	28	CAK	74102194-032-051	4.0
ZWW4HL240	4.4	10	1	36	CAL	74102194-032-052	4.0
ZWW4HK240+5	4.6	11	1.1	28	CCA	74102194-032-054	1.0
ZWW4HL240+5	4.6	11	1.1	32	CCB	74102194-032-055	1.0
ZWW4S350	3.6	8	1	24	CAB	74102194-032-061	5.0
ZWW4S350+5	3.7	9	1	20	CAC	74102194-032-063	6.0
ZWW4S350+10	3.8	9	1	24	CBW	74102194-032-064	3.0
ZWW4S350+15	4	9	1	20	CCG	74102194-032-065	1.0
ZWW4HL350	5	12	1.2	36	CAG	74102194-032-074	5.0
ZWW4HL350+10	5.4	13	1.3	44	CBU	74102194-032-077	1.0
ZWW4S400	3.8	9	1	24	CN	74102194-032-081	10.0
ZWW4S400+5	3.9	10	1	24	CR	74102194-032-082	10.0
ZWW4S400+10	4.1	10	1	28	CO	74102194-032-083	8.0
ZWW4S400+15	4.2	10	1	24	CCH	74102194-032-084	1.0
ZWW4HK400	5.3	12	1.2	36	CI	74102194-032-091	7.0
ZWW4HK400+5	5.5	12	1.2	40	CBE	74102194-032-092	3.0
ZWW4HL400	5.3	13	1.3	40	CJ	74102194-032-094	8.0
ZWW4HM400+5	5.5	14	1.4	48	CL	74102194-032-096	6.0
ZWW4E400+5	5.5	14	1.4	48	CBY	74102194-032-098	1.0

Type Mast	Diameter opstort (m)	Diameter funderingplaat (m)	Dikte funderingplaat (m)	Aantal fundering palen (per mastlocatie)	Funderingdim.	Fundatie (vergunnings) aanvraag tekening	Revisie
ZWW4HL400+5	5.5	14	1.4	44	CCC	74102194-032-099	2.0
ZWW4HK400S+5	5.5	13	1.3	40	CBZ	74102194-032-100	2.0
ZWW4S450	4	10	1	24	CS	74102194-032-101	8.0
ZWW4S450+5	4.1	10	1	28	CT	74102194-032-102	8.0
ZWW4HK450	5.6	13	1.3	40	CM	74102194-032-111	6.0
ZWW4HL450	5.6	13	1.3	44	CCN	74102194-032-112	2.0
ZWW4HK450+5	5.8	14	1.4	44	CBT	74102194-032-114	1.0
ZWW4HL450+5	5.8	14	1.4	48	CBV	74102194-032-115	2.0
ZWW6S350	3.8	9	1	20	CBQ	74102194-032-121	3.0
ZWW6HK350	4.9	13	1.3	36	CBP	74102194-032-131	4.0
ZWW6S400	4	10	1	24	CA	74102194-032-141	9.0
ZWW6S400+5	4.1	10	1	28	CB	74102194-032-142	9.0
ZWW6S400+10	4.3	10	1	32	CCI	74102194-032-143	1.0
ZWW6HK400	5.2	13	1.3	40	CC	74102194-032-151	9.0
ZWW6HL400	5.5	14	1.4	48	CD	74102194-032-152	8.0
ZWW6HK400+5	5.4	14	1.4	44	CBN	74102194-032-154	3.0
ZWW6HL400+5	5.7	14	1.4	48	CBM	74102194-032-157	3.0
ZWW6HK400+10	5.6	14	1.4	44	CCM	74102194-032-158	1.0
ZWM6S400	4	9	1	16	CE	74102194-032-161	6.0
ZWM6HK400	5.2	13	1.3	20	CAZ	74102194-032-171	4.0
ZWM6HL400+15	6.2	16	1.6	30	CAW	74102194-032-174	3.0
ZWM6HK400+5	5.4	14	1.4	22	CCF	74102194-032-175	1.0
ZWM6S350	3.8	9	1	12	CBB	74102194-032-181	4.0
ZWM6E350	5.5	14	1.4	24	CBO	74102194-032-191	3.0
ZWW6E400	5.8	15	1.5	52	CF	74102194-032-192	7.0
ZWM6E400	5.8	15	1.5	26	CG	74102194-032-193	8.0
ZWW4AA400	5.3	12	1.2	36	CAY	74102194-032-401	7.0
ZWW4AI400	5.3	12	1.2	36	CAT	74102194-032-402	3.0
ZWW4AE400	5.3	13	1.3	40	CAR	74102194-032-403	3.0
ZWM2HK400	5.3	11	1.1	14	CY	74102194-032-407	5.0
ZWM2E400	5.3	12	1.2	20	CAA	74102194-032-408	5.0
ZWW4AA400+5	5.5	12	1.2	40	CCJ	74102194-032-409	4.0
ZWW4AI240	4.4	10	1	28	CAQ	74102194-032-410	2.0
ZWW4AI400+15	5.9	14	1.4	48	CCK	74102194-032-411	2.0
ZWW4AE400+15	5.9	15	1.5	52	CBG	74102194-032-413	2.0
ZVV4S400+33	nvt	nvt	nvt	8	nvt	74102194-032-670	2.0



ABOUT DNV GL

Driven by our purpose of safeguarding life, property and the environment, DNV GL enables organizations to advance the safety and sustainability of their business. We provide classification and technical assurance along with software and independent expert advisory services to the maritime, oil and gas, and energy industries. We also provide certification services to customers across a wide range of industries. Operating in more than 100 countries, our 16,000 professionals are dedicated to helping our customers make the world safer, smarter and greener.

Engineering ZW380 Constructieberekening funderingen voor betonnen en hybride masten ten behoeve — van vergunningaanvraag

TenneT TSO B.V.

Rapport nr.: 13-3180, revisie 6.0

Datum: 2015-04-22



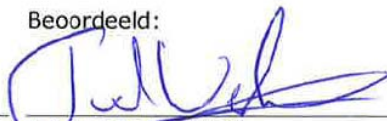
Rapport titel: Engineering ZW380
Constructieberekening funderingen voor
betonnen en hybride masten ten behoeve van
vergunningaanvraag
Klant: TenneT TSO B.V.
Projectnummer 000.145.11
Datum: 2015-04-22
Project nr.: 74102194
Unit: PMT/POL
Rapport nr.: 13-3180, revisie 6.0

DNV GL - Energy
KEMA Nederland B.V.
Postbus 9035
6800 ET ARNHEM
Tel: +31 26 356 9111
KvK 09080262

Auteur:


E.J. Platenkamp

Beoordeeld:


A.J.P. van der Wekken

Goedgekeurd:


A. van der Wal

- ☒ Unrestricted distribution (internal and external)
☐ Unrestricted distribution within DNV GL
☐ Limited distribution within DNV GL after 3 years
☐ No distribution (confidential)
☐ Secret

Reference to part of this report which may lead to misinterpretation is not permissible.

Versie	Datum	Reden voor uitgave	Auteur	Beoordeeld	Goedgekeurd
6.0	2015-04-16	Wijziging uitgangspunten	E.J. Platenkamp	A.J.P. van der Wekken	A. van der Wal

© 2015 KEMA Nederland B.V.



Inhoud

1	INLEIDING	1
2	UITGANGSPUNTEN	1
2.1	Gebruikte normen	2
2.2	Materiaal typeringen mast	2
2.3	Constructie typering	2
3	ONTWERP FUNDERINGFAMILIE	2
3.1	Funderingsprincipe	3
3.2	Materialen	4
3.3	Overige uitgangspunten	4
3.4	Voorspanning	5
3.5	Berekening onderplaat betonfundering	6
3.6	Ondersteuning betonpoer	6
3.7	Fundering belastingen	7
3.8	ZW380 fundering afmetingen	7
Appendix A	Berekening W2S400	
Appendix B	Berekening W2H400	
Appendix C	Berekening W4S350	
Appendix D	Berekening W4H350	
Appendix E	Berekening W4S400	
Appendix F	Berekening W4H400	
Appendix G	Berekening W4S450	
Appendix H	Berekening W4H450	
Appendix I	Berekening W6S400	
Appendix J	Berekening W6HL400	
Appendix K	Voorbeeld sondering	
Appendix L	Voorbeeld berekening fundering W2S400	

1 INLEIDING

Dit document geeft een samenvatting van de ontwerpbelastingen en berekeningen van de funderingen gebaseerd op de hieronder genoemde betonnen en hybriden masttypen, geschikt voor de bouwaanvraag:

- steunmast geschikt voor twee-circuits, 2 x 380 kV, 400 meter veldlengte; type W2S400
- hoekmast geschikt voor twee-circuits, 2 x 380 kV, 400 meter veldlengte, lijnhoek van 130 graden, type W2HL400
- steunmast geschikt voor vier-circuits, 2 x 380 kV en 2x 150 kV, 350 meter veldlengte; type W4S350
- hoekmast geschikt voor vier-circuits, 2 x 380 kV en 2x 150 kV, 350 meter veldlengte, lijnhoek van 130 graden, type W4HL350
- steunmast geschikt voor vier-circuits, 2 x 380 kV en 2x 150 kV, 400 meter veldlengte; type W4S400
- hoekmast geschikt voor vier-circuits, 2 x 380 kV en 2x 150 kV, 400 meter veldlengte, lijnhoek van 130 graden, type W4HL400
- steunmast geschikt voor vier-circuits, 2 x 380 kV en 2x 150 kV, 450 meter veldlengte; type W4S450
- hoekmast geschikt voor vier-circuits, 2 x 380 kV en 2x 150 kV, 450 meter veldlengte, lijnhoek van 150 graden, type W4HK450
- steunmast geschikt voor vier-circuits, 4 x 380 kV, 400 meter veldlengte; type W6S400
- hoekmast geschikt voor vier-circuits, 4 x 380kV, 400 meter veldlengte, lijnhoek van 130 graden, type W6HL400.

De ontwerpbelastingen voor de betonnen Wintrack masten zijn gebaseerd op de DNV GL vergunningsdocumenten voor de stalen varianten.

Voor alle masttypes zijn de ontwerpbelastingen bepaald. De belastingen zijn zo opgesteld dat deze niet locatie specifiek worden bepaald maar generiek met maximale veldlengte en maximale lijnhoek, tussen opeenvolgende masten. Het effect op de belastingen door verschil in hoogte van opeenvolgende masten wordt niet meegenomen.

2 UITGANGSPUNTEN

De in dit document gepresenteerde belastingen zijn niet bepaald op basis van analyse van alle door NEN-EN 50341 voorgeschreven belastinggevallen maar door DNV GL zijn die belastinggevallen of combinaties daarvan geselecteerd die de maatgevende belastingen veroorzaken.

Voor steunmasten met een verhoging tot maximaal 10 meter geldt dat deze berekend worden voor een maximale lijnhoek van 2 x 2.5. Voor hoekmasten wordt er een onderscheid gemaakt in de maximaal toelaatbare hoek op de mast, kenbaar gemaakt met een codering in het masttype met K (150°), L (130°) en M (120°).

Overige uitgangspunten en aannames zijn:

- trekparameter bij 10 °C : 1800 m
- geleider 380 kV : 4 bundel AMS620
- geleider 150 kV : 2 bundel AMS620
- bliksemgeleider/OPGW : 1 bundel BRUGG OPGW 226-AL3/38-A20SA
- retour stroomgeleider : 2 bundel WDI AACSR 242-39 Hawk
- hoogte mast en ophangpunten conform de documenten: 12-00570 rapport "mastafmetingen 4 x 380 kV + 220-380 kV rev 3.0" en 12-00572 rapport "mastafmetingen 2x380+150-380 rev 3.0"
- belastingen zijn inclusief belastingfactor en volgens de NEN-EN 50341-3-15.

2.1 Gebruikte normen

- NEN - EN50341-1, "Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning – Deel 1: Algemene eisen - Gemeenschappelijke specificaties
- NEN - EN50341-3-15, "Bovengrondse elektrische lijnen boven 45 kV wisselspanning - Deel 3: Verzameling van nationale normatieve aspecten"
- NEN-EN 1990:2002, "Eurocode - Grondslagen van het constructief ontwerp"
- NEN-EN 1992-1-1: Ontwerp en berekening Betonconstructies.

2.2 Materiaal typering mast

- Betonkwaliteit: C55/67, C70/85, C80/95 en C90/105
- wapening Fb550
- nagerekt voorspanstaal kwaliteit FeP1860 uitgaande van 150 mm² per streng
- dekking 50 mm
- levensduur 50 jaar conform NEN-EN 50341
- milieuklasse: XC4, XD3, eventueel XF2 afhankelijk van de locaties
- materiaalfactor van 1,5 voor beton
- materiaalfactor van 1,5 voor voorgerekt en nagerekt staal
- materiaalfactor van 1,15 voor wapeningstaal.

2.3 Constructie typering

Veiligheidsklasse	3	1)	$\gamma_{f,g} = 1.20$	$\gamma_{f,q} = 1.50$
		2)	$\gamma_{f,g} = 1.35$	
Referentie periode	50 jaar			
Windtracé	II		onbebouwd	
IJsgebied	B			

3 ONTWERP FUNDERINGFAMILIE

Het funderingontwerp is gebaseerd op een betonnen poer, samengesteld uit opstort en onderplaat, met een voorgespannen ingestort kooianker. Dit ontwerp is conform de funderingen voor de stalen masten.

Als alternatief voor de betonnen en hybride masten kan ook het funderingsontwerp gebaseerd op een "insertprincipe" worden voorgesteld. Hierbij wordt het onderste betonnen element met voetplaat in de betonnen funderingsplaat gestort. Hierbij is geen opstortpoer, maar enkel een onderplaat aanwezig.

De onderplaat zal eenzelfde diameter hebben als de onderplaat bij ingestorte kooianker principe. De dikte van de plaat zal tussen 1,5 en 2,5 meter liggen en de bovenzijde zal 0,3 meter boven het maaiveld liggen. Beide funderingsprincipes zijn weergegeven in figuur 1.

Aangezien bij deze masten de koppeling tussen mast en fundering, beton op beton is, kan dit een goed alternatief. Echter in dit document zijn alle funderingen gebaseerd op één en dezelfde funderingsontwerp en daarom zijn de "insert ring" varianten niet uitgewerkt.

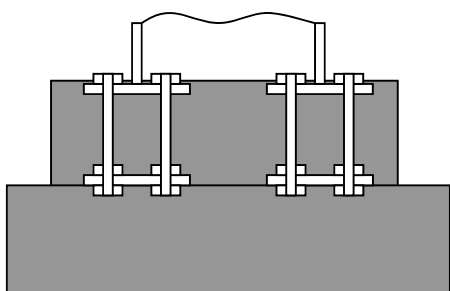
Uitgangspunt voor het funderingsontwerp gebaseerd op een kooianker, is een smalle opstort van 1,8 meter hoogte waarvan 0,3 meter boven maaiveld. Op deze wijze is het grondbeslag minimaal maar is relatief veel ontgraving nodig door de diepe ligging van de grondplaat.

Dit hoofdstuk beschrijft het voorontwerp van de funderingsconstructies. Uitgangspunt is dat zowel de opstort als de onderplaat cirkelvormig is. Voor de opstort is dat om esthetische redenen. Gezien de verschillende richtingen van de maatgevende belastingen is een cirkelvormige onderplaat bij een hoekmast het meest optimaal. Indien de hart op hart afstand van de masten minder is dan 10 meter wordt er een rechthoekige onderplaat toegepast. Deze wordt in de bissectrice van de lijn geprojecteerd.

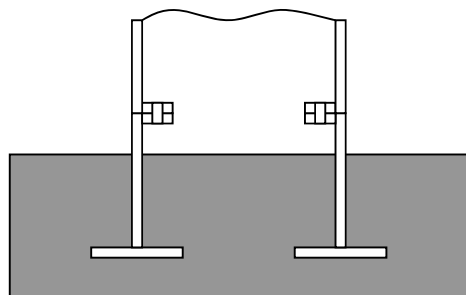
Uitgangspunt is dat betonkwaliteit C38/45 toegepast kan worden en dat naast het gebruikelijke wapeningsstaal geen splijtwapening nodig is. Om de druk op het beton binnen de toelaatbare grenzen te houden zonder toepassing van splijtwapening dient de mastvoetflens voldoende breedte te hebben.

3.1 Funderingsprincipe

Het funderingsprincipe is gebaseerd op een kooianker met een instorting en voorspanning op de bouten.



Figuur 1a Kooianker met instorting en voorspanning



Figuur 1b Insert ring met voetplaat

Een betonfundering met voorgespannen kooianker wordt toegepast in de Wintrack masten te Bleiswijk en is voorzien voor de verbinding Randstad 380 Zuid. Door deze toepassingen is dit principe een bewezen technologie. Op basis van een door KEMA in 2011 gehouden beperkte marktconsultatie blijkt dat een betonfundering met voorgespannen kooianker technisch de voorkeur verdient boven een ingestorte buis zoals wel bij windturbines wordt toegepast.

Het uitgangspunt is een betonnen fundering op palen met een kooianker als instortdeel. Het betondeel is opgebouwd uit een relatief smalle opstort met een brede onderplaat. In het standaard ontwerp heeft de opstort een hoogte van 1,8 meter waarvan 1,5 meter onder maaiveld, zoals weergegeven in tabel 1.



De hoogte van de funderingsopstort wordt bepaald aan de hand van de locatie, het gebruik van de naastgelegen grond en eventuele begrenzingen aan de ontgravingdiepte. In landbouwgebied wordt een opstort hoogte van 1,8 m aangehouden en voor gronden, zoals langs infrastructuur, die niet in gebruik zijn kan een lagere opstort aangehouden worden.

Tabel 1 Toepassing fundering

Hoogte van de opstort	Opstort	Gronddekking opstort meter boven maaiveld
[m]	[m]	[m]
1.8	1.5	0.3

3.2 Materialen

De materialen dienen minimaal te voldoen aan:

- kooi-ankers staalkwaliteit 8.8, bouttypes M42 en M48
- beton C38/45, milieuklasse XC4 en XF3, consistentieklasse 3
- ondersabeling met krimpvrije gietmortel, kwaliteit vergelijkbaar met C80 of beter
- prefab beton palen afmeting 400 x 400.

Voor zowel de opstort als de funderingplaat wordt betonkwaliteit C38/45 gehanteerd. Afmetingen van de mastvoetflens en de ankerbouten dienen zo gedimensioneerd te worden dat het aanbrengen van voorspanning niet tot een hogere betonkwaliteit leidt. Een reden dat toch betonkwaliteit C45/55 noodzakelijk kan zijn, is de hoge belasting uit de mast. Het betreft hier dan vooral de dwarskracht geïntroduceerd door het mastvoetmoment. Om deze reden dient de mastvoetdiameter niet kleiner te zijn dan de in dit rapport genoemde afmetingen. Dit geldt eveneens voor de hoogte van de onderplaat, indien de in het vervolg genoemde optimale afmetingen worden aangehouden is geen hogere betonkwaliteit nodig of aanvullende wapening.

Van betonkwaliteit C45/55 en hoger is de kwaliteit in het werk moeilijker te garanderen, om deze reden dient toepassing van betonkwaliteit C45/55 en hoger zoveel mogelijk vermeden te worden en bij voorkeur niet worden toegepast.

Een hogere betonkwaliteit, en extra wapening, voor de onderplaat is nodig indien de onderplaat dunner wordt gemaakt omdat er door bevoegd gezag beperkingen worden gesteld aan de ontgravingdiepte.

3.3 Overige uitgangspunten

De NW380 mastfunderingen voor speciale mastfunderingen dienen aan een aantal uitgangspunten te voldoen, waarvan de belangrijkste in onderstaande tabel worden samengevat. Uitgangspunt is dat de opstort cirkelvormig moet zijn. Voor de onderplaat is de keuze voor een rechthoekige of cirkelvormige plaat. Per tower site kunnen de onderplaten gekoppeld worden.

Tabel 2 Uitgangspunten fundering

Onderwerp	Uitgangspunten / Aannames
Hoogte fundering boven maaiveld	Bovenkant fundering, met of zonder opstort, 0,3 meter boven maaiveld
Lengte ankerbouten	Minimaal 1,6 waarvan minimaal 1,3 meter ingestort in fundatie
Diameter opstort	Steunmast Ø diameter buis + 2 x 0.75 m, incl. remming van 0.75 m Hoekmast Ø diameter buis + 2 x 1.0 m, incl. remming van 1.0 m
Funderingplaat	Indien rond: Steunmast Ø 8 m tot Ø 10 m, alternatief 6 x 9 m tot 6 x 10 m Hoekmast Ø 12 tot Ø 15 m (± 10%) Indien rechthoekig: Steunmasten: 7 x 23.9 tot 10 x 32.5 m. Hoekmasten: 11 x 19 tot 13 x 37.5 m.
Bovenkant funderingplaat	1,5 meter onder maaiveld Alternatief 1: 0,5 meter onder maaiveld Alternatief 2: geen opstort, 0,3 meter boven maaiveld, afschot bovenplaat 1,5 tot 2%
Hoogte funderingplaat (normale afmetingen)	Conform principetekeningen
Ontgravingsdiepte (optimale afmetingen)	Ontgravingdiepte gelijk aan diepte ligging onderplaat, vermeerderd met 0,4 meter
Gelimiteerde ontgravingsdieptes	3 meter in de meeste provincies 2 meter, onder andere in de provincie Friesland
Ontgravingsoppervlak (maaiveldhoogte)	Oppervlakte van de ontgraving op maaiveldhoogte is gelijk aan: Ø onderplaat + 2x diepteligging onderplaat + rondom 1 meter waarbij beide ontgravingen als een geheel worden uitgevoerd
Hoogte fundering boven maaiveld	Bovenkant fundering, met of zonder opstort, 0,3 meter boven maaiveld

Voor de ontgravingdiepte is 0,4 meter extra genomen ten behoeve van het zandbed en werkvloer.

3.4 Voorspanning

De ankerbouten worden zodanig voorgespannen dat bij een belasting uit mast en geleiders tot de Service Limit State (SLS) de voorspanning niet opgeheven wordt. De SLS belasting is in de ontwerpnorm NEN-EN 50341 gedefinieerd als de maximale belasting uit mast en geleiders zonder toepassing van een belastingsfactor.

De ankerbouten worden gedimensioneerd op de uiterste grenstoestand (ULS) trekbelasting als gedefinieerd in de ontwerpnorm. Deze is 1,5*SLS (of ULS).

De maximale betondruk op de bovenkant van de opstort is de optelsom van de druk door voorspanning, uitwendige belasting uit de mast en een reductie door de afname van voorspanning bij een uitwendige druk. De reductie op de voorspanning is 15%.

De maximale betondruk is gebaseerd op de belasting: $0,85 \cdot \text{SLS} + 1,5 \cdot \text{SLS} = 2,35 \text{ SLS}$ (of $1,57 \cdot \text{ULS}$). De maximale trekbelasting in de ankers blijft $1,5 \cdot \text{SLS}$ (of ULS).

De betondruk wordt gemaximeerd op 18,9 MPa, zodat geen spleijwapening nodig is.

3.5 Berekening onderplaat betonfundering

De onderplaat van de fundering wordt op het volledige buig- of kantelmoment uit de mast belast. De kosten van de onderplaat lopen onder de volgende omstandigheden sterk op:

- onder- en bovenwapening niet meer in prefab delen kan worden aangeleverd en door het hoge gewicht matig tot slecht hanteerbaar worden
- ponswapening nodig is.

Voor een kosteneffectieve fundering worden onder- en bovenwapening opgebouwd uit de volgende staven FeB500: Ø 20-100 of Ø 25-110. Dit type wapening is goed hanteerbaar en levert plaatdiktes waarbij geen spleijwapening nodig is en slechts een beperkte hoeveelheid ponswapening.

Met een omschrijving als Ø 20-100, wordt bedoeld wapeningstaal met een diameter van 20 mm en een tussenruimte van 100 mm.

Een minimale plaatdikte kan bereikt worden bij een wapening van Ø 32-120, deze is slecht hanteerbaar en wordt enkel in combinatie met spleijwapening en ponswapening toegepast.

Afmeting van de onderplaat dient conform de tekeningen uitgevoerd te worden.

3.6 Ondersteuning betonpoer

De funderingen worden ondersteund door palen. Afhankelijk van de bodemgesteldheid is de lengte van de palen tussen de 15 en 30 meter. De palen staan in schoorstand (1:8) naar buiten gericht. Het aantal palen is sterk verschillend bij steun- en hoekmasten. Voor het aantal benodigde palen wordt verwezen naar vergunningstekeningen. De palen worden gedimensioneerd op de maximaal optredende trekbelasting. De afmetingen van de funderingplaten zijn zodanig gekozen dat prefab betonpalen, vierkant 400 mm, voldoen. Voor de bepaling van de trekcapaciteit en de drukcapaciteit is sondering DKM-39 S01 gehanteerd, deze is opgenomen in appendix K. De paallengte voor deze sondering is 27 meter, deze lengte is gebaseerd op een draagkrachtige laag met een conusweerstand van minimaal 12 MPa met een lengte van minimaal 3 meter. Voor de overige sonderingen dienen de paallengte door de aannemer bepaald te worden. De maximale capaciteiten voor druk- en trekwaarde zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 3 – Druk- en trekcapaciteit

	400 x 400
Max. druk [kN]	1875
Max. trek [kN]	584

3.7 Fundering belastingen

De in tabel 4 gegeven optredende mastvoet momenten en verticaal belastingen dienen als input voor de berekening van het fundament. De constructieberekening van de mastfundering is weergegeven in de bijlagen conform onderstaande tabel. In appendix L wordt de fundering berekening in stappen verder uitgewerkt door middel van een voorbeeld.

Tabel 1 Overzicht optredende belastingen op fundering

Type mast	Gewicht pole	Moment mastvoet
	[kN]	[MNm]
W2S400	1667	14.2
W2HL400	2794	38.6
W4S350	1791	17.2
W4HL350	3267	49.6
W4S400	2862	22.7
W4HL400	3207	59.4
W4S450	3034	29.5
W4HK450	3655	56.7
W6S400	2282	22.4
W6HL400	3344	70.1

3.8 ZW380 fundering afmetingen

Voor alle genoemde Wintrack masten zijn de afmetingen van de funderingen vastgesteld. De gegeven waarden zijn per pylon. Er zijn per mastlocatie 2 pylonen voorzien, dit betekend dat er per mastlocatie 2 funderingen gemaakt dienen te worden, met uitzondering van de 2 circuit eind- en hoekmasten.

Tabel 5 Funderingsafmetingen en tekeningnummer

Type mast	Diameter opstort (m)	Diameter fundatieplaat (m)	Dikte fundatieplaat (m)	Aantal fundatie-palen
W2S400	3.7	8	1.0	8
W2HL400	4.8	19 x 11	1.2	40*
W4S350	3.7	7	1.1	12
W4HL350	5	11	1.3	16
W4S400	3.9	9	1.1	10
W4HL400	5.2	12	1.4	12
W4S450	4.3	10	1.2	12
W4HK450	5.3	12	1.4	16
W6S400	3.9	9	1.1	10
W6HL400	5.5	13	1.6	18

* Fundatie niet rond in verband met hart op hart afstand van de pylonen. Fundatie worden rechthoekig uitgevoerd. Aantal palen gelden voor 2 pylonen



APPENDIX A

Berekening W2S400



APPENDIX B

Berekening W2H400



APPENDIX C

Berekening W4S350



APPENDIX D

Berekening W4H350



APPENDIX E

Berekening W4S400



APPENDIX F

Berekening W4H400



APPENDIX G

Berekening W4S450



APPENDIX H

Berekening W4H450



APPENDIX I

Berekening W6S400



APPENDIX J

Berekening W6HL400



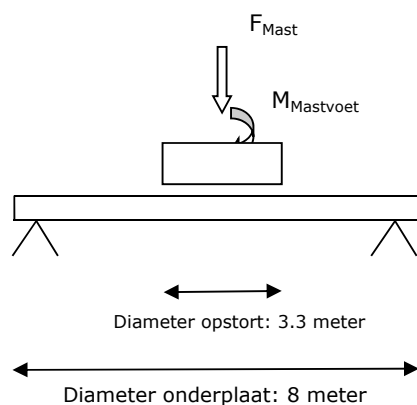
APPENDIX K

Voorbeeld sondering

APPENDIX L

Voorbeeld berekening fundering W2S400

Het fundament van mast W2S400 wordt als voorbeeld uitgewerkt. In onderstaande figuur is schematisch de fundering weergegeven. Het buigmoment op de fundering is voor mast W2S400 gelijk aan 13.253 kNm.



Eigen gewicht opstort

Afmetingen van de opstort:

Diameter: 3.7 meter

Hoogte: 1.8 meter

Eigen gewicht opstort: $1.8 * 0.25 * \pi * 3.7^2 * 19.6 = 379 \text{ kN}$

Er wordt in de berekening van de fundering een conservatief eigen gewicht van beton gehanteerd van $2000 \text{ kg/m}^3 = 19.6 \text{ kN/m}^3$.

Eigen gewicht onderplaat

Er wordt in de berekening van de fundering een conservatief eigen gewicht van beton gehanteerd van $2000 \text{ kg/m}^3 = 19.6 \text{ kN/m}^3$.

Afmetingen van de onderplaat:

Diameter: 8.0 meter

Hoogte: 1.0 meter

Eigen gewicht onderplaat: $1.0 * 0.25 * \pi * 8.0^2 * 19.6 = 986 \text{ kN}$

Optredende krachten

De optredende krachten zijn de maatgevende belastingen die optreden vanuit de mastvoet op de fundering. Hierin zijn alle belastingcombinaties meegenomen voor het bepalen van de maximale belastingen. Hierbij is rekening gehouden met bijvoorbeeld:

- belastingsfactoren van wind en eigen gewicht conform de NEN-EN 50341

- wind op de pyloon conform de NEN-EN 50341
- belastingen uit geleiders.

Moment

Voor het bepalen van de druk en trekkracht op de palen is het moment de meest bepalende factor.

Het funderingsblok zelf geeft een moment tegengesteld aan het moment aan mastvoet. Het tegenwerkende moment is afhankelijk van het kantelpunt van de fundering. Voor opstort van de ZWW2S400 is deze als volgt bepaald.

$$M_{d;tegen} = 0.6 * \frac{(D_{onderplaat} - 2 * R_{andafstand})}{2} * e * g_{opstort}$$

$$M_{d;tegen} = 0.6 * \frac{(8.0 - 2 * 1)}{2} * 379$$

$$M_{d;tegen} = 682 \text{ kNm}$$

Het zwaartepunt van de palen is gesteld op 0.6 (zwaartepunt van een halve cirkel). Voor de onderplaat is eenzelfde berekening uitgevoerd wat een tegenwerkend moment oplevert van 1775 kNm. Hierbij is geen rekening gehouden met de opwaartse kracht van het water.

Er wordt als conservatief uitgangspunt genomen voor de trekbelasting dat het grondwater tot aan het maaiveld staat. Dit levert dan een reductie van 50% voor de opwaartse kracht van het water (eigen gewicht beton 2000 kg/m³, eigen gewicht water = 1000 kg/m³). Het totaal tegenwerkend moment wordt dan

$$M_{d;tegen;tot} = 1775 - 682 = 1093 \text{ kNm}$$

Het resulterende moment is gelijk aan het optredende moment aan de mastvoet minus het tegenwerkende moment rekening houdende met de reductie door de opwaartse kracht van het water.

$$M_{d;tot} = 13253 - 1093 = 12160 \text{ kNm}$$

De optredende reactiekracht vanuit het moment op de palen is afhankelijk van de schoorstand van de palen en de hart op hart afstand van de palen, afstand a.

$$F = \frac{M_{d;tot}}{a} = \frac{12160 \text{ kNm}}{(8-2*1)} = 2027 \text{ kN}$$

Verticaal

Voor de bepaling van de reactiekracht op de palen is een conservatieve waarde aangehouden van alleen het eigen gewicht van de pyloon en het eigen gewicht van de fundering welke zich verdeelt over de 2 palen, aan beide zijden van de fundering.

$$F = \frac{F_{mast} + F_{fund}}{2} = \frac{1667 + 1365}{2} = 1516 \text{ kN}$$

Maximale paalbelastingen

De maximale optredende drukbelasting op de palen is de sommatie van de optredende krachten uit de verticaalbelasting en het moment. $F_{druk,tot} = 1516 + 2027 = 3543 \text{ kN}$. De maximale optredende trekbelasting op de palen is de optredende kracht uit het moment minus de optredende reactie kracht van de verticaalbelasting en het moment. $F_{trek,tot} = 1516 - 2048 = 511 \text{ kN}$.

De paalschoorstand dient in rekening gebracht te worden. Er wordt vanuit gegaan dat er een paalschoorstand toegepast wordt van 8:1 (7.125 deg). Dit levert dan een optredende kracht op van

$$F_{druk;schoor} = \frac{F_{druk}}{\cos\alpha} = \frac{3543}{\cos(7.125)} = 3571 \text{ kN}$$

$$F_{trek;schoor} = \frac{F_{trek}}{\cos\alpha} = \frac{511}{\cos(7.125)} = 515 \text{ kN}$$

Het aantal palen is gebaseerd op de optredende belasting in de palen gedeeld door de maximale capaciteit van de palen zoals eerder bepaald.

$$Aantal \text{ palen druk} = \frac{3543}{1875 * 0.6} = 3.2 = 4 \text{ palen}$$

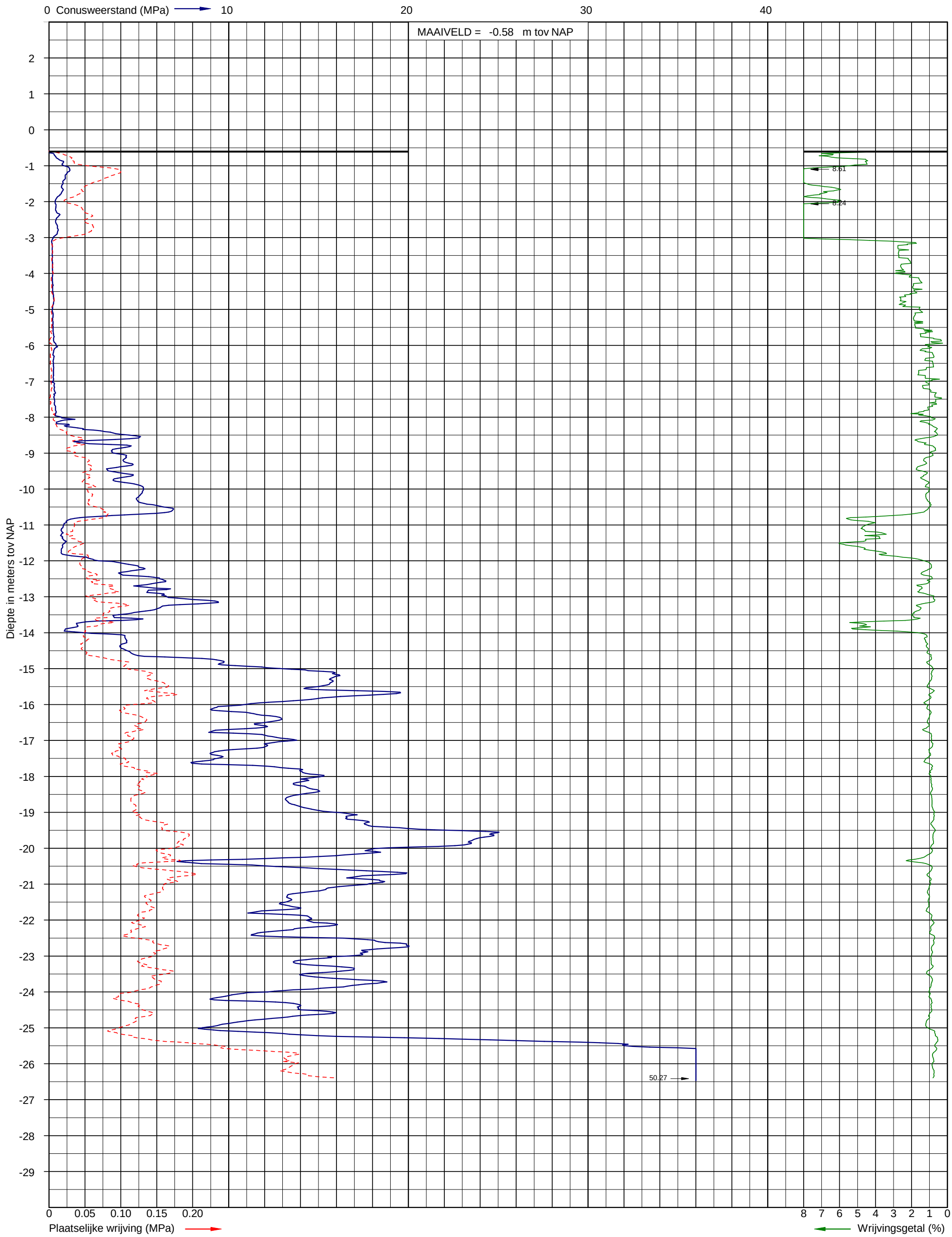
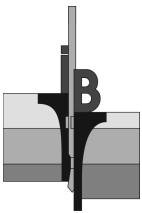
$$Aantal \text{ palen trek} = \frac{511}{584 * 0.6} = 1.5 = 2 \text{ palen}$$

Het aantal palen gecorrigeerd voor het feit dat het zwaartepunt van alle palen niet op de rand van de fundering ligt maar op ongeveer 0.6 van de rand (zwaartepunt halve cirkel). Het aantal palen is het maximum van de benodigde trek- of drukpalen. Het maximum geldt voor een zijde van de mast. Het totaal aantal palen is 2 x het maximum benodigde palen. Voor de ZWW2S400 is dat 8 palen verdeeld over de onderplaat.



ABOUT DNV GL

Driven by our purpose of safeguarding life, property and the environment, DNV GL enables organizations to advance the safety and sustainability of their business. We provide classification and technical assurance along with software and independent expert advisory services to the maritime, oil and gas, and energy industries. We also provide certification services to customers across a wide range of industries. Operating in more than 100 countries, our 16,000 professionals are dedicated to helping our customers make the world safer, smarter and greener.



W2HL400

Bijlage B

Fundatie berekening

Fundatie ontwerp:

Heipaal

Afmetingen	b	400	mm
	d	400	mm
omtrek paal	$O_{p, \text{gem}}$	1.6	m

schoorstand	8	:1
a	7.125	graden

Opstort	Diameter	4.6	m
	Hoogte	1.8	m
	Inhoud	29.9	m ³
	e.g.	587	kN

Onderplaat	Diameter	12.0	m
	Hoogte	1.2	m
	Inhoud	136	m ³
	e.g.	2663	kN

Paal afstand tov rand	1	m
-----------------------	---	---

Optreden krachten

e.g. mast	2794	kN
Maximale dwarskracht	969	kN
Maximale verticaal kracht	1196	kN
Maximale moment	38576	kNm

MOMENT:

Tegenmoment uit eigen gewicht:

Opstort	1761	kNm
Onderplaat	7988	kNm

Totaal	4875	kNm
--------	------	-----

Moment:

Totaal moment	33702	kNm
$F=M/a$	3370	kN

$F_{M, \text{diag}}$	3396	kN
$F_{M, \text{hor}}$	421	kN
$F_{M, \text{ver}}$	3370	kN

Vertikaal:

F_{mast}	3353	kN
F_{tund}	1625	kN
F_{grond}	1158	kN
F_{totaal}	3068	kN

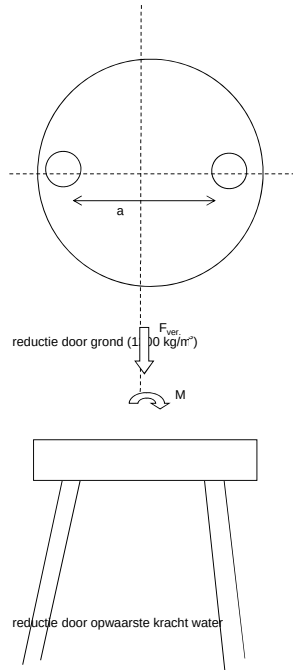
$F_{M, \text{diag}}$	3092	kN
$F_{M, \text{hor}}$	383	kN
$F_{M, \text{ver}}$	3068	kN

Maximale paalbelastingen:

Trekbelasting:	302	kN
Drukbelasting:	6438	kN

Aantal palen	trek	1	aantal	per zijde
	druk	6	aantal	per zijde

Totaal aantal	palen	12	per mastlocatie
---------------	-------	----	-----------------



W2S400

Bijlage A

Fundatie berekening

Fundatie ontwerp:

Heipaal

Afmetingen	b	400	mm
	d	400	mm
omtrek paal	$O_{p, \text{gem}}$	1.6	m

schoorstand	a	8	:1
		7.125	graden

Opstort	Diameter	3.3	m
	Hoogte	1.8	m
	Inhoud	15.4	m ³
	e.g.	302	kN

Onderplaat	Diameter	8.0	m
	Hoogte	1.0	m
	Inhoud	50	m ³
	e.g.	986	kN

Paal afstand tov rand		1	m
-----------------------	--	---	---

Optreden krachten

e.g. mast		1667	kN
Maximale dwarskracht		370	kN
Maximale verticaal kracht		714	kN
Maximale moment		14253	kNm

MOMENT:

Tegenmoment uit eigen gewicht:

Opstort		544	kNm
Onderplaat		1775	kNm

Totaal		1159	kNm
--------	--	------	-----

Moment:

Totaal moment		13094	kNm
$F=M/a$		2182	kN

$F_{M, \text{diag}}$		2199	kN
$F_{M, \text{hor}}$		273	kN
$F_{M, \text{ver}}$		2182	kN

Vertikaal:

F_{mast}		2000	kN
F_{tund}		644	kN
F_{grond}		501	kN
F_{totaal}		1572	kN

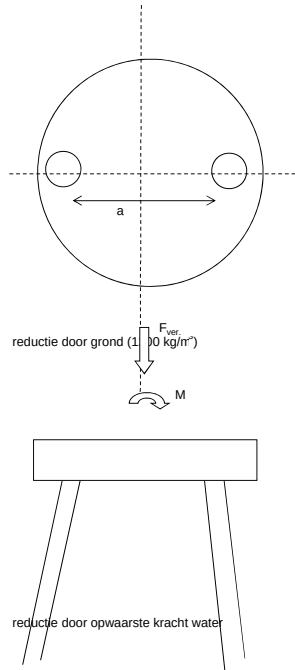
$F_{M, \text{diag}}$		1585	kN
$F_{M, \text{hor}}$		197	kN
$F_{M, \text{ver}}$		1572	kN

Maximale paalbelastingen:

Trekbelasting:		610	kN
Drukbelasting:		3755	kN

Aantal palen	trek	2	aantal	per zijde
	druk	4	aantal	per zijde

Totaal aantal	palen	8	per mastlocatie
---------------	-------	---	-----------------



W4HK450

Bijlage H

Fundatie berekening

Fundatie ontwerp:

Heipaal

Afmetingen	b	400	mm
	d	400	mm
omtrek paal	$O_{p, \text{gem}}$	1.6	m

schoorstand	8	:1
a	7.125	graden

Opstort	Diameter	5.3	m
	Hoogte	1.8	m
	Inhoud	39.7	m ³
	e.g.	779	kN

Onderplaat	Diameter	12.0	m
	Hoogte	1.4	m
	Inhoud	158	m ³
	e.g.	3107	kN

Paal afstand tov rand	1	m
-----------------------	---	---

Optreden krachten

e.g. mast	3655	kN
Maximale dwarskracht	1152	kN
Maximale verticaal kracht	1248	kN
Maximale moment	56744	kNm

MOMENT:

Tegenmoment uit eigen gewicht:

Opstort	2337	kNm
Onderplaat	9320	kNm

Totaal	5829	kNm
--------	------	-----

Moment:

Totaal moment	50915	kNm
$F=M/a$	5092	kN

$F_{M, \text{diag}}$	5131	kN
$F_{M, \text{hor}}$	636	kN
$F_{M, \text{ver}}$	5092	kN

Vertikaal:

F_{mast}	4386	kN
F_{tund}	1943	kN
F_{grond}	1092	kN
F_{totaal}	3711	kN

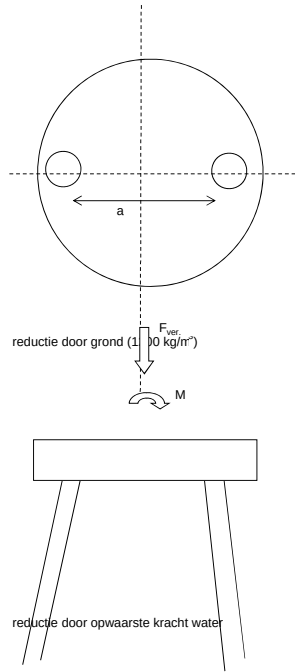
$F_{M, \text{diag}}$	3740	kN
$F_{M, \text{hor}}$	464	kN
$F_{M, \text{ver}}$	3711	kN

Maximale paalbelastingen:

Trekbelasting:	1381	kN
Drukbelasting:	8802	kN

Aantal palen	trek	4	aantal	per zijde
	druk	8	aantal	per zijde

Totaal aantal	palen	16	per mastlocatie
---------------	-------	----	-----------------





W4HL400 Bijlage F

Fundatie berekening

Fundatie ontwerp:

Heipaal

Afmetingen	b	400	mm
	d	400	mm
omtrek paal	$O_{p, \text{gem}}$	1.6	m

schoorstand	8	:1
a	7.125	graden

Opstort	Diameter	5.2	m
	Hoogte	1.8	m
	Inhoud	38.2	m ³
	e.g.	750	kN

Onderplaat	Diameter	12.0	m
	Hoogte	1.4	m
	Inhoud	158	m ³
	e.g.	3107	kN

Paal afstand tov rand	1	m
-----------------------	---	---

Optreden krachten

e.g. mast	3849	kN
Maximale dwarskracht	1326	kN
Maximale verticaal kracht	1407	kN
Maximale moment	59387	kNm

MOMENT:

Tegenmoment uit eigen gewicht:

Opstort	2250	kNm
Onderplaat	9320	kNm

Totaal	5785	kNm
--------	------	-----

Moment:

Totaal moment	53602	kNm
$F=M/a$	5360	kN

$F_{M, \text{diag}}$	5402	kN
$F_{M, \text{hor}}$	670	kN
$F_{M, \text{ver}}$	5360	kN

Vertikaal:

F_{mast}	3849	kN
F_{tund}	1928	kN
F_{grond}	1102	kN
F_{totaal}	3440	kN

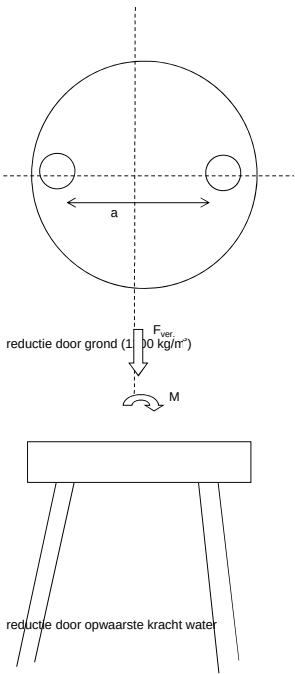
$F_{M, \text{diag}}$	3466	kN
$F_{M, \text{hor}}$	430	kN
$F_{M, \text{ver}}$	3440	kN

Maximale paalbelastingen:

Trekbelasting:	1921	kN
Drukbelasting:	8800	kN

Aantal palen	trek	6	aantal	per zijde
	druk	8	aantal	per zijde

Totaal aantal	palen	12	per mastlocatie
---------------	-------	----	-----------------





W4S400 Bijlage E

Fundatie berekening

Fundatie ontwerp:

Heipaal

Afmetingen	b	400	mm
	d	400	mm
omtrek paal	$O_{p, \text{gem}}$	1.6	m

schoorstand	8	:1
a	7.125	graden

Opstort	Diameter	3.9	m
	Hoogte	1.8	m
	Inhoud	21.5	m ³
	e.g.	422	kN

Onderplaat	Diameter	9.0	m
	Hoogte	1.1	m
	Inhoud	70	m ³
	e.g.	1373	kN

Paal afstand tov rand	1	m
-----------------------	---	---

Optreden krachten

e.g. mast	2862	kN
Maximale dwarskracht	527	kN
Maximale verticaal kracht	1165	kN
Maximale moment	22666	kNm

MOMENT:

Tegenmoment uit eigen gewicht:

Opstort	886	kNm
Onderplaat	2883	kNm

Totaal	1885	kNm
--------	------	-----

Moment:

Totaal moment	20781	kNm
$F=M/a$	2969	kN

$F_{M, \text{diag}}$	2992	kN
$F_{M, \text{hor}}$	371	kN
$F_{M, \text{ver}}$	2969	kN

Vertikaal:

F_{mast}	2862	kN
F_{tund}	897	kN
F_{grond}	620	kN
F_{totaal}	2189	kN

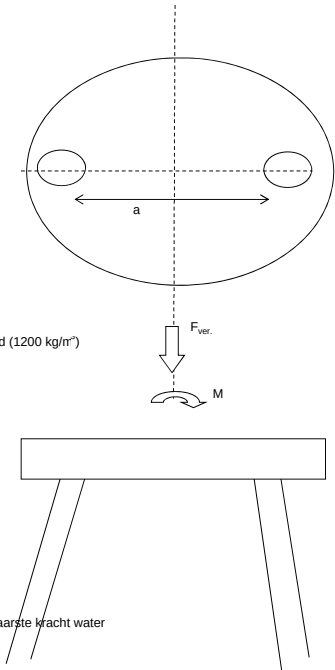
$F_{M, \text{diag}}$	2207	kN
$F_{M, \text{hor}}$	274	kN
$F_{M, \text{ver}}$	2189	kN

Maximale paalbelastingen:

Trekbelasting:	779	kN
Drukbelasting:	5158	kN

Aantal palen	trek	3	aantal	per zijde
	druk	5	aantal	per zijde

Totaal aantal	palen	10	per mastlocatie
---------------	-------	----	-----------------





W4S450 Bijlage G

Fundatie berekening

Fundatie ontwerp:

Heipaal

Afmetingen	b	400	mm
	d	400	mm
omtrek paal	$O_{p, \text{gem}}$	1.6	m

schoorstand	8	:1
a	7.125	graden

Opstort	Diameter	4.3	m
	Hoogte	1.8	m
	Inhoud	26.1	m ³
	e.g.	513	kN

Onderplaat	Diameter	10.0	m
	Hoogte	1.2	m
	Inhoud	94	m ³
	e.g.	1849	kN

Paal afstand tov rand	1	m
-----------------------	---	---

Optreden krachten

e.g. mast	3043	kN
Maximale dwarskracht	612	kN
Maximale verticaal kracht	1123	kN
Maximale moment	29468	kNm

MOMENT:

Tegenmoment uit eigen gewicht:

Opstort	1231	kNm
Onderplaat	4438	kNm

Totaal	2834	kNm	reductie door opwaartse kracht water
--------	------	-----	--------------------------------------

Moment:

Totaal moment	26634	kNm
$F=M/a$	3329	kN

$F_{M, \text{diag}}$	3355	kN
$F_{M, \text{hor}}$	416	kN
$F_{M, \text{ver}}$	3329	kN

Vertikaal:

F_{mast}	3651	kN	
F_{tund}	1181	kN	reductie door opwaartse kracht water
F_{grond}	768	kN	reductie door grond (1200 kg/m³)
F_{totaal}	2800	kN	per zijde

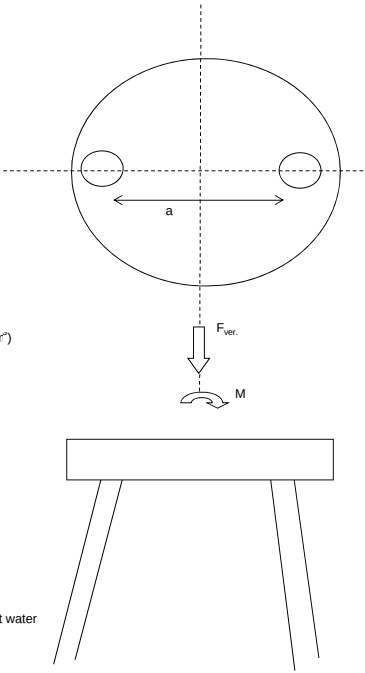
$F_{M, \text{diag}}$	2822	kN
$F_{M, \text{hor}}$	350	kN
$F_{M, \text{ver}}$	2800	kN

Maximale paalbelastingen:

Trekbelasting:	529	kN
Drukbelasting:	6129	kN

Aantal palen	trek	2	aantal	per zijde
	druk	6	aantal	per zijde

Totaal aantal	palen	12	per mastlocatie
---------------	-------	----	-----------------





W6HL400 Bijlage J

Fundatie berekening

Fundatie ontwerp:

Heipaal

Afmetingen	b	400	mm
	d	400	mm
omtrek paal	$O_{p, \text{gem}}$	1.6	m

schoorstand		8	:1
a		7.125	graden

Opstort	Diameter	5.5	m
	Hoogte	1.8	m
	Inhoud	42.8	m ³
	e.g.	839	kN
Onderplaat	Diameter	13.0	m
	Hoogte	1.6	m
	Inhoud	212	m ³
	e.g.	4167	kN

reductie door grond (1200 kg/m³)

Paal afstand tov rand		1	m
-----------------------	--	---	---

Optreden krachten

e.g. mast		3344	kN
Maximale dwarskracht		1677	kN
Maximale verticaal kracht		1506	kN
Maximale moment		70130	kNm

MOMENT:

Tegenmoment uit eigen gewicht:

Opstort		2769	kNm
Onderplaat		13750	kNm

Totaal		8260	kNm
--------	--	------	-----

reductie door opwaartse kracht water

Moment:

Totaal moment		61871	kNm
$F=M/a$		5625	kN

$F_{M, \text{diag}}$		5668	kN
$F_{M, \text{hor}}$		703	kN
$F_{M, \text{ver}}$		5625	kN

Vertikaal:

F_{mast}		4013	kN
F_{tund}		2503	kN
F_{grond}		1308	kN
F_{totaal}		3912	kN

reductie door opwaartse kracht water
reductie door grond (1200 kg/m³)
per zijde

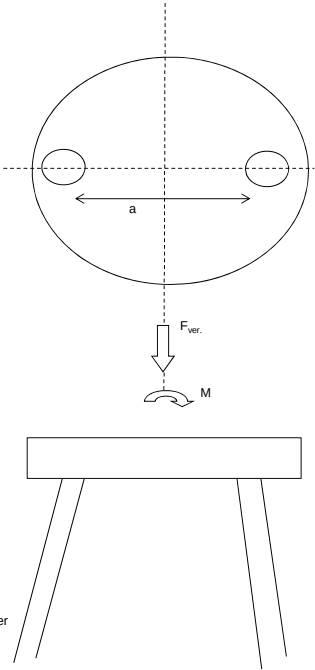
$F_{M, \text{diag}}$		3942	kN
$F_{M, \text{hor}}$		489	kN
$F_{M, \text{ver}}$		3912	kN

Maximale paalbelastingen:

Trekbelasting:		1713	kN
Drukbelasting:		9537	kN

Aantal palen	trek	5	aantal	per zijde
	druk	9	aantal	per zijde

Totaal aantal	palen	18	per mastlocatie
---------------	-------	----	-----------------



W6S400

Bijlage I

Fundatie berekening

Fundatie ontwerp:

Helppaal

Afmetingen	b	400	mm
	d	400	mm
omtrek paal	$O_{p, \text{gem}}$	1.6	m

schoorstand	8	:1
a	7.125	graden

Opstort	Diameter	3.9	m
	Hoogte	1.8	m
	Inhoud	21.5	m ³
	e.g.	422	kN
Onderplaat	Diameter	9.0	m
	Hoogte	1.1	m
	Inhoud	70	m ³
	e.g.	1373	kN

reductie door grond (1200 kg/m³)

Paal afstand tov rand	1	m
-----------------------	---	---

Optreden krachten

e.g. mast	2282	kN
Maximale dwarskracht	542	kN
Maximale verticaal kracht	1053	kN
Maximale moment	22358	kNm

MOMENT:

Tegenmoment uit eigen gewicht:

Opstort	886	kNm
Onderplaat	2883	kNm

Totaal	1885	kNm
--------	------	-----

reductie door opwaartse kracht water

Moment:

Totaal moment	20474	kNm
F=M/a	2925	kN

$F_{M, \text{diag}}$	2948	kN
$F_{M, \text{hor}}$	366	kN
$F_{M, \text{ver}}$	2925	kN

Vertikaal:

F_{mast}	2738	kN
F_{fund}	897	kN
F_{grond}	620	kN
F_{totaal}	2128	kN

reductie door opwaartse kracht water
reductie door grond (1200 kg/m³)
per zijde

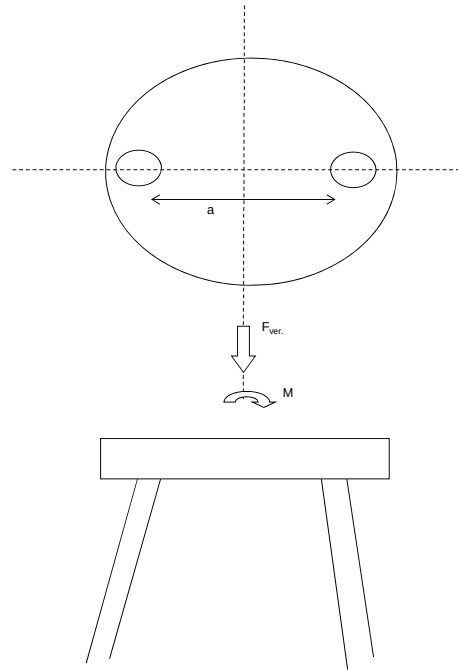
$F_{M, \text{diag}}$	2144	kN
$F_{M, \text{hor}}$	266	kN
$F_{M, \text{ver}}$	2128	kN

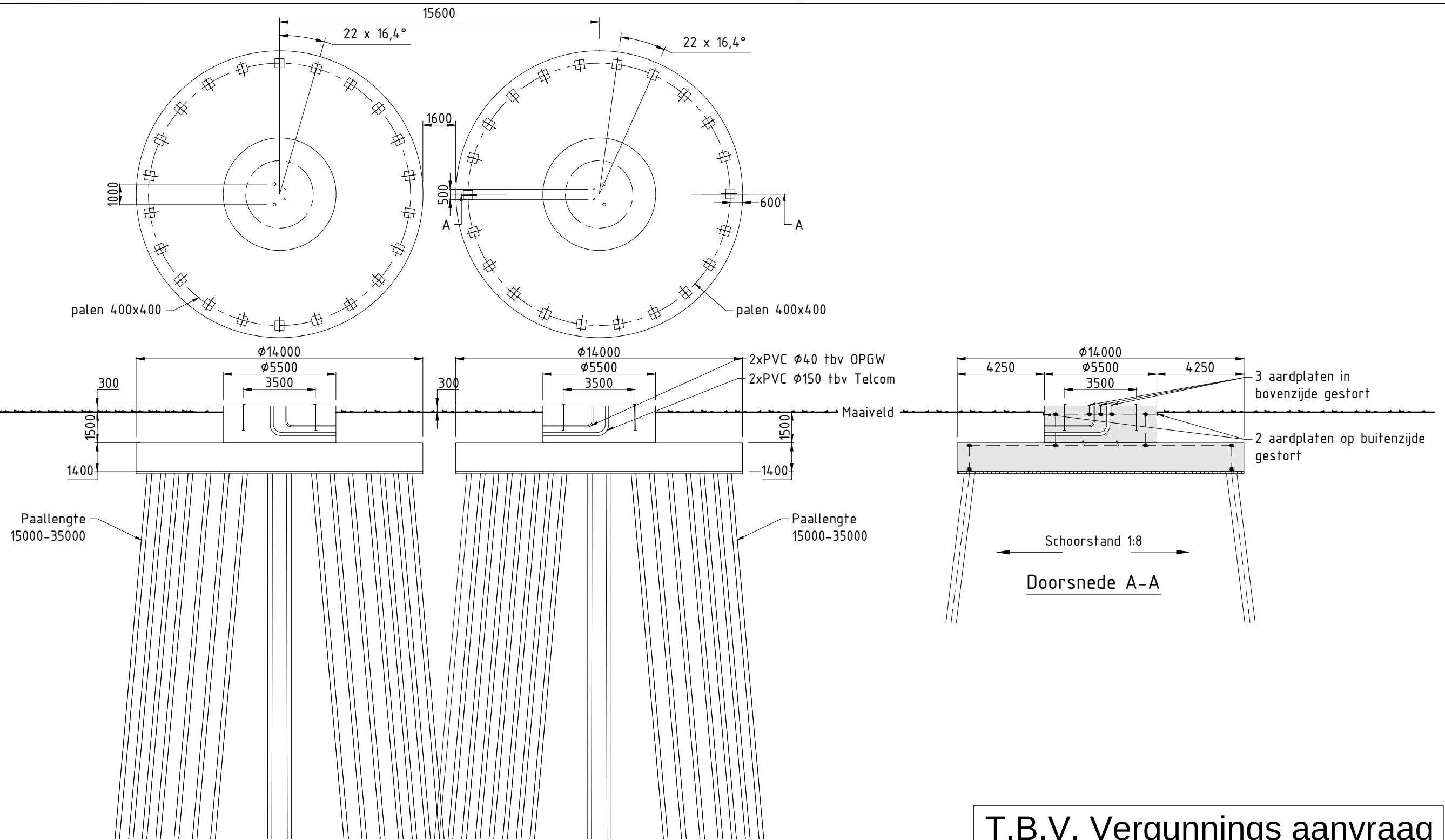
Maximale paalbelastingen:

Trekbelasting:	797	kN
Drukbelasting:	5053	kN

Aantal palen	trek	3	aantal	per zijde
	druk	5	aantal	per zijde

Totaal aantal	palen	10	per mastlocatie
---------------	-------	----	-----------------





T.B.V. Vergunnings aanvraag

Verklaring

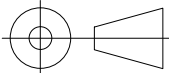
- Gewapend beton
- Werkvloer

Verklaring aarding

- Ringleiding $\phi 16\text{mm}$ (FeB220) glad
- Koppeling met aardstaaf in paal
- Aardplaten

Opmerkingen

Maten in mm
Coördinaten in mm, in het stelsel van de
rijksdriehoekmeting
Maatvoering in het 360 graden stelsel
Vellingkanten niet getekend
Ringleiding in bovenkant poer op het bovennet
plaatsen in de eerste laag
Mastvoetanker afmeting exclusief mastvoetflens breedte
Afmetingen indicatief

2.0	06-06-2014	Paalaanpassing	Projectname: Engineering verbniding ZW380 Third angle projection:  Drawing no.: 74102194-032-099V			
1.0	06-05-2014	Eerste uitgave				
			Design state: Definitief		Description: Principe ontwerp fundatie hoekmast ZWW4HL400+5 masten familie	Revision: 2.0
Drawn by: RBE 06-06-2014		Scale: 1:200				
Checked by: AJP 06-06-2014		Units: mm				
Approved by: AW 06-06-2014		Project no: 000.145				
		Company: TenneT				Format: A3
DNV KEMA Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvkema.com						

**ZWW4HL400+5****Location dependent data to obtain pressures**

Wind area					2	
Terrain catagory			O=onbebouwd, B=bebouwd		O	
Hoogte			h		68.2	m
Diameter voet			d voet		3.5	m
top			d top		0.8	m
gem			d gem		2.2	m
wanddikte			t		28	mm
Oppervlakte aan voet			A		305413	mm ²
Traagheidsmoment aan voet			W _x		2.63E+08	mm ⁴
Weerstandsmoment aan voet			I _x		4.55E+11	mm ⁶
			2 ^{de} orde		10.0	%
Mast: Gewicht			F _{rep,ver}		991	kN

Bijlage BCC

Ultimate limit state	hoogte	F _{ver}	F _{floodrecht}	F _{fl}	F _{Samengesteld}	
	m	kN	kN	kN	kN	
GW / opgw	67.6	20.0	65.7	0.0	65.7	2919 kNm
150C1F1	57.6	32.0	123.7	0.0	123.7	5860 kNm
150C1F2	47.4	32.0	121.5	0.0	121.5	4743 kNm
150C1F3	37.2	32.1	118.8	0.0	118.8	3648 kNm
380C2F1	57.6	64.0	247.5	0.0	247.5	11720 kNm
380C2F2	47.4	64.0	243.0	0.0	243.0	9485 kNm
380C2F3	37.2	64.2	237.6	0.0	237.6	7296 kNm
RTG	27.1	20.1	60.2	-113.6	128.5	2042 kNm
Stuwdruk				F _{hor.}	43.2	kN
				M _{d,wind}	1316	kNm
Totaal				M _{d,tot}	61219	kNm
Totaal moment incl. 2 ^{de} orde effect				M _{d,tot}	67341	kNm

Normaalkracht;

Optredende normaalkracht						
N _{d,geleiders}					328	kN
N _{d, e.g. mast}					1189	kN
N _{5,d,totaal}					1517	kN

Is buis plooiervoelig tgv normaalkracht: conform NEN-EN 50341 par. 7.4.5.4

					JA	
				ρ _a	0.63	
Optredende spanning tgv normaalkracht				A _{eff}	193520	mm ²
N _{ed} /A _{eff} = f _{y,d} /γ _{m1}					8	N/mm ²

Moment;

Optredende moment in de voet:						
M _{d,tot}					67341	kNm

Is buis plooiervoelig tgv momentkracht: conform NEN-EN 50341 par. 7.4.5.4

					JA	
				ρ _a	0.93	
Optredende spaning tgv moment:				W _{eff}	2.46E+08	mm ³
M _d /W _{eff} = f _{y,d} /γ _{m1}					274	N/mm ²

Totale spanning:				σ _d	282	N/mm ²	< 284 N/mm ² = ACCOORD
				σ _{d,toegestaan}	284	N/mm ²	=> 80% van 355 N/mm ²

Special limit state	hoogte	F _{ver}	F _{floodrecht}	F _{fl}	F _{Samengesteld}	
	m	kN	kN	kN	kN	
GW / opgw	67.6	14.3	49.7	0.0	49.7	3357 kNm
150C1F1	57.6	24.6	97.4	0.0	97.4	5609 kNm
150C1F2	47.4	24.6	95.9	0.0	95.9	4546 kNm
150C1F3	37.2	24.7	94.1	0.0	94.1	3502 kNm
380C2F1	57.6	49.2	194.7	0.0	194.7	11217 kNm
380C2F2	47.4	49.3	191.8	0.0	191.8	9092 kNm
380C2F3	37.2	49.4	188.3	0.0	188.3	7004 kNm
RTG	27.1	14.3	45.9	-88.0	99.3	2690 kNm
Stuwdruk				F _{hor.}	348	kN
Verplaatsing					1.37	m
Percentage van de verplaatsing					2.01%	
Hoek					2.18	graden
Kromming					0.47%	
Fundatie rotatiestijfheid					0.005	rad

3.72	EIS TENNET VISUEE
5.5%	NEN-EN-50341
1%	NEN-EN-50341



1.0	06-03-2014	First edition	
		Projectname: Engineering verbinding ZW380	
		Third angle projection:	
		Drawing no.: 74102194-035-099V	
Design state: Definitief	Scale: 1:300	Description: Wintrack Masttype ZWW4HL400+5	Revision: 1.0
Drawn by: RBE 06-03-2014	Units: m		Format: A4
Checked by: AJP 06-03-2014	Project no: 000.145		
Approved by: AW 06-03-2014	Company: TenneT		
DNV KEMA Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvkema.com			

ZWW4HL450

Fundatie berekening

Fundatie ontwerp:

Heipaal

Afmetingen	b	400	mm
	d	400	mm
omtrek paal	$O_{p, gem}$	1.6	m
schoorstand		8	:1
α		7.125	graden

Opstort	Diameter	5.6	m
	Hoogte	1.8	m
	Inhoud	44.3	m ³
	e.g.	1064	kN

Onderplaat	Diameter	13.0	m
	Hoogte	1.3	m
	Inhoud	173	m ³
	e.g.	4141	kN

Hart paal tov rand fund.	0.6	m
--------------------------	-----	---

Optreden krachten

e.g. mast	1057	kN
Fgeleiders	340	kN
Maximale dwarskracht	1385	kN
Fmax vert (druk)	1609	kN
Fmin vert (trek)	1206	kN
Maximale moment	69716	kNm

Moment

F_{diag}	6321	kN
F_{hor}	1385	kN
F_{ver}	6272	kN
M_{hor} (tgv F_{hor})	4293	kNm
M_{tot}	74009	kNm
$F=M/a$	6272	kN

Verticaal reactiekracht

F_{water} (trek)	2169	kN
F_{grond} (druk)	2919	kN
F_{grond} (trek)	2432	kN

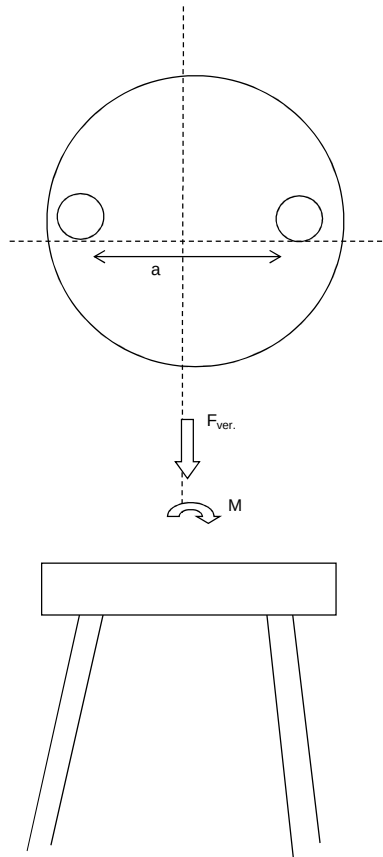
F_{dmax} (druk)	5679	kN
F_{tmax} (trek)	2739	kN

F_{dtot} (druk)	11951	kN
F_{ttot} (trek)	3533	kN

Palen druk	11	(-)
Palen trek	11	(-)

Totaal palen	22	(-)	Per fundering
--------------	----	-----	---------------

Bijlage CCN





ZWW4HL450

TREKPALEN volgens CUR 2001-4 par. 8.

$$F_{r;trek;d} = \int_0^L O_{p;gem} \times p_{r;z;d} \times dz$$

Bijlage CCN

Bepaling opneembare paalbelasting op druk

heipaal		
Afmeting paal	b	0.40 m
	b	0.40 m
omtrek paal	O _{p,gem}	1.60 m
paalfactor	α t	0.007
aantal palen	M	1
aantal sonderingen	N	1
factor invloed aantal sonderingen	ξ	0.75
conusweerstand over wrijvingstraject	q _{c;z,max}	15 MPa
	q _{c;z,rep}	11.25 MPa
materiaalfactor	γ _{m,b4}	1.4
factor, wisselende belastingen	γ _{m,var,qc}	1.5
	q _{c;z,d}	5.36 MPa
	p _{r,z,d}	37.5 kN/m ²
	F _{r,trek,d,i}	60.0 kN/m ²
	F _{trek,d}	596 kN/m

Bepaling opneembare trekbelasting paal

sondering	diepte		q _{c,z}		P _{r,max,schacht,i}	F _{r,trek,d,i}	F _{trek,d}
	m	m	MPa	α t	kPa	kN	kN
	0	-1	0	0.007	0.00	0.00	0
	-1	-2	0	0.007	0.00	0.00	0
	-2	-3	0	0.007	0.00	0.00	0
	-3	-4	0	0.007	0.00	0.00	0
	-4	-5	0	0.007	0.00	0.00	0
	-5	-6	0	0.007	0.00	0.00	0
	-6	-7	0	0.007	0.00	0.00	0
	-7	-8	0	0.007	0.00	0.00	0
	-8	-9	1	0.007	2.50	4.00	4
	-9	-10	3	0.007	7.50	12.00	16
	-10	-11	2	0.007	5.00	8.00	24
	-11	-12	0	0.007	0.00	0.00	24
	-12	-13	3	0.007	7.50	12.00	36
	-13	-14	2	0.007	5.00	8.00	44
	-14	-15	4	0.007	10.00	16.00	60
	-15	-16	10	0.007	25.00	40.00	100
	-16	-17	9	0.007	22.50	36.00	136
	-17	-18	8	0.007	20.00	32.00	168
	-18	-19	12	0.007	30.00	48.00	216
	-19	-20	12	0.007	30.00	48.00	264
	-20	-21	10	0.007	25.00	40.00	304
	-21	-22	11	0.007	27.50	44.00	348
	-22	-23	11	0.007	27.50	44.00	392
	-23	-24	12	0.007	30.00	48.00	440
	-24	-25	12	0.007	30.00	48.00	488
	-25	-26	12	0.007	30.00	48.00	536
	-26	-27	15	0.007	37.50	60.00	596

F _{trek,d}	596 kN	paalafmeting	400 mm, paalpunnivo	-27.00 m
---------------------	--------	--------------	---------------------	----------

Paalgroep factor 10%

F _{trek,d}	536.4 kN
---------------------	----------



ZWW4HL450

DRUKPALEN

FUNDERINGSCONSTRUCTIE
Toelaatbare paalbelastingen

Bijlage CCN

Bepaling opneembare paalbelasting op druk

heipaal		
	v	
diameter	a	2 mm
		2 mm
Deq		0.001808
maximale puntweerstand		
$P_{r,max;punt,i}$		11.25 MN/m ²
paalklasse factor	α_p	1.00
factor paalvoet	β	1
hoek van inwendige vrijwing van paalvoet	ϕ	40
factor dwarsdoorsnede paalvoet	s	1.00
minimale waarde neergaande deel	$q_{c,II,gem}$	9.00 MN/m ²
gem. sondeerwaarde neergaande deel	$q_{c,I,gem}$	14.00 MN/m ²
gem. sondeerwaarde opgaande deel	$q_{c,III,gem}$	11.00 MN/m ²

maximale paalschachtwrijving		
$P_{r,max;schaft,i}$		0.05 MN/m ²
waarin:		
paalfactor	α_s	0.010
conusweerstand over wrijvingstraject	$q_{c,z,a}$	5.00 MN/m ²

maximale draagkracht alleenstaande paal

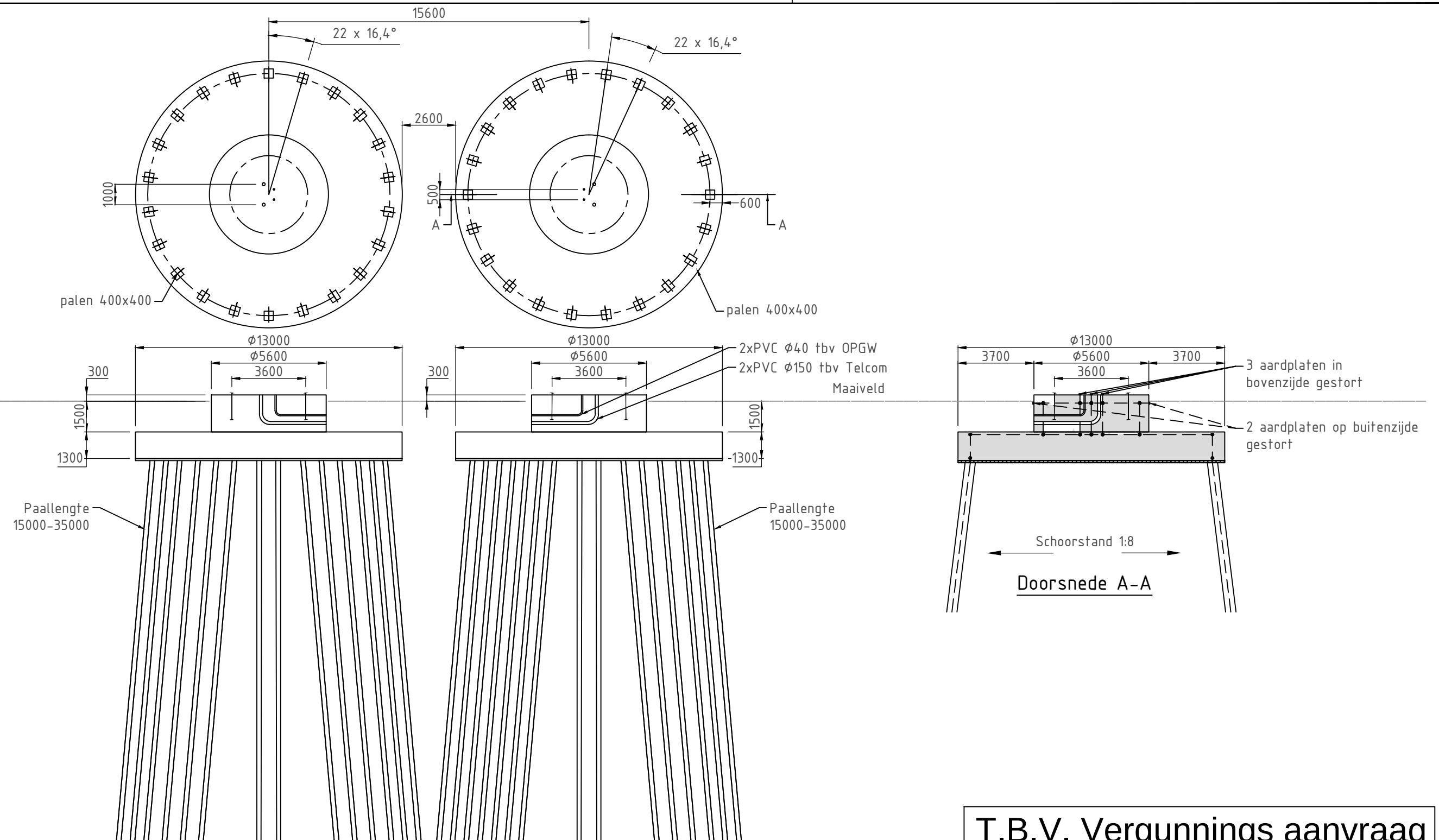
$F_{r,max,i}$		0.00 MN
waarin:		
$F_{r,max;punt,i}$		0.00 MN
paalpunt oppervlak	A_{punt}	0.00 m ²
$F_{r,max;schaft,i}$		0.00 MN
gemiddelde paalomtrek	$O_{p,gem}$	0.01 m
lengte schachtwrijving	Δl	15.00 m

Bepaling rekenwaarde van de maximale draagkracht

$F_{r,paal,max;d}$	MN	0.00 MN
--------------------	----	---------

materiaalfactor grond	$\gamma_{m;b}$	1.20
waarde afhankelijk van aantal palen en aantal sonderingen	$\xi_{1,N}$	0.75

$F_{r,paal,max;d}$	3 kN	mm, paalpunnivo	-27.00 m
--------------------	------	-----------------	----------



T.B.V. Vergunnings aanvraag

Verklaring

- Gewapend beton
- Werkvloer

Verklaring aarding

- Ringleiding $\phi 16\text{mm}$ (FeB220) glad
- Koppeling met aardstaaf in paal
- Aardplaten

Opmerkingen

Maten in mm
Coördinaten in mm, in het stelsel van de rijkdriehoekmeting
Maatvoering in het 360 graden stelsel
Vellingkanten niet getekend
Ringleiding in bovenkant poer op het bovennet plaatsen in de eerste laag
Mastvoetanker afmeting exclusief mastvoetflens breedte
Afmetingen indicatief

2.0	17-13-2015	Aantal palen gewijzigd	Projectname: Engineering verbinding ZW380 Third angle projection: Design state: Definitief Drawn by: SGR 17-03-2015 Checked by: AJP 17-03-2015 Approved by: AW 17-03-2015 Scale: 1:200 Units: mm Project no: 000.145 Company: TenneT		
1.0	10-03-2014	Eerste uitgave			
			Drawing no.: 74102194-032-112V		
			Description: Principe ontwerp fundatie hoekmast ZWW4HL450 masten familie		Revision: 2.0
					Format: A3



ZWW4HL450

Location dependent data to obtain pressures

Wind area						2	
Terrain catagory			O=onbebouwd, B=bebouwd			O	
Hoogte			h			71.1	m
Diameter voet			d voet			3.6	m
top			d top			0.8	m
gem			d gem			2.2	m
wanddikte			t			28	mm
Oppervlakte aan voet			A			314210	mm ²
Traagheidsmoment aan voet			W _x			2.78E+08	mm ⁴
Weerstandsmoment aan voet			I _x			4.95E+11	mm ⁶
			2 ^{de} orde			10.0	%
Mast: Gewicht			F _{rep,ver}			1057	kN

Bijlage BCN

Ultimate limit state	hoogte	F _{ver}	F _{floodrecht}	F _#	F _{Samengesteld}		
	m	kN	kN	kN	kN		
GW / opgw	70.5	21.0	69.3	0.0	69.3	3135	kNm
380C1F1	59.3	33.1	127.7	0.0	127.7	6085	kNm
380C1F2	47.9	33.1	125.0	0.0	125.0	4823	kNm
380C1F3	36.5	33.1	121.8	0.0	121.8	3592	kNm
380C2F1	59.3	66.1	255.3	0.0	255.3	12170	kNm
380C2F2	47.9	66.1	250.1	0.0	250.1	9646	kNm
380C2F3	36.5	66.1	243.7	0.0	243.7	7183	kNm
RTG	25.2	21.0	62.7	-117.6	133.3	1918	kNm
Stuwdruk					F _{hor.}	46.6	kN
					M _{d,wind}	1476	kNm
Totaal					M _{d,tot}	63378	kNm
Totaal moment incl. 2 ^{de} orde effect					M _{d,tot}	69716	kNm

Normaalkracht;

Optredende normaalkracht							
N _{d,geleiders}						340	kN
N _{d, e.g. mast}						1269	kN
N _{s,d,totaal}						1609	kN

Is buis plooi gevoelig tgv normaalkracht: conform NEN-EN 50341 par. 7.4.5.4

						JA	
						0.62	
Optredende spanning tgv normaalkracht						196182	mm ²
N _{sd} /A _{eff} = f _{yd} /γ _{m1}						8	N/mm ²

Moment;

Optredende moment in de voet:							
M _{d,tot}						69716	kNm

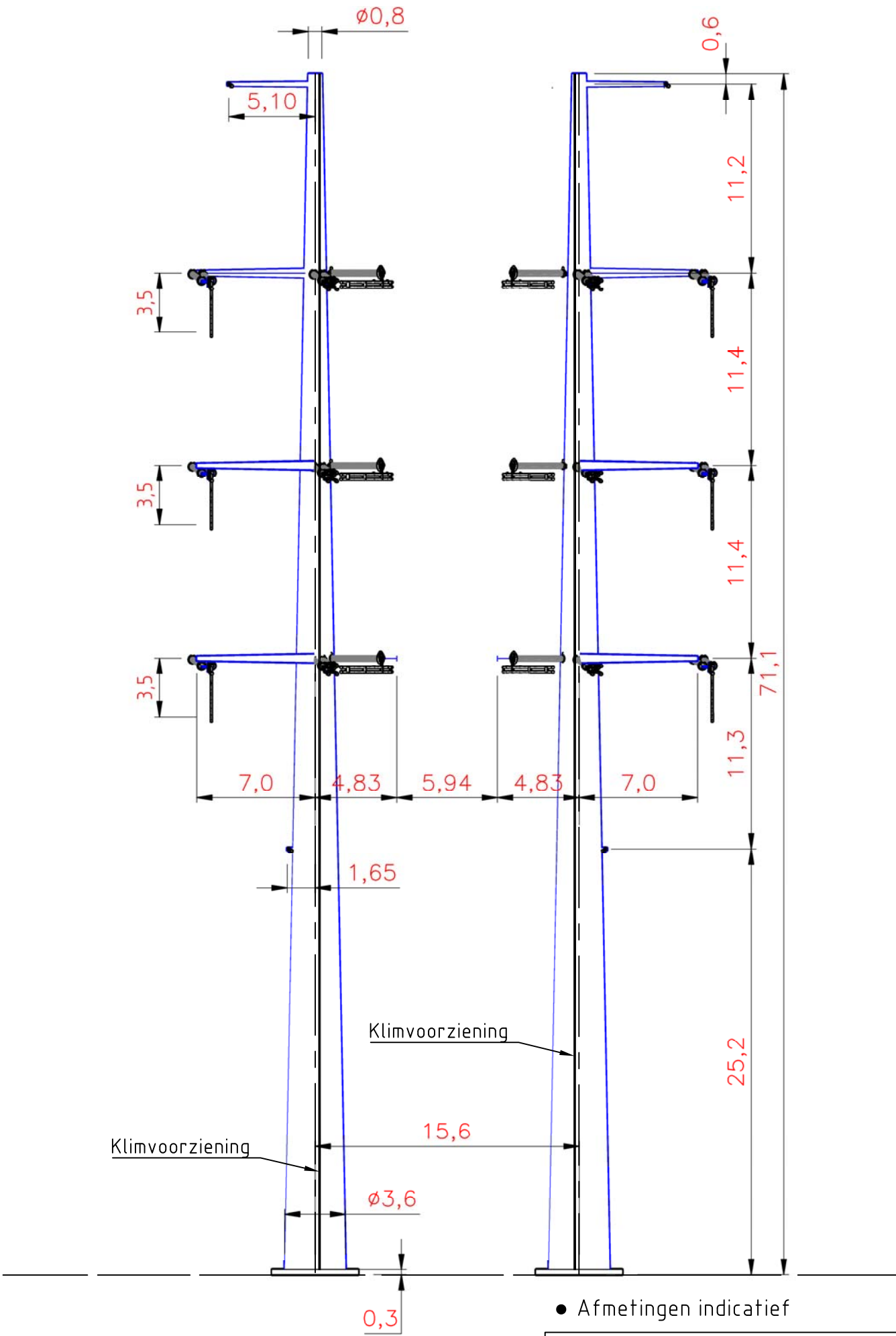
Is buis plooi gevoelig tgv momentkracht: conform NEN-EN 50341 par. 7.4.5.4

						JA	
						0.92	
Optredende spaning tgv moment:						2.57E+08	mm ³
M _d /W _{eff} = f _{yd} /γ _{m1}						271	N/mm ²

Totale spanning:						279	N/mm ²
						284	N/mm ²
							< 284 N/mm ² = ACCOORD
							=> 80% van 355 N/mm ²

Special limit state	hoogte	F _{ver}	F _{floodrecht}	F _#	F _{Samengesteld}		
	m	kN	kN	kN	kN		
GW / opgw	70.5	14.9	51.9	0.0	51.9	3661	kNm
380C1F1	59.3	25.2	99.4	0.0	99.4	5892	kNm
380C1F2	47.9	25.2	97.6	0.0	97.6	4677	kNm
380C1F3	36.5	25.2	95.5	0.0	95.5	3487	kNm
380C2F1	59.3	50.5	198.7	0.0	198.7	11784	kNm
380C2F2	47.9	50.5	195.3	0.0	195.3	9353	kNm
380C2F3	36.5	50.5	191.1	0.0	191.1	6974	kNm
RTG	25.2	14.9	47.4	-90.4	102.1	2573	kNm
Stuwdruk					F _{hor.}	375	kN
Verplaatsing						1.39	m
Percentage van de verplaatsing						1.95%	
Hoek						2.11	graden
Kromming						0.45%	
Fundatie rotatiestijfheid						0.005	rad

3.88	EIS TENNET VISUEE
5.5%	NEN-EN-50341
1%	NEN-EN-50341

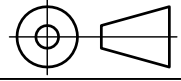


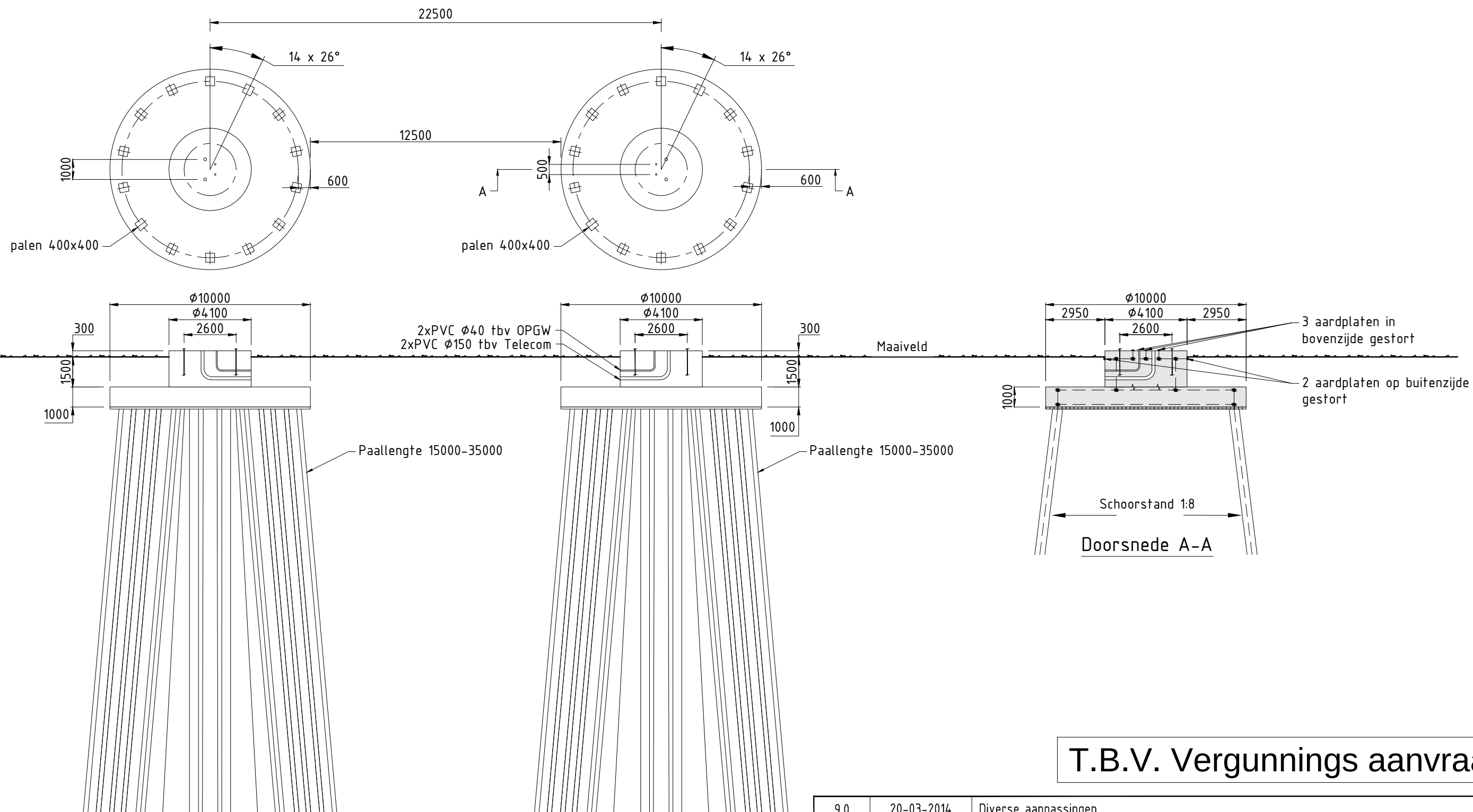
• Afmetingen indicatief

T.B.V. Vergunnings aanvraag

Wintrack
Masttype: ZWW4HL450

- Trekparameter 1800m
- 2x380 / 2x150 Hoekmast
- 450m Veldlengte
- 130°-150° Lijnhoek
- Uitvoering Staal of Beton
- Kleurstelling hoofdelement: Ral 9018 Papyrus white
- Kleurstelling Appendages: Ral 7021 Black grey

2.0	16-03-2015	Modified botom diameter
1.0	03-02-2013	First edition
		Projectname: Engineering verbinding ZW380
Design state: CONCEPT		Third angle projection: 
Drawing no.: 74 102194 -035-112V		Description: Wintrack Masttype ZWW4HL450
Revision: 2.0		Format: A3
DNV KEMA Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvkema.com		



Verklaring

- Gewapend beton
- Werkvloer

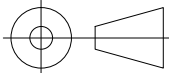
Verklaring aarding

- Ringleiding $\phi 16\text{mm}$ (FeB220) glad
- Koppeling met aardstaaf in paal
- Aardplaten

Opmerkingen

Maten in mm
Coördinaten in mm, in het stelsel van de
rijksdriehoekmeting
Maatvoering in het 360 graden stelsel
Vellingkanten niet getekend
Ringleiding in bovenkant poer op het bovennet
plaatsen in de eerste laag
Mastvoetanker afmeting exclusief mastvoetflens breedte
Afmetingen indicatief

T.B.V. Vergunnings aanvraag

9.0	20-03-2014	Diverse aanpassingen			
8.0	21-02-2014	Afmetingen gewijzigd			
7.0	29-01-2014	Diverse aanpassingen			
		Projectname: Engineering verbinding ZW380			
		Third angle projection: 	Drawing no.: 74102194-032-142V		
Design state: Definitief		Scale: 1:200	Description: Principe ontwerp fundatie steunmast ZW6S400+5 masten familie		Revision: 9.0
Drawn by: RBE 20-03-2014		Units: mm			Format: A3
Checked by: AJP 20-03-2014		Project no: 000.145			
Approved by: AW 20-03-2014		Company: TenneT			
DNV KEMA Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvkema.com					

ZWW6S400+5

Fundatie berekening

Bijlage CB

Fundatie ontwerp:

Heipaal

Afmetingen	b	400	mm
	d	400	mm
omtrek paal	$O_{p,gem}$	1.6	m
schoorstand		8	:1
α		7.125	graden

Opstort	Diameter	4.1	m
	Hoogte	1.8	m
	Inhoud	23.8	m ³
	e.g.	570	kN

Onderplaat	Diameter	10.0	m
	Hoogte	1.0	m
	Inhoud	79	m ³
	e.g.	1885	kN

Hart paal tov rand fund.	0.6	m
--------------------------	-----	---

Optreden krachten

e.g. mast	584	kN
Fgeleiders	229	kN
Maximale dwarskracht	656	kN
Fmax vert (druk)	930	kN
Fmin vert (trek)	698	kN
Maximale moment	29564	kNm

Moment

F_{diag}	3596	kN
F_{hor}	656	kN
F_{ver}	3568	kN
M_{hor} (tgv F_{hor})	1836	kNm
M_{tot}	31400	kNm
$F=M/a$	3568	kN

Verticaal reactiekracht

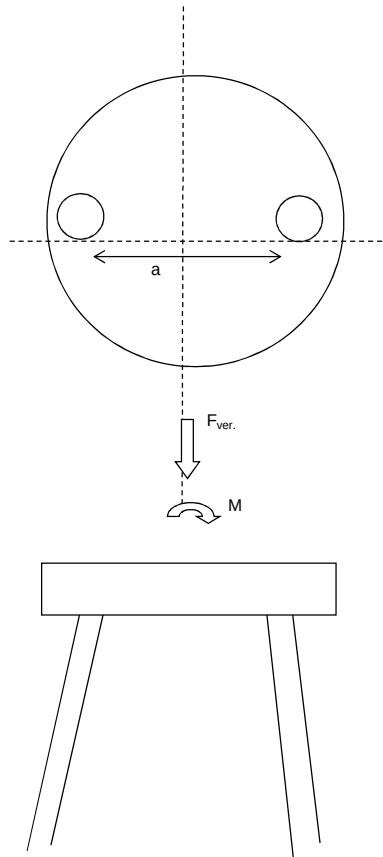
F_{water} (trek)	1023	kN
F_{grond} (druk)	1764	kN
F_{grond} (trek)	1470	kN

F_{dmax} (druk)	2997	kN
F_{tmax} (trek)	1501	kN

F_{dtot} (druk)	6565	kN
F_{ttot} (trek)	2067	kN

Palen druk	6	(-)
Palen trek	7	(-)

Totaal palen	14	(-)	Per fundering
--------------	----	-----	---------------





ZWW6S400+5

TREKPALEN volgens CUR 2001-4 par. 8.

$$F_{r;trek;d} = \int_0^L O_{p;gem} \times p_{r;z;d} \times dz$$

Bijlage CB

Bepaling opneembare paalbelasting op druk

heipaal		
Afmeting paal	b	0.40 m
	b	0.40 m
omtrek paal	O _{p,gem}	1.60 m
paalfactor	α t	0.007
aantal palen	M	1
aantal sonderingen	N	1
factor invloed aantal sonderingen	ξ	0.75
conusweerstand over wrijvingstraject	q _{c;z,max}	15 MPa
	q _{c;z,rep}	11.25 MPa
materiaalfactor	γ _{m,b4}	1.4
factor, wisselende belastingen	γ _{m,var,qc}	1.5
	q _{c;z,d}	5.36 MPa
	p _{r,z,d}	37.5 kN/m ²
	F _{r,trek,d,i}	60.0 kN/m ²
	F _{trek,d}	596 kN/m

Bepaling opneembare trekbelasting paal

sondering	diepte		q _{c,z}		P _{r,maxschacht,i}	F _{r,trek;d,i}	F _{trek,d}
	m	m	MPa	α t	kPa	kN kN	
	0	-1	0	0.007	0.00	0.00	0
	-1	-2	0	0.007	0.00	0.00	0
	-2	-3	0	0.007	0.00	0.00	0
	-3	-4	0	0.007	0.00	0.00	0
	-4	-5	0	0.007	0.00	0.00	0
	-5	-6	0	0.007	0.00	0.00	0
	-6	-7	0	0.007	0.00	0.00	0
	-7	-8	0	0.007	0.00	0.00	0
	-8	-9	1	0.007	2.50	4.00	4
	-9	-10	3	0.007	7.50	12.00	16
	-10	-11	2	0.007	5.00	8.00	24
	-11	-12	0	0.007	0.00	0.00	24
	-12	-13	3	0.007	7.50	12.00	36
	-13	-14	2	0.007	5.00	8.00	44
	-14	-15	4	0.007	10.00	16.00	60
	-15	-16	10	0.007	25.00	40.00	100
	-16	-17	9	0.007	22.50	36.00	136
	-17	-18	8	0.007	20.00	32.00	168
	-18	-19	12	0.007	30.00	48.00	216
	-19	-20	12	0.007	30.00	48.00	264
	-20	-21	10	0.007	25.00	40.00	304
	-21	-22	11	0.007	27.50	44.00	348
	-22	-23	11	0.007	27.50	44.00	392
	-23	-24	12	0.007	30.00	48.00	440
	-24	-25	12	0.007	30.00	48.00	488
	-25	-26	12	0.007	30.00	48.00	536
	-26	-27	15	0.007	37.50	60.00	596

F _{trek,d}	596 kN	paalafmeting	400 mm, paalpuntnivo	-27.00 m
---------------------	--------	--------------	----------------------	----------

Paalgroep factor 10%

F _{trek,d}	536.4 kN
---------------------	----------



ZWW6S400+5

DRUKPALEN

FUNDERINGSCONSTRUCTIE
Toelaatbare paalbelastingen

Bijlage CB

Bepaling opneembare paalbelasting op druk

heipaal	v	
diameter	a	2 mm
		2 mm
Deq		0.001808

maximale puntweerstand

$P_{r,max;punt,i}$		11.25 MN/m ²
--------------------	--	-------------------------

paalklasse factor	α_p	1.00
factor paalvoet	β	1
hoek van inwendige vrijwing van paalvoet	ϕ	40
factor dwarsdoorsnede paalvoet	s	1.00
minimale waarde neergaande deel	$q_{c,II,gem}$	9.00 MN/m ²
gem. sondeerwaarde neergaande deel	$q_{c,I,gem}$	14.00 MN/m ²
gem. sondeerwaarde opgaande deel	$q_{c,III,gem}$	11.00 MN/m ²

maximale paalschachtwrijving

$P_{r,max;schaft,i}$		0.05 MN/m ²
----------------------	--	------------------------

waarin:		
paalfactor	α_s	0.010
conusweerstand over wrijvingstraject	$q_{c,z,a}$	5.00 MN/m ²

maximale draagkracht alleenstaande paal

$F_{r,max,i}$		0.00 MN
---------------	--	---------

waarin:		
$F_{r,max;punt,i}$		0.00 MN

paalpunt oppervlak	A_{punt}	0.00 m ²
--------------------	------------	---------------------

$F_{r,max;schaft,i}$		0.00 MN
----------------------	--	---------

gemiddelde paalomtrek	$O_{p,gem}$	0.01 m
lengte schachtwrijving	Δl	15.00 m

Bepaling rekenwaarde van de maximale draagkracht

$F_{r,paal,max;d}$	MN	0.00 MN
--------------------	----	---------

materiaalfactor grond	$\gamma_{m;b}$	1.20
waarde afhankelijk van aantal palen en aantal sonderingen	$\xi_{1,N}$	0.75

$F_{r,paal,max;d}$	3 kN	mm, paalpuntnivo	-27.00 m
--------------------	------	------------------	----------

**ZWW6S400+5****Location dependent data to obtain pressures**

Wind area					2	
Terrain catagory		O=onbebouwd, B=bebouwd			O	
Hoogte		h			64.2	m
Diameter voet		d voet			2.6	m
top		d top			0.8	m
gem		d gem			1.7	m
wanddikte		t			22	mm
Oppervlakte aan voet		A			178179	mm ²
Traagheidsmoment aan voet		W _x			1.14E+08	mm ⁴
Weerstandsmoment aan voet		I _x			1.46E+11	mm ⁶
		2 ^{de} orde			10.0	%
Mast: Gewicht		F _{rep,ver}			584	kN

Bijlage BB

Ultimate limit state	hoogte	F _{ver}	F _{floodrecht}	F _{fl}	F _{Samengesteld}		
	m	kN	kN	kN	kN		
GW / opgw	64.2	4.8	15.2	0.0	15.2	976	kNm
380C1F1	54.2	35.6	87.2	0.0	87.2	4728	kNm
380C1F2	44.0	35.7	80.9	0.0	80.9	3559	kNm
380C1F3	33.8	35.9	72.8	0.0	72.8	2462	kNm
380C2F1	54.2	35.6	87.2	0.0	87.2	4728	kNm
380C2F2	44.0	35.7	80.9	0.0	80.9	3559	kNm
380C2F3	33.8	35.9	72.8	0.0	72.8	2462	kNm
RTG	28.2	9.7	22.1	0.0	22.1	622	kNm
Stuwdruk					F _{hor.}	32.6	kN
					M _{d,wind}	980	kNm
Totaal					M _{d,tot}	26877	kNm
Totaal moment incl. 2 ^{de} orde effect					M _{d,tot}	29564	kNm

Normaalkracht;

Optredende normaalkracht							
N _{d,geleiders}						229	kN
N _{d, e.g. mast}						701	kN
N _{s,d,totaal}						930	kN

Is buis plooi gevoelig tgv normaalkracht: conform NEN-EN 50341 par. 7.4.5.4

						JA	
						0.65	
Optredende spanning tgv normaalkracht						116330	mm ²
N _{sd} /A _{eff} = f _{yd} /γ _{m1}						8	N/mm ²

Moment;

Optredende moment in de voet:							
M _{d,tot}						29564	kNm

Is buis plooi gevoelig tgv momentkracht: conform NEN-EN 50341 par. 7.4.5.4

						JA	
						0.95	
Optredende spaning tgv moment:						1.09E+08	mm ³
M _{sd} /W _{eff} = f _{yd} /γ _{m1}						272	N/mm ²

Totale spanning:

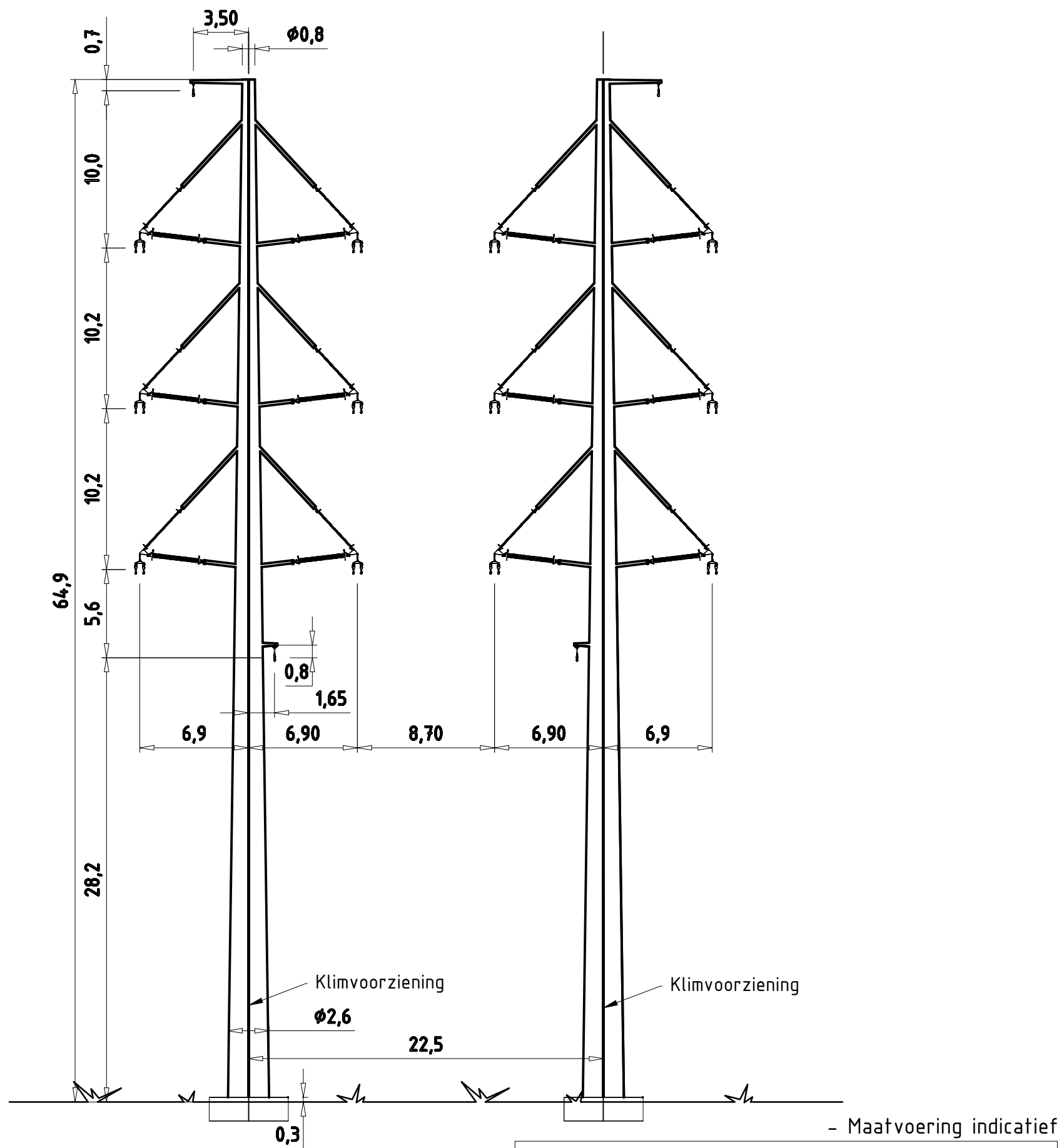
						σ _d	280	N/mm ²	< 284 N/mm ² = ACCOORD
						σ _{d,toegestaan}	284	N/mm ²	=> 80% van 355 N/mm ²

Special limit state	hoogte	F _{ver}	F _{floodrecht}	F _{fl}	F _{Samengesteld}		
	m	kN	kN	kN	kN		
GW / opgw	64.2	4.0	10.5	0.0	10.5	672	kNm
380C1F1	54.2	30.0	60.4	0.0	60.4	3275	kNm
380C1F2	44.0	30.1	56.2	0.0	56.2	2472	kNm
380C1F3	33.8	30.3	50.8	0.0	50.8	1717	kNm
380C2F1	54.2	30.0	60.4	0.0	60.4	3275	kNm
380C2F2	44.0	30.1	56.2	0.0	56.2	2472	kNm
380C2F3	33.8	30.3	50.8	0.0	50.8	1717	kNm
RTG	28.2	8.2	15.3	0.0	15.3	432	kNm

Stuwdruk					F _{hor.}	898	kN
----------	--	--	--	--	-------------------	-----	----

Verplaatsing						1.31	m
Percentage van de verplaatsing						2.04%	
Hoek						2.03	graden
Kromming						0.43%	
Fundatie rotatiestijfheid						0.005	rad

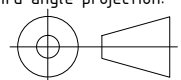
3.53	EIS TENNET VISUEE
5.5%	NEN-EN-50341
1%	NEN-EN-50341

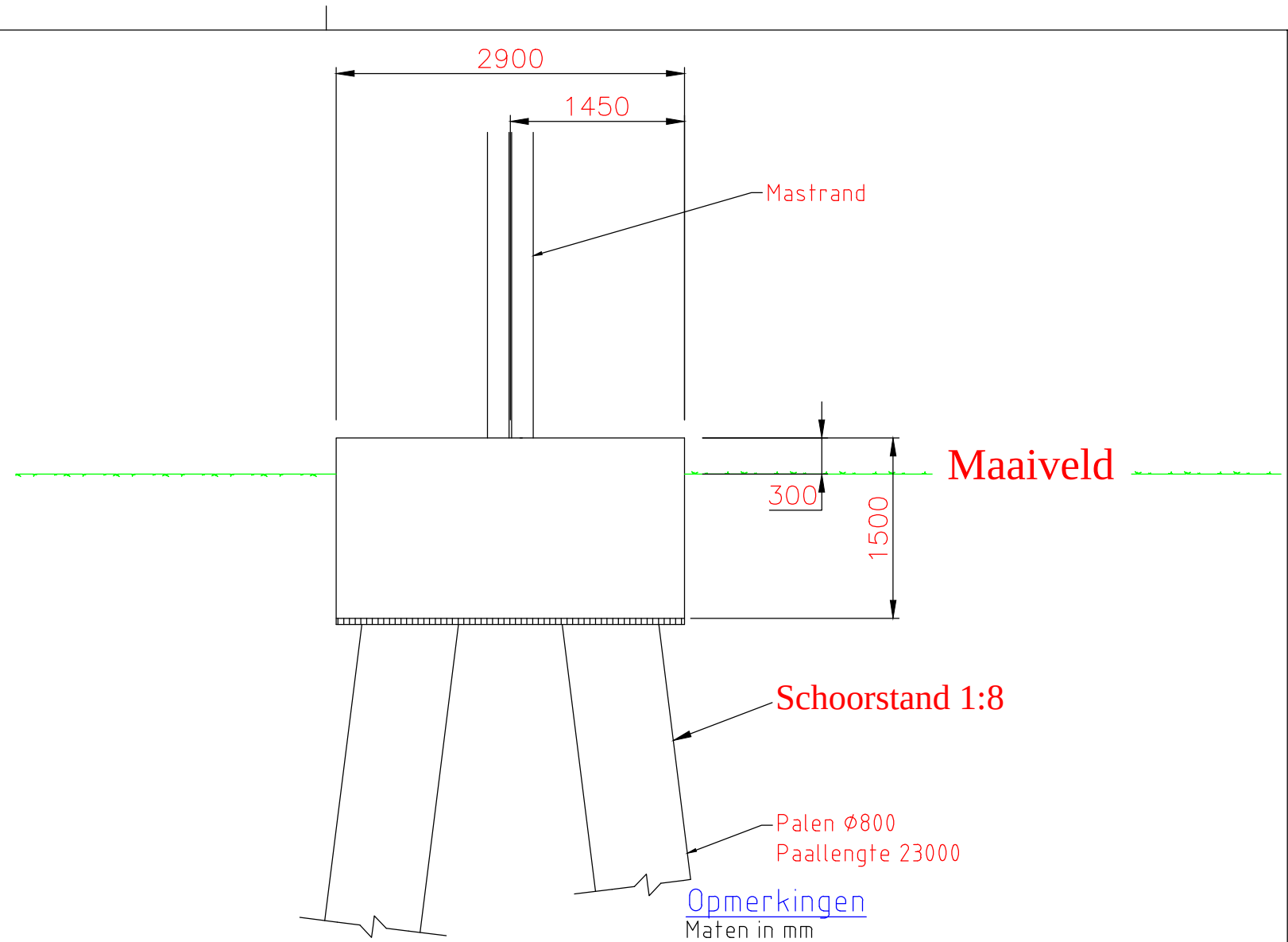
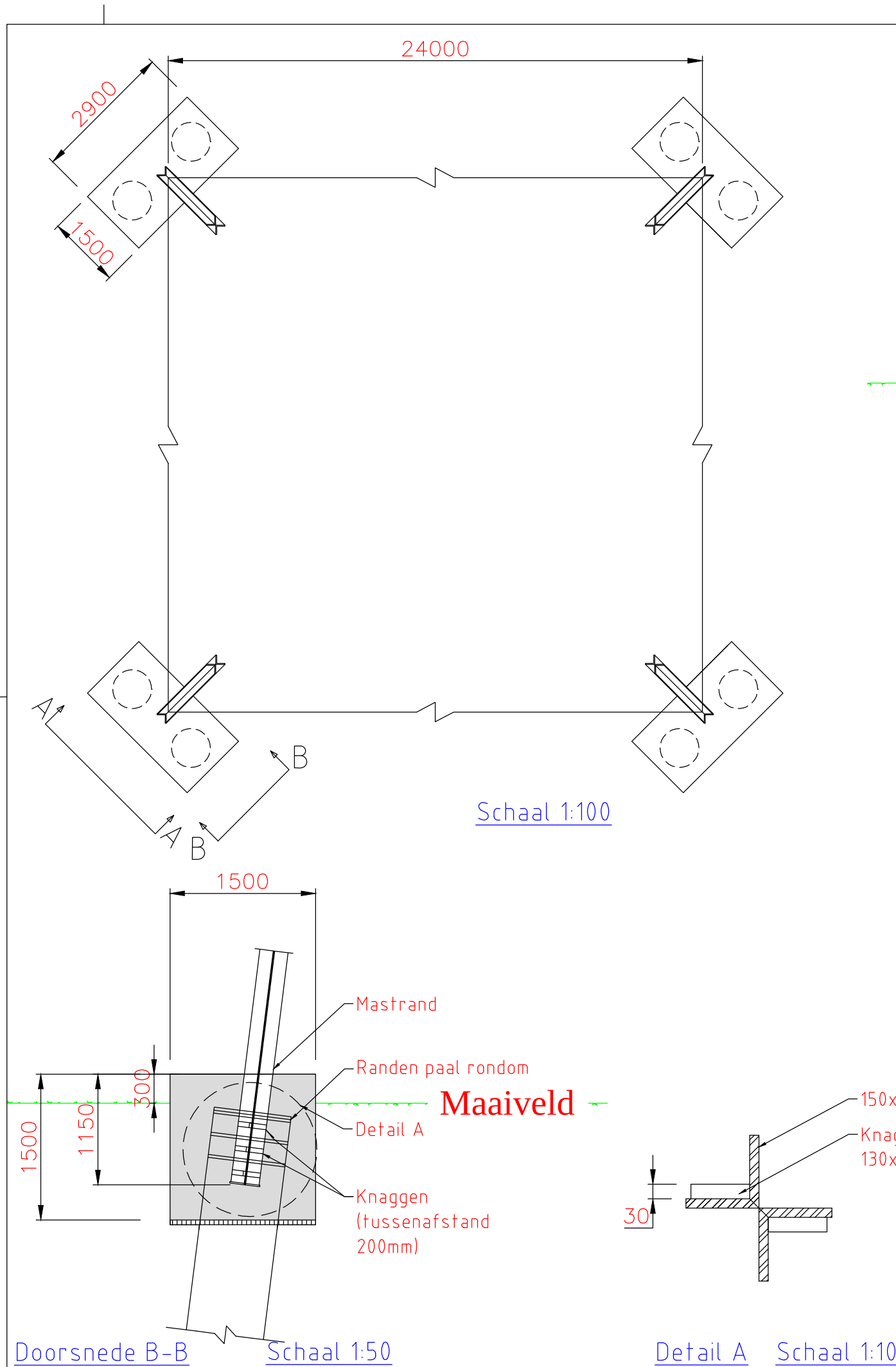


T.B.V. Vergunnings aanvraag

Wintrack
Masttype: ZWW6S400+5

- Trekparameter 1800m
- 4x380 Steunmast
- 400m Veldlengte
- 175°-180° Lijnhoek
- Uitvoering Staal of Beton
- Kleurstelling hoofdelement:
Ral 9018 Papyrus white
- Kleurstelling Appendages:
Ral 7021 Black grey

5.0	10-03-2014	Modified top traverse lenght		
4.0	06-03-2014	Increased traverse length		
3.0	13-01-2014	New 380kV braced-V and modified top/botom diameter		
		Projectname: Engineering verbinding ZW380		
		Third angle projection: 	Drawing no.: 74102194-035-142V	
Design state: Definitief		Scale: 1:300	Description: Wintrack Masttype ZWW6S400+5	Revision: 5.0
Drawn by: RBE	10-03-2014	Units: m		Format: A3
Checked by: AJP	10-03-2014	Project no: 000.145		
Approved by: AW	10-03-2014	Company: TenneT		
DNV KEMA Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvkema.com				



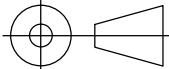
Aanzicht A-A

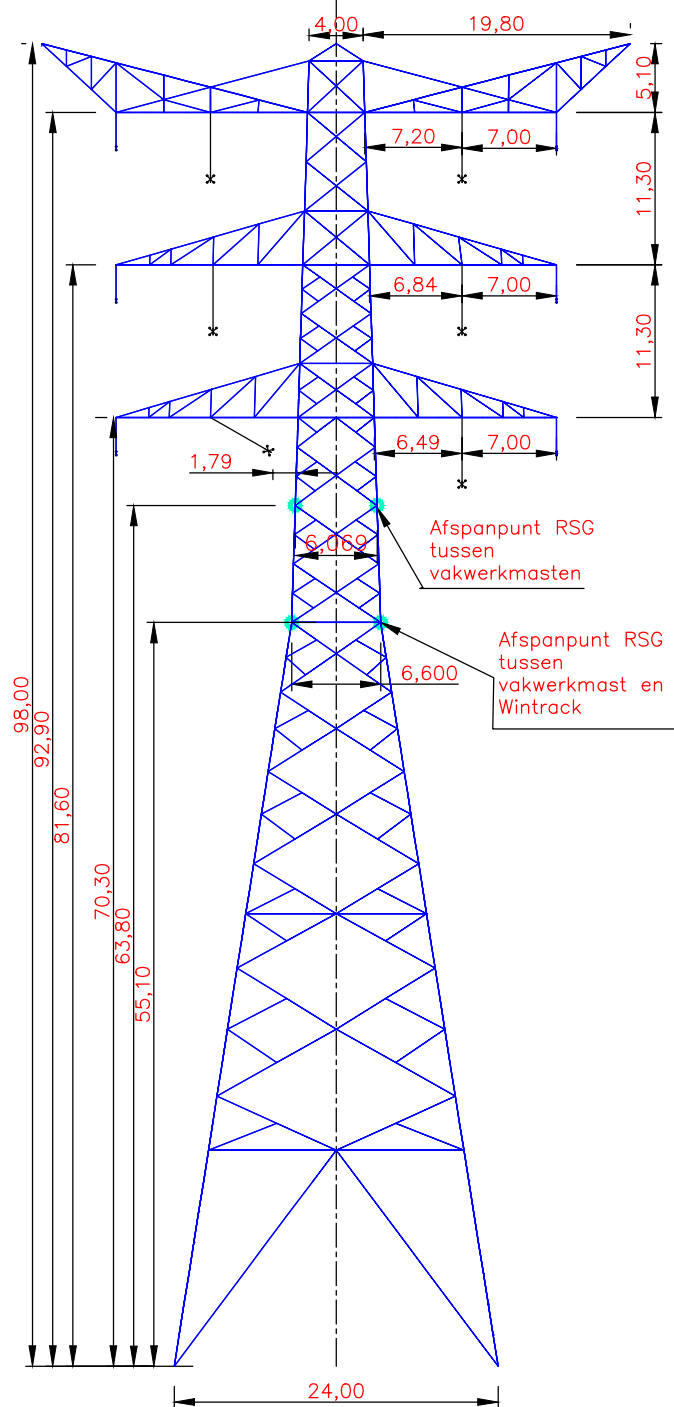
Schaal 1:50

Verklaring

- Gewapend beton
- Werkvloer

Opmerkingen
Maten in mm
Hoogtematen in mm t.o.v. maaiveld
Coördinaten in mm, in het stelsel van de rijksdriehoekmeting
Maatvoering in het 360 graden stelsel
Vellingkanten niet getekend
Ringleiding in bovenkant poer op het bovennet plaatsen in de eerste laag
Caldweldplaten toepassen tbv aarding
Ontwerp fundatie conform SPE.05.344 Algemene Specificatie ontwerp axiaal belaste paalfunderingen

Opmerking: Afmetingen indicatief			T.B.V. Aanvraag	
2.0	24-02-2014	Diverse aanpassingen		
1.0	19-12-2013	Eerste versie		
		Projectname: Engineering verbinding ZW380		
		Third angle projection: 	Drawing no.: 74102194-032-670	
Design state: DEFINITIEF		Scale: 1:10 / 1:50 / 1:100	Description: Principe ontwerp fundatie ZBK	Revision: 2.0
Drawn by: BJT 19-12-2013		Units: mm		Format: A3
Checked by: AJP 19-12-2013		Project no: 000.145		
Approved by: AW 19-12-2013		Company: TenneT		
DNV KEMA Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvkema.com				



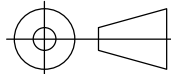
Basisontwerp mastbeeld verhoogde vakwerk mast Kruising Zuid-Bevelandkanaal

Rev 4.0 06-02-2014 Mastbeeld definitief



Projectname:
ZW380 Engineering

Third angle projection:



Drawing no.:

74102194-35-901

Design state: Basisontwerp

Scale: 1:1

Description:

Mastbeeld ZWV4S400+33
verhoogde vakwerkmast
Zuid-Bevelandkruising

Revision:

4.0

Format:

A4

Drawn by: AJP 06-02-2014

Units: m

Checked by: TvdW 06-02-2014

Project no: 74102194

Approved by: AW 06-02-2014

Company: TenneT

ZWW4S350+10

Fundatie berekening

Fundatie ontwerp:

Heipaal

Afmetingen	b	400	mm
	d	400	mm
omtrek paal	$O_{p, gem}$	1.6	m
schoorstand		8	:1
α		7.125	graden

Opstort	Diameter	3.8	m
	Hoogte	1.8	m
	Inhoud	20.4	m ³
	e.g.	490	kN

Onderplaat	Diameter	9.0	m
	Hoogte	1.0	m
	Inhoud	64	m ³
	e.g.	1527	kN

Hart paal tov rand fund.	0.6	m
--------------------------	-----	---

Optreden krachten

e.g. mast	485	kN
Fgeleiders	163	kN
Maximale dwarskracht	483	kN
Fmax vert (druk)	746	kN
Fmin vert (trek)	559	kN
Maximale moment	22551	kNm

Moment

F_{diag}	3088	kN
F_{hor}	483	kN
F_{ver}	3065	kN
M_{hor} (tgv F_{hor})	1352	kNm
M_{tot}	23903	kNm
$F=M/a$	3065	kN

Verticaal reactiekracht

F_{water} (trek)	840	kN
F_{grond} (druk)	1411	kN
F_{grond} (trek)	1176	kN

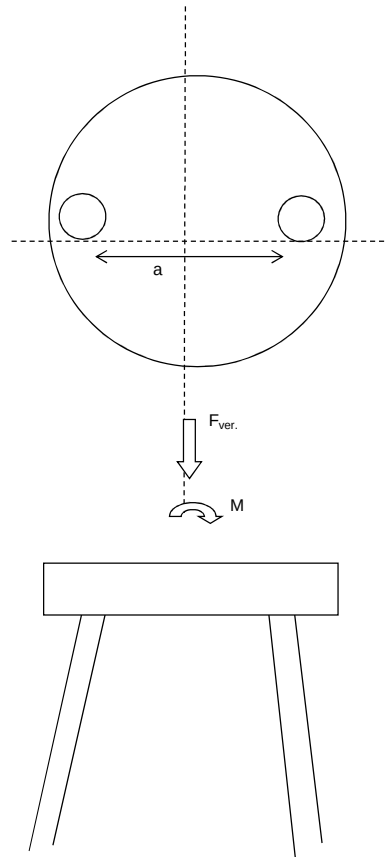
F_{dmax} (druk)	2430	kN
F_{tmax} (trek)	1212	kN

F_{dtot} (druk)	5494	kN
F_{ttot} (trek)	1852	kN

Palen druk	5	(-)
Palen trek	6	(-)

Totaal palen	12	(-)	Per fundering
--------------	----	-----	---------------

Bijlag CBW



reductie door opwaartse kracht water



ZWW4S350+10

TREKPALEN volgens CUR 2001-4 par. 8.

$$F_{r;trek;d} = \int_0^L O_{p;gem} \times p_{r;z;d} \times dz$$

Bijlag CBW

Bepaling opneembare paalbelasting op druk

heipaal		
Afmeting paal	b	0.40 m
	b	0.40 m
omtrek paal	O _{p,gem}	1.60 m
paalfactor	α t	0.007
aantal palen	M	1
aantal sonderingen	N	1
factor invloed aantal sonderingen	ξ	0.75
conusweerstand over wrijvingstraject	q _{c;z,max}	15 MPa
	q _{c;z,rep}	11.25 MPa
materiaalfactor	γ _{m,b4}	1.4
factor, wisselende belastingen	γ _{m,var,qc}	1.5
	q _{c;z,d}	5.36 MPa
	p _{r,z,d}	37.5 kN/m ²
	F _{r,trek,d,i}	60.0 kN/m ²
	F _{trek,d}	596 kN/m

Bepaling opneembare trekbelasting paal

sondering	diepte		q _{c,z}		P _{r,maxschacht,i}	F _{r,trek;d,i}	F _{trek,d}
	m	m	MPa	α t	kPa	kN kN	
	0	-1	0	0.007	0.00	0.00	0
	-1	-2	0	0.007	0.00	0.00	0
	-2	-3	0	0.007	0.00	0.00	0
	-3	-4	0	0.007	0.00	0.00	0
	-4	-5	0	0.007	0.00	0.00	0
	-5	-6	0	0.007	0.00	0.00	0
	-6	-7	0	0.007	0.00	0.00	0
	-7	-8	0	0.007	0.00	0.00	0
	-8	-9	1	0.007	2.50	4.00	4
	-9	-10	3	0.007	7.50	12.00	16
	-10	-11	2	0.007	5.00	8.00	24
	-11	-12	0	0.007	0.00	0.00	24
	-12	-13	3	0.007	7.50	12.00	36
	-13	-14	2	0.007	5.00	8.00	44
	-14	-15	4	0.007	10.00	16.00	60
	-15	-16	10	0.007	25.00	40.00	100
	-16	-17	9	0.007	22.50	36.00	136
	-17	-18	8	0.007	20.00	32.00	168
	-18	-19	12	0.007	30.00	48.00	216
	-19	-20	12	0.007	30.00	48.00	264
	-20	-21	10	0.007	25.00	40.00	304
	-21	-22	11	0.007	27.50	44.00	348
	-22	-23	11	0.007	27.50	44.00	392
	-23	-24	12	0.007	30.00	48.00	440
	-24	-25	12	0.007	30.00	48.00	488
	-25	-26	12	0.007	30.00	48.00	536
	-26	-27	15	0.007	37.50	60.00	596

F _{trek,d}	596 kN	paalafmeting	400 mm, paalpuntnivo	-27.00 m
---------------------	--------	--------------	----------------------	----------

Paalgroep factor 10%

F _{trek,d}	536.4 kN
---------------------	----------



ZWW4S350+10

DRUKPALEN

FUNDERINGSCONSTRUCTIE
Toelaatbare paalbelastingen

Bijlag CBW

Bepaling opneembare paalbelasting op druk

heipaal	v	
diameter	a	2 mm
		2 mm
Deq		0.001808

maximale puntweerstand

$P_{r,max;punt,i}$		11.25 MN/m ²
--------------------	--	-------------------------

paalklasse factor	α_p	1.00
factor paalvoet	β	1
hoek van inwendige vrijwing van paalvoet	ϕ	40
factor dwarsdoorsnede paalvoet	s	1.00
minimale waarde neergaande deel	$q_{c,II,gem}$	9.00 MN/m ²
gem. sondeerwaarde neergaande deel	$q_{c,I,gem}$	14.00 MN/m ²
gem. sondeerwaarde opgaande deel	$q_{c,III,gem}$	11.00 MN/m ²

maximale paalschachtwrijving

$P_{r,max;schaft,i}$		0.05 MN/m ²
----------------------	--	------------------------

waarin:		
paalfactor	α_s	0.010
conusweerstand over wrijvingstraject	$q_{c,z,a}$	5.00 MN/m ²

maximale draagkracht alleenstaande paal

$F_{r,max,i}$		0.00 MN
---------------	--	---------

waarin:		
$F_{r,max;punt,i}$		0.00 MN

paalpunt oppervlak	A_{punt}	0.00 m ²
--------------------	------------	---------------------

$F_{r,max;schaft,i}$		0.00 MN
----------------------	--	---------

gemiddelde paalomtrek	$O_{p,gem}$	0.01 m
lengte schachtwrijving	Δl	15.00 m

Bepaling rekenwaarde van de maximale draagkracht

$F_{r,paal,max;d}$	MN	0.00 MN
--------------------	----	---------

materiaalfactor grond	$\gamma_{m;b}$	1.20
waarde afhankelijk van aantal palen en aantal sonderingen	$\xi_{1,N}$	0.75

$F_{r,paal,max;d}$	3 kN	mm, paalpunnivo	-27.00 m
--------------------	------	-----------------	----------

**ZWW4S350+10****Location dependent data to obtain pressures**

Wind area					2	
Terrain catagory		O=onbebouwd, B=bebouwd			O	
Hoogte		h			65.6	m
Diameter voet		d voet			2.3	m
top		d top			0.5	m
gem		d gem			1.4	m
wanddikte		t			22	mm
Oppervlakte aan voet		A			157444	mm ²
Traagheidsmoment aan voet		W _x			8.88E+07	mm ⁴
Weerstandsmoment aan voet		I _x			1.01E+11	mm ⁴
		2 ^{de} orde			10.0	%
Mast: Gewicht		F _{rep,ver}			485	kN

Bijlage BBW

Ultimate limit state	hoogte	F_{ver}	F_{floodrecht}	F_{fl}	F_{Samengesteld}	
	m	kN	kN	kN	kN	
GW / opgw	64.9	4.4	13.8	0.0	13.8	894 kNm
150C1F1	56.1	16.5	39.9	0.0	39.9	2239 kNm
150C1F2	47.1	16.6	37.5	0.0	37.5	1768 kNm
150C1F3	38.1	16.8	34.6	0.0	34.6	1318 kNm
380C2F1	56.1	33.1	79.8	0.0	79.8	4479 kNm
380C2F2	47.1	33.3	75.1	0.0	75.1	3536 kNm
380C2F3	38.1	33.6	69.2	0.0	69.2	2637 kNm
RTG	29.2	9.1	20.2	0.0	20.2	589 kNm
Stuwdruk				F _{hor.}	27.0	kN
				M _{d,wind}	781	kNm
Totaal				M _{d,tot}	20501	kNm
Totaal moment incl. 2 ^{de} orde effect				M _{d,tot}	22551	kNm

Normaalkracht;

Optredende normaalkracht						
N _{d,geleiders}					163	kN
N _{d, e.g. mast}					582	kN
N _{5,d,totaal}					746	kN

Is buis plooi gevoelig tgv normaalkracht: conform NEN-EN 50341 par. 7.4.5.4

					JA	
					0.70	
Optredende spanning tgv normaalkracht					110039	mm ²
N _{ed} /A _{eff} = f _{yd} /γ _{m1}					7	N/mm ²

Moment;

Optredende moment in de voet:						
M _{d,tot}					22551	kNm

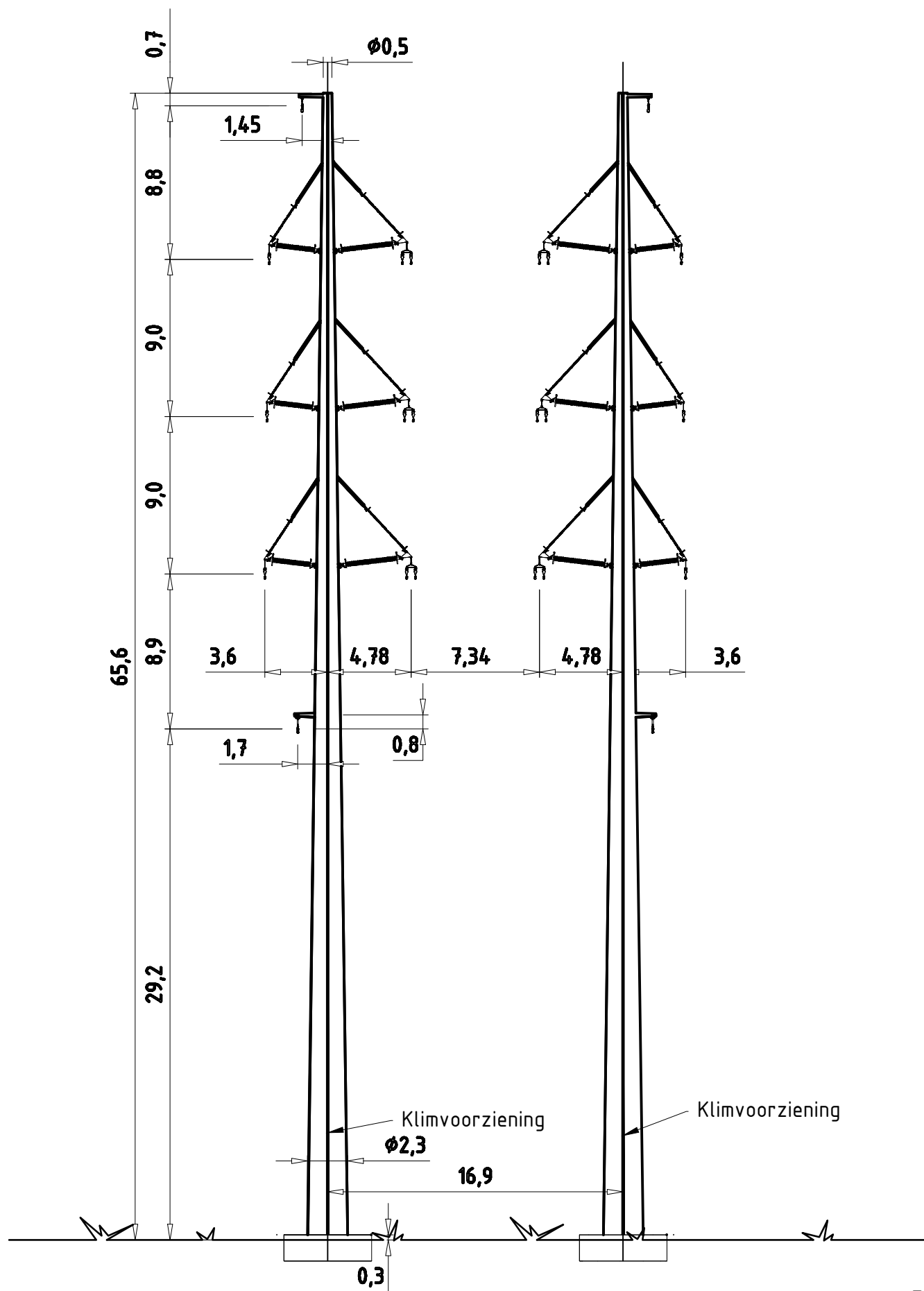
Is buis plooi gevoelig tgv momentkracht: conform NEN-EN 50341 par. 7.4.5.4

					JA	
					1.00	
Optredende spaning tgv moment:					8.87E+07	mm ³
M _{ed} /W _{eff} = f _{yd} /γ _{m1}					254	N/mm ²

Totale spanning: σ_d 261 N/mm² < 284 N/mm² = ACCOORD
 $\sigma_{d,toegestaan}$ 284 N/mm² ==> 80% van 355 N/mm²

Special limit state	hoogte	F_{ver}	F_{floodrecht}	F_{fl}	F_{Samengesteld}	
	m	kN	kN	kN	kN	
GW / opgw	64.9	3.7	9.5	0.0	9.5	619 kNm
150C1F1	56.1	14.2	27.8	0.0	27.8	1561 kNm
150C1F2	47.1	14.3	26.2	0.0	26.2	1235 kNm
150C1F3	38.1	14.4	24.2	0.0	24.2	924 kNm
380C2F1	56.1	28.3	55.6	0.0	55.6	3121 kNm
380C2F2	47.1	28.5	52.4	0.0	52.4	2469 kNm
380C2F3	38.1	28.8	48.5	0.0	48.5	1848 kNm
RTG	29.2	7.8	14.1	0.0	14.1	411 kNm
Stuwdruk				F _{hor.}	720	kN
Verplaatsing					1.64	m
Percentage van de verplaatsing					2.51%	
Hoek					2.80	graden
Kromming					0.63%	
Fundatie rotatiestijfheid					0.005	rad

3.57	EIS TENNET VISUEE
5.5%	NEN-EN-50341
1%	NEN-EN-50341



- Maatvoering indicatief

T.B.V. Vergunnings aanvraag

Wintrack
Masttype: ZWW4S350+10

- Trekparameter 1800m
- 2x380 / 2x150 Steunmast
- 350m Veldlengte
- 175°-180° Lijnhoek
- Uitvoering Staal of Beton
- Kleurstelling hoofdelement:
Ral 9018 Papyrus white
- Kleurstelling Appendages:
Ral 7021 Black grey

2.0	03-03-2014	Increased space between poles
1.0	11-02-2014	First edition

		Projectname: Engineering verbinding ZW380	
Third angle projection: 		Drawing no.: 74102194-035-064 V	
Design state: Definitief		Scale: 1:300	
Drawn by: BJT 03-03-2014		Units: m	
Checked by: AJP 03-03-2014		Project no: 000.145	
Approved by: AW 03-03-2014		Company: TenneT	
Description: Wintrack Masttype ZWW4S350+10			Revision: 2.0
			Format: A3

DNV KEMA Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvkema.com

ZWW4HM400+5

Fundatie berekening

Bijlage CL

Fundatie ontwerp:

Heipaal

Afmetingen	b	400	mm
	d	400	mm
omtrek paal	$O_{p, gem}$	1,6	m
schoorstand		8	:1
α		7,125	graden

Opstort

Diameter	5,5	m
Hoogte	1,8	m
Inhoud	42,8	m ³
e.g.	1026	kN

Onderplaat

Diameter	14,0	m
Hoogte	1,4	m
Inhoud	216	m ³
e.g.	5172	kN

Hart paal tov rand fund.	0,6	m
--------------------------	-----	---

Optreden krachten

e.g. mast	1199	kN
Fgeleiders	329	kN
Maximale dwarskracht	1500	kN
Fmax vert (druk)	1768	kN
Fmin vert (trek)	1326	kN
Maximale moment	75789	kNm

Moment

F_{diag}	6345	kN
F_{hor}	1500	kN
F_{ver}	6296	kN
M_{hor} (tgv F_{hor})	4800	kNm
M_{tot}	80589	kNm
$F=M/a$	6296	kN

Verticaal reactiekracht

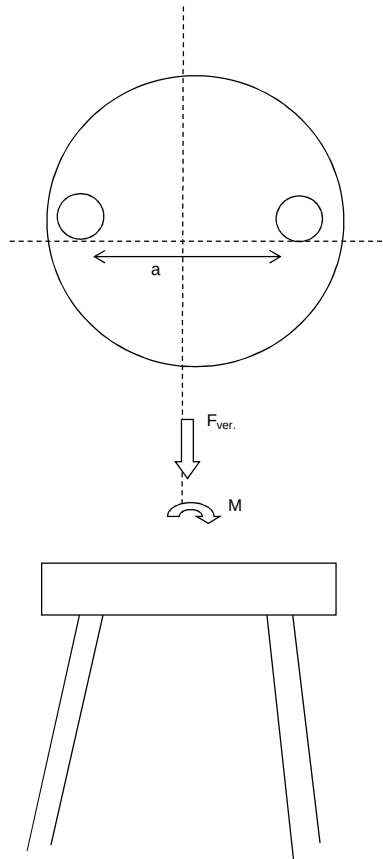
F_{water} (trek)	2583	kN
F_{grond} (druk)	3515	kN
F_{grond} (trek)	2929	kN

F_{dmax} (druk)	6712	kN
F_{tmax} (trek)	3221	kN

F_{dtot} (druk)	13008	kN
F_{ttot} (trek)	3075	kN

Palen druk	12	(-)
Palen trek	10	(-)

Totaal palen	24	(-)	Per fundering
--------------	----	-----	---------------



reductie door opwaartse kracht water



ZWW4HM400+5

TREKPALEN volgens CUR 2001-4 par. 8.

$$F_{r;trek;d} = \int_0^L O_{p;gem} \times p_{r;z;d} \times dz$$

Bijlage CL

Bepaling opneembare paalbelasting op druk

heipaal		
Afmeting paal	b	0,40 m
	b	0,40 m
omtrek paal	O _{p,gem}	1,60 m
paalfactor	α t	0,007
aantal palen	M	1
aantal sonderingen	N	1
factor invloed aantal sonderingen	ξ	0,75
conusweerstand over wrijvingstraject	q _{c;z,max}	15 MPa
	q _{c;z,rep}	11,25 MPa
materiaalfactor	γ _{m,b4}	1,4
factor, wisselende belastingen	γ _{m,var,qc}	1,5
	q _{c;z,d}	5,36 MPa
	p _{r,z,d}	37,5 kN/m ²
	F _{r,trek,d,i}	60,0 kN/m ²
	F _{trek,d}	596 kN/m

Bepaling opneembare trekbelasting paal

sondering	diepte		q _{c,z}		P _{r,maxschacht,i}	F _{r,trek;d,i}	F _{trek,d}
	m	m	MPa	α t	kPa	kN kN	
	0	-1	0	0,007	0,00	0,00	0
	-1	-2	0	0,007	0,00	0,00	0
	-2	-3	0	0,007	0,00	0,00	0
	-3	-4	0	0,007	0,00	0,00	0
	-4	-5	0	0,007	0,00	0,00	0
	-5	-6	0	0,007	0,00	0,00	0
	-6	-7	0	0,007	0,00	0,00	0
	-7	-8	0	0,007	0,00	0,00	0
	-8	-9	1	0,007	2,50	4,00	4
	-9	-10	3	0,007	7,50	12,00	16
	-10	-11	2	0,007	5,00	8,00	24
	-11	-12	0	0,007	0,00	0,00	24
	-12	-13	3	0,007	7,50	12,00	36
	-13	-14	2	0,007	5,00	8,00	44
	-14	-15	4	0,007	10,00	16,00	60
	-15	-16	10	0,007	25,00	40,00	100
	-16	-17	9	0,007	22,50	36,00	136
	-17	-18	8	0,007	20,00	32,00	168
	-18	-19	12	0,007	30,00	48,00	216
	-19	-20	12	0,007	30,00	48,00	264
	-20	-21	10	0,007	25,00	40,00	304
	-21	-22	11	0,007	27,50	44,00	348
	-22	-23	11	0,007	27,50	44,00	392
	-23	-24	12	0,007	30,00	48,00	440
	-24	-25	12	0,007	30,00	48,00	488
	-25	-26	12	0,007	30,00	48,00	536
	-26	-27	15	0,007	37,50	60,00	596

F _{trek,d}	596 kN	paalafmeting	400 mm, paalpunnivo	-27,00 m
---------------------	--------	--------------	---------------------	----------

Paalgroep factor 10%

F _{trek,d}	536,4 kN
---------------------	----------



ZWW4HM400+5

DRUKPALEN

FUNDERINGSCONSTRUCTIE
Toelaatbare paalbelastingen

Bijlage CL

Bepaling opneembare paalbelasting op druk

heipaal		
	v	
diameter	a	2 mm
		2 mm
Deq		0,001808
maximale puntweerstand		
$P_{r,max;punt,i}$		11,25 MN/m ²
paalklasse factor	α_p	1,00
factor paalvoet	β	1
hoek van inwendige vrijwing van paalvoet	ϕ	40
factor dwarsdoorsnede paalvoet	s	1,00
minimale waarde neergaande deel	$q_{c,II,gem}$	9,00 MN/m ²
gem. sondeerwaarde neergaande deel	$q_{c,I,gem}$	14,00 MN/m ²
gem. sondeerwaarde opgaande deel	$q_{c,III,gem}$	11,00 MN/m ²

maximale paalschachtwrijving		
$P_{r,max;schaft,i}$		0,05 MN/m ²
waarin:		
paalfactor	α_s	0,010
conusweerstand over wrijvingstraject	$q_{c,z,a}$	5,00 MN/m ²

maximale draagkracht alleenstaande paal

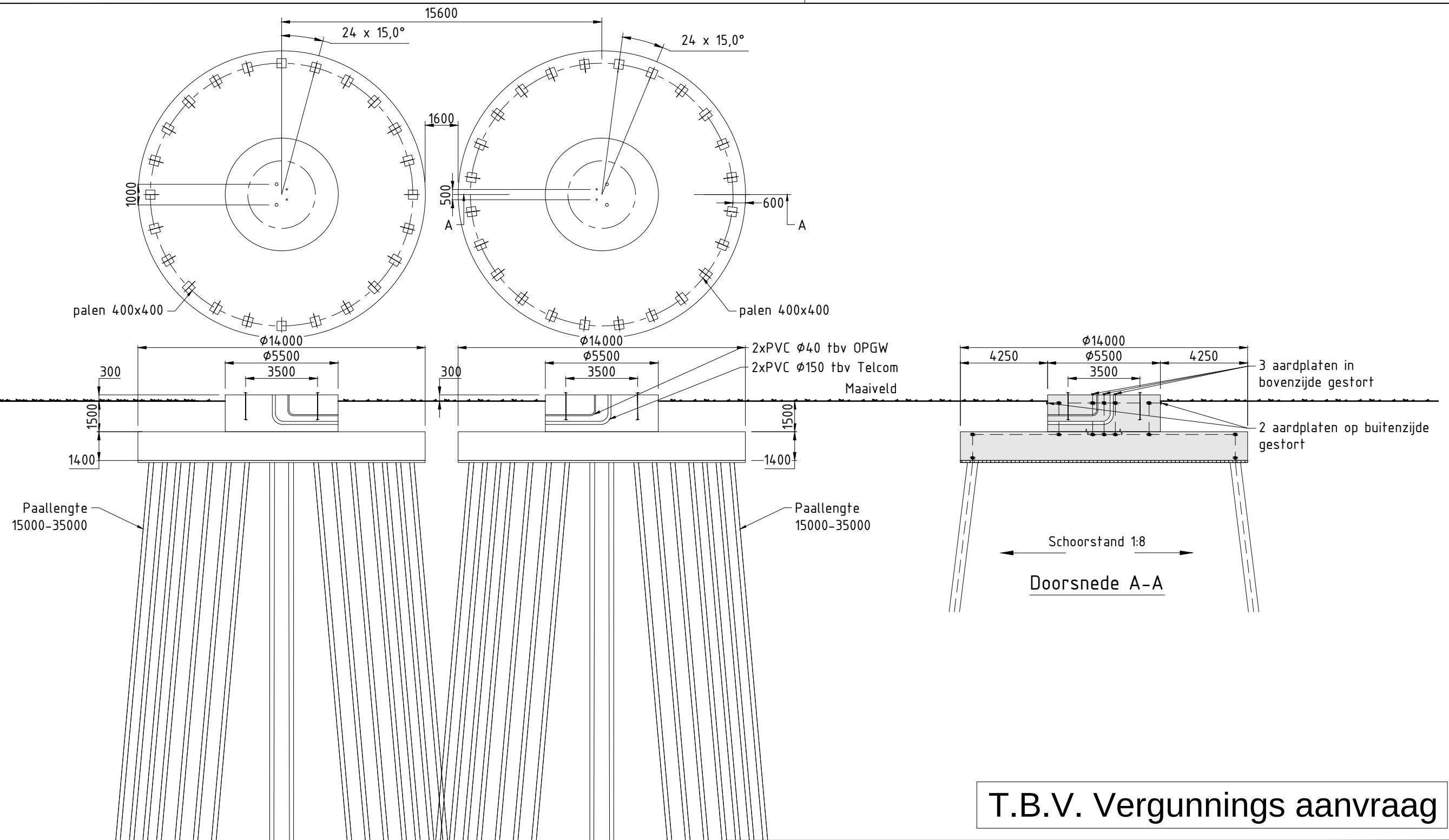
$F_{r,max,i}$		0,00 MN
waarin:		
$F_{r,max;punt,i}$		0,00 MN
paalpunt oppervlak	A_{punt}	0,00 m ²
$F_{r,max;schaft,i}$		0,00 MN
gemiddelde paalomtrek	$O_{p,gem}$	0,01 m
lengte schachtwrijving	Δl	15,00 m

Bepaling rekenwaarde van de maximale draagkracht

$F_{r,paal,max;d}$	MN	0,00 MN
--------------------	----	---------

materiaalfactor grond	$\gamma_{m;b}$	1,20
waarde afhankelijk van aantal palen en aantal sonderingen	$\xi_{1,N}$	0,75

$F_{r,paal,max;d}$	3 kN	mm, paalpunnivo	-27,00 m
--------------------	------	-----------------	----------



Verklaring

- Gewapend beton
- Werkvloer

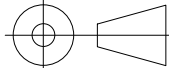
Verklaring aarding

- Ringleiding $\phi 16\text{mm}$ (FeB220) glad
- Koppeling met aardstaaf in paal
- Aardplaten

Opmerkingen

- Maten in mm
- Coördinaten in mm, in het stelsel van de rijkdriehoekmeting
- Maatvoering in het 360 graden stelsel
- Vellingkanten niet getekend
- Ringleiding in bovenkant poer op het bovennet plaatsen in de eerste laag
- Mastvoetanker afmeting exclusief mastvoetflens breedte
- Afmetingen indicatief

T.B.V. Vergunnings aanvraag

6.0	12-03-2014	Diverse aanpassingen			
5.0	26-07-2013	Diverse aanpassingen			
4.0	13-06-2013	Fundering tekst toegevoegd			
		Projectname: Engineering verbniding ZW380			Revision: 6.0
		Third angle projection: 	Drawing no.: 74102194-032-096V		
Design state: Definitief		Scale: 1:200	Description: Principe ontwerp fundatie hoekmast ZWW4HM400+5 masten familie		Format: A3
Drawn by: RBE 12-03-2014		Units: mm			
Checked by: AJP 12-03-2014		Project no: 000.145			
Approved by: AW 12-03-2014		Company: TenneT			
DNV KEMA Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvkema.com					



ZWW4HM400+5

Location dependent data to obtain pressures

Wind area					2	
Terrain catagory		O=onbebouwd, B=bebouwd			O	
Hoogte		h			68.2	m
Diameter voet		d voet			3.5	m
top		d top			0.8	m
gem		d gem			2.2	m
wanddikte		t			32	mm
Oppervlakte aan voet		A			348641	mm ²
Traagheidsmoment aan voet		W _x			3.00E+08	mm ⁴
Weerstandsmoment aan voet		I _x			5.18E+11	mm ⁴
		2 ^{de} orde			10.0	%
Mast: Gewicht		F _{rep,ver}			1130	kN

Bijlage BL

Ultimate limit state	hoogte	F _{ver}	F _{floodrecht}	F _{fl}	F _{Samengesteld}	
	m	kN	kN	kN	kN	
GW / opgw	67.6	20.0	74.0	0.0	74.0	3153 kNm
150C1F1	57.6	32.0	140.5	0.0	140.5	6207 kNm
150C1F2	47.4	32.1	138.4	0.0	138.4	5015 kNm
150C1F3	37.2	32.1	135.8	0.0	135.8	3848 kNm
380C2F1	57.6	64.1	280.9	0.0	280.9	12413 kNm
380C2F2	47.4	64.2	276.7	0.0	276.7	10029 kNm
380C2F3	37.2	64.3	271.6	0.0	271.6	7695 kNm
RTG	27.1	20.1	69.0	-107.4	127.6	1963 kNm
Stuwdruk				F _{hor.}	43.2	kN
				M _{d,wind}	1316	kNm
Totaal				M _{d,tot}	68899	kNm
Totaal moment incl. 2 ^{de} orde effect				M _{d,tot}	75789	kNm

68.2

Normaalkracht;

Optredende normaalkracht						
N _{d,geleiders}					329	kN
N _{d, e.g. mast}					1356	kN
N _{s,d,totaal}					1685	kN

Is buis plooiervoelig tgv normaalkracht: conform NEN-EN 50341 par. 7.4.5.4

				JA	
				0.68	
Optredende spanning tgv normaalkracht				A _{eff}	237528 mm ²
N _{ed} /A _{eff} = f _{yd} /γ _{m1}				7	N/mm ²

Moment;

Optredende moment in de voet:						
M _{d,tot}					75789	kNm

Is buis plooiervoelig tgv momentkracht: conform NEN-EN 50341 par. 7.4.5.4

				JA	
				0.98	
Optredende spaning tgv moment:				W _{eff}	2.94E+08 mm ³
M _{ed} /W _{eff} = f _{yd} /γ _{m1}				258	N/mm ²

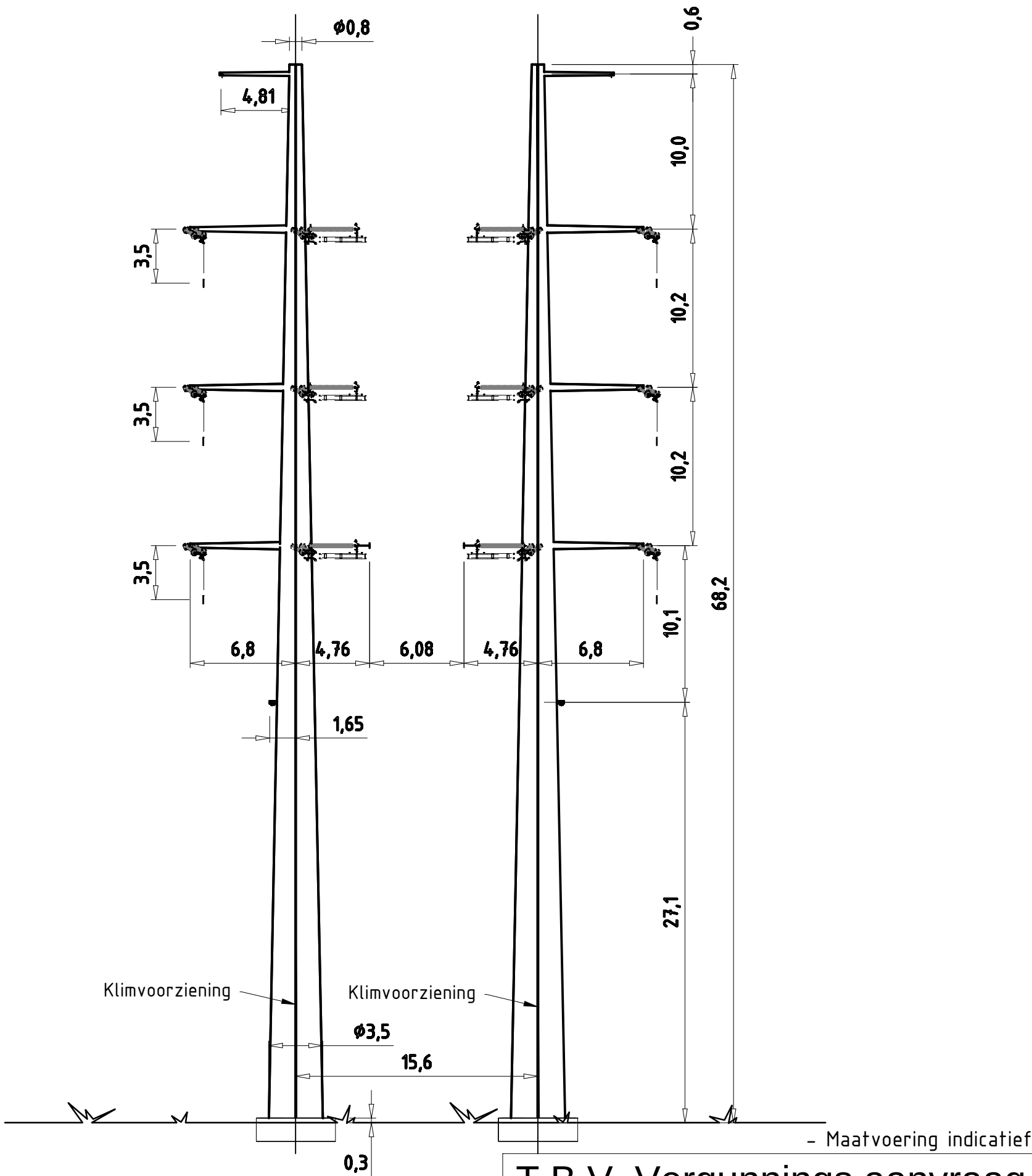
Totale spanning: σ_d 265 N/mm² < 284 N/mm² = ACCOORD
 $\sigma_{d,toegestaan}$ 284 N/mm² ==> 80% van 355 N/mm²

Special limit state	hoogte	F _{ver}	F _{floodrecht}	F _{fl}	F _{Samengesteld}	
	m	kN	kN	kN	kN	
GW / opgw	67.6	14.3	56.3	0.0	56.3	3804 kNm
150C1F1	57.6	24.6	111.3	0.0	111.3	6409 kNm
150C1F2	47.4	24.7	109.9	0.0	109.9	5209 kNm
150C1F3	37.2	24.7	108.2	0.0	108.2	4026 kNm
380C2F1	57.6	49.3	222.6	0.0	222.6	12819 kNm
380C2F2	47.4	49.4	219.8	0.0	219.8	10418 kNm
380C2F3	37.2	49.4	216.5	0.0	216.5	8052 kNm
RTG	27.1	14.4	52.8	-83.4	98.7	2673 kNm

Stuwdruk				F _{hor.}	348	kN
----------	--	--	--	-------------------	-----	----

Verplaatsing					1.37	m
Percentage van de verplaatsing					2.01%	
Hoek					2.18	graden
Kromming					0.47%	
Fundatie rotatiestijfheid					0.005	rad

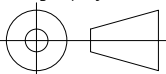
3.72	EIS TENNET VISUEE
5.5%	NEN-EN-50341
1%	NEN-EN-50341



T.B.V. Vergunnings aanvraag

Wintrack
Masttype: ZWW4HM400+5

- Trekparameter 1800m
- 2x380 / 2x150 Hoekmast
- 400m Veldlengte
- 120°-130° Lijnhoek
- Uitvoering Staal of Beton
- Kleurstelling hoofdelement:
Ral 9018 Papyrus white
- Kleurstelling Appendages:
Ral 7021 Black grey

5.0	05-03-2014	Increased space between poles and increased traverse length		
4.0	21-02-2014	Modified top/botom diameter 0.8/3.5		
3.0	03-02-2014	Modified top/botom diameter		
		Projectname: Engineering verbinding ZW380		
		Third angle projection:	Drawing no.: 74102194-035-096V	
Design state: Definitief		Scale: 1:300	Description: Wintrack Masttype ZWW4HM400+5	Revision: 5.0
Drawn by: RBE	05-03-2014	Units: m		Format: A3
Checked by: AJP	05-03-2014	Project no: 000.145		
Approved by: AW	05-03-2014	Company: TenneT		
DNV KEMA Energy & Sustainability, Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, tel: +31 26 3 56 91 11, www.dnvkema.com				

ZWW4HL400+5

Fundatie berekening

Fundatie ontwerp:

Heipaal

Afmetingen	b	400	mm
	d	400	mm
omtrek paal	$O_{p, gem}$	1.6	m
schoorstand		8	:1
α		7.125	graden

Opstort	Diameter	5.5	m
	Hoogte	1.8	m
	Inhoud	42.8	m ³
	e.g.	1026	kN

Onderplaat	Diameter	14.0	m
	Hoogte	1.4	m
	Inhoud	216	m ³
	e.g.	5172	kN

Hart paal tov rand fund.	0.6	m
--------------------------	-----	---

Optreden krachten

e.g. mast	991	kN
Fgeleiders	328	kN
Maximale dwarskracht	1341	kN
Fmax vert (druk)	1517	kN
Fmin vert (trek)	1138	kN
Maximale moment	67341	kNm

Moment

F_{diag}	5640	kN
F_{hor}	1341	kN
F_{ver}	5596	kN
M_{hor} (tgv F_{hor})	4290	kNm
M_{tot}	71631	kNm
$F=M/a$	5596	kN

Verticaal reactiekracht

F_{water} (trek)	2583	kN
F_{grond} (druk)	3515	kN
F_{grond} (trek)	2929	kN

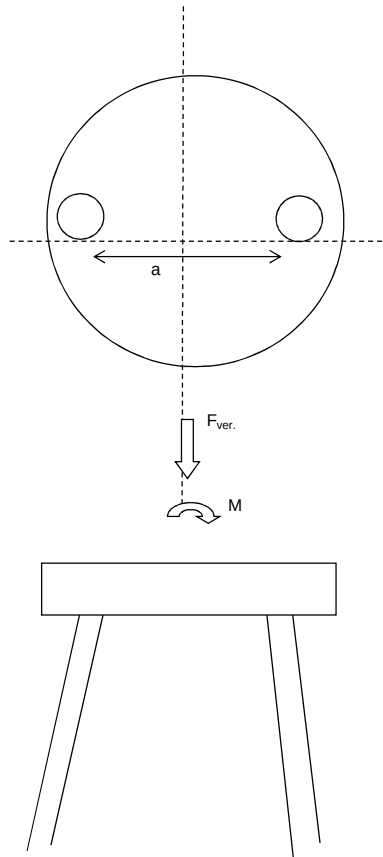
F_{dmax} (druk)	6587	kN
F_{tmax} (trek)	3127	kN

F_{dtot} (druk)	12183	kN
F_{ttot} (trek)	2469	kN

Palen druk	11	(-)
Palen trek	8	(-)

Totaal palen	22	(-)	Per fundering
--------------	----	-----	---------------

Bijlage CCC



reductie door opwaartse kracht water



ZWW4HL400+5

TREKPALEN volgens CUR 2001-4 par. 8.

$$F_{r;trek;d} = \int_0^L O_{p;gem} \times p_{r;z;d} \times dz$$

Bijlage CCC

Bepaling opneembare paalbelasting op druk

heipaal		
Afmeting paal	b	0.40 m
	b	0.40 m
omtrek paal	O _{p,gem}	1.60 m
paalfactor	α t	0.007
aantal palen	M	1
aantal sonderingen	N	1
factor invloed aantal sonderingen	ξ	0.75
conusweerstand over wrijvingstraject	q _{c;z,max}	15 MPa
	q _{c;z,rep}	11.25 MPa
materiaalfactor	γ _{m,b4}	1.4
factor, wisselende belastingen	γ _{m,var,qc}	1.5
	q _{c;z,d}	5.36 MPa
	p _{r,z,d}	37.5 kN/m ²
	F _{r,trek,d,i}	60.0 kN/m ²
	F _{trek,d}	596 kN/m

Bepaling opneembare trekbelasting paal

sondering	diepte	q _{c;z}		P _{r,maxschacht,i}	F _{r,trek,d,i}	F _{trek,d}
	m	m	MPa	α t	kPa	kN kN
	0	-1	0	0.007	0.00	0.00 0
	-1	-2	0	0.007	0.00	0.00 0
	-2	-3	0	0.007	0.00	0.00 0
	-3	-4	0	0.007	0.00	0.00 0
	-4	-5	0	0.007	0.00	0.00 0
	-5	-6	0	0.007	0.00	0.00 0
	-6	-7	0	0.007	0.00	0.00 0
	-7	-8	0	0.007	0.00	0.00 0
	-8	-9	1	0.007	2.50	4.00 4
	-9	-10	3	0.007	7.50	12.00 16
	-10	-11	2	0.007	5.00	8.00 24
	-11	-12	0	0.007	0.00	0.00 24
	-12	-13	3	0.007	7.50	12.00 36
	-13	-14	2	0.007	5.00	8.00 44
	-14	-15	4	0.007	10.00	16.00 60
	-15	-16	10	0.007	25.00	40.00 100
	-16	-17	9	0.007	22.50	36.00 136
	-17	-18	8	0.007	20.00	32.00 168
	-18	-19	12	0.007	30.00	48.00 216
	-19	-20	12	0.007	30.00	48.00 264
	-20	-21	10	0.007	25.00	40.00 304
	-21	-22	11	0.007	27.50	44.00 348
	-22	-23	11	0.007	27.50	44.00 392
	-23	-24	12	0.007	30.00	48.00 440
	-24	-25	12	0.007	30.00	48.00 488
	-25	-26	12	0.007	30.00	48.00 536
	-26	-27	15	0.007	37.50	60.00 596

F _{trek,d}	596 kN	paalafmeting	400 mm, paalpuntnivo	-27.00 m
---------------------	--------	--------------	----------------------	----------

Paalgroep factor 10%

F _{trek,d}	536.4 kN
---------------------	----------



ZWW4HL400+5

DRUKPALEN

FUNDERINGSCONSTRUCTIE
Toelaatbare paalbelastingen

Bijlage CCC

Bepaling opneembare paalbelasting op druk

heipaal		
	v	
diameter	a	2 mm
		2 mm
Deq		0.001808
maximale puntweerstand		
$P_{r,max;punt,i}$		11.25 MN/m ²
paalklasse factor	α_p	1.00
factor paalvoet	β	1
hoek van inwendige vrijwing van paalvoet	ϕ	40
factor dwarsdoorsnede paalvoet	s	1.00
minimale waarde neergaande deel	$q_{c,II,gem}$	9.00 MN/m ²
gem. sondeerwaarde neergaande deel	$q_{c,I,gem}$	14.00 MN/m ²
gem. sondeerwaarde opgaande deel	$q_{c,III,gem}$	11.00 MN/m ²

maximale paalschachtwrijving		
$P_{r,max;schaft,i}$		0.05 MN/m ²
waarin:		
paalfactor	α_s	0.010
conusweerstand over wrijvingstraject	$q_{c,z,a}$	5.00 MN/m ²

maximale draagkracht alleenstaande paal

$F_{r,max,i}$		0.00 MN
waarin:		
$F_{r,max;punt,i}$		0.00 MN
paalpunt oppervlak	A_{punt}	0.00 m ²
$F_{r,max;schaft,i}$		0.00 MN
gemiddelde paalomtrek	$O_{p,gem}$	0.01 m
lengte schachtwrijving	Δl	15.00 m

Bepaling rekenwaarde van de maximale draagkracht

$F_{r,paal,max;d}$	MN	0.00 MN
--------------------	----	---------

materiaalfactor grond	$\gamma_{m,b}$	1.20
waarde afhankelijk van aantal palen en aantal sonderingen	$\xi_{1,N}$	0.75

$F_{r,paal,max;d}$	3 kN	mm, paalpunnivo	-27.00 m
--------------------	------	-----------------	----------